

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института:



Е. В. Скрипников:

«21» января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.О.10 Аналитическая химия

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

Авторы программы:

Кандидат химических наук, доцент Бердникова Галина Геннадьевна

Доктор химических наук, доцент Бернацкий Павел Николаевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (по направлению подготовки 04.03.01 - Химия Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «11» января 2021 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «21» ян

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели	и	задачи	
дисциплины.....			4
2. Место	дисциплины	в	структуре
бакалавра.....			ОП
			5
3. Объем	и	содержание	
дисциплины.....			5
4. Контроль	знаний	обучающихся	и
средства.....			и
			типовые
			оценочные
			43
5. Методические	указания	для	обучающихся
(модуля).....			по
			освоению
			дисциплины
			71
6. Учебно-методическое	и	информационное	обеспечение
дисциплины.....			
			73
7. Материально-техническое	обеспечение	дисциплины,	программное
профессиональные	базы данных	и	информационные
справочные	системы.....		
			74

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с принятыми в профессиональном сообществе

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых процессов получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции), 40 сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Владеет навыками проведения химического эксперимента и способностью интерпретировать экспериментальные результаты
	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	Владеет современными методами качественного и количественного анализа, а также способностью и готовностью представлять экспериментальные результаты в соответствии с профессиональными нормами

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов и измерений

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		1	2	5	6	7	

1	Неорганическая химия	+	+			
2	Технологическая практика				+	
3	Физическая химия			+	+	+

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме и правилами, принятыми в профессиональном сообществе

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		1	2	3	8
1	История химии	+			
2	Неорганическая химия	+	+		
3	Преддипломная практика				+
4	Супрамолекулярная химия			+	

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению
Дисциплина «Аналитическая химия» изучается в 3, 4 семестрах.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 24 з.е.

Очная: 24 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	864
Контактная работа	592
Лекции (Лекции)	208
Лабораторные (Лаб. раб.)	208
Практические (Практ. раб.)	176
Самостоятельная работа (СР)	198
Курсовая работа	2
Экзамен	72

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы				Формы текущего контроля
		Лекции	Лаб. раб.	Практ. раб.	СР	
		О	О	О	О	
3 семестр						
1	Методологические аспекты и структура аналитической химии	10	-	8	10	Тестирование

2	Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки	12	10	8	10	Тестирование; лабораторная работа
3	Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала рОН. Буферные растворы. Буферная емкость	10	10	10	10	лабораторная работа Тестирование
4	Кислотно-основное равновесие. Гидролиз солей. Вывод аналитических зависимостей.	10	10	10	10	лабораторная работа Тестирование
5	Комплексообразование аналитической химии	12	12	8	10	Тестирование; лабораторная работа
6	Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии	12	12	8	10	лабораторная работа Тестирование
7	Закон действия масс гетерогенных процессов. Растворимость, произведение растворимости.	12	12	8	10	лабораторная работа Коллоквиум
8	Методы обнаружения и идентификации. Хромато-графия.	12	12	8	12	Тестирование; лабораторная работа
9	Коллоидные системы аналитической химии	12	12	8	12	лабораторная работа Тестирование
10	Анализ смесей ионов. Анализ раствора химического соединения	-	12	10	12	Коллоквиум; лабораторная работа
4 семестр						
11	Гравиметрический анализ	18	18	12	12	лабораторная работа
12	Титриметрический анализ на базе кислотно-основных взаимодействий.	14	14	12	12	лабораторная работа коллоквиум
13	Окислительно-восстановительное титрование	14	14	12	12	лабораторная работа
14	Комплексонометрическое и осадительное титрование.	14	14	12	12	лабораторная работа
15	Кинетические методы анализа.	14	14	12	12	Тестирование; коллоквиум
16	Электрохимические методы анализа	14	14	12	10	лабораторная работа
17	Спектральные методы анализа	14	14	12	10	лабораторная работа
18	ЭВМ в аналитической химии	4	4	6	12	доклад; Контрольная работа

Тема 1. Методологические аспекты и структура аналитической химии (ОПК-1)

Лекция.

Методологические аспекты и структура аналитической химии. Предмет аналитической химии. Методы аналитической химии. Виды анализа: качественный и количественный, изотопный, элементный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические методы анализа. Чувствительность методов.

Практическое занятие.

Проводится в форме семинара

Задания для самостоятельной работы.

Быстрые и медленные реакции в химическом анализе

Тема 2. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки (ОПК-1)

Лекция.

Проводится в интерактивной форме. Преподаватель предлагает студентам самостоятельно отбирать пробы на различных производствах. Студент должен обеспечить представительность пробы. Студент должен уметь обосновать выбор метода анализа, уметь обосновать выбор метода анализа. Отбор проб однородного и гетерогенного объектов.

Практическое занятие.

Лабораторное занятие. Первая аналитическая группа катионов. (Na^+ , K^+ , NH_4^+).

Цель: изучение свойств катионов 1 аналитической группы

- химический анализ раствора
- оформление отчета по экспериментальным данным
- аргументированная защита выводов о проделанной работе

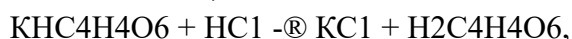
Первая аналитическая группа катионов (Na^+ , K^+ , NH_4^+)

Реактивы: соляная кислота.

Реакции ионов K^+

1. Гидротартрат натрия образует с ионами калия при $\text{pH} = 4 - 5$ белый кристаллический осадок $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$: $\text{K}^+ + \text{HC}_4\text{H}_4\text{O}_6^- \rightarrow \text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$:

Осадок гидротартрата калия склонен образовывать пересыщенные растворы. Осадок растворяется в более сильных, чем винная:



Предел обнаружения ионов калия - 1,2 мг/мл. Мешает ион аммония, образующий аналогичный осадок. При избытке тартрат-ионов растворимые комплексные соединения образуются.

Выполнение реакции. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы калия, прибавляют 2-3 капли раствора уксусной кислоты. Образованию осадка потирают стеклянной палочкой по стенкам пробирки. Выпадает белый кристаллический осадок.

2. Гексанитрокобальтат (III) натрия образует с ионами калия при $\text{pH} = 4-5$ желтый осадок $\text{K}_n\text{Na}_m[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, где $n + m = 3$ (основным соединением является $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$):



Осадок нерастворим в уксусной кислоте, но растворяется при нагревании в сильных кислотах с образованием, которая легко разлагается и одновременно восстанавливает Co(III) до Co(II) :

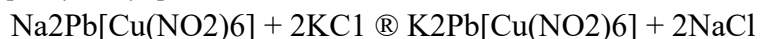
Соединение разлагается щелочами с образованием темно-бурого осадка Co(OH)_3 :



Предел обнаружения ионов калия - 20 мкг/мл. Мешают ионы аммония и лития, так как они образуют осадок из-за их окисления нитритом до I_2 , окислители, так как они разрушают реагент.

Выполнение реакции. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы калия, добавляют 2-3 капли раствора уксусной кислоты и слегка нагревают на водяной бане. Образуется желтый осадок.

3. Гексанитрокупрат (II) свинца и натрия (микро-кристаллоскопическая реакция). При действии $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ на раствор соли калия образуются черные или коричневые кубические кристаллы $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$:

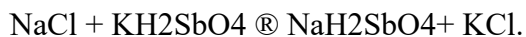


Выполнение реакции. На предметное стекло помещают 1 каплю раствора, содержащего ионы калия, как соль остынет, обработать: вают ее реактивом $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ (1 капля). Рассматривают под микроскопом.

4. Окрашивание пламени. Платиновую или нихромовую проволоку тщательно очищают от следов натрия прокаливанием. Для этого смачивают ее в соляной кислоте и прокаливают в пламени горелки до полного исчезновения окраски пламени. Прикасаются раскаленной проволокой к кристаллам соли калия. Приставшие к проволоке крупинки соли вносят в пламя горелки. Бледно-фиолетовое окрашивание пламени горелки свойственно солям калия.

Реакции ионов Na^+

1. Дигидроантимонат калия KH_2SbO_4 образует катионами Na^+ белый кристаллический осадок дигидроантимоната натрия NaH_2SbO_4



При открытии ионов Na^+ этим реактивом необходимо соблюдать условия:

- Разбавленные растворы соли натрия упаривают.
- Среда должна быть нейтральной или слабощелочной. Кислоты разлагают дигидроантимонат калия осадка метасурьмяной кислоты HSbO_3 :

Выполнение реакции. К 5 - 6 каплям раствора соли натрия прибавляют такой же объем раствора дигидроантимоната калия. Выпадает белый кристаллический осадок дигидроантимоната натрия.

3. Окрашивание пламени. Очищают платиновую или нихромовую проволоку, смачивают ее раствором соли натрия и вносят в бесцветное пламя горелки. Пламя окрашивается в желтый цвет. О присутствии ионов натрия можно судить лишь в том случае, если интенсивно-желтая окраска не исчезает 10-15 секунд.

Реакции ионов NH_4^+

1. Гидроксид калия (натрия). При действии щелочей на раствор соли аммония при нагревании выделяется аммиак, который можно обнаружить по изменению окраски влажной универсальной индикаторной или лакмусовой бумаги:



Предел обнаружения ионов аммония - 0,2 мкг/мл.

Выполнение реакции. В пробирку помещают 2-3 капли раствора соли аммония, 3-4 капли 2 М NaOH в водяной бане. Обращают внимание на запах выделяющегося газа. Обнаружить аммиак можно влажной лакмусовой бумагой.

2. Реактив Несслера в щелочной среде образует с ионами NH_4^+ красно-бурый осадок:



Предел обнаружения ионов аммония - 0,15 мг/мл. Если концентрация ионов NH_4^+ мала, осадок не имеет оранжевый цвет. Ионы, образующие малорастворимые окрашенные гидроксиды, предварительно осаждают. Ионы $\text{Hg}(\text{II})$, $\text{Sb}(\text{III})$ и $\text{Sn}(\text{II})$ реагируют с иодид-ионом и разрушают реактив.

Выполнение реакции. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего ионы аммония, добавляют 1-2 капли реактива Несслера. Выпадает красно-бурый осадок.

Задания для самостоятельной работы.

Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ

Тема 3. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала pH и pOH. Буферные растворы. Буферная емкость (ОПК-6)

Лекция.

Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала pH и pOH. Буферные растворы. Буферная емкость.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторное занятие. Вторая аналитическая группа катионов (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}).

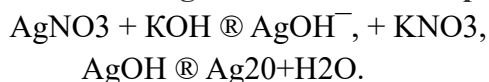
Цель: изучение свойств катионов 2 аналитической группы

- проведение частных реакций катионов 2 аналитической группы
- анализ смеси катионов 2 аналитической группы
- оформление и защита отчета.

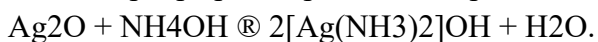
Вторая аналитическая группа катионов (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg^{2+})

Реакции ионов Ag^+

1. Щелочи (NaOH , KOH) образуют с катионом Ag^+ осадок оксида серебра Ag_2O :

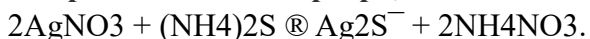


Оксид серебра растворяется в гидроксиде аммония:



Выполнение анализа. К 2 каплям раствора AgNO_3 добавляют 3 капли 2 N раствора KOH . Образуется Ag_2O приливают 5 капель 2 N раствора гидроксида аммония и наблюдают за растворением осадка.

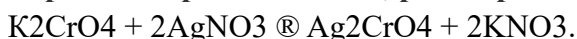
2. Сульфид аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. При действии сероводорода или сульфида аммония на раствор, содержащий ионы серебра, осаждается сульфид серебра Ag_2S черного цвета:



Сульфид серебра не растворяется в сульфидах щелочных металлов и в минеральных кислотах за искл $3\text{Ag}_2\text{S} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{AgNO}_3 + 2\text{NO} + 3\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$.

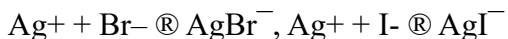
Предел обнаружения ионов серебра - 1 мкг/мл. Мешают $\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Hg}(\text{II})$, $\text{Bi}(\text{III})$, $\text{Sn}(\text{II}, \text{IV})$, образующие Ag^+ .
Выполнение. К 2 каплям раствора, содержащего ионы серебра, добавляют 2 капли 30 %-ного раствора аммония. Образуется черный осадок сульфида серебра.

3. Хромат калия K_2CrO_4 дает с катионом Ag^+ осадок хромата серебра Ag_2CrO_4 кирпично-красного цвета, растворимый в азотной кислоте и в растворе гидроксида аммония.



В аммиачной и сильноокислой среде осадок не образуется, поэтому реакцию следует проводить при рН 8-9.
Выполнение реакции. К 3 каплям раствора нитрата серебра добавляют 4 капли дистиллированной воды. Образуется осадок хромата серебра кирпично-красного цвета.

4. Бромид и иодид калия (KBr и KI) образуют с катионом Ag^+ бледно-желтый осадок бромида серебра AgBr и желтый осадок иодида серебра AgI :



Выполнение анализа. В 2 пробирки вносят по 2 капли раствора ионов серебра, в одну добавляют 2 другую - 2 капли раствора иодида калия. В первой пробирке образуется бледно-желтый творожистый осадок - желтый творожистый осадок иодида серебра.

Реакции ионов Pb^{2+}

1. Щелочи (NaOH , KOH) образуют с катионом Pb^{2+} белый осадок $\text{Pb}(\text{OH})_2$, растворимый как в кислотах, так и в щелочах:

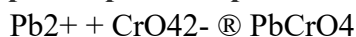


При действии избытка щелочи образуется плумбит натрия Na_2PbO_2 :



Ход анализа. К 3 каплям раствора нитрата свинца добавляют 1 каплю 2 N раствора NaOH , образуется осадок, затем в него вносят 4 капли 2N раствора NaOH .

3. Хромат калия K_2CrO_4 образует малорастворимый хромат свинца PbCrO_4 желтого цвета:



Хромат свинца практически не растворим в воде и уксусной кислоте, но растворяется в азотной кислоте:
$$\text{PbCrO}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{Pb}(\text{OH})_4 + \text{Na}_2\text{CrO}_4.$$

Выполнение. К 3 каплям раствора нитрата свинца добавляют 3 капли раствора хромата калия. Образуется осадок хромата свинца.

Реакции ионов Hg^{2+}

1. Щелочи (NaOH , KOH) образуют с катионом Hg^{2+} черный осадок оксида ртути Hg_2O :



Проведение анализа. К 2 каплям раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ добавляют 2 капли 2 N раствора NaOH . Образуется осадок оксида ртути.

2. Гидроксид аммония NH_4OH с катионом Hg^{2+} образует белый осадок оксиамидного соединения ртути (II) и черный осадок металлической ртути:



Выполнение.

1). К 3 каплям раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ добавляют 4 капли 2 N раствора гидроксида аммония. Образуется чернеет.

2). К 4 каплям раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ добавляют 4 капли 2 N раствора HCl . Образуется осадок Hg_2Cl_2 обрабатывают 4 каплями 2 N раствора NH_4OH . Образуется смесь HgNH_2Cl и Hg , осадок чернеет.

3. Хромат калия K_2CrO_4 образует с катионами Hg^{2+} красный осадок Hg_2CrO_4 , нерастворимый в щелочах и разбавленной азотной кислоте:

Выполнение реакции. К 3 каплям раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ добавляют 3 капли раствора хромата калия. Об

4. Сульфид аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. При добавлении сульфид - иона к раствору, содержащему ионы Hg^{2+} образуется черный осадок, состоящий из HgS и Hg : $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Hg} + \text{HgS}$.

Предел обнаружения катионов Hg^{2+} - 5 мкг/мл.

Ход анализа. К 4 каплям раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ добавляют 3 капли раствора сульфида аммония. Образу

Задания для самостоятельной работы.

Буферные растворы. Буферная емкость

Тема 4. Кислотно-основное равновесие. Гидролиз солей. Вывод аналитических зависимостей. (ОПК-6)

Лекция.

Теория электролитической диссоциации. Электролитическая диссоциация слабых электролитов Ар электролитов. Ионное произведение воды. Буферные растворы. Буферная емкость. Гидролиз солей кислоты. Гидролиз солей слабого основания и сильной кислоты. Гидролиз солей слабого основания диссоциация многоосновных кислот и многокислотных оснований. Расчет равновесий концентраций электролитической диссоциации различных ступеней. Взаимодействие смесей солей с растворителем на активность ионов водорода при взаимодействии солей с растворителем. Учет ионной силы раствора образованной слабой одноосновной кислотой и сильным основанием. Учет ионной силы раствора в двухосновной кислоты и сильного одноосновного основания. Учет ионной силы раствора в пр одноосновной кислоты и сильной одноосновной кислоты. Учет ионной силы раствора в пр одноосновной кислоты и слабого одноосновного основания.

Неводные растворители. Система классификации растворителей Бренстеда-Лоури. Апротонные растворители. Протогенные растворители. Протофильные растворители. Нивелирующие и диф Классификация растворителей Паркера. Апротонные дипольные растворители. Дипольные протон

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторные занятия.

3. Третья аналитическая группа катионов (Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+}).

Цель: изучение свойств катионов 3 аналитической группы

- проведение частных реакций катионов 3 аналитической группы
- анализ смеси катионов 3 аналитической группы
- оформление и защита отчета

4. Первая, вторая, третья аналитическая группа анионов.

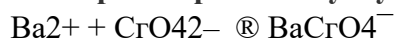
Цель: изучение свойств анионов первой, второй и третьей аналитической группы

- изучение свойств анионов 1 аналитической группы
- проведение частных реакций анионов 1 аналитической группы
- изучение свойств анионов 2 аналитической группы
- проведение частных реакций анионов 2 аналитической группы
- изучение свойств анионов 3 аналитической группы
- проведение частных реакций анионов 3 аналитической группы
- анализ смеси анионов 1 - 3 аналитических групп
- оформление и защита отчета

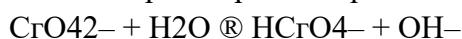
Третья аналитическая группа катионов (Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+})

Реакции катиона Ba²⁺

1. Хромат калия K₂CrO₄ образует с катионом Ba²⁺ светло - желтый осадок BaCrO₄, растворимый в минеральных кислотах и нерастворимый в уксусной кислоте:



Хромат калия как соль слабой кислоты в водном растворе подвергается гидролизу:



Увеличение концентрации OH⁻ - ионов сдвигает равновесие в сторону образования CrO₄²⁻

Выполнение анализа. В пробирку вносят 3 капли раствора соли Ba²⁺ и добавляют по капле раствор хромата калия K₂CrO₄.
Образуется светло - желтый осадок BaCrO₄.

2. Дихромат калия K₂Cr₂O₇ в ацетатном буферном растворе образует с ионами Ba²⁺ желтый кристаллический осадок:

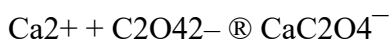


Выполнение реакции. К 2 каплям раствора, содержащего катионы Ba²⁺, добавляют 4 капли раствора дихромата калия K₂Cr₂O₇. Пробирку нагревают на водяной бане. Образуется желтый осадок BaCrO₄.

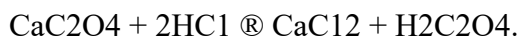
3. Окрашивание пламени. Соли бария (BaCl₂, Ba(NO₃)₂) окрашивают пламя в желто - зеленый цвет

Реакции катиона Ca²⁺

1. Оксалат аммония (NH₄)₂C₂O₄ образует с ионами Ca²⁺ белый кристаллический осадок оксалата кальция CaC₂O₄:



Осадок нерастворим в уксусной кислоте, но растворим в сильных кислотах:



Предел обнаружения Ca²⁺ - 20 мкг/мл. Мешают Ba(II) и Sr(II), дающие с (NH₄)₂C₂O₄ аналогичные с CaC₂O₄ и SrC₂O₄ является их растворимость в уксусной кислоте:



Выполнение реакции. К 3 каплям раствора, содержащего ионы Ca²⁺, добавляют 3 капли раствора оксалата аммония (NH₄)₂C₂O₄. Образуется белый осадок.

2. Гексацианоферрат (II) калия K₄[Fe(CN)₆] при pH > 7 в присутствии NH₄Cl взаимодействует с ионами Ca²⁺ с образованием белого кристаллического осадка состава K_n(NH₄)_mCa[Fe(CN)₆], где n и m в зависимости от условий могут меняться от 0 до 2:



Осадок нерастворим в CH₃COOH.

Предел обнаружения Ca²⁺ - 50 мкг/мл. Мешают Ba(II) и Mg(II).

Ход анализа. К капле раствора соли Ca²⁺ добавляют 3 капли раствора K₄[Fe(CN)₆], перемешивают, добавляют NH₄Cl, каплю этанола и снова перемешивают. Помутнение или появление кристаллического осадка Ca²⁺.

Реакции катиона Sr²⁺

1. «Гипсовая вода» (насыщенный водный раствор CaSO₄·2H₂O) образует с ионами стронция белый кристаллический осадок:

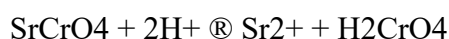


Поскольку концентрация SO₄²⁻ - ионов в насыщенном растворе сульфата кальция невелика, осадок образуется в небольшом количестве (слабое помутнение раствора). Нагревание раствора ускоряет образование SrSO₄.

Мешают Pb(II) и Ba(II), которые сразу же на холоду образуют с гипсовой водой белый осадок сульфат

Ход анализа. К нескольким каплям раствора, содержащего ионы стронция, добавляют равный объем раствора хромата калия K₂CrO₄ и перемешивают. Помутнение или появление осадка Sr²⁺.

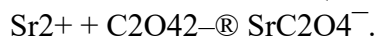
2. Хромат калия K₂CrO₄ образует с Sr²⁺ желтоватый осадок хромата стронция, растворимого в минеральных кислотах:



В уксусной кислоте SrCrO₄ также растворим, что позволяет обнаруживать ионы бария в виде BaCrO₄.

Выполнение реакции. К 3 каплям соли стронция прибавляют 4 капли раствора хромата калия. Образуется желтый осадок BaCrO₄.

3. Оксалат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ осаждает катион Sr^{2+} в виде белого осадка:



Процедура анализа. К 3 каплям раствора соли стронция добавляют 4 капли раствора оксалата аммония.

4. Окрашивание пламени. Соли стронция окрашивают бесцветное пламя в карминово-красный цвет.

Лабораторная работа № 4.

Систематический ход анализа смеси катионов третьей группы

Ввиду того, что хромат калия K_2CrO_4 дает в уксуснокислой среде осадок только с катионом Ba^{2+} , то и Ca^{2+} , добавляя к испытуемому раствору уксусную кислоту и раствор хромата калия. При этом и BaCrO_4 , а Sr^{2+} и Ca^{2+} и избыток хромат-ионов остаются в растворе. Осадок отделяют центрифугой.

К части центрифугата добавляют «гипсовую воды» и нагревают на водяной бане ~7 минут. Если в растворе находятся катионы Sr^{2+} .

Центрифугат будет содержать катионов Ba^{2+} очень мало (0,0022 г/л), а поэтому «гипсовая вода» будет катионов Sr^{2+} .

Если в растворе есть катионы Sr^{2+} то к центрифугату, который не содержит «гипсовой воды», добавляют осадок карбонатов стронция и кальция, промывают дистиллированной водой и растворяя добавляют сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, при этом катионы Sr^{2+} образуют осадок сульфата стронция (мере) остаются в растворе.

Обнаружение и отделение катионов Ba^{2+} . В коническую пробирку берут 3 капли испытуемого раствора, прибавляют 4 капли уксусной кислоты и 3 капли раствора хромата калия. Если осадок образуется, то это указывает на присутствие катионов Ba^{2+} .

Для удаления катионов Ba^{2+} берут в коническую пробирку 6 капель анализируемого раствора, 6 капель раствора хромата калия, перемешивают стеклянной палочкой, дают стоять 3 минуты и отделяют.

Обнаружение катионов Sr^{2+} . Центрифугат после проверки на полноту осаждения катионов Ba^{2+} в количестве 3 капель помещают в пробирку, добавляют 3 капли гипсовой воды, нагревают на водяной бане и дают стоять 20 минут. Образование осадка говорит о присутствии в испытуемом растворе катионов Sr^{2+} .

Обнаружение катионов Ca^{2+} . 5 капель центрифугата (после отделения катионов Sr^{2+}) вносят в коническую пробирку, добавляют равный объем раствора карбоната натрия, перемешивают стеклянной палочкой.

Образовавшийся осадок отделяют центрифугированием, промывают дистиллированной водой, добавляют раствор сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. При этом катион Sr^{2+} осаждается в виде SrSO_4 в растворе. Осадок отделяют, а центрифугат делят на две части.

К первой половине центрифугата добавляют раствор оксалата аммония, ко второй половине - ацетат указывает на наличие катионов Ca^{2+} .

Ход анализа катионов первой, второй и третьей групп

Исследуемый раствор, содержащий смесь катионов трех групп, может быть с осадком и без осадка. О Hg_2Cl_2 , или BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 , или все вместе.

Поэтому различают два случая: раствор без осадка и раствор с осадком.

Раствор не имеет осадка. Из отдельной пробы открывают катион NH_4^+ нагреванием с раствором гидроксида натрия.

В коническую пробирку берут 1,5 мл исследуемого раствора, добавляют 4 капли концентрированной азотной кислоты и центрифугируют. Осадок промывают водой (20 капель), подкисленной 2 N азотной кислотой (для понижения растворимости хлорида свинца).

Далее анализируют осадок (I) AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 .

Центрифугат (I) содержит катионы первой и третьей групп и некоторое количество катионов Pb^{2+} . К раствору сульфата аммония, нагревают 6 минут на кипящей водяной бане, дают отстояться 10 минут, добавляют раствор ацетата аммония при нагревании до полного удаления сульфата свинца. После SrSO_4 , CaSO_4 промывают дистиллированной водой и переводят в карбонаты.

Осадок (II), содержащий BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 , переносят в фарфоровую чашку, добавляют 4 мл рас минут. После охлаждения в фарфоровую чашку добавляют 2 мл воды, перемешивают, дают отстоят сливают. Затем снова добавляют 3 мл карбоната калия, опять нагревают 5 минут и центрифугируют. С полного удаления сульфат - ионов. Осадок растворяют в пробирке в 12 каплях уксусной кислот дистиллированной воды. Открывают катионы Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} .

Центрифугат (II) может содержать катионы Ca^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ . Обнаружение их проводят частным *Раствор имеет осадок. Из отдельной пробы открывают катион NH_4^+ нагреванием со щелочью.*

Раствор с осадком взбалтывают, осаждают катионы второй группы и следуют осадок.

В коническую пробирку берут 1,5 мл анализируемого раствора (вместе с осадком) и, помешивая, при Осадок отделяют центрифугированием и промывают водой, подкисленной несколькими каплями соля

Осадок (I) может содержать соли AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 , BaSO_4 , SrSO_4 , CaSO_4 , PbSO_4 , а центрифугат NH_4^+ , Pb^{2+} . Его анализируют, как указано при анализе смеси катионов первой, второй, третьей групп

Осадок (I) промывают в пробирке горячей водой (нагретой до кипения) 3 раза, Центрифугат соби частными реакциями.

Определение ионов серебра и ртути(I). К осадку (II) прибавляют 12 капель раствора гидроксида аммония и размешивают. При этом хлорид серебра растворяется, переходя в комплексную соль, а хлорид ртути Hg_2Cl_2 дает осадок черного цвета. Быстрое почернение смеси от действия гидроксида аммония указывает на наличие ртути.

Осадок (III) отделяют центрифугированием. В цен-трифугате (II), содержащем соль $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, от

Определение катиона Pb^{2+} и проверочные реакции на ионы ртути(I). Осадок (III) может содержать соли PbSO_4 , $[\text{HgNH}_2]\text{Cl}+\text{Hg}$, CaSO_4 , BaSO_4 , SrSO_4 .

Если обнаружены ионы Ag^+ , то их необходимо полностью удалить. Для этого осадок обработыв центрифугат не даст отрицательной реакции на катионы Ag^+ .

Осадок промывают водой, добавляют 15 капель 30 % - ного раствора ацетата аммония, перемешивае минуты. При этом PbSO_4 и $[\text{HgNH}_2]\text{Cl}$ растворяются.

Осадок отделяют центрифугированием. В отдельной порции центрифугата (II) открывают катиона Р иодида калия и ионы Hg_2^{2+} восстановлением до свободной ртути.

Если присутствуют катионы Pb^{2+} , то обработку при помощи ацетата аммония повторяют до полного водой и исследуют, как указано при описании систематического хода анализа смеси катионов первых

Задания для самостоятельной работы.

Апротонные аполиарные растворители. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Автопротолиз. Те Бренстеда-Лоури

Тема 5. Комплексообразование в аналитической химии. (ОПК-1)

Лекция.

Свойства аналитически важных комплексных соединений: устойчивость, растворимость, окраски соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд. Внутри- и внешнесферные комплексы, г полидентатные. Многоядерные комплексы. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Ступенчатое и устойчивости (ступенчатые и общие). Факторы, влияющие на комплексообразование: строение Концентрация компонентов раствора, pH, ионной силы раствора.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Коллоквиум №1.

Лабораторные занятия.

1. Четвертая аналитическая группа катионов (Zn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+}).

Цель: изучение свойств катионов 4 аналитической группы

- проведение частных реакций катионов 4 аналитической группы
- анализ смеси катионов 4 аналитической группы
- оформление и защита отчета

Четвертая аналитическая группа катионов (Zn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+})

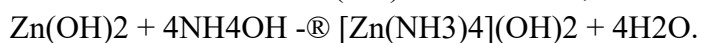
Групповым реагентом на катионы четвертой группы является щелочь (в избытке), образующиеся гидр



Реактивы: соляная кислота.

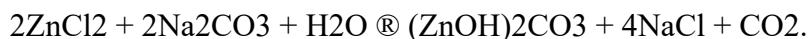
Реакции катиона Zn^{2+}

1. Гидроксид аммония дает с катионом Zn^{2+} белый осадок гидроксида цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$, растворимый в избытке реагента с образованием аммиаката цинка $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$:



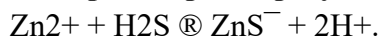
Ход анализа. К 3 каплям раствора соли цинка добавляю по каплям раствор гидроксида аммония растворяющийся в избытке реагента.

2. Карбонаты щелочных металлов и аммония с катионами Zn^{2+} образуют белый осадок основной соли цинка:



Выполнение реакции. К 4 каплям раствора соли цинка добавляют по 5 капель раствора карбоната натрия.

3. Сероводород образует с катионом Zn^{2+} белый осадок сульфида цинка ZnS :



Осадок сульфида цинка нерастворим в избытке осадителя и в щелочах, но растворим в сильных кислотах.

Процедура анализа. К 4 каплям раствора хлорида цинка добавляют 3 капли раствора CH_3COONa (осадка ZnS в образовавшейся соляной кислоте) и 7 капель сероводородной воды.

Реакции катиона Al^{3+}

1. Гидроксид аммония осаждает катион Al^{3+}



Гидроксид алюминия не растворяется в растворах солей аммония.

Если алюминий находится в растворе в виде алюмината, то для осаждения его гидроксидом аммония действуя минеральной кислотой:

Ход анализа. К 3 каплям раствора соли алюминия добавляют осторожно по каплям раствор гидроксида аммония выпадением белого осадка гидроксида алюминия.

2. Реакция на катион Al^{3+} сухим путем. Очень разбавленный раствор нитрата кобальта дает с катионом Al^{3+} алюминат кобальта $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$, имеющий синий цвет, называемый тенаровой синью:



Выполнение. На полоску фильтровальной бумаги наносят исследуемый раствор и раствор нитрата кобальта сжигают. При наличии иона Al^{3+} пепел, который получается при сжигании, имеет темно-синюю окраску.

Реакции катиона Cr^{3+}

1. Гидроксид аммония образует с катионом Cr^{3+} осадок гидроксида хрома серо-зеленого (или серо-фиолетового) цвета:

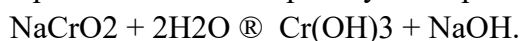


Выполнение анализа. К 3 каплям раствора соли алюминия добавляют по каплям раствор гидроксида аммония выпадением осадка.

2. Щелочи образуют с катионом Cr^{3+} осадок гидроксида хрома $\text{Cr}(\text{OH})_3$. При избытке щелочи гидроксид хрома растворяется с образованием хромита NaCrO_2 , имеющего ярко-зеленую окраску:



Хромит NaCrO_2 гидролизует при нагревании с образованием гидроксида хрома:



Процедура анализа. К 4 каплям раствора хлорида хрома добавляют 12 капель 2 N раствора NaOH и на осадок гидроксида хрома при дальнейшем добавлении щелочи растворяется, а при нагревании снова выпадает осадок.

Реакции катиона Sn^{2+}

1. Сероводород в сильноокислой среде (2 М HCl) образует с ионами Sn^{2+} осадок шоколадного цвета: $\text{Sn}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SnS} + 2\text{H}^+$.

Предел обнаружения катиона Sn^{2+} - 1,5 мкг/мл.

Сульфид олова SnS растворим в концентрированной соляной кислоте с образованием хлоридных комплексов сульфидов щелочных металлов и аммония. Это объясняется тем, что SnS обладает основными свойствами, растворяется в полусульфиде аммония, который сначала окисляет SnS до SnS_2 , а последний растворяется. Выполнение реакции. К 3 каплям раствора, содержащего ионы Sn^{2+} , прибавляют 3 капли 2 М раст. Образуется осадок шоколадного цвета. Осадок отделяют центрифугированием и к нему добавляют н осадок растворяется. К полученному раствору добавляют 2 М HCl до кислой среды, выпадает золоти

Задания для самостоятельной работы.

Важнейшие реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов мета

Тема 6. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии (ОПК-1)

Лекция.

Константа равновесия ОВР. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. (окислительно-восстановительным потенциалом.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторное занятие.

Пятая аналитическая группа катионов ($\text{Ti}^{4+}, \text{Zr}^{4+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$).

Цель: изучение свойств катионов 5 аналитической группы

- а) проведение частных реакций катионов 5 аналитической группы
- б) анализ смеси катионов 5 аналитической группы
- в) оформление и защита отчета

Пятая аналитическая группа катионов $\text{Ti}^{4+}, \text{Zr}^{4+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$

Катионы этой группы со щелочами образуют гидро-кисды, нерастворимые в воде и в щелочах, но (азотной, серной и соляной) их легко перевести в раствор.

Реакции катиона Ti^{4+}

1. Гидроксиды щелочных металлов и аммиак с ионами титана (IV) образуют белый осадок $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, растворимый в концентрированных щелочах и плохо растворимый в кислотах.

При увеличении концентрации титана, а также pH раствора образуются полимерные соединения.

Выполнение работы. К 1-2 каплям сильноокислого раствора, содержащего ионы титана (IV), добавляют белый осадок.

Реакции катиона Zr^{4+}

1. Гидроксиды щелочных металлов и аммиак взаимодействуют с ионами циркония (IV) с образованием белого осадка $\text{ZrO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$; это соединение практически не растворяется в щелочах и кислотах

Процедура. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего ионы циркония, добавляют 1-2 капли раствора NH_3 . осадок $\text{ZrO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Реакции катиона Sb^{3+} и Sb^{5+}

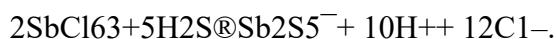
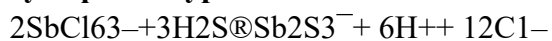
1. Металлы, стоящие в ряду напряжения левее сурьмы, в солянокислом растворе восстанавливают ионы сурьмы (III, V) до черного губчатого осадка металлической сурьмы.

Избирательность реакции повышается, если в качестве восстановителя использовать металлический $3\text{Sn} + \text{Cl}_4$

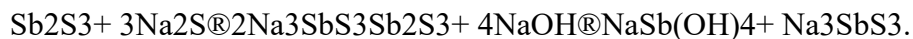
Предел обнаружения катиона сурьмы - 0,2 мкг/мл. Мешают ионы мышьяка (III, V), которые также отличие от мышьяка металлическая сурьма не растворяется в растворе NaBrO .

Ход анализа. На оловянную фольгу помещают каплю солянокислого раствора, содержащего ионы Образуется черное пятно металлической сурьмы, нерастворимое в NaBrO .

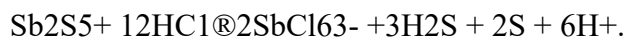
2. Сероводород или сульфиды щелочных металлов в 6 М HCl образуют оранжевые осадки сульфидов сурьмы:



Осадки растворяются при нагревании в избытке сульфида натрия или NaOH:



При нагревании сульфидов сурьмы (III, V) с концентрированной HNO_3 выделяется метасурьмяная кислота. В отличие от сульфидов мышьяка (III, V) Sb_2S_3 и Sb_2S_5 растворяются при нагревании в концентрированной (малорастворимы) в карбонате аммония:

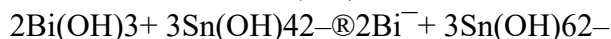


Предел обнаружения сурьмы - 0,25 мкг/мл.

Ход анализа. К 2 каплям раствора, содержащего ионы сурьмы, добавляют каплю концентрированной натрия. Образуется оранжевый осадок.

Реакции катиона Bi^{3+}

1. Хлорид олова (II) в щелочной среде восстанавливает висмут (III) до металлического висмута (осадок черного цвета):



Следует избегать прибавления концентрированной щелочи и нагревания, так как в этих условиях металлического олова вследствие разложения гидроксокомплексов олова (II):



Если же избыток щелочи слишком мал, при стоянии может образоваться черный осадок оксида олова.

Предел обнаружения висмута - 20 мкг/мл.

Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы олова (II), прибавляют по каплям 30 % - ный осадка гидроксида олова (II) и последующего его растворения. К полученному раствору добавляют. Образуется черный осадок.

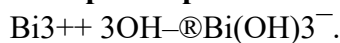
2. Иодид калия образует с ионами висмута (III) в кислой среде комплексные соединения, BiI_3 -осадок черного цвета, растворимый в избытке KI:



При сильном разбавлении раствора, содержащего BiI_4^- , получается оранжевый осадок соли BiOI :



3. Щелочи (NaOH, KOH) дают с катионом Bi^{3+} белый осадок Bi(OH)_3 , растворимый в кислотах, но нерастворимый в щелочах:

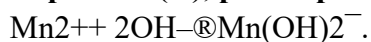


Выполнение анализа. В пробирку помещают 3 - 4 капли раствора хлорида висмута BiCl_3 и прибавляют. Выпадает белый осадок.

Реакции катиона Mn^{2+}

Растворы солей Mn^{2+} имеют бледно-розовую окраску, а разбавленные - бесцветны.

1. Щелочи (NaOH, KOH) осаждают катион Mn^{2+} с образованием белого осадка гидроксида марганца (II), растворимого в кислотах, но нерастворимого в щелочах:



Осадок на воздухе буреет вследствие перехода Mn^{2+} в Mn^{4+} , при этом образуется MnO(OH)_2 или H_2MnO_4 .
Выполнение анализа. К 3 - 4 каплям раствора сульфата марганца (II) добавляют 3-4 капли воды и образуются белый осадок, который изменяет свою окраску до желто-бурой.

4. Аммиак осаждают катион Mn^{2+} в виде Mn(OH)_2 . В присутствии солей аммония осаждение не происходит, растворимости Mn(OH)_2 недостаточно мало.

Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора сульфата марганца (II) добавляют 2-4 капли воды и 3 капли. Получается белый осадок, растворимый в минеральных кислотах и избытке гидроксида аммония.

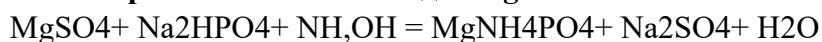
Реакции катиона Mg^{2+}

1. Щелочи КОН и NaOH образуют с катионом Mg^{2+} белый аморфный осадок $Mg(OH)_2$ Гидроксид магния растворим в кислотах и в солях аммония.

Выполнение анализа.

В пробирку вносят 4 капли раствора соли магния и прибавляют 4 капли насыщенного раствора хлорида. Во вторую пробирку вносят 4 капли раствора соли магния и прибавляют 4 капли воды (чтобы одинаковая). Затем в обе пробирки добавляют осадителя - гидроксида аммония NH_4OH .

2. Гидрофосфат натрия Na_2HPO_4 образует с ионами магния в присутствии NH_4OH при $pH = 9$ белый кристаллический осадок $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$:



При $pH > 10$ могут образоваться $Mg(OH)_2$ и $Mg_3(PO_4)_2$. Рекомендуется к кислому анализируемому раствору. Из-за образования NH_4Cl в растворе поддерживается постоянным.

Предел обнаружения магния - 10 мкг/мл. Мешают ионы, образующие малорастворимые фосфаты; NH_4^+ .
Ход анализа. К 3 - 4 каплям раствора, содержащего ионы магния, прибавляют 4-6 капель 2 М HCl , 3 перемешивании по каплям прибавляют 2 М NH_4OH до появления запаха аммиака ($pH \sim 9$). Выпадает б

Реакции катиона Fe^{2+}

Растворы солей Fe^{2+} окрашены в бледно-зеленый цвет, разбавленные растворы бесцветны.

1. Гексацианоферрат (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ образует с ионами железа (II) синий осадок, по-видимому, состава $MFeFe(CN)_6$, (где М - $K(I), Na(I)$), называемый «турбулевой синью». Осадок нерастворим в кислотах, но разлагается щелочами с выделением гидроксидов $Fe(II, III)$.

Предел обнаружения железа - 0,02 мкг/мл. Реакция специфична.

Выполнение анализа. К 1 - 2 каплям слабокислого раствора, содержащего ионы железа (II), добавляют. Образуется синий осадок.

2. Диметилглиоксим (реактив Чугаева) образует с ионами железа (II) в аммиачных растворах устойчивое комплексное соединение красного цвета:



где H_2D - диметилглиоксим.

Комплексное соединение $Fe(II)$ с H_2D хорошо растворимо в воде.

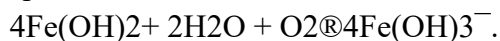
Предел обнаружения железа - 8 мкг/мл. Мешают ионы никеля (II), образующие нерастворимый в красного цвета. Мешающее влияние железа (III), образующего в аммиачной среде окрашенный ги лимонной, щавелевой или винной кислоты.

Выполнение анализа. К 2-3 каплям раствора, содержащего ионы железа (II), добавляют каплю 20 % каплю диметилглиоксима и по каплям раствор аммиака до щелочной реакции. Раствор окрашивается

3. Щелочи ($NaOH, KOH$) осаждают катион Fe^{2+} в виде гидроксида железа (II):



Свежеосажденный осадок имеет белый цвет. Однако на воздухе в результате частичного окисления грязно-зеленый цвет:



Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора сульфата железа (II), добавляют 5 капель дистиллированной воды. Внимание на цвет и характер осадка.

4. Гидроксид аммония дает с катионом Fe^{2+} осадок гидроксида железа (II):



Осаждение происходит неполно, а в присутствии солей аммония осадка вообще не образуется.

Выполнение анализа. В пробирку помещают 2 - 3 капли раствора сульфата железа (II), добавляют хлорида или сульфата аммония, а затем 2-3 капли раствора гидроксида аммония.

Реакции катиона Fe^{3+}

Растворы солей Fe^{3+} имеют желтую или красно-бурую окраску.

1. Гексацианоферрат (II) калия с ионами железа (III) образует темно-синий осадок «берлинской лазури» $MFeFe(CN)_6$, аналогичный по составу «турбулевой сини». Сначала проходит окислительно-восстановительная реакция:



Далее продукты реакции взаимодействуют между собой с образованием темно-синего осадка «берлин Fed, + $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \rightarrow \text{KFeFe}(\text{CN})_4 + 2\text{KCl}$.

Различие в окраске и свойствах «берлинской лазури» и «турнбулевой сини» объясняется тем, что соответствует написанной выше формуле. Осадок «берлинской лазури» растворяется в сильных кислотах реагента.

Предел обнаружения железа - 0,2 мкг/мл. Мешают большие количества ионов металлов, которые образуют гексацианоферратом (II) калия. Мешают фториды и оксалаты, образующие устойчивые комплексы с Fe^{2+} .
Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы $\text{Fe}(\text{III})$, добавляют 3-4 капли дистиллированной воды и 2 капли реагента. Наблюдают образование темно-синего осадка «берлинской лазури».

2. Тиоцианат аммония (калия) (NH_4CNS , KCNS) в слабокислых растворах образует с $\text{Fe}(\text{III})$ комплексные соединения кроваво-красного цвета $\text{Fe}(\text{SCN})_n(3-n)^+$, где $n = 1-6$. Комплексы $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ и $\text{HFe}(\text{SCN})_4$ экстрагируются эфиром и изоамиловым спиртом.

Предел обнаружения железа - 0,5 мкг/мл. Мешают фосфаты, арсенаты, оксалаты, цитраты, тартрат устойчивые комплексные соединения.

Выполнение анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего ионы железа (III), добавляют каплю кроваво-красное окрашивание раствора. Добавляют несколько капель изоамилового спирта или эфира. Фаза окрашивается в красный цвет.

3. Щелочи (NaOH , KOH) и NH_4OH образуют с катионом Fe^{3+} красно-бурый осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$:

$$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$$

Гидроксид железа в отличие от гидроксида хрома (III) и гидроксида алюминия не растворяется в избытке щелочи.
Ход анализа. К 3 - 4 каплям раствора хлорида железа (III), добавляют 3-4 капли дистиллированной воды. Внимательно наблюдают на цвет и характер осадка.

Задания для самостоятельной работы.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители.

Тема 7. Закон действия масс в гетерогенных процессах. Растворимость, произведение растворимости. (ОПК-1)

Лекция.

Закон действия масс в гетерогенных процессах. Точные и приближенные решения уравнений. Факторы, влияющие на растворимость. Взаимное превращение малорастворимых осадков.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторное занятие.

Шестая аналитическая группа катионов (Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+})

Цель: изучение свойств катионов 6 аналитической группы

- проведение частных реакций катионов 6 аналитической группы
- анализ смеси катионов 6 аналитической группы
- оформление и защита отчета

Шестая аналитическая группа катионов (Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+})

Реакции катиона Co^{2+}

Катион Co^{2+} имеет в водных растворах розово-фиолетовую окраску.

Реактивы: уксусная кислота.

1. Тиоцианат аммония NH_4CNS (калия (KCNS)) в уксуснокислом растворе при pH 4 - 5 с ионами кобальта (II) образует окрашенные в синий цвет комплексные соединения различного состава общей формулы $\text{Co}(\text{SCN})_n(2-n)^+$, где $n = 1, 2, 3, 4$. Кислородсодержащие растворители (эфир, ацетон, изоамиловый спирт) экстрагируют темно-синие малоустойчивые комплексы кобальта, по-видимому, состава $\text{Co}(\text{SCN})_4(2-n)^+$. Для понижения диссоциации комплексных соединений необходимо вводить большой избыток тиоцианата.

Предел обнаружения кобальта - 3 мкг/мл. Мешают ионы железа (III), которые маскируют добавлением

Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы кобальта (II), добавляют твердый тиоцианат аммония, 5-7 капель изоамилового спирта и встряхивают. Слой изоамилового спирта окрашивается в

2. Нитрит калия в уксуснокислом растворе при pH 4-5 образует с ионами кобальта (II) желтый осадок, в котором кобальт имеет степень окисления III:



В разбавленных растворах осадок образуется при нагревании и выстаивании. Эту реакцию испол мешающих ионов.

Предел обнаружения кобальта - 0,4 мкг/мл.

Выполнение анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы кобальта (II), добавляют 2 капли CH_3COONa и твердый KNO_2 . Смесь нагревают несколько минут на водяной бане. Образуется желтый

Реакции катиона Ni^{2+}

В водных растворах соли никеля имеют зеленую окраску.

1. Диметилглиоксим (реактив Чугаева) (I) образует с ионами никеля (II) в интервале pH = 5 - 10 малорастворимое в воде комплексное соединение ало-красного цвета структуры (II):

Предел обнаружения никеля - 3,2 мкг/мл. Диметилглиоксимат никеля имеет плоскую квадратную диметилглиоксима в комплексе связаны между собой внутримолекулярными водородными связями обуславливает аномальное соотношение ступенчатых констант устойчивости $K_1 < K_2$, поэтому даже количественно образуется комплекс ML_2 .

Малая растворимость диметилглиоксимата никеля в воде связана с тем, что комплекс не гидратирует никеля.

Выполнение анализа.

1. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего $\text{Ni}(\text{II})$, добавляют 1-2 капли 1 % - ного этанольного раствора NH_3 . Образуется характерный ало-красный осадок.

2. К 1 - 2 каплям исследуемого раствора добавляют 1-2 капли 20 % - ного раствора тартрата калия натрия, 1-2 капли 10 % - ного раствора солянокислого гидроксилamina и раствором NH_3 доводят до насыщенного раствора реагента в CHCl_3 . Органическая фаза в присутствии никеля окрашивается в

Реакции катиона Cu^{2+}

Растворы солей Cu^{2+} имеют голубую или зеленую окраску.

1. Гексацианоферрат (II) калия при pH < 7 осаждает ионы меди в виде красно-бурого осадка $\text{Cu}_2\text{Fe}(\text{CN})_6$, растворимого в аммиаке с образованием аммиакатов меди. Предел обнаружения меди - 10 мкг/мл. Проведению анализа мешают ионы $\text{Fe}(\text{III})$, $\text{Ni}(\text{II})$, $\text{Co}(\text{II})$, образующие с реагентом цветные осадки. Поэтому их предварительно отделяют или связывают в устойчивые растворимые комплексные соединения. При очень малых концентрациях меди осадок не выпадает, но раствор окрашивается в розовый цвет.

Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы меди (II) (pH < 7), прибавляют 1 - 2 капли красно-бурый осадок.

2. Аммиак при взаимодействии с ионами меди сначала осаждает основные соли переменного состава зеленого цвета, легко растворимые в избытке реагента. При pH > 9 образуются аммиачные комплексы меди интенсивно-синего цвета: $\text{Cu}(\text{NH}_3)(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}$; $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2^{2+}$; введение пятой и шестой молекулы NH_3 затруднено.

Предел обнаружения меди - 40 мкг/мл.

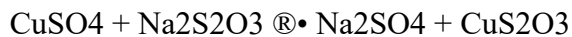
Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы меди (II), добавляют большой избыток раствора интенсивно-синей окраски указывает на присутствие меди.

3. Дитизон в интервале pH 1 - 4 с $\text{Cu}(\text{II})$ образует внутрикомплексное соединение красно-фиолетового цвета, экстрагируемое CHCl_3 , CCl_4 .

Предел обнаружения меди - 0,1 мкг/мл. Мешают $\text{Ag}(\text{I})$ $\text{Hg}(\text{II})$. Если в качестве маскирующего реагента медь можно обнаружить с дитизоном без помех со стороны других ионов металлов.

Ход анализа. К 1 - 2 каплям анализируемого раствора с pH 1-2 прибавляют 5-6 капель 5 % - ного раствора реагента в CCl_4 . В присутствии меди органический слой окрашивается в красно-фиолетовый

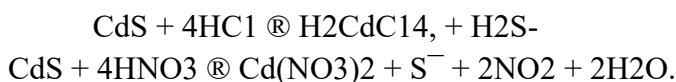
4. Тиосульфат натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, прибавленный к подкисленному раствору соли меди, обесцвечивает раствор, так как образуется комплексная соль. При нагревании полученного раствора образуется темно-бурый осадок Cu_2S .



Процедура анализа. К 2 - 3 каплям раствора сульфата меди добавляют 4-5 капель воды, 2-3 капли р-ра кристаллика тиосульфата натрия. Перемешивают стеклянной палочкой и нагревают. Образуется темная осадок и серы.

Реакции катиона Cd^{2+}

1. Сероводород или сульфиды щелочных металлов при $\text{pH} \sim 0,5$ образуют с ионами кадмия желтый осадок сульфида кадмия. Осадок не растворим в сульфиде и гидроксиде натрия, но растворим в концентрированных HCl и HNO_3 :



Предел обнаружения кадмия - 10 мкг/мл. Мешают ионы металлов, образующие в этих условиях нерастворимые соединения: $\text{Bi}(\text{II})$, $\text{Sn}(\text{II}, \text{IV})$, $\text{Sb}(\text{III}, \text{V})$ и др.

Ход анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего ионы кадмия, прибавляют каплю раствора сульфидной воды.

2. Дитизон взаимодействует с ионами кадмия в интервале $\text{pH} 6,5 - 14$ с образованием красного внутримолекулярного соединения, экстрагируемого CHCl_3 и CCl_4 .

Предел обнаружения кадмия - 0,5 мкг/мл, мешающее влияние большинства ионов металлов устраняется диметилглиоксимами. В этом случае мешают только $\text{Ag}(\text{I})$, $\text{Hg}(\text{II})$ и $\text{Cu}(\text{II})$, их удаляют предварительно CCl_4 при $\text{pH} 1-2$.

Ход анализа. К 2 - 3 каплям исследуемого раствора прибавляют 2 М HCl до $\text{pH} 1 - 2$ и экстрагируют CCl_4 . После разделения фаз к водной фазе добавляют 2-3 капли 20 % - ного раствора тартрата калия, 30 % - ного раствора диметилглиоксима и 30 % - ный раствор NaOH до $\text{pH} 9 - 10$ и экстрагируют 0,002 % - ным раствором дитизона. Органический слой окрашивается в красный цвет.

4. Тиомочевина образует с солями кадмия легко растворимые комплексные соли, которые легко разлагаются сероводородом даже при избытке тиомочевины.

Проведение анализа. К 3 - 4 каплям анализируемого раствора добавляют 3-4 кристаллика тиомочевины. Через 2-3 мин добавляют 5 - 6 капель свежеприготовленной сероводородной воды. В присутствии катиона кадмия образуется осадок.

Реакции катиона Hg^{2+}

1. Сероводород или сульфиды щелочных металлов с ионами ртути (II) в кислых растворах (6 - 7 М HCl) образуют черный осадок HgS .

Известны три модификации HgS : красная, имеющая искаженную решетку NaCl с зигзагообразным строением. Черная форма, встречающаяся в виде минерала метациннобарита, имеющая структуру которая образуется при взаимодействии тиосульфата натрия с нейтральным раствором хлорида ртути. При медленном пропускании H_2S через кислые растворы соли ртути можно наблюдать образование серого, желтого и буроватого цветов состава $\text{Hg}_m\text{Cl}_n\text{S}_x(\text{Hg}_3\text{Cl}_2\text{S}_2)$. Обычно из кислых растворов образуется черный осадок. Произведение растворимости HgS равно $1,5 \cdot 10^{-52}$, однако его растворимость увеличивается из-за побочных реакций, протекающих с образованием соединений H_2S , HS^\ominus , $\text{Hg}(\text{OH})^\oplus$ и $\text{Hg}(\text{OH})_2^\oplus$. В щелочных растворах полисульфидов превращается в красную форму; сульфид ртути растворяется в H_2O_2 , HCl и KI .

Предел обнаружения ртути в сильноокислых растворах - 10 мкг/мл.

Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионы ртути (II), добавляют 3-4 капли концентрированной сульфидной аммония и нагревают на водяной бане. Образуется черный осадок HgS . Осадок центрифугируют и растворяют в царской водке; оставшуюся часть осадка растворяют в смеси HCl и KI .

2. Иодид калия при взаимодействии с ионами ртути (II) осаждает красный осадок HgI_2 .

Имеются две модификации HgI_2 : красная и желтая. Красная модификация при нагревании до 150°C и

Проведение анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего ионы ртути (II), добавляют по каплям раствор и избыток до растворения осадка и образования HgI_4^{2-} . К полученному раствору добавляют 1-2 капли раствора KOH . Образуется красно-бурый осадок.

3. Дитизон в растворах минеральных кислот образует с ионами Hg(II) внутрикомплексное соединение оранжевого цвета, экстрагируемое CCl_4 и CHCl_3 . Предел обнаружения ртути - 1 мкг/мл. Мешают ионы серебра. Для их удаления экстракт рыхлят с 1 М HCl .

Ход анализа. К 1 - 2 каплям исследуемого раствора добавляют 1-2 капли 6 М H_2SO_4 и экстрагируют 0, В присутствии ртути (II) органический слой окрашивается в оранжевый цвет. Если в анализируемую органическую фазу встряхивают с 1 М HCl .

Ход анализа смеси катионов шестой группы дробным методом

Катионы этой группы относительно легко могут быть определены частными реакциями из отдельных

Открытие катиона Cu^{2+} целесообразно проводить действием концентрированного раствора гидроксида аммония.

В том случае, если окраска получается недостаточно характерная для катиона Cu^{2+} , можно провести исследуемого раствора, прибавляют 2 капли раствора щелочи и образовавшийся осадок нагревают в присутствии катиона Cu^{2+} осадок приобретает черный цвет вследствие образования CuO .

Затем добавляют избыток (6 капель) раствора хлорида аммония NH_4Cl , перемешивают стеклянной палочкой, центрифугат отделяют и осадок обрабатывают 3-4 каплями азотной кислоты. К полученному концентрированному раствору гидроксида аммония. В присутствии катиона Cu^{2+} раствор окрашивается

Открытие катионов Hg^{2+} из общего раствора, содержащего катионы шестой группы, обычно проводится реакцией с иодидом калия или восстановлением хлоридом олова (II) SnCl_2 до металлической ртути или на медной пластинке.

Открытие катиона Cd^{2+} удобно и надежно производить с сероводородной водой или тиосульфатом натрия.

Катион Cd^{2+} открывается реакцией с роданидом аммония NH_4CNS .

Катион Ni^{2+} открывают реакцией Чугаева с диметилглиоксимом.

Задания для самостоятельной работы.

Учет коэффициента активности ионов при растворении электролитов.

Тема 8. Методы обнаружения и идентификации. Хромато-графия. (ОПК-1)

Лекция.

Идентификация атомов, ионов, молекул и веществ. Дробный и систематический анализ. Микроскрип-анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Методы разделения и концентрирования. Хроматография. Адсорбционная хроматография, вытеснительная и ионообменная хроматография.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторное занятие.

Первая аналитическая группа анионов B(OH)_4^- , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, F^-)

Цель: изучение свойств анионов 1 аналитической группы анионов

- проведение частных реакций 1 аналитической группы анионов
- анализ смеси катионов 1 аналитической группы анионов
- оформление и защита отчета

Первая аналитическая группа анионов:

B(OH)_4^- , SiO_3^{2-} , PO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , AsO_4^{3-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, F^-)

Анионы образуются p-элементами, то есть элементами IV - VII групп 2-, 3-, 4- и реже 5- и 6-го период элементов. В растворах в виде анионов могут быть бор - элемент III группы 2-го периода и ионы более высших степеней окисления. Один и тот же элемент может образовать несколько анионов с различными

Реакции борат-анионов

1. Окрашивание пламени. Летучие соединения бора окрашивают пламя горелки в зеленый цвет.

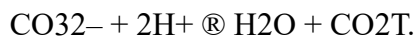
Большинство боратов разлагаются концентрированной H_2SO_4 с выделением летучей H_3BO_3 . Реакции нихромовой проволоки.

Проведение анализа. В фарфоровой чашке выпаривают 5-8 капель раствора, содержащего борат-ионы каплями (не более) концентрированной H_2SO_4 , добавляют несколько капель этанола или метанола, перемешивают и поджигают. Пламя окрашивается по краям в зеленый цвет.

Реакции карбонат-аниона

Угольная кислота H_2CO_3 существует только в водном растворе.

1. Кислоты, в том числе и CH_3COOH , разлагают карбонаты с выделением CO_2 :



Углекислый газ обнаруживают по помутнению известковой или баритовой воды (насыщенных водных растворов):
 $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$, $Ba(OH)_2 + CO_2 \rightarrow BaCO_3 \downarrow + H_2O$.

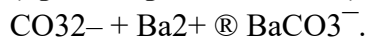
При пропускании больших количеств CO_2 осадок может раствориться:



Обнаружению CO_3^{2-} мешают SO_3^{2-} и $S_2O_3^{2-}$, так как SO_2 , выделяющийся при подкислении растворов с известковой и баритовой водой. Поэтому предварительно окисляют SO_3^{2-} и $S_2O_3^{2-}$ до SO_4^{2-} перманганатом калия.

Ход анализа. В пробирку вносят 5-6 капель раствора Na_2CO_3 и 5 - 6 капель 2 М HCl . Закрывают стеклянной палочкой с шариком на конце. На шарик подвешивают каплю известковой или баритовой воды. Наблюдается помутнение висящей капли.

2. Хлорид бария с карбонат-ионом образует белый осадок $BaCO_3$, растворимый в кислотах (кроме серной кислоты):



Выполнение анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего карбонат-ионы, добавляют 2-3 капли раствора $BaCl_2$.

3. Нитрат серебра $AgNO_3$ при взаимодействии с карбонат-ионом образует белый осадок карбоната серебра Ag_2CO_3 , растворимый в кислотах (кроме HCl):



Ход анализа. К 3 - 4 каплям раствора карбоната натрия добавляют 3-4 капли раствора нитрата серебра. Наблюдается белый осадок.

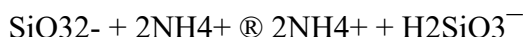
Реакции силикат-аниона

Свободная кремниевая кислота почти нерастворима в воде, но очень легко образует коллоидный раствор. Коллоидного раствора осаждается гель кремниевой кислоты $nSiO_2 \cdot mH_2O$, причем тип геля зависит от условий. Нерастворимые силикаты переводят в раствор обработкой кислот.

1. Разбавленные кислоты при медленном добавлении к раствору силиката натрия выделяют белый студенистый осадок (гель) кремниевых кислот $nSiO_2 \cdot mH_2O$. При быстром прибавлении кислоты осадок выпадает не сразу, полного осаждения кремниевых кислот раствор несколько раз выпаривают досуха с концентрированной HCl . При этом кремниевая кислота переходит в практически нерастворимое в кислотах состояние и при обработке раствором кислоты осаждается. Таким образом, можно обнаружить силикат-ион в присутствии всех анионов.

Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего силикат-ионы, прибавляют по каплям 2 М HCl . Наблюдается студенистый осадок.

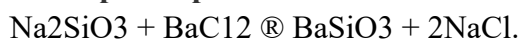
2. Соли аммония выделяют из растворов силикатов кремниевую кислоту полнее, чем кислоты:



Этой реакцией можно обнаружить силикат-ион в присутствии всех анионов.

Выполнение анализа. К 4 - 5 каплям раствора, содержащего силикат-ионы, прибавляют 3 капли раствора $(NH_4)_2SiF_6$. Наблюдается студенистый осадок.

3. Хлорид бария с силикат-ионом образует белый осадок:



Проведение анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего силикат-ионы, добавляют 2-3 капли раствора $BaCl_2$.

Реакции фосфат-аниона

3. Хлорид бария с фосфат-ионом образует белый осадок, растворимый в кислотах (кроме серной кислоты): $2\text{BaCl}_2 + 3\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}$

Выполнение анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего фосфат-ионы, добавляют 2-3 капли BaCl_2

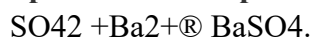
4. Нитрат серебра AgNO_3 при взаимодействии с фосфат-ионом образует желтый осадок фосфата серебра Ag_3PO_4 , растворимый в азотной кислоте:



Процедура анализа. К 3 - 4 каплям раствора фосфата натрия добавляют 3-4 капли раствора нитрата с характер осадка.

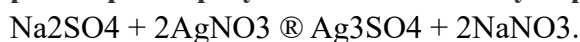
Реакции сульфат-аниона

1. Хлорид бария с сульфат-ионом образует белый кристаллический осадок BaSO_4 , практически нерастворимый в кислотах:



Процедура анализа К 2 - 3 каплям раствора, содержащего сульфат-ионы, подкисленного несколькими каплями раствора BaCl_2 . Образуется белый осадок.

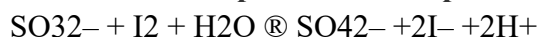
2. Нитрат серебра AgNO_3 при взаимодействии с сульфат-ионом в концентрированных растворах образует белый осадок сульфата серебра Ag_2SO_4 , растворимый в азотной кислоте:



Ход анализа. К 3 - 4 каплям раствора сульфата на- добавляют 3-4 капли раствора нитрата серебра. О осадка.

Реакции сульфит - аниона

1. Йодная или бромная вода при взаимодействии с растворами сульфидов обесцвечивается:



Этой реакции мешают анионы S^{2-} и NO_2^-

Проведение анализа. К 4 - 5 каплям сульфита натрия добавляют 5 капель серной кислоты и 2 - обесцвечивается.

2. Нитрат серебра AgNO_3 при взаимодействии с сульфит - ионом в концентрированных растворах образует белый осадок сульфита серебра Ag_2SO_3 , растворимый в азотной кислоте:



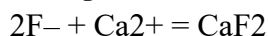
Ход анализа. К 3 - 4 каплям раствора сульфита натрия добавляют 3-4 капли раствора нитрата серебра. осадка.

5. Сульфит - ион можно восстановить до H_2S .

Проведение анализа. К раствору сульфита натрия добавляют избыток 2 N раствора соляной кислоты. При этом выделяется сероводород, который узнается по запаху, по почернению бумаги, смоченной раствором $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

Реакции фторид - аниона

1. Хлорид кальция CaCl_2 образует с фторид-ионом белый осадок CaF_2 , труднорастворимый в минеральных кислотах, нерастворимый в уксусной кислоте:



Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего фторид-ионы, прибавляют 3-4 капли раствора CaCl_2

Задания для самостоятельной работы.

Распределительная хроматография. Бумажная хроматография. Газовая и жидкостная хроматография.

Тема 9. Коллоидные системы в аналитической химии. (ОПК-6)

Лекция.

Химические реакции, ведущие к образованию коллоидных систем. Мицелла и коллоидная частица. П

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторное занятие.

Цель: изучение свойств анионов 2 и 3 аналитической группы анионов

- а) проведение частных реакций 2 и 3 аналитической группы анионов
- б) анализ смеси катионов 2 и 3 аналитической группы анионов
- в) оформление и защита отчета

Вторая аналитическая группа анионов (Cr, Br, I, S₂O₃)

Групповым реагентом на анионы второй группы является нитрат серебра в присутствии разбавленной

Реакции сульфид-аниона

Сульфид-ион является сильным основанием:



1. Нитрат серебра образует с сульфид-ионом черный осадок Ag₂S, нерастворимый в NH₃, Na₂S₂O₃ и KCN, но растворимый при нагревании в 2 М HNO₃:



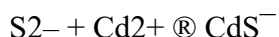
Обнаружить S²⁻ по образованию черного осадка можно в присутствии всех анионов.

Ход анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего S²⁻ Сульфид-ионы, прибавляют 1-2 капли раствора / осадок.

2. Разбавленные кислоты (H₂SO₄ или HCl) разлагают как растворимые, так и многие малорастворимые в воде сульфиды с выделением H₂S, который можно обнаружить по характерному запаху тухлых яиц или по почернению фильтровальной бумаги, смоченной раствором ацетата свинца или гидроксокомплекса свинца.

Выполнение анализа. В газовую камеру помещают несколько капель раствора, содержащего сульфид твердого сульфида, добавляют несколько капель 2 М HCl или 1 М H₂SO₄. Закрывают камеру с фильтровальная бумага, смоченная раствором ацетата свинца или гидроксокомплекса свинца. Бумага

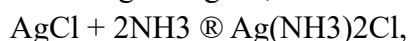
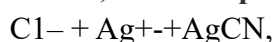
3. Соли кадмия образуют с сульфид-ионом желтый осадок CdS, растворимый в концентрированной HCl или разбавленной HNO₃:



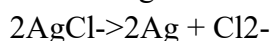
Проведение анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего сульфид-ионы, прибавляют 1 - 2 кап небольшое количество CdCO₃. Образуется желтый осадок. При использовании CdCO₃ белый осадок

Реакции хлорид-иона

1. Нитрат серебра с хлорид-ионом образует белый творожистый осадок AgCl, нерастворимый в HNO₃, но легко растворимый в NH₃:



Осадок AgCl темнеет на свету вследствие выделения металлического серебра:



Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего ионид-ионы, добавляют 2-3 капли раствора AgNO₃ осадок.

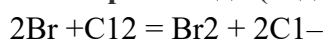
Реакции бромид-аниона

Бромистоводородная кислота так же, как и HCl в водных растворах, является сильной кислотой. Ма PbBr₂ и CuBr₂.

1. Нитрат серебра образует с бромид-ионом бледно-желтый осадок AgBr, нерастворимый в HNO₃, малорастворимый в NH₃. Предел обнаружения бромид-иона - 5 мкг/мл.

Проведение анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего бромид-ионы, добавляют 2-3 капли бледно-желтый осадок. Окраска осадка зависит от размеров частиц. Часто осадок получается белым.

2. Хлорная вода (водный раствор Cl₂) окисляет Br⁻ до Br₂:



Раствор бурет вследствие выделения свободного Br₂. Органические растворители - CHCl₃, CCl₄ образованием растворов, окрашенных в оранжевый цвет.

Ход анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего бромид-ионы, прибавляют 2-3 капли 1 М H₂SO₄ и бурет. Добавляют несколько капель CHCl₃, CCl₄, C₆H₆ и встряхивают. Слой органического раство цвет.

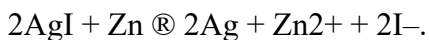
Реакции иодид-аниона

В водных растворах иодистоводородная кислота диссоциирует нацело. Она окисляется кислородом в свете процесс ускоряется:

1. Нитрат серебра образует с иодид-ионом желтый осадок AgI , нерастворимый в HNO_3 , но хорошо растворимый в KCN и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

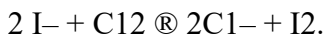
Предел обнаружения иодида - 1 мкг/мл.

Иодид серебра, как и AgBr , взаимодействует с цинком в присутствии 1 М раствора H_2SO_4 :



Ход анализа. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего иодид-ионы, добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 .

2. Хлорная вода окисляет I^- до I_2 . При этом раствор буреет, а при добавлении крахмала синеет. Органические растворители (CHCl_3 , CCl_4) экстрагируют I_2 , окрашиваясь в фиолетово-розовый цвет:



Проведение анализа. К 1 - 2 каплям раствора, содержащего иодид-ионы, добавляют 2-3 капли 1М H_2SO_4 и 2-3 капли раствора крахмала. Появляется синее окрашивание. Вместо крахмала можно добавить несколько капель органического растворителя, окрашиваясь в фиолетово-розовый цвет.

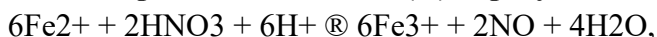
4. Катионы свинца Pb^{2+} образуют с анионом I^- золотистый осадок иодида свинца.

Ход анализа. К 3 - 4 каплям анализируемого раствора добавляют 3-4 капли раствора, содержащего катионы свинца, образуется осадок.

Третья группа анионов (NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^- , ClO_3^- , ClO_4^- , MnO_4^-)

Реакции нитрат-аниона

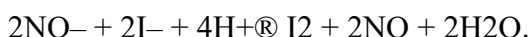
1. Сульфат железа (II) в присутствии концентрированной H_2SO_4 восстанавливает NO_3^- до NO , которая с избытком Fe(II) образует комплексное соединение $\text{Fe(H}_2\text{O)}_5\text{NO}^{2+}$ бурого цвета:



Ход анализа. На стеклянную пластинку помещают каплю раствора, содержащего нитрат-ионы, кристалл концентрированной H_2SO_4 . Ста-раются не перемешивать раствор. Вокруг кристаллика образуется бу-рая окраска.

Реакции нитрит-аниона

1. Иодид калия в разбавленных HCl , H_2SO_4 или уксуснокислой среде окисляется нитритом до I_2 :



Предел обнаружения нитрита - 0,1 мкг/мл. Мешают окислители (MnO_4^-) и сильные восстановители.

Ход анализа.

1. К 2 - 3 каплям раствора, содержащего нитрит-ионы, добавляют 1-2 капли 2 М HCl или CH_3COOH . Раствор буреет вследствие выделения I_2 . При добавлении 1 - 2 капель раствора крахмала появляется темно-синее окрашивание.

2. На фильтровальную бумагу наносят последовательно каплю раствора крахмала, каплю 2 М CH_3COOH . Бумага должна оставаться бесцветной. Вносят каплю раствора, содержащего нитрит-ионы. Появляется синяя окраска.

2. Перманганат калия в сернокислой среде окисляет NO_2^- до NO_3^- :



При этом раствор KMnO_4 обесцвечивается.

Проведение анализа. К 2 - 3 каплям раствора KMnO_4 прибавляют 2-3 капли 1 М H_2SO_4 , несколько капель раствора, содержащего нитрит-ионы, и слегка подогревают. Раствор обесцвечивается.

Реакции ацетат-аниона

1. Твердые гидросульфат калия или натрия при растирании с твердыми ацетатами выделяют летучую CH_3COOH , которую обнаруживают по запаху:

$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{HSO}_4^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{SO}_4^{2-}$. Обнаружению CH_3COO^- мешают большие количества Cl^- , обнаруживают после осаждения этих анионов групповыми реагентами.

Проведение анализа. В маленькую ступку помещают сухой остаток, полученный после выпаривания. Добавляют твердый KHSO_4 , хорошо перемешивают и растирают пестиком. Появляется запах CH_3COOH .

2. Хлорид железа (III) при взаимодействии с растворами ацетатов образует ацетат железа, который легко подвергается гидролизу:



Ход анализа. К 1 - 2 каплям раствора (pH = 7), содержащего CH_3COO^- , прибавляют 2-3 капли раст. ацетат железа красно-бурой окраски. При разбавлении раствора водой в 2 - 3 раза и нагревании в $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})(\text{OH})_2$.

2. Серная кислота, взаимодействуя с ацетатами, вытесняет из них свободную уксусную кислоту, которая, улетучиваясь при нагревании, придает раствору специфический запах уксуса.

Ход анализа. В пробирку помещают 5-6 капель раствора ацетата натрия и добавляют 2 капли конц. Осторожно нагревают. Уксусную кислоту обнаруживают по запаху.

Задания для самостоятельной работы.

Коагуляция и седиментация коллоидных систем. Пептизация осадка.

Тема 10. Анализ смесей ионов. Анализ раствора химического соединения. (ОПК-6)

Лекция.

Не предусмотрена

Практическое занятие.

Практическое занятие. Коллоквиум 2.

Лабораторные занятия.

Анализ смеси катионов всех аналитических групп.

Цель: изучение методики проведения анализа смеси катионов 1-6 аналитических групп ионов

- а) анализ смеси катионов 1-6 аналитических групп
- б) оформление и защита отчета

4. Анализ анионов всех аналитических групп.

Цель: изучение методики проведения анализа смеси катионов 1-3 аналитических групп анионов

- а) анализ смеси анионов 1-3 аналитических групп
- б) оформление и защита отчета

Анализ смеси катионов всех аналитических групп

При анализе смеси катионов всех аналитических групп прежде всего необходимо обратить внимание на пробу с серной и соляной кислотами, на реакцию с хлоридом олова SnCl_2 .

Отсутствие окраски дает возможность предположить, что в смеси нет катионов Cr^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , и нейтральная, то можно считать, что катионы Sn^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} и Hg_2^{2+} отсутствуют.

Если при прибавлении к отдельной пробе исследуемого раствора серной кислоты осадка не образуется Pb^{2+} , Sr^{2+} , Bi^{2+} и, вероятно, катион Ca^{2+} . Если не выпадает осадок при пробе с соляной кислотой катионов Ag^+ , Hg_2^{2+} и, возможно, катиона Pb^{2+} нет. Если же при прибавлении к отдельной порции р. олова SnCl_2 не появляется черный осадок, то это является основанием предположить, что катион Hg_2^{2+} отсутствует. Испытуемый раствор может быть с осадком и без него.

Анализ смеси катионов, содержащей осадок Анализ смеси с отделением осадка

Отделяют осадок и анализируют отдельно осадок и раствор. Для этого берут 2 - 3 мл полученной анализируемого продукта оставляют для повторения определения), осадок предварительно взмучивая осадок исследуют сначала на катион Pb^{2+} , для этого его промывают 6 — 8 каплями горячей дистиллированной воды, открывают катион Pb^{2+} иодидом калия KI . Открытие катионов Sb^{3+} . Осадок после отделения катиона Pb^{2+} (8-10 капель 2 N раствора соляной кислоты). Центрифугат пипеткой переносят в другую пробирку и Если в данном случае образуется осадок, то его отфильтровывают и на фильтре обрабатывают 2 каплями раствора H_2S в присутствии катиона Sb^{3+} появляется оранжевое окрашивание.

Обнаружение катионов Ag^+ и Hg_2^{2+} . После удаления хлорида свинца и гидроксида сурьмы открывают катионы Hg_2^{2+} и Ag^+ .

Открытие катионов Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} и Pb^{2+} . Эти катионы обнаруживают в осадке после отделения катионов Ag^{+} и Hg^{2+} . Для чего осадок после обработки раствором гидроксида аммония промывают дистиллированной водой (два раза по 4 - 5 капель воды). После промывки водой осадок несколько раз обрабатывают горячим 30 % - ным раствором ацетата аммония до полного удаления катиона Pb^{2+} и хлорид-меркураммония.

Раствор (центрифугат после отделения осадка) анализируйте по схеме работы №9.

Анализ смеси без отделения осадка

Раствор с осадком тщательно взбалтывают и часть смеси - 2 - 3 мл - исследуют, другую часть сохраняя. Проводят предварительные испытания из отдельных порций капельным методом: на катион Fe^{2+} с кислой среде, на катион Fe^{3+} с гексацианоферратом (II) калия в кислой среде и на катион NH_4^{+} нагре. После предварительных испытаний к 2 мл смеси добавляют 6-7 капель 2 N раствора азотной кислоты, водяной бане, охлаждают, добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты, дают постоять 2-3 мин. В осадке могут быть катионы второй и третьей группы в виде солей $PbCl_2$, $PbSO_4$, $AgCl$, Hg_2Cl_2 , $BaCl_2$. В растворе (центрифугате) могут находиться катионы всех шести групп.

Анализ смеси без осадка

Предварительное определение катионов Fe^{2+} , Fe^{3+} и NH_4^{+} проводят из отдельных проб.

Отделение и открытие катионов Pb^{2+} , Ag^{+} , Hg^{2+} производят так же, как при анализе смеси катионов. Центрифугата I будут входить катионы первой, третьей, четвертой, пятой и шестой групп.

Выделение и обнаружение катионов третьей группы. Центрифугат после отделения солей $PbCl_2$, каплями 2 N раствора серной кислоты, нагревают 4-5 мин, дают постоять и анализируют.

Открытие катионов первой группы NH_4^{+} , K^{+} , Na^{+} . Берут 1 мл центрифугата (после отделения катионов третьей группы), нейтрализуют до слабощелочной реакции концентрированным раствором гидроксида аммония, добавляют 5—6 капель карбоната аммония. Осадок отделяют центрифугированием, раствор упаривают досуха на сетке и прокалывают до полного удаления следов катиона NH_4^{+} (проба с реактивом Несслера). Полученный после прокалывания осадок растворяют в 5 - 6 каплях дистиллированной воды и определяют катион K^{+} и катион Na^{+} .

Выделение и открытие катионов четвертой, пятой и шестой групп. Центрифугат после отделения катионов третьей группы (определения катионов первой группы) нейтрализуют гидроксидом натрия до щелочной реакции на лакмус, наполовину упаривают и анализируют).

Кроме того, смесь катионов четвертой, пятой и шестой групп, как это было указано выше, можно исследовать дробным методом.

Анализ смеси анионов первой, второй и третьей групп

Для анализа берут около 30 капель (1,5 мл) испытуемого раствора. Остальную часть раствора сохраняя для сдачи результатов работы.

Предварительные испытания

Проба на анионы первой группы. К 4 - 5 каплям нейтрального или слабощелочного раствора прибавляют столько же раствора хлорида бария ($BaCl_2$). Образование осадка указывает на присутствие анионов первой группы. В таком случае проводят частные реакции на каждый анион первой группы.

Проба на анионы второй группы. К 4 - 5 каплям исследуемого раствора прибавляют несколько капель азотной кислоты и 4 - 5 капель раствора нитрата серебра. Если осадок образуется, значит, присутствуют анионы второй группы. В таком случае в отдельной порции раствора открывают анионы второй группы.

Испытание реакции раствора на лакмус. Испытывают анализируемый раствор на лакмус. Если он показал кислую реакцию, то в нем не могут присутствовать анионы CO_3^{2-} , SO_3^{2-} .

Проба на присутствие анионов-окислителей.

К 6 каплям исследуемого раствора, подкисленного 2 N раствором серной кислоты, прибавляют 2-3 капли крахмального клейстера. При наличии аниона-окислителя NO_2^{-} раствор окрашивается в синий цвет.

Испытание на анионы-восстановители. К 5 - 6 каплям исследуемого раствора прибавляют 2 кап. N раствора серной кислоты и 2 - 3 капли разбавленного раствора перманганата калия $KMnO_4$. Если при этом перманганат обесцвечивается, то в растворе могут присутствовать анионы-восстановители SO_3^{2-} , NO_2^- , I^- , Br^- , и, возможно, Cl^- .

Проба на выделение газов. К 3 - 4 каплям исследуемого раствора приливают 3 капли 2 раствора серной кислоты и слегка встряхивают пробирку. Если выделение газа незаметно, то раствор слегка нагревают. Выделение пузырьков газа указывает на возможное присутствие анионов CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , NO_2^- . По свойствам газов CO_2 , SO_2 , H_2S , NO_2 (запах, цвет) устанавливают их возможный состав. На основании предварительных испытаний делают вывод о том, какие анионы могут находиться в растворе. После этого приступают к их обнаружению.

Обнаружение отдельных анионов

Обнаружение аниона SO_4^{2-} . Анион SO_4^{2-} открывают дробным осаждением из отдельной пробы раствора действием хлорида бария $BaCl_2$ в среде подкисленной азотной или соляной кислотой.

Обнаружение аниона SO_3^{2-} . Анион SO_3^{2-} открывают из отдельной порции раствора разложением серной кислотой (при нагревании). Выделяющийся сернистый газ пропускают через раствор перманганата калия.

Обнаружение аниона CO_3^{2-} . Анион CO_3^{2-} открывают отдельной порции раствора части реакциями. Если в растворе присутствует анион SO_3^{2-} , то его предварительно переводят в SO_4^{2-} как он будет мешать обнаружению CO_3^{2-} . Для этого к исследуемому раствору добавляют 1 % - раствор перекиси водорода и нагревают на водяной бане. После этого испытывают раствор на CO_3^{2-} .

Обнаружение аниона SiO_3^{2-} . Анион SiO_3^{2-} обнаруживают из отдельной пробы испытуем раствора путем аботки ее хлоридом аммония или соляной кислотой.

Обнаружение аниона PO_4^{3-} . Анион PO_4^{3-} открывают отдельной пробы раствора магниезальной смесью. Если в растворе присутствуют анионы второй группы, то открыть PO_4^{3-} производят следующим образом. К 5 - 6 каплям раствора приливают такой же раствора хлорида бария $BaCl_2$. Осадок центрифугируют и промывают водой и растворяют в 2 N соляной кислоте. Полученный раствор нейтрализуют аммиаком и отбывают анион PO_4^{3-} магниезальной смесью.

Обнаружение хлорид-ионов Cl^- . Если в испытуемом растворе отсутствует анион Br^- анион Cl^- открывают частными реакциями. Если же в растворе присутствуют анионы Br^- , то открывать анионы Cl^- следует так же, но только осадок солей серебра обрабатыва гидроксидом аммония NH_4OH , а карбонатом аммония.

Обнаружение аниона Br^- . Открытие анионов Br^- осуществляют окислением их хлорной водой до свободного брома в присутствии бензола.

Обнаружение аниона I^- . К 5 каплям испытуемого раствора добавляют 2 капли концентрированной серной кислоты. Выделившийся свободный иод обнаруживают крахмальной бумажкой.

Обнаружение аниона S^{2-} . Анионы S^{2-} открывают из отдельных порций раствора нитратом с или окислением их до свободной серы.

Обнаружение аниона NO_3^- . Если в растворе отсутствуют ионы NO_2^- , то анионы NO_3^- открывают дифениламином. Если же в растворе присутствуют анионы NO_2^- , то их над предварительного удалить при помощи хлорида аммония или мочевины.

Обнаружение аниона NO_2^- . Анион NO_2^- открывают из отдельных проб раствора кислотами (выделение бурого газа), иодидом калия.

Обнаружение аниона CH_3COO^- . Анионы CH_3COO^- открывают из отдельных проб раствора: действием серной кислоты (выделение свободной уксусной кислоты), взаимодействием со спиртом.

Методы выделения, осаждения и отгонки. Прямые и косвенные методы. Требования к осаждаемой осадителю. Промывание осадка. Чувствительность анализа и ошибки в гравиметрии.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторные занятия.

Лабораторная работа 1. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Цель: Определение кристаллизационной воды в предложенном образце методом косвенной отгонки.

Реактивы: хлорида бария кристаллогидрат (1,5 г)

Взятие навески. Бюкс, в котором будет производится взвешивание, необходимо тщательно вымыть, высушить в сушильном шкафу и поставить в эксикатор на 20 мин. При высушивании и охлаждении бюкс должен быть открыт, а при взвешивании закрыт крышкой.

После этого бюкс взвешивают на аналитических весах. Берут на технических весах грубую навеску $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ около 1,5 г и помещают ее в бюкс, закрывают его крышкой и уточняют навеску на аналитических весах.

Высушивание. Перевернув крышку бюкса на ребро, поставьте его в сушильный шкаф, закройте дверцу шкафа и держите в нем бюкс около двух часов при температуре 120-1250С. По истечении этого времени переместите тигельными щипцами бюкс вместе с крышкой с эксикатор. Через 20 мин. Закройте бюкс крышкой и взвесьте на аналитических весах. Далее снова поставьте бюкс с солью в сушильный шкаф и поддержите его там около часа. Снова охладите в эксикаторе и взвесьте. Если второе взвешивание отличается от первого более чем на 0,0001 г, то высушивание необходимо продолжить до получения постоянной массы

Лабораторная работа 2. Определение бария в кристаллогидрате хлорида бария ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Цель: Определение содержания бария в предложенном образце $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ методом осаждения.

Реактивы: хлорида бария кристаллогидрат (0,5 г), 2 н соляная кислота, 2 н серная кислота.

Ион Ba^{2+} образует много труднорастворимых солей, однако наименее растворимой и поэтому пригодной является сульфат бария BaSO_4 ($\text{PP}=1,1 \times 10^{-10}$). Так как при прокаливании состав BaSO_4 не изменяется формой.

Осадок BaSO_4 является мелкокристаллическим и иногда проходит сквозь поры фильтра, что искажает более крупных кристаллов при осаждении его нужно повысить растворимость вещества, а для этого правила:

- навеску $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворить в большом объеме воды (сильно разбавить);
- раствор осадителя (2н H_2SO_4) также сильно разбавить водой;
- перед осаждением раствора соли и кислоты нагреть почти до кипения;
- осадитель приливать к раствору соли по каплям, постоянно перемешивая палочкой;
- фильтрование проводить не сразу, а по истечении нескольких часов (в это время проходит «созревание»). При осаждении в таких условиях осадок получается более чистым, свободным от осаждаемых примесей. При осаждении в таких условиях осадок получается более чистым, свободным от осаждаемых примесей. При осаждении в таких условиях осадок получается более чистым, свободным от осаждаемых примесей.

Приступая к выполнению анализа, нужно внимательно прочитать ход анализа, приготовить и тщательно промыть посуду: стаканы на 200 и 100 мл «с носиком», стеклянную палочку, стаканчик для взятия навески, в (мелкопористый беззольный), штатив с кольцом, фарфоровый тигель, эксикатор, промывалку с дистил

Доведение тигля до постоянной массы. Пустой фарфоровый тигель необходимо довести до постоянной массы: взвесить его на аналитических весах; поставить прокалывать в муфельную печь при температуре 600° С на один час; вынуть его тигельными щипцами, 15 мин охладить на воздухе на фарфоровой подставке, а потом поставить охлаждаться до комнатной температуры в эксикатор на 30 мин; взвесить снова тигель на тех же весах (тигель брать только щипцами); снова поставить его в печь на 15 мин, охладить таким же образом и взвесить. Массу тигля можно считать постоянной, когда результаты двух последних взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,0002 г. Хранить тигель в эксикаторе.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспекта лекции по вопросам, позволяющим подготовиться к лабораторной работе, колл тестированию, а также решение типовых качественных и расчётных задач для подготовки к контролы дополнительной и справочной литературой, следует рассмотреть самостоятельно чувствительность гру ошибки в гравиметрии.

Тема 12. Титриметрический анализ на базе кислотно-основных взаимодействий. (ОПК-1)

Лекция.

Титриметрический анализ. Требования, предъявленные к реакции в титриметрическом анализе. Прям выражения концентрации растворов в титриметрии. Фиксаны. Эквивалент. Молярная масса экв. Индикаторы в кислотно-основном титровании. Теории индикаторов Оствальда и хромофорная. Интер рК и рТ индикаторов. Титрование раствора сильной кислоты сильным основанием. Расчет и в концентрации кислоты и щелочи. Выбор индикатора по виду кривой титрования. Н⁺ - и ОН⁻ - ошис индикатора. Титрование растворов слабых одноосновных кислот сильными основаниями. Расчет кри кислотно-основного титрования и его связь с видом кривой титрования. Кислотная и щелочная ошис сильных кислот. Величины констант кислотности и возможность проведения титрования. Расчет и в величина скачка титрования. Расчет кривых титрования смеси сла-бых кислот. Титрование многоос Титрование растворов солей. Кривые титрования. Влияние различных факторов на вид кривых (Величины Ка, Кв, рН, Скислоты, и Соснования).

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторные занятия.

Лабораторная работа 1. Приготовление и стандартизация раствора соляной кислоты. Карбонатная жесткость воды.

Цель: отработать методику приготовления и стандартизации растворов для титриметрического карбонатной жёсткости воды.

Реактивы: концентрированная соляная кислота[1] (≈2,5 г или 2,2 мл), тетраборат натрия, индикатор метиловый оранжевый.

Опыт 1. Приготовление раствора соляной кислоты.

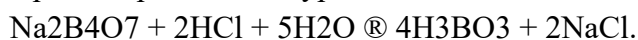
Готовят 250 мл приблизительно 0,1 н раствора НСl из концентрированной соляной кислоты.

Плотность концентрированной НСl измеряют, опустив ареометр в цилиндр с кислотой, и опреде массовую долю.

Необходимый объем концентрированной соляной кислоты переносят в мерную колбу на 250 мл и до краю мениска, так как жидкость смачивает стенки сосуда).

Опыт 2. Приготовление стандартного раствора тетрабората натрия (буры).

При нейтрализации буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$ соляной кислотой протекает реакция:



Преимущество буры как исходного вещества заключается в высокой молярной эквивалентной м: $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}) = 381,42 \text{ г/моль}$, $m\text{Э}(\text{буры}) = 190,71$.

Рассчитывают массу тетрабората натрия, необходимую для приготовления 100 мл 0,1 н раствора. переносят количественно при помощи воронки в мерную колбу на 100 мл. Растворимость тетр температуре невелика, и навеска растворяется довольно медленно, поэтому используют горячую вод наливают примерно 1/2 объема нагретой дистиллированной воды. Добившись полного растворения, кс комнатной температуры и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.

Вычисляют титр и нормальность приготовленного раствора буры, учитывая, что эти величины всег цифры.

Опыт 3. Определение титра и нормальности раствора соляной кислоты.

Пипеткой на 10 мл переносят в колбу для титрования раствор буры и добавляют 3 капли индикатора м. Перед титрованием бюретку промывают 2 раза небольшим количеством соляной кислоты и затем на мениск до нулевой черты. Проверив, нет ли в капиллярной трубке пузырьков воздуха, из бюретки появления оранжевого окрашивания.

К раствору буры в колбе для титрования приливают из бюретки раствор соляной кислоты небольшими порциями, перемешивая содержимое колбы. Первое титрование считают ориентировочным; его делают той же порции кислоты, расходуемой на титрование. При первом титровании можно приливать кислоту порциями, в которых происходит изменение цвета индикатора. Так, например, устанавливают, что индикатор имеет еще красную окраску, а после прибавления еще 1 мл (то есть всего 9 мл) цвет индикатора становится розовым. Следовательно, точка эквивалентности лежит в пределах между 8 и 9 мл кислоты. Затем титрование можно прилить быстро, и только после этого следует прибавлять кислоту отдельными каплями, взбалтывая. В эквивалентной точке от одной капли происходит переход окраски метилового оранжевого.

Нормальность кислоты считают установленной правильно, если результаты трех последовательных титрований на 0,02 – 0,03 мл. Тогда для вычислений титра и нормальности кислоты берут среднее арифметическое.

Опыт 4. Определение карбонатной жесткости воды.

Для определения карбонатной жесткости титруют некоторый объем воды рабочим раствором соляной кислоты метилового оранжевого.

Способ основан на предположении, что вода не содержит гидрокарбонатов других металлов.

Для определения отбирают пипеткой 100 мл исследуемой воды, приливают к ней 3 капли метилового соляной кислоты до перехода окраски индикатора (раствора) из желтой в оранжевую.

Для выражения карбонатной жесткости в ммоль - эквивалентах в 1 л воды, ее рассчитывают по формуле $V \cdot N$, где N – нормальность раствора соляной кислоты;

V – объем соляной кислоты, затраченной на титрование 100 мл анализируемой воды.

Лабораторная работа 2. Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия. Титрование уксусной кислоты.

Цель: отработать методику приготовления и стандартизации раствора щелочи для титриметрического анализа слабой кислоты.

Реактивы: NaOH (тв.), 0,1 н щавелевая кислота, образец столового уксуса (6-9%), индикатор фенолфталеин

Опыт 1. Приготовление раствора гидроксида натрия.

Рассчитывают массу NaOH, необходимую для приготовления 250 мл 0,1 н раствора. Гидроксид натрия – вещество: он гигроскопичен и легко реагирует с углекислым газом воздуха. Поэтому NaOH всегда содержит влагу и карбонатов. Примесь Na_2CO_3 в растворе гидроксида натрия усложняет титрование с фенолфталейном. Раствор NaOH, содержащий сравнительно мало карбонатов, готовят следующим образом. Отвешивают натрия в количестве, превышающем на 2 г необходимое для приготовления 250 мл 0,1 н раствора. На ополаскивают 2 - 3 раза небольшими порциями дистиллированной воды, которую выливают. Из остатка 1,2 г, количественно переносят в колбу на 250 мл, и растворяют, доводя объем раствора до метки.

Приведенный способ основан на том, что CO_2 реагирует с гидроксидом натрия сначала только на поверхности сверху кусочек NaOH, при ополаскивании водой растворяется.

Опыт 2. Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты.

Стандартный 0,1 н раствор щавелевой кислоты готовят из фиксанала.

Опыт 3. Определение титра и нормальности раствора гидроксида натрия.

Для определения титра и нормальности раствора NaOH отбирают пипеткой 10 мл 0,1 н раствора щавелевой кислоты, добавляют 3 капли фенолфталеина и титруют гидроксидом натрия до появления не исчезающей при взбалтывании окраски. Проводят 3 – 4 параллельных титрований и для вычисления нормальности берут среднее из результатов.

Опыт 4. Титрование уксусной кислоты.

Отбирают пипеткой 10 мл раствора уксусной кислоты неизвестной концентрации (приготовлен переносит в колбу для титрования, затем прибавляют 3 капли фенолфталеина и титруют гидроксидом натрия до появления не исчезающей розовой окраски.

Вычисляют нормальную концентрацию анализируемого раствора и процентное содержание в нем уксусной кислоты.

Лабораторная работа 3. Определение гидроксида натрия и карбоната натрия при совместном присутствии.

Цель: отработать методику совместного определения щелочи и карбоната (определение имеет важное значение для контроля чистоты препаратов гидроксида натрия).

Реактивы: 0,1 н раствор тетрабората натрия, ≈ 10% раствора соляной кислоты, анализируемой смеси NaOH и Na_2CO_3 (≈ 1 г), индикаторы фенолфталеин, метилоранж

Опыт 1. Определение нормальности рабочего раствора соляной кислоты.

Готовят 250 мл 0,1 н рабочего раствора HCl из $\approx 10\%$ раствора, затем уточняют его нормальность, т соляной кислоты 10 мл 0,1 н раствора буры (получен из фиксаля) в присутствии 3 капель метилового

Опыт 2. Титрование смеси гидроксида натрия и карбоната натрия.

Навеску анализируемой смеси NaOH и Na₂CO₃ массой 1 г помещают в мерную колбу на 250 мл, рас дистиллированной водой до метки.

Отбирают пипеткой 20 мл раствора исследуемой смеси и переносят в колбу для титрования, добавл титруют раствором соляной кислоты от красной до почти бесцветной окраски.

Объем HCl, пошедший на титрование, отмеряют по бюретке и записывают. Затем прибавляют к с метилового оранжевого (раствор окрашивается в желтый цвет), титруют последний из той же бюрет оранжевого окрашивания. Снова делают отчет по бюретки (от нулевого значения). Титрование повт результатов берут среднюю величину.

Обработка полученных результатов

При титровании исследуемого раствора с фенолфталеином оттитровывают весь гидроксид натрия и к добавления метилового оранжевого дотитровывают гидрокарбонат натрия до H₂O + CO₂.

Если при титровании с фенолфталеином израсходовано V_{ф.ф.} мл раствора HCl (оттитрован NaOH оранжевым – V_{м.о.} мл соляной кислоты (оттитрован весь NaOH и Na₂CO₃), то на титровании пол (V_{м.о.} - V_{ф.ф.}) мл HCl, а на весь Na₂CO₃ 2(V_{м.о.} - V_{ф.ф.}) мл титранта. Следовательно, на титровани V_{ф.ф.}) мл раствора HCl.

Найдя объемы растворов титранта, затраченные на нейтрализацию NaOH и Na₂CO₃, вычисляют гидроксида и карбоната натрия, содержащиеся в 20 мл анализируемого раствора, например

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{20 \text{ мл раствора}} = \times 2(V_{\text{м.о.}} - V_{\text{ф.ф.}}), \text{ г.}$$

Далее вычисляют, сколько граммов NaOH и Na₂CO₃ находится в 250 мл исследуемого раствора, содержание.

[1] Использование концентрированной соляной кислоты, относящейся к таблице III, списка IV прекурсоров, оборот которых в Российской Федерации ограничен и в отношении которых устанавливаются меры контроля в соответствии с законодательством Российской Федерации и международными договорами Российской Федерации, регламентируются действующим законодательством и нормативными правовыми актами Университета.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспекта лекции по вопросам, позволяющим подготовиться к лабораторной работе, колл тестированию, а также решение типовых качественных и расчётных задач для подготовки к контролю дополнительной и справочной литературой следует рассмотреть следующие вопросы: индикаторы в к подбор индикатора кислотно-основного титрования и его связь с видом кривой титрования, величины возможность проведения титрования, влияние различных факторов на вид кривых кислотно-основн

Тема 13. Окислительно-восстановительное титрование (ОПК-6)

Лекция.

Окислительно-восстановительное титрование. Методы редоксиметрии. Окислитель и восстановители построение кривых титрования в редок-симетрии. Индикаторы редоксиметрического титрования.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторные занятия.

Лабораторная работа 1. Приготовление титрованного рабочего раствора перманганата калия. Перманганатометрическое определение Fe (II) в соли Мора.

Цель: отработать методику прямого окислительно-восстановительного титрования, перманг восстановленной формы железа.

Реактивы: 0,1 н щавелевой кислоты, 2 н серная кислота, контрольный раствор (соль Мора)

Опыт 1. Установка нормальности KMnO₄ по щавелевой кислоте.

Наиболее удобно проводить установку нормальности перманганата калия по щавелевой кислоте нормальности раствора KMnO_4 , его приливают к 10 мл 0,1 н щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ гот 80 °С. Не следует нагревать раствор до кипения, так как это приводит к частичному разложению щавелевой кислоты перед титрованием добавляют 10 мл 2 н раствора H_2SO_4 .

При титровании приливают сначала несколько капель раствора KMnO_4 и ожидают, пока раствор об законченным, когда от одной капли раствор окрашивается в бледно-розовый цвет, не исчезающий в те 1 – 2 минут. Отсчет делений в бюретке производят по верхнему краю мениска.

Опыт 2. Перманганатометрическое определение железа (II) в соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{FeSO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$.

Контрольный раствор, полученный в мерной колбе на 100 мл, доводят дистиллированной водой до ме мл полученного раствора переносят в колбу для титрования и добавляют 5 мл 2 н раствора H_2SO_4 . Е перманганата калия, нормальность которого определена (п. 1), до появления слабо-розового окрашив минуты.

Массу железа в полученной пробе определяют по формуле:

$$m(\text{Fe}^{2+}) = , \text{ г};$$

$$T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}) = [\text{C}_n(\text{KMnO}_4) \times m_{\text{Э}}(\text{Fe}^{2+})]/1000, \text{ г/мл.}$$

Лабораторная работа 2. Иодометрия.

Цель: отработать методику обратного окислительно-восстановительного титрования, иодометрическ меди.

Реактивы: 0,1 н раствора дихромата калия, 2 н серная кислота, 10 %-го раствор КJ, \approx 0,1 н раствор ' раствор Cu^{2+} , крахмал.

Опыт 1. Установка нормальности рабочего раствора тиосульфата натрия по дихромату калия.

В колбу для титрования пипеткой отбирают 10 мл 0,1 н раствора дихромата калия, затем добавляют 10 н серной кислоты. Колбу накрывают часовым стеклом или листом плотной бумаги и ставят на 5 – 10 м Бюретку заполняют раствором тиосульфата натрия. При титровании (жидкость в колбе непрерывно п светлеет и принимает желто-зеленую окраску. Затем приливают 1 мл крахмала и продолжают титрова

Опыт 2. Иодометрическое определение Cu^{2+} .

Контрольный раствор Cu^{2+} разбавляют дистиллированной водой в мерной колбе на 50 мл и тщате. титрования отбирают пипеткой 10 мл анализируемого раствора и добавляют по 10 мл 10 %-ного 1 накрывают часовым стеклом или листом плотной бумаги и ставят в темное место на 5 – 10 минут для пробу титруют тиосульфатом натрия до соломенно-желтого окрашивания, прибавляют 1 мл крахм: обесцвечивания раствора.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспекта лекции по вопросам, позволяющим подготовиться к лабораторной работе, кол тестированию, а также решение типовых качественных и расчётных задач для подготовки к контролы дополнительной и справочной литературой, следует самостоятельно рассмотреть индикаторы редокс: области применения, достоинства и недостатки отдельных представителей.

Тема 14. Комплексометрическое и осадительное титрование. (ОПК-1)

Лекция.

Осадительное титрование. Расчет и построение кривых титрования. Влияние растворимости соедин ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы осаждения.

Комплексометрическое титрование. Принципы построения кривых титрования. Способы определ Использование полидентатных лигандов. Использование трена, пептена и аминокполикарбоновых ки обратное комплексометрическое титрование. Образование и устойчивость комплексов. Селективност Кривые титрования 2-х металлов. Индикаторы комплексометрического титрования ионов магния и ка

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторные занятия.

Лабораторная работа 1. Приготовление и установка титра раствора нитрата серебра по методу Мора. Определение Cl^- .

Цель: отработать методику прямого аргентометрического определения хлоридов, а также методику эквивалентности в титровании по методу осаждения.

Реактивы: NaCl (кр.), 5 %-го раствор K₂CrO₄, ≈ 0,1 н раствор нитрата серебра

Опыт 1. Приготовление раствора NaCl по точной навеске.

На аналитических весах берут такую навеску хлорида натрия (х.ч.), чтобы при растворении ее в получился приблизительно 0,1 н раствор, и вычисляют его точную (фактическую) нормальность соответствующий фиксанал NaCl.

Опыт 2. Установка титра раствора AgNO₃ и определение массы Cl⁻ в титруемом растворе.

В колбу для титрования отбирают 10 мл 0,1 н фиксального раствора хлорида натрия прибавляют K₂CrO₄ и оттитровывают содержимое исследуемым раствором AgNO₃. При титровании перемешивании устанавливается адсорбционное равновесие. Титрование будет законченным, когда чистым взмученным в ней осадком приобретет от одной капли раствора нитрата серебра чуть-чуть красной окраски (Ag₂CrO₄). Для повышения точности титрование повторяют 3 раза, находят величину нормальности Γ на T(AgNO₃/Cl⁻). Умножив эту величину на объем раствора нитрата серебра, израсходованного на титрование, находят количество грамм Cl⁻ в 10 мл титруемого раствора.

Лабораторная работа 2. Роданометрическое определение примеси NaCl в техническом гидроксиде натрия.

Цель: отработать методику аргентометрического определения хлоридов по методу обратного титрования с индикаторным определением точки эквивалентности в титровании в методе осаждения.

Реактивы: 0,05 н раствор NaCl, 0,05 н раствор нитрата серебра, ≈ 0,05 н раствор роданида аммония, концентрированная азотная кислота, железоммонийные квасцы (насыщенный раствор), технический гидроксид натрия с примесью хлорида, фенолфталеин

Опыт 1. Установка точной концентрации раствора NH₄SCN.

Бюретку заполняют приготовленным раствором роданида аммония. В колбу для титрования вносят известную навеску, 50 мл воды, 3 капли концентрированной азотной кислоты (для предотвращения гидролиза NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O (железоммонийные квасцы), титруют раствором NH₄SCN и определяют эквивалентности титруемый раствор становится оранжево-красным, в эквивалентной точке – коричневым.

Опыт 2. Определение примеси хлорида натрия в техническом NaOH.

Навеску технического гидроксида натрия (около 1 г), взятую на аналитических весах, количественно переносят в мерную колбу, добавляют 50 мл воды и растворяют. После растворения вносят в колбу 2 капли фенолфталеина и доводят до розовой окраски. Затем добавляют несколько капель воды для нейтрализации NaOH, доливают водой до метки и тщательно перемешивают. В колбу для титрования отбирают 10 мл контрольного раствора, 10 мл раствора AgNO₃, 1 мл из раствора железоммонийных квасцов и титруют роданидом аммония. В конце титрования происходит коагуляция серебра и мутный раствор над осадком становится прозрачным. Поверхность осадка адсорбирует неокрашенный роданид железа появляется раньше достижения точки эквивалентности. Однако эта окраска постепенно реагирует с роданидом. Титрование прекращают после появления не исчезающей розоватой окраски раствора вследствие образования комплекса: $\text{Fe}^{3+} + n\text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_n]^{3-n}$. Расчет примеси NaCl (w, %) ведут по формуле:

Лабораторная работа 3. Определение общей жесткости воды комплексометрическим методом.

Цель: отработать методику комплексометрического титрования трилоном Б, проанализировать образцы воды.

Реактивы: 0,05 н раствор трилона Б, аммиачный буфер (готовят 20 %-ных растворов хлорида и гидроксида аммония), хромоген чёрный Т, образцы воды для анализа

Опыт 1. Приготовление аммиачной буферной смеси.

Готовят по 100 мл 20 %-ных растворов хлорида и гидроксида аммония, сливают их в мерную колбу и доводят до метки.

Опыт 2. Определение общей жесткости воды.

В колбу для титрования вносят 100 мл исследуемой воды и прибавляют 5 мл аммиачной буферной смеси. Раствор индикатора хромогена черного до получения заметной, но не слишком темной винно-красной окраски титруют 0,05 н раствором трилона Б до изменения окраски в синюю, иногда с зеленоватым оттенком.

Общую жесткость воды (Ca²⁺ и Mg²⁺ на 1 л) вычисляют по формуле:

, ммоль-экв/л,

Собирают установку для амперометрического титрования (выпрямитель переменного тока или миллиамперметр, реостат, вольтметр, соединительные провода, электролитическая ячейка с платиновыми электродами).

В электролитическую ячейку переносят по 20 мл анализируемого и фонового (1 М HCl) растворов. I $K_2Cr_2O_7$. Электрическую цепь замыкают ключом и создают напряжение 1 В. Раствор титрует электролитической ячейки по 0,5 мл, каждый раз фиксируя ток по миллиамперметру. Так как в случае являются ионы Fe^{2+} , то титрование ведут до тех пор, пока не будет получено не менее чем постоянной величине тока.

Строят кривую амперометрического титрования, откладывая по оси ординат силу тока, по оси абсцисс способом определяют VKTT и рассчитывают $m(Fe^{2+})$:

Задания для самостоятельной работы.

Подготовка к лабораторной работе, коллоквиуму, контрольной работе и модульному тестированию. Не выносятся вопросы: электрохимическая цепь и ячейка, индикаторный электрод и электрод сравнения, применение электрохимических методов анализа.

Тема 17. Спектральные методы анализа (ОПК-6)

Лекция.

Спектр электромагнитного излучения. Длина волны и волновое число. Спектры атомов и молекул. π переходы. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Его математическое выражение. Использование УФ-, ИК аналитической химии. Спектрофотометрический метод.

Инфракрасные спектры и строение химических соединений. Молекулярный коэффициент поглощения комбинационного рассеяния. Применение инфракрасных спектров и спектров комбинационного рассеяния. Флуоресцентный анализ. Масс-спектропия. Природа и вид масс-спектров. Эмиссионная спектроскопия спектрального анализа: визуальный, фотографический, фотоэлектрический. Происхождение эмиссионных линий спектральных линий. Качественный и количественный спектральный анализ. Методы количественного анализа магнитного резонанса. Ядерный протонный резонанс. Химический сдвиг. Виды спектров. ЯМР (ПМЯМР).

Практическое занятие.

Практическое занятие. Решение задач.

Лабораторное занятие.

Лабораторная работа 1. Экспериментальная проверка закона Бугера-Ламберта-Бэра. Определение хрома в виде бихромата калия.

Цель: отработать методику фотометрического метода анализа, определения содержания вещества калибровочной кривой. Количественное определение хрома в анализируемом растворе.

Реактивы: стандартный раствора бихромата калия (с концентрацией 8,481 мг/мл)

Опыт 1. Проверка выполнимости закона Бугера-Ламберта-Бэра.

Вариант 1. В мерную колбу на 100 мл отберите 5 мл стандартного раствора бихромата калия (с концентрацией 8,481 мг/мл), долейте до метки и тщательно перемешайте. Проведите определение оптической плотности полученного раствора последовательно в кюветах с разной толщиной поглощающего слоя (5, 10, 20, 30 и 50 мм) при длине волны 430 нм. В качестве раствора сравнения можно взять дистиллированную воду. Постройте график, откладывая по оси ординат значения оптической плотности (D), а на оси абсцисс – толщину поглощающего слоя в мм. Сделайте вывод о зависимости оптической плотности от толщины поглощающего слоя.

Вариант 2. В 7 мерных колб на 100 мл отберите соответственно 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 мл стандартного раствора бихромата калия. Доведите до метки дистиллированной водой и тщательно перемешайте. Последовательно проведите измерения оптической плотности растворов на фотоэлектроколориметре в кювете с толщиной поглощающего слоя 10 мм и при длине волны 430 нм. В качестве раствора сравнения можно использовать дистиллированную воду. По полученным данным постройте калибровочный график в координатах D – концентрация $K_2Cr_2O_7$. Определите содержание хрома в растворе в мг.

$$m(Cr) = ,$$

Сделайте вывод о зависимости оптической плотности от концентрации раствора

Опыт №2. Определение хрома в виде бихромата.

Получите у преподавателя анализируемый раствор в мерной колбе на 100 мл. Доведите его до метки, тщательно перемешайте. Проведите определение оптической плотности полученного раствора поглощающего слоя 10 мм при длине волны 430 нм. Пользуясь калибровочным графиком получите концентрацию бихромата калия в анализируемом растворе и содержание в нем хрома. Определите относительную ошибку измерения.

Задания для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа темы нацелена на проработку конспекта лекции по вопросам, позволяющим работе, коллоквиуму, модульному тестированию. Самостоятельное решение типовых качественных и количественных задач. Подготовка к контрольной работе. Пользуясь дополнительной и справочной литературой, следует самостоятельно рассмотреть принцип электромагнитного излучения, обозначить области практического применения УФ-, ИК- и спектров в химии, метода ядерного магнитного резонанса и ядерного протонного резонанса.

Тема 18. ЭВМ в аналитической химии (ОПК-1)

Лекция.

Принцип работы ЭВМ. Программное обеспечение. Особенности и принципы использования ЭВМ в сбор данных. Первичная обработка данных. Интерпретация данных: математическое моделирование. Математические модели объектов анализа.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Проводится в форме семинара.

Лабораторное занятие. Не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Пользуясь дополнительной и справочной литературой, следует самостоятельно рассмотреть принцип программного обеспечения.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

3 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Методологические аспекты и структура аналитической химии	Тестирование	2	Тест состоит из 12 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.
2.	Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки	Тестирование	3	Тест состоит из 10 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.

		лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
3.	Ионное производство воды. Водородный показатель. Шкала pH и pOH. Буферные растворы. Буферная емкость	лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
		Тестирование	3	Тест состоит из 10 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.
4.	Кислотно-основное равновесие. Гидролиз солей. Вывод аналитических зависимостей	лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
		Тестирование	3	Тест состоит из 10 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.
5.	Комплексообразование в аналитической химии.	Тестирование	3	Тест состоит из 10 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.
		лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
6.	Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии	лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
		Тестирование	3	Тест состоит из 10 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.
7.	Закон действия масс в гетерогенных процессах.	лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе

	Растворимость, произведение растворимости.	Коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
8.	Методы обнаружения и идентификации. Хромато-графия.	Тестирование	3	<p>Тест состоит из 10 вопросов.</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p>
		лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
9.	Коллоидные системы в аналитической химии.	лабораторная работа	3	Запланировано выполнение 1 лабораторной работы. За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе

		Тести- вание	3	Тест состоит из 10 вопросов. 3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.
10.	Анализ смесей ионов. Анализ раствора химического соединения.	Коллоквиум(контрольный срез)	10	Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов: 9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом
		лабораторная работа	3	За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
11.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время лабораторных занятий – 10 баллов
12.	Ответ на экзамене		30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».

13.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене	50	Домашняя контрольная работа (30 баллов). Представляет собой индивидуальное задание, состоящее из 6 расчётных задач повышенного уровня сложности. (5 баллов за каждую правильно решенную задачу). Тестирование (100 вопросов) по всему курсу семестра (50 баллов: 0,5 балла за каждый правильный ответ)
14.	Итого за семестр	100	

4 семестр

- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Макс. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Гравиметрический анализ.	лабораторная работа	6	Запланировано выполнение 2 лабораторных работ. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
2.	Титриметрический анализ на базе кислотно-осн	лабораторная работа	9	Запланировано выполнение 3 лабораторных работ. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе

	ОВНЫХ взаимодейств ий.	коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
3.	Окислительное-восстановительное титрование	лабораторная работа	6	Запланировано выполнение 2 лабораторных работ. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
4.	Комплексонометрическое и осадительное титрование.	лабораторная работа	9	Запланировано выполнение 3 лабораторных работ. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
5.	Кинетические методы анализа.	Тестирование	3	<p>Тест состоит из 10 вопросов.</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p>

		коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>
6.	Электрохимические методы анализа	лабораторная работа	6	Запланировано выполнение 2 лабораторных работ. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе
7.	Спектральные методы анализа	лабораторная работа	3	За лабораторную работу максимально начисляется 3 балла: 1 балл - выполнение; 1 балл – расчеты и оформление; 1 балл – защита теоретического материала к лабораторной работе

8.	ЭВМ в аналитической химии	доклад	3	Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области аналитической науки. 3 балла – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет. Грамотные ответы на дополнительные вопросы 2 балла - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной науки, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы 1 балл – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения
		Контрольная работа	5	На письменную контрольную работу отводится 90 минут. Работа состоит в решении 5 расчетных задач по теме и максимально оценивается в 5 баллов (1 балл за каждую правильно решенную задачу).
9.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время лабораторных занятий – 10 баллов
10.	Ответ на экзамене		30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
11.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене		50	Домашняя контрольная работа (30 баллов). Представляет собой индивидуальное задание, состоящее из 6 расчётных задач повышенного уровня сложности. (5 баллов за каждую правильно решенную задачу). Тестирование (40 вопросов) по всему курсу семестра (20 баллов: 0,5 балла за каждый правильный ответ)
12.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

Распределение баллов по курсовой работе:

- представление содержательной части – не более 55 баллов,
- оформление и информационное сопровождение – не более 20 баллов,
- защита курсовой работы – не более 25 баллов.

Распределение баллов по видам учебной работы и методика начисления баллов:

№	Вид учебной работы	Мак. кол-во баллов	Методика начисления баллов
1.	Представление содержательной части	55	<p>41-55 баллов – содержание работы соответствует выбранному направлению подготовки/специальности и теме работы, работа актуальна, выполнена самостоятельно, имеет творческий характер, отличается определенной новизной; проведен обстоятельный анализ степени теоретического исследования проблемы, различных подходов к ее решению, показано знание информационной (при необходимости – нормативной) базы, использованы актуальные данные; проблема раскрыта глубоко и всесторонне, материал изложен логично; теоретические положения органично сопряжены с практикой, даны практические рекомендации, вытекающие из анализа проблемы; проведен количественный анализ проблемы, который подтверждает выводы автора, иллюстрирует актуальную ситуацию, приведены таблицы сравнений, графики, диаграммы, формулы, показывающие умение автора формализовать результаты исследования;</p> <p>21-40 баллов – содержание работы в целом соответствует выбранной теме, структура плана логична и пропорциональна; обоснование актуальности темы подкрепляется анализом степени теоретического исследования проблемы; основные положения работы раскрыты на достаточном теоретическом и методологическом уровне, большая часть теоретических положений сопряжена с практикой; практические рекомендации обоснованы; выводы по работе содержательны и в целом соответствуют поставленным задачам;</p> <p>1-20 баллов – имеет место определенное несоответствие содержания работы заявленной теме; исследуемая проблема в основном раскрыта, но не отличается новизной, теоретической глубиной и аргументированностью; выявлены недочеты в методологических характеристиках курсового исследования; есть нарушения логики изложения материала, поставленные задачи решены не полностью; теоретические положения слабо связаны с практикой, практические рекомендации носят формальный бездоказательный характер</p>
2.	Оформление и информационное сопровождение	20	<p>16-20 баллов – широко представлена библиография по теме работы, в том числе и зарубежные источники, приложения к работе иллюстрируют достижения автора и подкрепляют его выводы, оформление работы полностью соответствует требованиям, предъявляемым к курсовому исследованию;</p> <p>8-15 баллов – приложения, используемые в исследовании, составлены грамотно, прослеживается связь с положениями курсовой работы; список использованной литературы составлен, следуя ГОСТу, и в достаточной мере соответствует теме работы; имеются отдельные неточности в оформлении работы (отсутствует часть ссылок на используемые источники, есть отдельные стилистические, грамматические и орфографические ошибки);</p>

			1-7 баллов – в работе не полностью использована необходимая для раскрытия темы научная литература, информационные базы данных, а также материалы исследований; библиографический список оформлен неверно; содержание приложений не отражает решения поставленных задач (отсутствуют необходимые приложения); имеются многочисленные неточности в оформлении работы
3.	Защита курсовой работы	25	19-25 баллов – защита отличается полнотой раскрытия темы и представления полученных результатов; студент демонстрирует уверенность и убедительность манеры выступления; стиль и грамотность речи соответствуют культуре представления результатов научного исследования; ответы на дополнительные вопросы характеризуются краткостью и аргументированностью; 10-18 баллов – структура и регламент выступления в целом соблюдены; защита сопровождается грамматически правильной, эмоциональной речью; студент поддерживает хороший контакт с аудиторией; отмечается творческий подход в подготовке объектов наглядности презентации; дополнительные вопросы вызывают некоторые затруднения; 1-9 баллов – студент демонстрирует невысокое качество устного доклада; доступность и образность представления проделанной работы и полученных результатов вызывает вопросы; отмечается частичное несоответствие презентации содержанию курсового исследования; дизайн визуальной интерпретации представленной работы затрудняет ее восприятие
	ИТОГО:	100	

Итоговая оценка по курсовой работе выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной чет 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

доклад

Тема 18. ЭВМ в аналитической химии

1. Принцип работы ЭВМ, основные модули.
2. Программное обеспечение, используемое в аналитической практике.
3. Особенности и принципы использования ЭВМ в аналитической химии.
4. Управление и сбор данных. Первичная обработка данных. Интерпретация данных: математическо процесса, математические модели объектов анализа.

Коллоквиум

Тема 7. Закон действия масс в гетерогенных процессах. Растворимость, произведение рас

1. Квалификация чистоты вещества. Окраска пламени. Системы качественного анализа. Закон действия Гульдберга и Вааге.
2. Закон действия масс как выражение константы равновесия химической реакции. постулат Гульдберга
3. Закон действия масс через уравнения для константы равновесия. Требования к скорости реакции и аналитической химии Количественные расчеты с использованием з-на действия масс.
4. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала рН и рОН.
5. Буферные растворы. Буферная емкость.
6. Теория электролитической диссоциации С. Аррениуса. Смещение ионных равновесий в растворах
7. Теория сильных электролитов. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Прибл
8. Закон действия масс в гетерогенных системах. Растворимость, произведение растворимости. Смещ
9. Дробное осаждение. Факторы осаждения. Взаимное растворение плохо растворимых осадков.
10. Гидролиз солей слабого основания и сильной кислоты. Степень и константа гидролиза. Вывод ана
11. Гидролиз солей сильного основания и слабой кислоты. Вывод аналитических зависимостей. Задач
12. Гидролиз солей слабого основания и слабой кислоты. Вывод аналитических зависимостей.

Тема 10. Анализ смесей ионов. Анализ раствора химического соединения.

1. Ступенчатая диссоциация многоосновных кислот и многокислотных оснований. Расчет равновесий продуктов электролитической диссоциации различных ступеней.
2. Взаимодействие смесей солей с растворителем. Влияние ионной силы раствора на активность ионов солей с растворителем.
3. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Метод полуреакций при написании процессов. ОВ - потенциал и уравнение Нернста.
- 4 Коллоидные системы в аналитической химии. Строение коллоидных частиц и мицелл.
5. Автопротолиз.
6. Хроматография.
7. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури.
8. Виды растворителей. Особенности их влияния на физико-химические свойства вещества, использу
9. Классификация Паркера.
10. Протолитическое равновесие. Теория кислот и оснований по Аррениусу. Понятие "химический эк
11. Гравиметрический (весовой) анализ в аналитической химии.
12. Комплексообразование в аналитической химии.

Тема 12. Титриметрический анализ на базе кислотно-основных взаимодействий.

1. Гравиметрический метод анализа. Достоинства и недостатки. Методы выделения, осаждения и отгонки. Примеры.
2. Требования к форме осаждения и весовой форме. Отбор проб. Промывание осадка.
3. Кислотно-основное титрование. Общее представление. Эквивалент. Закон эквивалентов. Способы титрования. Стандартные растворы.
4. Теории индикаторов кислотно-основного титрования (Оствальда и хромофорная). Интервал перехода Метилоранж и фенолфталеин с точки зрения ионно-хромофорной теории индикаторов.
5. Расчет кривой титрования раствора сильной кислоты сильным основанием.
6. Расчет кривой титрования раствора слабой кислоты сильным основанием.
7. Титрование смеси сильной и слабой кислот сильным основанием.
8. Титрование многоосновной кислоты на примере H_3PO_4 . Кривая титрования.
9. Титрование раствора карбоната щелочного металла и раствора смеси щелочи и карбоната щелочного
10. Влияние различных факторов на вид кривых титрования.
11. Ошибки кислотно-основного титрования (H^+ - ошибка, OH^- - ошибка, кислотная и щелочная ошибки)

Тема 15. Кинетические методы анализа.

1. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале. Направление окислительно-восстановительного равновесия окислительно-восстановительной реакции.
2. Кривая окислительно-восстановительного титрования.
3. Метод осаждения. Требования к реакциям в методе осаждения. Методы фиксации эквивалентной (безиндикаторные).
4. Кривая титрования по методу осаждения.
5. Общее понятие о комплексометрии и комплексонометрии. Требования, предъявляемые к реакциям комплексоны.
6. Методы фиксирования эквивалентной точки в комплексонометрии. Индикаторы комплексонометрии.
7. Условия проведения комплексонометрического титрования. Влияние pH. Селективность метода.
8. Теория кинетических методов анализа. Дифференциальные и интегральные методы анализа. Требования к реакциям.
9. Способы определения неизвестной концентрации вещества (тангенсов, фиксированного времени, Каталитический и некаталитический варианты кинетических методов анализа).

Контрольная работа

Тема 18. ЭВМ в аналитической химии

Варианты контрольных работ:

Вариант № 1.

1. При анализе двух проб цинковой руды в первой из них, содержащей 1,5 % влаги, найдено 45,3 % цинка, во второй – 45,7 % влаги, найдено 45,7 % цинка. Будут ли эти пробы различаться по содержанию в них цинка при одинаковой влажности?
2. Титр серной кислоты по гидроксиду натрия равен 0,005250 г/мл. Вычислить ее нормальность и титр по гидроксиду натрия.
3. Определить нормальность раствора нитрата серебра на основании следующих данных: на титрование содержащего 2,3804 г хлорида калия в 250 мл, израсходовано 18,3 мл раствора нитрата серебра.
4. Определить ЭДС в гальваническом элементе $Zn/Zn^{2+} // H^+/H_2(Pt)$, если $a_{H^+} = 10^{-2}$ и $a_{Zn^{2+}} = 10^{-3}$.
5. Определить толщину слоя окрашенного раствора, которая потребуется для ослабления интенсивности света в 10 раз при коэффициенте молярного погашения, равном 0,054.

Вариант 2.

1. При анализе образца доломита найдено: содержание оксида углерода (IV) равно 46,66 %, оксида магния 30,59 %, полуторных оксидов (Fe_3O_4 и Al_2O_3) 0,56 %, влаги 0,12 %. Каков процентный состав абсолютного доломита?
2. Вычислить титр 0,1 н раствора серной кислоты по гидроксиду натрия, кальцинированной соде и оксиду кальция.
3. Сколько граммов хлорида кальция содержится в 250 мл раствора, если на титрование 25,00 мл его раствора нитрата серебра?
4. Найти константу равновесия реакции $AsO_4^{3-} + 2I^- + 2H^+ = AsO_3^{3-} + I_2 + H_2O$ и K_{ox} .
5. При прохождении светового потока через слой толщиной 2 см раствора интенсивность его уменьшилась в 10 раз. Какова интенсивность светового потока при прохождении через слой толщиной 5 см того же раствора.

Вариант 3.

1. В каменном угле найдено 5,3 % золы и 2,5 % влаги. Пересчитать на абсолютно сухое вещество.
2. Чему равен титр раствора серной кислоты, если для получения 3 л этого раствора взято 25 мл серной кислоты с массовой долей 61,54 %.
3. Навеска 1,52 г сульфата магния ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) растворена в мерной колбе емкостью 250 мл. На титрование раствора израсходовано 19,85 мл раствора трилона Б. Вычислить титр, нормальность и молярность раствора.
4. Определить ЭДС гальванического элемента, составленного из медного и кадмиевого электродов, о активностями ионов металлов, равными 0,01 г/л. и 0,001 г/л.
5. Рассчитать наименьшую концентрацию вещества, которую можно определить колориметрически, если коэффициент погашения равен $1,25 \cdot 10^3$. Наименьшее значение оптической плотности при толщине слоя 1 см.

Вариант 4.

1. Из 1,3162 г сплава получено 0,1234 г оксида алюминия и 0,0267 г диоксида кремния. Сколько прои сплаве?
2. Вычислить индикаторную ошибку титрования 0,1 н раствора HCl 0,1 М раствором NaOH с метилов
3. Сколько мл 0,3 н раствора AgNO₃ надо прибавить к 200 мл 0,15 н раствора NaCl, чтобы полностью
4. Сколько процентов цинка содержится в сплаве, если на титрование цинка, содержащегося в 1 г сп раствора трилона Б.
5. Волновое число фотона равно 3500 см⁻¹. Найти частоту его колебаний.

Вариант 5.

1. Вычислить гравиметрические факторы: определяют Fe₂O₃, получено FePO₄; определяют S получе
2. Какова нормальность 2,35 % раствора аммиака (γ = 0,988 г/мл) и сколько мл раствора необходимо ; раствора
3. Каковы молярность, нормальность и титр по хлору раствора роданида аммония, если на титровани 12,00 мл 0,05 н раствора нитрата серебра.
4. Вычислить окислительно-восстановительный потенциал пары □□□□³⁺/□□□□²⁺ при concentra а ионов □□□□²⁺, равной 0,15 моль-экв/л. Условия стандартные. E□□□□³⁺/□□□□²⁺ = 0,77 В.
5. Используемый раствор имеет оптическую плотность 0,5 при толщине поглощающего слоя 5 см. Кс составляет 2·10⁻⁵ г в 90 мл раствора. Определить молярный коэффициент поглощения.

лабораторная работа

Тема 2. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 3. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала pH и pOH. Буферные расте

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 4. Кислотно-основное равно-весеие. Гидролиз солей. Вывод аналитических завис

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 5. Комплексообразование в аналитической химии.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 6. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 7. Закон действия масс в гетерогенных процессах. Растворимость, произведение рас

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 8. Методы обнаружения и идентификации. Хромато-графия.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, 1 выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 9. Коллоидные системы в аналитической химии.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 10. Анализ смесей ионов. Анализ раствора химического соединения.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 11. Гравиметрический анализ.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 12. Титриметрический анализ на базе кислотно-основных взаимодействий.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 13. Окислительно-восстановительное титрование

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 14. Комплексонометрическое и осадительное титрование.

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 16. Электрохимические методы анализа

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тема 17. Спектральные методы анализа

Студент должен сдать отчет по лабораторной работе, включающий оформление (запись наблюдений, выводы) и ответить на контрольные вопросы

Тестирование

Тема 1. Методологические аспекты и структура аналитической химии

1. Все вещества по ГОСТУ делятся на несколько классов по чистоте, какой из продуктов наиболее чист

- (?) Т;
- (?) Ч;
- (?) ЧДА;
- (?) Х.Ч.;
- (!) «О.Ч.» .

2. В какой цвет окрашивают пламя соли бария?

- (!) зеленый.
- (?) карминово-красный.
- (?) желтый.
- (?) голубой.

3. Какой анализ называют полумикроанализом по масштабам аналитического эксперимента?

- (?) масса от 1 до 10г, объем – от 10 до 100 мл.

(!) масса от 0,05 до 0,5 г, объем – от 2 до 10 мл.

(?) масса от 10^{-3} до 10^{-6} г, объем – от 0,1 до 10^{-4} мл (5 – 2,5 капли).

(?) масса от 10^{-6} до 10^{-9} г, объем – от 10^{-4} до 10^{-6} мл;

(?) масса от 10^{-9} до 10^{-12} г, объем – от 10^{-7} до 10^{-11} мл.

4. Как называют систему анализа, в которой оценивают отношение катионов и анионов к соляной, все катионы делят на 6 групп, анионы – на 3 группы?

(?) Сероводородный (сульфидный).

(!) Кислотно – основной метод.

(?) Аммиачно - фосфатный метод.

(?) Ацетатный метод.

5. Как называют метод, позволяющий анализировать индивидуальные химические соединения, характерным молекулярным весом?

(?) элементным анализом.

(?) функциональным анализом.

(!) молекулярным анализом.

(?) фазовым анализом.

6. Как определить чувствительность базовой реакции?

(?) по изменению тепло- электропроводности, pH, окраски раствора и т.д.

(!) по наименьшему количеству искомого вещества, которое может быть обнаружено данным реактивом

(?) по наличию ошибок и их величине.

7. Что характеризует предельное разведение?

(?) минимальное число микрограммов вещества g в 1 мл раствора.

(?) открываемый минимум.

(!) максимальный объем раствора, в котором еще можно определить (открыть) 1 грамм обнаруживаемого вещества

8. Какие требования предъявляются к базовым реакциям?

(!) реакции должны быть быстрыми и необратимыми.

(?) реакции должны быть обратимыми.

(?) реакции не должны быть быстрыми.

(?) реакции не должны быть быстрыми и необратимыми.

9. Что такое порядок реакции по веществу В для реакции $aA + bB \rightarrow \text{продукты}$?

(?) $J_{\text{прям}} = k \times C_A^a \times C_B^b$.

(?) k.

(?) C_B^b .

(!) b.

10. Если вещество не принимает участие в данной реакции, то чему равен порядок реакции по данному веществу?

(?) 1.

(?) -1.

(?) -2.

(!) 0.

11. Что такое энергия активации?

(!) минимальный запас энергии, который должна иметь молекула (реагирующая частица) чтобы перейти к протеканию реакции.

- (?) предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса, для каждой реакции он свой и считает температуры.
- (?) сумма показателей степеней, с которыми концентрации реагирующих веществ входят в кинетическое уравнение.
- (?) ничего из перечисленного.

12. Для какого анализа характерны следующие преимущества?

- Искомый ион обнаруживают в любой последовательности в отдельных пробах.
- Исключается процесс выпаривания и прокаливания.
- Исключается промывание осадка, т.к. обычно анализируют фильтрат.
- (?) систематический;
- (!) дробный;
- (?) фазовый;
- (?) молекулярный.

Тема 2. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки

1. От чего зависит воспроизводимость анализа?

- (?) от количества промахов.
- (!) от величины случайной ошибки.
- (?) от величины систематической ошибки.
- (?) от систематической и случайной ошибки.

2. Какое из положений теории Аррениуса «Электролитическая диссоциация слабых электролитов» не соответствует действительности?

- (!) При растворении электролитов в воде число частиц в растворе оказывается больше числа исходных молекул.
- (?) Образующиеся при распаде молекул частицы заряжены, но суммарный заряд раствора (всех положительных зарядов равно числу отрицательных зарядов).
- (?) Отрицательно заряженные ионы (катионы) движутся к положительно заряженному электроду – катоду, а положительно заряженные ионы (анионы) – к отрицательно заряженному электроду – аноду.
- (?) Все вещества не полностью распадаются на ионы.

3. Какое выражение применимо для описания электролитической диссоциации карбоната аммония?

- (!) $K_p = \frac{m \cdot n \cdot C_m^{m+n} \cdot a_m^{m+n} \cdot n}{C(1-a)}$.
- (?) $K_p = \frac{C a^2}{(1-a)}$.
- (?) $K_p = \frac{m \cdot n \cdot C_n^{m+n} \cdot a_m^{m+n} \cdot n}{C(1-a)}$.
- (?) $K_p = \frac{m \cdot n \cdot C_m^{m+n} \cdot a_m^{m+n} \cdot n}{C a}$.

4. В какую сторону смещается равновесие при введении одноименного иона (той же природы, что и образующийся ион)?

- (!) равновесие смещается в сторону диссоциированной формы.
- (?) равновесие смещается в сторону недиссоциированной формы.
- (?) равновесие не смещается.
- (?) равновесие смещается только в случае вывода продуктов электролитической диссоциации из сферы реакции.

5. Что такое активность?

- (!) действительная концентрация, которая может быть равна концентрации в разбавленных растворах и не изменяться в большую или меньшую сторону.
- (?) действительная концентрация, которая не может быть равна концентрации сильного электролита.
- (?) действительная концентрация, которая может быть равна концентрации в разбавленных растворах.
- (?) действительная концентрация, которая в концентрированных растворах не может изменяться в большую или меньшую сторону.

6. Чему соответствует f в уравнении?

- (?) фактору эквивалентности.
- (?) фактору неоттитрованности.
- (!) коэффициенту активности.
- (?) означает функциональную зависимость активности от концентрации.

Тема 3. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Шкала pH и pOH. Буферные растворы

1. Что такое активность?

(!) действительная концентрация, которая может быть равна концентрации в разбавленных растворах, изменяться в большую или меньшую сторону.

(?) действительная концентрация, которая не может быть равна концентрации сильного электролита.

(?) действительная концентрация, которая может быть равна концентрации в разбавленных растворах.

(?) действительная концентрация, которая в концентрированных растворах не может изменяться в бол

2. Чему соответствует f в уравнении ?

(?) фактору эквивалентности.

(?) фактору неоттитрованности.

(!) коэффициенту активности.

(?) означает функциональную зависимость активности от концентрации.

3. Для каких ионов коэффициент активности при одинаковой концентрации раствора одинаков?

(?) Ca^{2+} ; K^{+} ; Al^{3+} ;

(?) Na^{+} ; Ba^{2+} ; Al^{3+} ;

(!) ; ; ;

(?) ; ; .

4. Чему равно ионное произведение воды?

(!) $K_W = [\text{H}^{+}][\text{OH}^{-}]$;

(?) $K_W = [\text{H}^{+}]^2$;

(?) $K_W = [\text{H}^{+}]^2[\text{OH}^{-}]$;

(?) $K_W = [\text{H}^{+}]$.

5. Что такое pH?

(?) $[\text{H}^{+}]$;

(!) $-\lg[\text{H}^{+}]$;

(?) $\lg[\text{H}^{+}]$;

(?) $\lg[\text{OH}^{-}]$.

6. Чему равен pH в нейтральной среде?

(?) 0;

(?) < 7 ;

(?) < 7 ;

(!) 7.

Тема 4. Кислотно-основное равновесие. Гидролиз солей. Вывод аналитических завис

1. Как используются буферные смеси?

(!) Буферные смеси поддерживают значение pH в определенных пределах при введении кислоты или щелочи.

(?) Буферные смеси применяют для разбавления раствора.

(?) Буферные смеси применяют для создания определенной концентрации соли.

(?) Буферные смеси применяют для создания определенной концентрации кислоты.

2. Какую смесь не используют в качестве буферной смеси?

(?) CH_3COOH и CH_3COONa ;

(?) NH_4OH и NH_4Cl ;

(?) NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 ;

(!) хромовая смесь.

3. Что такое буферная емкость?

- (!) количество моль-эквивалентов сильной кислоты или сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 изменить водородный показатель на единицу;
- (?) количество эквивалентов сильной кислоты или сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр бу водородный показатель на единицу;
- (?) количество моль сильной кислоты или сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр буфе водородный показатель на два;
- (?) количество моль сильной щелочи, которое нужно ввести в 1 литр буферного раствора, чтобы изм единицу.

4. Какая буферная смесь представляет наибольшую ценность?

- (?) с минимальной буферной емкостью;
 - (!) с максимальной буферной емкостью;
 - (?) с нулевой буферной емкостью;
 - (?) с постоянной буферной емкостью.
5. Гидролиз каких солей идет до конца?
- (?) соли сильного основания и сильной кислоты;
 - (?) слабой кислоты и сильного основания;
 - (!) соли сильной кислоты и слабого основания;
 - (?) соли слабого основания и слабой кислоты.

6. Какой из перечисленных факторов не влияет на константу гидролиза соли, образованной слабым ос

- (?) природа катиона и аниона;
- (!) K_a и K_b ;
- (?) температура;
- (?) концентрация соли.

7. Как влияет разбавление раствора на степень гидролиза соли сильного основания и слабой кислоты?

- (!) уменьшает;
- (?) увеличивает;
- (?) не влияет.

8. Сколько ступеней включает диссоциация фосфорной кислоты?

- (?) одну;
- (!) три;
- (?) две;
- (?) не диссоциирует вообще.

9. Каково уравнение материального баланса в растворе фосфорной кислоты?

- (!) $[H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}] = C(H_3PO_4)$;
- (?) $[H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}] = C(H_3PO_4)$
- (?) $[H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] = C(H_3PO_4)$;
- (?) $[H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] = C(H_3PO_4)$.

Тема 5. Комплексообразование в аналитической химии.

1. Какое понятие используется для определения направления протекания окислительно-восстановител

- (?) константа гидролиза;
- (?) константа диссоциации;
- (?) ионное произведение воды;
- (?) понятие окислительно-восстановительного потенциала.

2. Какое уравнение выражает зависимость О-В потенциала данной пары окислитель-восстановитель-восстановителя? (!) уравнение Нернста;

(?) уравнение Аррениуса;

(?) уравнение Дэвиса;

(?) закон действия масс.

3. Какие потенциалы называют нормальными?

(?) потенциалы, измеренные в паре с водородным электродом, при концентрации (активности) ионов,

(?) потенциалы, измеренные в паре с каломельным электродом, при концентрации (активности) ионов,

(?) потенциалы, измеренные в паре с водородным электродом, при концентрации (активности) ионов,

(?) потенциалы, измеренные в паре с платиновым электродом, при концентрации (активности) ионов,

4. Какой процесс протекает на катоде?

(?) окисление;

(?) восстановление;

(?) растворение;

(?) комплексообразование.

5. В каком направлении протекают окислительно-восстановительные реакции в растворах?

(?) окислителем является окисленная форма, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) которой больше, чем восстановленной формы пары, окислительно-восстановительный потенциал которой меньше;

(?) окислителем является окисленная форма, окислительно-восстановительный потенциал которой больше, чем восстановленной формы пары, окислительно-восстановительный потенциал которой больше;

(?) окислительно-восстановительный потенциал окислителя и восстановителя одинаковы.

(?) ничего из перечисленного.

6. Какие положения используются в методе полуреакций?

(?) закон сохранения массы вещества и принцип электронейтральности;

(?) приближение Дебая;

(?) теория Аррениуса;

(?) уравнение Гугена.

7. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат больше атомов кислорода, чем продукт реакции в кислой среде?

(?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;

(?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;

(?) компенсируется за счет молекул воды;

(?) за счет ионов OH^- .

8. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат больше атомов кислорода, чем продукт реакции в нейтральной среде?

(?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;

(?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;

(?) компенсируется за счет молекул воды;

(?) за счет ионов OH^- .

9. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат недостаток атомов кислорода, чем продукт реакции в нейтральной среде?

(?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;

- (?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;
- (?) компенсируется за счет молекул воды;
- (?) за счет ионов OH^- .

10. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения? Исходный ион или молекула содержат недостаток атомов кислорода, чем продукт реакции в щелочной среде?

- (?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;
- (?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;
- (?) компенсируется за счет молекул воды;
- (?) за счет ионов OH^- .

Тема 6. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии

I. Тест по теме.

1. Какое понятие используется для определения направления протекания окислительно-восстановительной реакции?

- (?) константа гидролиза;
- (?) константа диссоциации;
- (?) ионное произведение воды;
- (?) понятие окислительно-восстановительного потенциала.

2. Какое уравнение выражает зависимость О-В потенциала данной пары окислитель-восстановитель от концентрации веществ? (!) уравнение Нернста;

- (?) уравнение Аррениуса;
- (?) уравнение Дэвиса;
- (?) закон действия масс.

3. Какие потенциалы называют нормальными?

- (?) потенциалы, измеренные в паре с водородным электродом, при концентрации (активности) ионов, равной 1 моль/л;
- (?) потенциалы, измеренные в паре с каломельным электродом, при концентрации (активности) ионов, равной 1 моль/л;
- (?) потенциалы, измеренные в паре с водородным электродом, при концентрации (активности) ионов, равной 1 моль/л;
- (?) потенциалы, измеренные в паре с платиновым электродом, при концентрации (активности) ионов, равной 1 моль/л.

4. Какой процесс протекает на катоде?

- (?) окисление;
- (?) восстановление;
- (?) растворение;
- (?) комплексообразование.

5. В каком направлении протекают окислительно-восстановительные реакции в растворах?

- (?) окислителем является окисленная форма, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) которой больше, чем у восстановленной формы пары, окислительно-восстановительный потенциал которой меньше;
- (?) окислителем является окисленная форма, окислительно-восстановительный потенциал которой больше, чем у восстановленной формы пары, окислительно-восстановительный потенциал которой больше;
- (?) окислительно-восстановительный потенциал окислителя и восстановителя одинаковы.
- (?) ничего из перечисленного.

6. Какие положения используются в методе полуреакций?

- (?) закон сохранения массы вещества и принцип электронейтральности;
- (?) приближение Дебая;
- (?) теория Аррениуса;
- (?) уравнение Гугена.

7. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат больше атомов кислорода, чем продукт реакции в кислой среде?
- (?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;
 - (?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;
 - (?) компенсируется за счет молекул воды;
 - (?) за счет ионов OH^- .
8. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат больше атомов кислорода, чем продукт реакции в нейтральной среде?
- (?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;
 - (?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;
 - (?) компенсируется за счет молекул воды;
 - (?) за счет ионов OH^- .
9. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат недостаток атомов кислорода, чем продукт реакции в нейтральной среде?
- (?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;
 - (?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;
 - (?) компенсируется за счет молекул воды;
 - (?) за счет ионов OH^- .
10. Как уравнивают число атомов всех элементов левой и правой части ионно-молекулярного уравнения, если исходный ион или молекула содержат недостаток атомов кислорода, чем продукт реакции в щелочной среде?
- (?) связывают ионами H^+ в молекулы воды;
 - (?) связывают молекулами воды в группы OH^- ;
 - (?) компенсируется за счет молекул воды;
 - (?) за счет ионов OH^- .

Тема 8. Методы обнаружения и идентификации. Хромато-графия.

1. Какие системы называют коллоидными?
- (?) коллоидными называют растворы, частицы которых имеют усредненный диаметр $10^{-7} - 10^{-6}$ м (100 нм – 1 мкм);
 - (?) коллоидными называют растворы, частицы которых имеют усредненный диаметр $10^{-7} - 10^{-9}$ м (100 нм – 1 нм);
 - (?) коллоидными называют растворы, частицы которых имеют усредненный диаметр $10^{-5} - 10^{-7}$ м;
 - (?) коллоидными называют растворы, частицы которых имеют усредненный диаметр $10^{-8} - 10^{-6}$ м.
2. Каким образом можно увидеть коллоидные частицы?
- (?) в обычный оптический микроскоп;
 - (?) в ультрамикроскоп при темнопольном освещении;
 - (?) не вооруженным глазом;
 - (?) ничего из перечисленного.
3. Какой заряд будет иметь коллоидная частица, если смешать разбавленные растворы $AgNO_3$ и $NaCl$?
- (?) нейтральна;
 - (?) отрицательный;
 - (?) положительный;
 - (?) зависит от температуры системы.
4. Какие ионы выступят в роли потенциалопределяющих, если смешать разбавленные растворы $AgNO_3$ и $NaCl$?
- (?) Cl^- ;
 - (?) Na^+ ;

(?) Ag^+ ;

(?) .

5. Какие ионы выступят в роли противоионов, если смешать разбавленные растворы AgNO_3 и NaCl при

(?) Cl^- ;

(?) Na^+ ;

(?) Ag^+ ;

(?) .

6. Какова природа ядра мицеллы, если смешать разбавленные растворы AgNO_3 и NaCl при избытке N

(?) Cl^- ;

(?) AgCl ;

(?) Ag^+ ;

(?) .

7. Какие ионы будут находиться в адсорбционном слое мицеллы, если смешать разбавленные раствор

(?) Cl^- ;

(?) Na^+ ;

(?) Ag^+ ;

(!) Na^+ и Cl^- .

8. Что такое коагуляция?

(!) образование осадка из-за слипания коллоидных частиц;

(?) переход свежееобразованного осадка в коллоидный раствор;

(?) осаждение частиц в осадок;

(?) ничего из перечисленного.

9. Что такое пептизация?

(?) образование осадка из-за слипания коллоидных частиц;

(?) переход свежееобразованного осадка в коллоидный раствор;

(?) осаждение частиц в осадок;

(?) Броуновское движение.

10. Какую окраску имеет гексацианокобальтат III никеля?

(?) синяя;

(?) розово-красная;

(?) зеленую;

(?) желтую.

10. Как изменяются константы нестойкости при переходе на каждую последующую ступень диссоциации

(?) в соответствии с принципом Ле-Шателье за счет наличия одноименного иона в предшествующей с последующей ступени смещается в сторону недиссоциированной формы, т.е. уменьшается;

(?) не изменяется;

(?) увеличивается;

(?) характер изменения зависит от природы комплексного образования

11. Каков физический смысл общей константы нестойкости комплексного образования?

(?) произведение всех выражений констант нестойкости для каждой ступени диссоциации;

(?) частное от деления всех выражений констант нестойкости для каждой ступени диссоциации;

(?) сумма всех выражений констант нестойкости для каждой ступени диссоциации;

(?) разность всех выражений констант нестойкости для каждой ступени диссоциации.

12. Какую окраску имеет гексацианоцеррат IV дикообальта?

- (?) синяя;
- (?) розово-красная;
- (?) зеленую;
- (?) желтую.

13. Какую окраску имеет гексацианоферрат III железа II?

- (?) синяя;
- (?) розово-красная;
- (?) зеленую;
- (?) желтую.

14. Какую окраску имеет гексанитритокобальтат III калия?

- (?) синяя;
- (?) розово-красная;
- (?) зеленую;
- (?) желтую.

15. Какие комплексы широко используются в кислотно-основном титровании?

- (?) аммиакаты;
- (?) аквакомплексы;
- (?) цианокомплексы;
- (?) ничего из перечисленного.

16. Что такое маскировка?

- (?) перевод мешающего анализу компонента в осадок;
- (?) добавление в систему лигандов, образующих с мешающим анализу ионом очень прочные, бесцвет.
- (?) образование окрашенных комплексных соединений;
- (?) ничего из перечисленного.

17. Какой из комплексных ионов не способен к маскировке?

- (?) $[\text{Fe}^{3+}(\text{CN})_6]^{3-}$;
- (?) $[\text{FeF}_6]^{3-}$;
- (?) $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$;
- (?) $[\text{Fe}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_3]^{3-}$.

18. Какой из перечисленных ионов не маскирует трифосфат натрия?

- (?) Pb^{2+} ;
- (?) Al^{3+} ;
- (?) Ag^{+} ;
- (?) Sn^{4+} .

19. . Какой из перечисленных ионов маскирует трифосфат натрия?

- (?) Bi^{3+} ;
- (?) Fe^{2+} ;
- (?) Cu^{2+} ;
- (?) Hg^{+} .

20. Каково число ступеней диссоциации $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$?

- (?) 1;
- (?) 2;
- (?) 3;
- (?) 4.

Тема 9. Коллоидные системы в аналитической химии.

1. На чем основан хроматографический метод анализа?

- (!) на избирательной адсорбции компонентов систем;
- (?) на различной скорости перемещения компонентов раствора по слою адсорбента;
- (?) на различной окраске компонентов смеси;
- (?) ничего из перечисленного.

2. Что такое адсорбенты?

- (?) жидкости, поглощающие компоненты смеси;
- (!) твердые тела, на поверхности которых происходит поглощение адсорбируемого вещества;
- (?) гель на поверхности твердого тела;
- (?) газовые смеси.

3. Что положено в основу адсорбционной хроматографии?

- (?) различная адсорбируемость и скорость передвижения веществ, в анализируемой смеси, компонент различной высоты столба адсорбента в виде отдельных зон (слоев);
- (?) в колонку вводят раствор более сильно адсорбирующегося компонента, он вытесняет более слабо адсорбирующийся компонент. Иногда разделение можно проводить чистым растворителем (вода). Молекулы в вытесняют более слабо адсорбирующийся компонент.
- (!) Вводят смесь (2 адсорбата в определенном растворителе), которую нужно разделить. Затем через колонку пропускают растворитель (например, бутанол). В силу различных коэффициентов распределения адсорбатов в растворителе, адсорбат с большим коэффициентом распределения в бутаноле будет переходить в растворитель (бутанол) и вытеснит адсорбат с меньшим коэффициентом распределения.
- (?) При пропускании раствора электролита через колонку происходит обмен подвижных ионов адсорбируемого вещества.

4. Что положено в основу ионообменной хроматографии?

- (?) различная адсорбируемость и скорость передвижения веществ, в анализируемой смеси, компонент различной высоты столба адсорбента в виде отдельных зон (слоев);
- (!) в колонку вводят раствор более сильно адсорбирующегося компонента, он вытесняет более слабо адсорбирующийся компонент. Иногда разделение можно проводить чистым растворителем (вода). Молекулы в вытесняют более слабо адсорбирующийся компонент.
- (?) Вводят смесь (2 адсорбата в определенном растворителе), которую нужно разделить. Затем через колонку пропускают растворитель (например, бутанол). В силу различных коэффициентов распределения адсорбатов в растворителе, адсорбат с большим коэффициентом распределения в бутаноле будет переходить в растворитель (бутанол) и вытеснит адсорбат с меньшим коэффициентом распределения.
- (?) При пропускании раствора электролита через колонку происходит обмен подвижных ионов адсорбируемого вещества.

5. Что положено в основу распределительной хроматографии?

- (!) различная адсорбируемость и скорость передвижения веществ, в анализируемой смеси, компонент различной высоты столба адсорбента в виде отдельных зон (слоев);
- (?) в колонку вводят раствор более сильно адсорбирующегося компонента, он вытесняет более слабо адсорбирующийся компонент. Иногда разделение можно проводить чистым растворителем (вода). Молекулы в вытесняют более слабо адсорбирующийся компонент.

(?) Вводят смесь (2 адсорбата в определенном растворителе), которую нужно разделить. Затем через к растворитель (например, бутанол). В силу различных коэффициентов распределения адсорбатов в раз с большим коэффициентом распределения в бутаноле будет переходить в растворитель (бутанол) и вы (?) При пропускании раствора электролита через колонку происходит обмен подвижных ионов адсорб вещества.

6. Что положено в основу вытеснительной хроматографии?

(!) различная адсорбируемость и скорость передвижения веществ, в анализируемой смеси, компонент различной высоте столба адсорбента в виде отдельных зон (слоев);

(?) в колонку вводят раствор более сильно адсорбирующегося компонента, он вытесняет более слабо адсорбирующийся компонент. Иногда разделение можно проводить чистым растворителем (вода). Молекулы в вытесняют более слабо адсорбирующийся компонент.

(?) Вводят смесь (2 адсорбата в определенном растворителе), которую нужно разделить. Затем через к растворитель (например, бутанол). В силу различных коэффициентов распределения адсорбатов в раз с большим коэффициентом распределения в бутаноле будет переходить в растворитель (бутанол) и вы

(!) При пропускании раствора электролита через колонку происходит обмен подвижных ионов адсорб вещества.

7. Какие виды растворителей предусматривает классификация Бренстеда-Лоури?

(?) апротонные и протолитические;

(?) водные и неводные;

(?) летучие и нелетучие;

(!) гидрофобные и гидрофильные.

8. На какие виды подразделяются протолитические растворители?

(?) амфипротные, протогенные и водные;

(?) амфипротные, протогенные, протофильные;

(!) протогенные, протофильные и неводные;

(?) протогенные, протофильные и смешанные.

9. Какой растворитель следует предпочесть, чтобы продифференцировать силу очень слабых кислот и

(?) апротонный;

(!) протофильный;

(?) амфипротный;

(?) апротонный аполярный.

10. Какой растворитель следует предпочесть, чтобы нивелировать силу не очень слабых оснований?

(!) апротонный;

(?) протофильный;

(?) амфипротный;

(?) протогенный.

11. Как влияет рост диэлектрической проницаемости растворителя на его нивелирующее действие?

(!) усиливает;

(?) уменьшает;

(?) не оказывает влияния;

(?) ничего из перечисленного.

12. Как влияет увеличение ионного произведения растворителя на его дифференцирующее действие?

(?) уменьшает;

(?) увеличивает;

- (!) не оказывает влияния;
- (?) ничего из перечисленного.

13. Какие виды растворителей предусматривает классификация Паркера?

- (!) апротонные и протолитические;
- (?) водные и неводные;
- (?) летучие и нелетучие;
- (?) апротонные диполярные, диполярные протонные, апротонные аполярные.

Тема 15. Кинетические методы анализа.

1. В чем состоит сущность дифференциального метода кинетического анализа?

- a) использование зависимости CD от τ ($CD = k$) при постоянной концентрации реагентов;
- b) используют зависимость CD от τ и пр., концентрация реагентов изменяется на 10%;
- c) ничего из перечисленного.

2. На зависимости между какими параметрами основаны кинетические методы анализа?

- a) оптической плотностью и концентрацией раствора;
- b) скоростью реакции и концентрацией реагирующих веществ;
- c) анализе кривых амперометрического титрования;
- d) количеством электричества и массой образующегося или расходуемого вещества.

3. Что лежит в основе кинетических методов анализа?

- a) изменение pH раствора;
- b) изменение силы тока в системе во времени;
- c) зависимость скорости реакции от концентрации исследуемых веществ;
- d) ослабление интенсивности прошедшего через систему света.

4. В чем заключается метод определения неизвестной концентрации вещества способом фиксации

- a) в построении калибровочного графика в координатах CD при фиксированной концентрации индикатора;
- b) в измерении CD при строго фиксированном времени;
- c) ничего из перечисленного.

5. Какой принцип положен в основу кинетических методов в их каталитическом варианте?

- a) определяемым компонентом является катализатор или связанные с ним соединения;
- b) определяемым компонентом является восстановитель;
- c) определяемым компонентом является окислитель;
- d) определяемым компонентом является индикаторное вещество.

6. Каковы преимущества некаталитических кинетических методов анализа?

- a) высокая чувствительность;
- b) высокая селективность;
- c) ничего из перечисленного;
- d) не нужно строить градуировочный график.

7. В каком случае не применяются кинетические методы анализа?

- a) анализ полупроводников;
- b) химический мониторинг окружающей среды;
- c) определение концентрации примесей в чистых веществах;
- d) кислотно-основное титрование.

8. В чем заключается способ определения неизвестной концентрации вещества методом фиксации

- a) в построении калибровочного графика в координатах CD при фиксированной концентрации индикатора;
- b) в измерении CD при строго фиксированном времени;
- c) ничего из перечисленного.

9. В чем состоит сущность интегрального метода кинетического анализа?

- а) использование зависимости CD от τ ($CD = k$) при постоянной концентрации реагентов;
 - б) используют зависимость или \sim и пр., концентрация реагентов изменяется на 10%;
 - с) ничего из перечисленного.
10. Какой метод определения неизвестной концентрации вещества является самым точным?
- а) Метод тангенсов;
 - б) метод фиксированной концентрации?
 - с) методом фиксированного времени?
 - д) Ничего из перечисленного

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ОПК-1, ОПК-6)

3 семестр

1. Виды и стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Выбор метода : чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа.
2. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Случайные погрешности.
3. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические и аналитико-активные молекулы на свойства реагента. Применение органических реагентов в анализе.
4. Основы экстракции как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Пр.

4 семестр

1. Эквивалент. Закон эквивалентов. Способы выражения концентрации растворов. Титр по веществу.
2. Кислотно-основное титрование. Классификация. Стандартные растворы.
3. Расчет кривой титрования раствора слабой кислоты сильным основанием.
4. Полярография. Теория метода.
5. Качественный и количественный полярографический анализ. Уравнение Ильковича. Уравнение полувогны.

Типовые задания для экзамена (ОПК-1, ОПК-6)

3 семестр

1. Рассчитайте средний коэффициент активности хлорида алюминия в 0,1 М растворе и сравните 0,340.
2. Рассчитайте pH раствора, полученного в результате смешивания равных объемов 0,01М раствора уксусной кислоты.
3. Как изменится растворимость сульфата бария в 0,01 М растворе сульфата калия по сравнению с рас
4. Сколько граммов ацетата натрия нужно растворить в 500 мл воды, чтобы получить раствор с pH 8,5
5. Сколько мл 96 10 %-ной серной кислоты потребуется для приготовления 6 л 2,0 н раствора?

4 семестр

1. Какой объем серной кислоты ($\rho = 1,06$ г/мл) требуется для осаждения всего бария в виде сульфата содержащего 0,5500 г чистого $BaCl_2 \cdot 2H_2O$?
2. Определить pH в точке эквивалентности при титровании 0,1 н раствора уксусной кислоты 0,1 н $NaOH$.
3. Определить процентное содержание железа в железной руде, если после соответствующей обработки в 250 мл кислоты, на титрование 20,00 мл раствора соли железа (II) затрачено 18,40 мл раствора перманганата калия.
4. Энергия водородной связи составляет 30 кДж/моль. Определить длину волны и волновое число, при наличии водородных связей в растворе исследуемого вещества спектрофотометрически.

Типовые темы курсовых работ (ОПК-1, ОПК-6)

1. Методы анализа веществ высокой чистоты.
2. Ионная хроматография в органическом - элементном анализе.
3. Физико-химические и аналитические методы исследования комплексонов и их комплексов.
4. Аналитическое определение пероксида водорода.
5. Аналитические возможности и теория метода газожидкостной хроматографии.
6. Люминисцентные методы в анализе природных и сточных вод.
7. Окислительно-восстановительные реакции и ОВ-потенциалы в аналитической химии.
8. Эффективные массы проб для аналитических целей.
9. Успехи в хроматографическом определении малых концентраций загрязнений.
10. Таллий в кислотно-основной системе качественного анализа катионов.
11. Газохроматографическое определение органических кислот в средах олеума и серной кислоты фс окружающей среды.
12. Газохроматографическое определение формальдегида в объектах окружающей среды.
13. Специфические особенности аналитической химии тяжелых металлов в природных средах.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических наблюдений и измерений. Демонстрирует высокий уровень знания основных законов химии на основе современных теорий. – Способен использовать методы математического анализа для оценки достоверности результатов. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано
	ОПК-6	Умеет представлять полученные результаты качественного и количественного анализа в устной и письменной форме, грамотно использует современную технологию для аналитических методов исследования химических объектов. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-1	Демонстрирует достаточный уровень знаний основных закономерностей химии. Способен, в целом, к интерпретации экспериментальных фактов на основе современных теорий в области термодинамики, химической кинетики, электрохимии. В отдельных примерах может выделить междисциплинарные связи. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком.
	ОПК-6	Способен представлять результаты химического эксперимента в устной и письменной форме. Умеет использовать современные методы исследования химических реакций. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-1	Демонстрирует слабый уровень знаний основных законов химии. С трудом анализирует результаты химических экспериментов и измерений. Ответ не всегда логично выстроен, материал излагается без применения научной терминологии.
	ОПК-6	Умение представлять полученные результаты качественного и количественного анализа в устной и письменной форме сформировано слабо.
«неудовлетворительно»	ОПК-1	Демонстрирует незнание теоретических закономерностей химии. Не способен интерпретировать экспериментальные факты. Не может выделить междисциплинарные связи Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

(менее 50 баллов)	ОПК-6	Не ориентируется в основных теоретических концепциях, лежащих в основе качественного и количественного анализа. Не способен аргументировать свои ответы. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется ответить.
-------------------	-------	--

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться с содержанием дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания дисциплины.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендации профессиональных баз данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы. Устный опрос на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает просмотр рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с использованием MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть распечатан в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть кратким и содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответ на вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом должен быть полным по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов и ответов по источнику);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение содержания);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы участвуют в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Ответы подлежат оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при от
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопро выступления с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, к содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содер; направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования техниче последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соо звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), ориги использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, у систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность излож средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения за учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключ

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Никитина Н. Г., Борисов А. Г., Хаханина Т. И. Аналитическая химия и физико-химические методь вузов. - пер. и доп; 4-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 394 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [с;
2. Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические метод вузов. - испр. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 537 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [;
3. Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химиче практикум для вузов. - испр. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 344 с. - Текст : электронны <https://urait.ru/bcode/450453>

6.2 Дополнительная литература:

1. Микилева, Г. Н., Мельченко, Г. Г., Юнникова, Н. В. Аналитическая химия. Электрохимические м Весь срок охраны авторского права; Аналитическая химия. Электрохимические методы анали технологический институт пищевой промышленности, 2010. - 184 с. - Текст : электронный <http://www.iprbookshop.ru/14357.html>
2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика : учеб. для студентов вузов: в 2 кн.. - 5-е изд., ст
3. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Аналитическая химия : лабораторный практикум: уч перераб. и доп.. - М.: Дрофа, 2004. - 415 с.
4. Апарнев А. И., Лупенко Г. К., Александрова Т. П., Казакова А. А. Аналитическая химия : Учебное 1 изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 107 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait>
5. Подкорытов А. Л., Неудачина Л. К., Штин С. А. Аналитическая химия. Окислительно-восстановит для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 60 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://>
6. Ткаченко, С. В., Соколова, С. А. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное посс права; Аналитическая химия. Химические методы анализа. - Воронеж: Воронежский Государств Императора Петра Первого, 2015. - 189 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://ww>
7. Борисов А. Н., Тихомирова И. Ю. Аналитическая химия для педагогов. Расчеты в количественном вузов. - испр. и доп; 3-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 146 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [;

6.3 Иные источники:

1. Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://lib.soc>
2. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированными средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Education
Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Adobe Dreamweaver CS3

Adobe Photoshop CS3

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monograf.ru/>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog/>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru/>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&scope=openid

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде.