

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

С.Б. Носачев,
доцент, к.х.н.
«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой химии

Л.А.Джигола,
доцент, к.х.н.
«04» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Составитель	Клементьева А.В., доцент, к.х.н., доцент
Согласовано с работодателями	Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела физико-химических исследований инженерно-технического центра ООО «Газпром добыча Астрахань»; Лукин Н.В., директор МБОУ г. Астрахани «Лицей №2»
Направление подготовки / специальность	04.05.01 ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ
Направленность (профиль) ОПОП	
Квалификация (степень)	Химик. Преподаватель химии
Год приема	2024
Курс	2
Семестры	3-4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является ознакомление студентов с местом аналитической химии в системе наук, понимать роль химического анализа, владеть метрологическими основами анализа, знать существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, а также принципы и области использования основных методов химического анализа.

1.2. Задача освоения дисциплины: развитие теории химических и физико-химических методов анализа, процессов и операций в научном исследовании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части Б1.Б.07 и осваивается в 3 и 4 семестрах.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- общая химия;
- неорганическая химия.

Знания: физико-химические свойства важнейших органических и неорганических соединений, законы кинетики и термодинамики, основы электрохимических превращений веществ, теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования.

Умения: правильно оценивать возможности отдельных методов анализа, обоснованно выбрать соответствующий для решения конкретной задачи.

Навыки: использовать оборудования и приборы, математически обосновывать результаты исследования, критически оценивать полученные результаты; отбирать материал для теоретических занятий и лабораторных работ.

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- коллоидная химия (коллоидные системы, коллоидные частицы в процессах осаждения и разделения)
- физическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов)
- химическая технология (аналитический контроль при технологическом контроле протекания промышленных процессов)
- органическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов);
- физические и физико-химические методы исследования в химии;
- химическая термодинамика и теплотехника;
- компьютерная химия;
- практики.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональных:

ОПК-1 Способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;

ОПК-2 Способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1	ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует	Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	Составляет схему анализа, выбирает оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества	Имеет навыки статистической обработки экспериментальных данных, способами ориентации в профессиональных источниках информации
	ОПК-1.2 Анализирует теоретические основы	Основные положения теории фундаментальных разделов химической технологии	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных
	ОПК-1.3 Использование теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Систематизирует и анализирует результаты химических результаты расчетов свойств веществ и материалов	Выполняет итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов количественного анализа, использовать возможности химических и физико-химических методов анализа	Анализирует собственные экспериментальные и расчетно-теоретических работы химической направленности.
Код компетенции	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		

ии	достижения компетенции	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-2	ОПК-2.1 Работает с химическими веществами	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;	Проводит исследования материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе
	ПК-2.2 Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик;	Соблюдает правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе
	ПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе;	Способы проведения расчетно-теоретических исследований по заданным методикам	Проводить расчетно-теоретические исследования по заданным методикам	Способами проведения расчетно-теоретических исследований по заданным методикам
	ПК-2.4 Проводит исследования	Стандартные операции при работе на высокотехнологичном химическом оборудовании	Применять стандартные операции при работе на высокотехнологичном химическом оборудовании	Стандартными операциями при работе на химическом оборудовании

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 8 и 11 зачетных единиц (684 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной форме обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	8,11

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в академических часах	684
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	437
- занятия лекционного типа, в том числе:	144
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	288
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	18
- консультация (предэкзаменационная)	5
- промежуточная аттестация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	247
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Экзамен – 3, 4 семестры

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 3.										
Раздел I. Качественный анализ										
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	4		4		4			8	20	Тестовые задания
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	10		4		20			18	52	Опрос по лабораторной работе I
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	10		4		18			16	48	Рейтинговая контрольная работа 1
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	12		4		20			18	54	Опрос по лабораторной работе II Рейтинговая контрольная работа 2
Тема 5. Окислительно-	10		4		18			16	48	Опрос по

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости и, форма промежуточ ной	
	Л		ПЗ		ЛР						
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП					
восстановительные процессы										лабораторн ой работе III Рейтингова я контрольна я работа 3	
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	10		4		16			12	42	Опрос по лабораторн ой работе IV Рейтингова я контрольна я работа 4	
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	8		4		10			16	38	Опрос по лабораторн ой работе V	
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	6		4		4			16	30	Опрос по лабораторн ой работе VI	
Консультации									1,5		
Контроль промежуточной аттестации											Экзамен
ИТОГО за семестр:	70		32		110			120	332		
Семестр 4.											
Раздел II. Количественный анализ											
Тема 9. Количественный анализ	10		4		14			18	46	Собеседова ние	
Тема 10. Гравиметрический анализ	14		8		18			18	58	Опрос по лабораторн ым работам VII и VIII Рейтингова я контрольна я работа 5	
Тема 11. Метод кислотно- основного титрования	16		12		18			18	64	Опро с по лабор аторн ым работ ам IX	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						КР / КП	СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, и, форма промежуточной
	Л		ПЗ		ЛР					
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
										и X Рейтинговая контрольная работа 6
Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования	12		6		18			18	54	Опрос по лабораторной работе XI Рейтинговая контрольная работа 7
Тема 13. Методы осаждения	8		2		10			18	38	Собеседование
Тема 14. Комплексонометрия	12		4		16			18	50	Опрос по лабораторной работе XII Рейтинговая контрольная работа 8
Тема 15. Физико-химические методы анализа	2		4		12			19	37	Собеседование Тестирование
Консультации	1,5									
Контроль промежуточной аттестации	Экзамен									
ИТОГО за семестр:	74		40		106		2	127	347	
Итого за весь период	144		72		216			247	684	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-2	
Раздел I. Качественный анализ				
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	20	+	+	2
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая	52	+	+	2

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество
		ОПК-1	ОПК-2	
основа качественного анализа				
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	48	+	+	2
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	54	+	+	2
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	48	+	+	2
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	42	+	+	2
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	38	+	+	2
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	30	+	+	2
Раздел II. Количественный анализ				
Тема 9. Количественный анализ	46	+	+	2
Тема 10. Гравиметрический анализ	58	+	+	2
Тема 11. Метод кислотно-основного титрования	64	+	+	2
Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования	54	+	+	2
Тема 13. Методы осаждения	38	+	+	2
Тема 14. Комплексонометрия	50	+	+	2
Тема 15. Физико-химические методы анализа	37	+	+	2
Курсовая работа	2	+	+	2
Итого	679			

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел I. Качественный анализ.

Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа

Задачи аналитической химии. Место аналитической химии среди других наук и ее влияние на развитие естественных наук, промышленности и сельского хозяйства. Химико-технологический контроль производства. Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков.

Предмет и задачи качественного анализа. Методы качественного анализа. Физические, физико-химические и химические методы анализа. Анализ «мокрым» и «сухим» путями. Макро-, микро-, полумикро- и ультромикроанализ. Реакции окрашивания пламени. Капельный и микрокристаллический анализы.

Этапы развития аналитической химии. Системы качественного анализа. Сульфидная система анализа катионов, ее сущность. Положительные стороны и недостатки сульфидной системы анализа катионов. Деление катионов и анионов на аналитические группы. Групповые реагенты. Положительные стороны и недостатки кислотно-щелочной системы. Систематический и дробный ход анализа. Сущность систематического хода анализа. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты. Дробные анализы, их сущность и перспективы развития.

Аналитическая классификация катионов и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Чувствительность аналитических реакции. Открываемый минимум, предельная концентрация или предельное разбавление. Взаимосвязь этих показателей и их практическое использование в анализе.

Основные условия обнаружения ионов в растворе. Специфические, избирательные, селективные реагенты и реакции. Маскировка мешающих посторонних ионов путем связывания их в прочные комплексные соединения.

Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа

Применение закона действующих масс к обратимым реакциям. Уравнение константы химического равновесия. Основные положения теории электролитической диссоциации.

Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации.

Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции.

Значение теории электролитической диссоциации в качественном анализе. Произведение воды и водородный показатель. Вычисление рН в растворах щелочей и оснований. Буферные системы и их значение в анализе. Вычисление рН буферных растворов.

Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза, и амфотерность

Гидролиз. Механизм гидролиза. Факторы, влияющие на процесс гидролиза. Константы и степень гидролиза. Вычисления константы и степени гидролиза солей. Вычисление рН и рОН в растворах гидролизующихся солей. Значение гидролиза в качественном анализе.

Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе.

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы

Произведение растворимости. Методика вычисления растворимости веществ по величине произведения растворимости. Влияние одноименных ионов на растворимость электролитов.

Солевой эффект. Дробное осаждение. Условие образования и растворение осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена.

Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы

Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций. Подбор эффективных окислителей и восстановителей для конкретных случаев анализа. Влияние рН среды и концентраций редокс-формы на протекание реакций.

Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии

Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов.

Маскировка мешающих ионов. Подбор реагентов, разрушающих комплексные ионы. Вычисление концентраций продуктов диссоциаций комплексных соединений. Применение органических реактивов в качественном анализе.

Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества

Классификация анионов. Общая характеристика групп. Групповые реагенты. Анионы-окислители и анионы-восстановители. Открытие ионов при совместном присутствии. Анализ сухого вещества. Переведение веществ в раствор и ход анализа.

Тема 8. Методы разделения и концентрирования

Сущность хроматографии. Современные методы хроматографии. Ионообменные смолы.

Сущность экстракции органическими растворителями. Примеры использования экстракции в химическом анализе.

Раздел II. Количественный анализ.

Тема 9. Количественный анализ

Предмет и методы количественного анализа. Значение и роль количественного анализа в развитие химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа. Физические и физико-химические методы количественного анализа, их характеристика. Статистическая обработка результатов анализа

Тема 10. Гравиметрический анализ

Сущность гравиметрического анализа. Количественное выделение из раствора компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Тема 11. Метод кислотно-основного титрования

Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе.

Сущность методов кислотно-основного титрования и область их применения. Ацидиметрия и алкалометрия. Кислотность и щелочность среды, и водородный показатель. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Индикаторы методов кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервалы окраски важнейших индикаторов. Различные случаи титрования. Титрование сильной кислоты щелочью, слабой кислоты щелочью и слабого основания сильной кислотой. Кривые титрования. Точка эквивалентности в различных случаях титрования. Выбор индикаторов для конкретных случаев. Индикаторные ошибки.

Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций. Кривые титрования. Индикаторы метода редоксиметрии.

Перманганометрия. Сущность метода и область его применения. Йодометрия. Определение окислителей и восстановителей йодометрическим методом. Рабочие растворы. Раствор тиосульфата и реакции йода с тиосульфатом. Источники ошибок в йодометрии.

Тема 13. Методы осаждения

Методы осаждения. Сущность и теоретические основы методов осаждения. Классификация методов осаждения. Прямое и обратное титрование. Метод Мора, Фаянса и Фольгарда. Область применения методов осаждения. Расчеты в методах осаждения.

Тема 14. Комплексонометрия

Сущность комплексонометрии. Комплексоны. Определение эквивалентной точки. Кривые титрования по методу комплексонометрии. Комплексонометрическое определение жесткости воды.

Тема 15. Физико-химические методы анализа

Электрогравиметрический метод анализа, его сущность и применение. Потенциометрический и кондуктометрический методы анализа. Полярографический метод анализа. Теоретические основы метода. Полярограф.

Оптические методы анализа. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения. Поляриметрия и рефрактометрия. Сущность метода и область применения. Физические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Его сущность и применение.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию

лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Во время практических и семинарских занятий используются словесные методы обучения, как беседа и дискуссия, что позволяет вовлекать в учебный процесс всех слушателей и стимулирует творческий потенциал обучающихся. Преподавателю необходимо иметь, для проведения практических и семинарских занятий, наглядные пособия – наборы таблиц по теме занятия, схемы и др. При подготовке к практическим и семинарским занятиям преподавателю необходимо знать план его проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, познакомиться с новыми публикациями по теме. В начале занятия преподаватель должен раскрыть теоретическую и практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. В ходе занятия следует дать возможность выступить всем желающим и предложить выступить тем слушателям, которые проявляют пассивность. Целесообразно, в ходе обсуждения учебных вопросов, задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем, а также поощрять выступление с места в виде кратких дополнений. В заключительной части практического занятия следует подвести итог: дать объективную оценку выступления слушателя и учебной группы в целом, раскрыть положительные стороны и недостатки проведения занятия, ответить на вопросы, назвать тему очередного занятия и дать необходимые задания.

Лабораторные занятия способствуют закреплению знаний полученных студентами в ходе обучения и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного занятия преподаватель планирует 6-7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Раздел I. Качественный анализ. Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа. Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков. Этапы развития аналитической химии	8	Доклад
Тема 2. Закон действия масс, как теоретическая основа	18	Реферат

качественного анализа. Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации. Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции		
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности. Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе	16	Устное сообщение
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы. Условие образования и растворение осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена	18	Устное сообщение
Тема 5. Окислительно- восстановительные процессы. Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций	16	Эссе
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии. Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов	12	Эссе
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества. Классификация анионов. Общая характеристика групп	16	Реферат
Тема 8. Методы разделения и концентрирования. Сущность экстракции органическими растворителями. Примеры использования экстракции в химическом анализе	16	Доклад
Тема 9. Количественный анализ. Значение и роль количественного анализа в развитие химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа	18	Эссе
Тема 10. Гравиметрический анализ. Осадки кристаллические и аморфные. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков	18	Доклад
Тема 11. Метод кислотно- основного титрования. Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе	18	Курсовая работа; доклад
Тема 12. Методы окислительно- восстановительного титрования. Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций	18	Курсовая работа; доклад
Тема 13. Методы осаждения. Область применения методов осаждения	18	Устное сообщение

Тема 14. Комплексонометрия. Сущность комплексонометрии. Комплексоны	18	Устное сообщение
Тема 15. Физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения	19	Реферат

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: Ред. М-вом образования РФ в качестве учеб. для вузов/ В.П. Васильев. 4-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа. 2004. 384 с. (16 экз.).

2. Васильев, В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.2: Физико-химические методы анализа: Ред. М-вом образования РФ в качестве учеб. для вузов. - 3-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа, 2003. - 384 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-7608-4 (кн. 2): 86-64, 95-30, 150-00: 86-64, 95-30, 150-00. (12 экз.).

3. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа: Ред. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по химико-технологическим специальностям. - М.: Дрофа, 2002. - 368 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-4725-4 (кн.1): 92-40, 79-80: 92-40, 79-80. (34 экз.).

4. Васильев, В.П. Практикум по аналитической химии: учеб. пособ. для вузов / под ред. В.П. Васильева. - М.: Химия, 2000. - 328 с. - ISBN 5-7245-1050-2: 100-00: 100-00. (1 экз.).

5. Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. - 76 с. (25 экз.).

6. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Александрова Т.П. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229518.html>

7. Аналитическая химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова - Минск: Выш. шк., 2013. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622464.html>

8. Аналитическая химия. Задачи и вопросы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова; под ред. Т.Н. Шеховцовой. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html>

9. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа: рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов ... по химико-технологическим специальностям. - 4-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа, 2004. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-8745-0 (кн. 1): 158-00: 158-00. (16 экз.).

10. Харитонов Ю.Л. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн. 2: учеб. для вузов. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М.: Высш. шк., 2001. - 559 с. - ISBN 5-06-003965-X: 106-13: 106-13. (6 экз.).

11. Харитонов Ю. Я., Аналитическая химия: учебник / Ю. Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-4400-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента»: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html>

12. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений: учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 240 с. - ISBN 978-5-9704-3272-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента»: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Темы курсовой работы по дисциплине «Аналитическая химия» выбираются студентами в течение февраля месяца и обсуждаются с руководителем курсовой работы. Сдача и защита курсовой работы осуществляется в начале июня месяца. Допускается самостоятельный выбор студентом темы курсовой работы. Выбор оптимального индикатора для кислотно-основного или окислительно-восстановительного титрования (построить кривую титрования, определить скачок титрования, подобрать оптимальный индикатор и рассчитать ошибку титрования) на примерах, приведенных в таблице:

Определяемое вещество	Титрант
0,05 н KNO ₂	0,15 н KMnO ₄
0,15 н KI	0,2 н KBrO ₃
0,15 н H ₂ S	0,2 н NaClO
0,2 н NH ₄ Cl	0,25 н NaOH
0,25 н CH ₃ COOH	0,2 н KOH
0,05 М KOH	0,1 М H ₃ AsO ₃
0,25 М FeSO ₄	0,15 М NH ₄ VO ₃
0,15 м HCOOH	0,2 м NaOH
0,15 н KMnO ₄	0,2 н KNO ₂
0,20 М H ₂ S	0,15 М KOH
0,2 н FeSO ₄	0,3 н K ₂ Cr ₂ O ₇
0,15 М Na ₂ HPO ₄	0,2 М HCl
0,05 н HCOOH	0,15 н I ₂
0,25н Na ₂ CO ₃	0,15М HCl
0,15н KAsO ₂	0,1н I ₂
0,15H ₃ AsO ₄	0,2 М KOH
0,25М н NaSbCl ₄	0,2 М KMnO ₄
0,2 М Na ₂ CO ₃	0,05 М HCl
0,1 М HасO ₂	0,2 М KBrO ₃
0,05 М KOH	0,1 М H ₃ AsO ₃
0,25 М FeSO ₄	0,15 М NH ₄ VO ₃
0,15 М HCOOH	0,2 М NaOH
0,15 н KMnO ₄	0,2 н KNO ₂
0,20 М H ₂ S	0,15 М KOH
0,2 н FeSO ₄	0,3 н K ₂ Cr ₂ O ₇
0,15М Na ₂ HPO ₄	0,2 М HCl
0,05н HCOOH	0,15н I ₂
0,25 н K ₂ CO ₃	0,15 М HCl
0,15 н KAsO ₂	0,1 н I ₂
0,25 М KCN	0,2 М H ₂ SO ₄
0,15 М H ₂ O ₂	0,2 М KI
0,15 М NH ₄ Cl	0,25 М KOH
0,25 М N ₂ H ₄	0,3 М I ₂
0,15 М FeSO ₄	0,25 М K ₂ Cr ₂ O ₇
0,1 М K ₂ SO ₃	0,15 М HNO ₃
0,15 М H ₂ TeO ₃	0,2 М KOH
0,1 М H ₂ C ₂ O ₄	0,2 М KMnO ₄
0,1н NH ₃	0,2М H ₂ SO ₄
0,5М н Na ₂ S ₂ O ₃	0,2М I ₂

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги, диспуты, дебаты, портфолио круглые столы и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
<i>Раздел I. Качественный анализ</i>			
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии	Не предусмотрено
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Выполнение лабораторной работы
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	Лекция	Семинар	Выполнение лабораторной работы
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	Лекция	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторной работы
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Выполнение лабораторной работы
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	Лекция	Семинар	Выполнение лабораторной работы
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	Лекция	Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций	Выполнение лабораторной работы
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	Лекция-дискуссия	Семинар	Не предусмотрено
<i>Раздел II. Количественный анализ</i>			
Тема 9. Количественный анализ	Лекция	Тематические дискуссии, анализ	Не предусмотрено

		конкретных ситуаций	
Тема 10. Гравиметрический анализ	Лекция	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторной работы
Тема 11. Метод кислотно-основного титрования	Лекция	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторной работы
Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования	Лекция	Семинар	Выполнение лабораторной работы
Тема 13. Методы осаждения	Лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий	Не предусмотрено
Тема 14. Комплексонометрия	Лекция	Тематические дискуссии	Выполнение лабораторной работы
Тема 15. Физико- химические методы анализа	Лекция-дискуссия	Семинар	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») по курсу «Аналитическая химия» или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер

Наименование программного обеспечения	Назначение
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<p>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU</p>
<p>Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com</p>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/</p>
<p>Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/</p>
<p>Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru</p>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Аналитическая химия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется

последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	ОПК-1; ОПК-2	Тестовые задания
Тема 2. Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа.	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе I
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	ОПК-1; ОПК-2	Рейтинговая контрольная работа 1
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы.	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе II Рейтинговая контрольная работа 2
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе III Рейтинговая контрольная работа 3
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе IV Рейтинговая контрольная работа 4
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе V
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе VI
Тема 9. Количественный анализ.	ОПК-1; ОПК-2	Собеседование
Тема 10. Гравиметрический анализ	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторным работам VII и VIII Рейтинговая контрольная работа 5
Тема 11. Метод кислотно-основного титрования	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторным работам IX и X Рейтинговая контрольная работа 6
Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе XI

		Рейтинговая контрольная работа 7
Тема 13. Методы осаждения	ОПК-1; ОПК-2	Собеседование
Тема 14. Комплексонометрия.	ОПК-1; ОПК-2	Опрос по лабораторной работе XII Рейтинговая контрольная работа 8
Тема 15. Физико-химические методы анализа	ОПК-1; ОПК-2	Собеседование Тестирование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа

Тестовые задания

1. Раствор, образование которого не связано с изменением объема и тепловым эффектом называют
 - а) стандартным б) идеальным в) разбавленным г) рабочим
2. При растворении какого вещества в воде наблюдается повышение энтальпии?
 - а) едкого натра б) олеума в) аммиачной селитры г) поваренной соли
3. При увеличении концентрации нелетучего компонента в растворе происходит:
 - а) конденсация части пара над раствором;
 - б) увеличение давления пара над раствором;
 - в) увеличение концентрации молекул воды в паре над раствором;
 - г) увеличение объема пара над раствором
4. Явление селективной диффузии определенного сорта частиц в растворе через полупроницаемую перегородку называется:
 - а) электролитической ионизацией
 - б) протолизом
 - в) сольволизом
 - г) осмосом
5. Как влияет на степень электролитической диссоциации концентрация раствора?
 - а) степень электролитической диссоциации не зависит от концентрации раствора;
 - б) при разбавлении степень электролитической диссоциации увеличивается;
 - в) при разбавлении степень электролитической диссоциации уменьшается;
 - г) степень электролитической диссоциации в концентрированных растворах наибольшая.

Тема 2. Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа.

Лабораторная работа I.

«Анализ катионов I и II группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 15-22).

Опрос по лабораторной работе I.

1. Вычислить степень ионизации муравьиной кислоты в 0,48 М растворе ее, если $[H^+] = 0,01$ моль/л.
2. Определить $[H^+]$ в растворе, полученном при смешивании 30 мл 0,1 М раствора CH_3COOH и 50 мл 0,3 М раствора ацетата натрия.
3. Вычислить активную концентрацию OH^- в 0,01 М растворе KOH , учитывая ионную силу раствора.
4. Вычислить $[H^+]$, $[OH^-]$ и pH раствора, образовавшегося при смешивании 40 мл 0,05 М раствора HNO_2 и 10 мл 2 М раствора KNO_2 .
5. От каких факторов зависит степень электролитической диссоциации? Как ее увеличить? Как уменьшить?
6. Сколько мл 0,2 М раствора соляной кислоты нужно добавить к 50 мл 0,1 М раствора ацетата калия, чтобы получить раствор с $pH=4$?
7. Вычислить степень гидролиза, pH и равновесные концентрации ионов, образующихся при гидролизе 0,1 М раствора карботата аммония.

8. Сколько граммов нитрата свинца растворено в 1 л воды, если в результате гидролитического равновесия pH раствора равен 5,6?

Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности.

Рейтинговая контрольная работа 1.

1. Вычислить $[H^+]$ в 6% растворе хлороводородной кислоты.
2. Вычислить молярную концентрацию раствора HCOOH, если в 250 мл его содержится 1,7 г HCOONa и $[H^+] = 3,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л.
3. Вычислить концентрацию в моль/л раствора BaCl₂, если ионная сила раствора его 0,09.
4. 100 мл 23 Н раствора HCOOH смешали с 30 мл 15 Н раствора формиата натрия. Определить pH смеси.
5. Как изменится степень диссоциации в растворе слабого электролита при нагревании раствора; при его длительном упаривании?
6. Сколько мл 0,1 М раствора едкого натра надо добавить к 50 мл 0,15 М раствора дигидрофосфата натрия, чтобы получить раствор с pH = 7,2?
7. Вычислить степень гидролиза, pH и равновесные концентрации ионов в 0,5 М растворе сульфида натрия.
8. Сколько граммов ацетата калия надо растворить в 250 мл воды, чтобы получить в результате гидролиза раствор с pH = 8,5?

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы.

Лабораторная работа II.

«Анализ катионов III и IV группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 31-44).

Опрос по лабораторной работе II.

1. Одинакова ли растворимость MgF₂ и BaCO₃.
2. Пользуясь величинами ПР солей AgCl и AgBr определите, в каком из насыщенных растворов этих солей содержится больше ионов Ag⁺.
3. Вычислить ПР Ag₂CrO₄, если в 500 мл воды растворили 0,011 г Ag₂CrO₄.
4. Выпадает ли осадок Mg(OH)₂ при действии на 0,2 М раствор MgSO₄ равным объемом: 1) 0,2 М раствором NH₃; 2) смеси растворов 0,2 М NH₃ и 2 М NH₄OH?
5. Выпадает ли осадок CaF₂ в растворе, содержащем 10⁻³М CaCl₂, 0,1 М NaF и 0,5 г-ион/л H⁺?
6. В каком случае следует использовать для расчета растворимости концентрационное или условное значение ПР: а) CaCO₃ в воде; б) CaCO₃ в разбавленном растворе HCl; в) CaCO₃ в растворе CH₃COOH?
7. При какой концентрации ионов Fe (III) в растворе начнет выпадать осадок Fe(OH)₃, если в растворе содержится 2·10⁻¹ М раствор аммиака и 2 М раствор хлорида аммония?

Рейтинговая контрольная работа 2.

1. Влияние pH на растворимость малорастворимого сильного электролита.
2. К 125 мл насыщенного раствора сульфата свинца прибавлено 5 мл 5% раствора вольфата калия. Сколько г-ионов свинца останется в растворе?

3. При какой концентрации ионов магния начнется выпадение осадка гидроокиси магния из раствора, содержащего 0,5 М хлорида аммония и 0,1 М гидроокиси аммония?
4. Ионы Ca^{2+} осадили избытком $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, над осадком CaC_2O_4 осталось 200 мл 0,1 М раствора $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Сколько г-ионов Ca^{2+} останется в растворе?
5. Сколько мг NiCl_2 должно содержаться в 5 мл раствора с рН 3,5, чтобы при насыщении его 0,1 М сероводородом образовался осадок NiS ?
6. В каком случае растворимость осадка MgNH_4PO_4 будет наибольшей, а в каком наименьшей: а) в воде; б) в растворе HCl ; в) в растворе NH_4Cl ?
7. Выпадает ли осадок гидроокиси свинца, если к насыщенный раствор хлорида свинца прибавить равный объем 0,2 М раствор аммиака?

Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы

Лабораторная работа III.

«Анализ катионов V и VI группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 55-67).

Опрос по лабораторной работе III.

1. Подобрать коэффициенты в следующих уравнениях реакций:
 - а) $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 - б) $\text{MnO}_4^- + \text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
2. Привести примеры использования реакций окисления-восстановления в качественном анализе для: а) растворения твердых соединений; б) разделения и маскировки ионов; в) открытия ионов.
3. Определить произведение растворимости AgI , если ЭДС гальванического элемента Ag/AgI (нас.), 1 М KI равен -0,151 В.
4. Как можно определить электродный потенциал обратимой окислительно-восстановительной реакции?
5. Почему избыток хлорид-ионов мешает обнаружению иона марганца по реакции образования перманганат-аниона? Ответ подтвердите расчетами.
6. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, полученном смешиванием 43 мл H_2O , 2 мл 0,25 М HCl и 5 мл 0,1 М NH_3 .
7. Вычислить равновесные концентрации ионов MnO_4^- , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} в растворе, полученном смешиванием 20 мл 0,1 М KMnO_4 и 20 мл 0,1 М FeSO_4 при рН=0.

Рейтинговая контрольная работа 3.

1. Подобрать коэффициенты в следующих уравнениях реакций:
 - а) $\text{Cr}_2\text{O}_7^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - б) $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. Что принято в качестве условного нуля отсчета шкалы потенциалов? Как устроен водородный электрод?
3. Сформулируйте правило записи гальванического элемента.
4. Почему не удается обнаружить ион марганца (II) действом окислителя на концентрированные растворы солей марганца (II)? Ответ подтвердите расчетами.
5. В 1 л раствора, содержащего 0,1 М H_2O_2 и 1 М раствор HCl , растворили 33,2 г KI . Вычислить равновесные концентрации H_2O_2 , I^- , I_2 .
6. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит 5,61 г KOH .
7. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит

0,5 моль CH_3COOH и 0,5 моль $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.

Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии

Лабораторная работа IV.

«Анализ смеси катионов I - VI групп»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 34, 72).

Опрос по лабораторной работе IV.

1. Как можно стабилизировать соединения с неустойчивыми степенями окисления элемента? Покажите это на примерах Co(III) и Co(II) .
2. Рассчитайте равновесную концентрацию $[\text{FeF}_5^{2+}]$ в 0,1 М растворе хлорида Fe (III) в присутствии 1 М раствора фторида алюминия.
3. При какой концентрации сульфид-иона начнется выпадение осадка сульфида кадмия из раствора, содержащего $5 \cdot 10^{-2}$ М $[\text{Cd}(\text{CN})_6]$ и 0,1 М цианид калия?
4. К 0,01 М раствору нитрата серебра добавили столько аммиака, что его избыток составляет 0,01 М. При какой концентрации бромид-иона выпадет осадок бромида серебра?
5. К 0,2 М раствору NiSO_4 добавили равный объем 2 М NH_3 . Вычислить равновесную концентрацию Ni^{2+} , если считать, что в растворе образуются комплексные ионы $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

Рейтинговая контрольная работа 4.

1. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: Константа устойчивости, функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса.
2. Рассчитайте условную константу устойчивости $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{5-}$ в растворе, содержащем $1 \cdot 10^{-3}$ М тиосульфата натрия.
3. Выпадает ли осадок ZnC_2O_4 , если к $1 \cdot 10^{-2}$ М раствору ZnSO_4 , содержащему 0,1 М NH_4OH , добавить 0,5 М $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$?
4. Вычислить равновесные концентрации Mg^{2+} , MgC_2O_4 , $\text{Mg}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ в растворе, содержащем 0,05 моль/л $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и 0,2 моль/л $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
5. Рассчитайте растворимость фосфата свинца в $1 \cdot 10^{-3}$ М растворе гидроксида натрия.

Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества

Лабораторная работа V.

«Анализ смеси анионов»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 72).

Опрос по лабораторной работе V.

1. Вычислить константу нестойкости комплексного иона $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$, если в 0,1 М растворе соли концентрация ионов $[\text{Ag}^+]$ равна $5,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л.
2. Вычислить концентрацию комплексообразователя и ионов лиганда в 1 М растворе гексациано-(III)-феррата калия.
3. Записать уравнения ионизации и выражения констант нестойкости комплексных ионов, формулы которых $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$, $[\text{BiI}_4]^-$.
4. В каком из растворов одинаковой молярной концентрации нижеперечисленных комплексных солей концентрация ионов серебра меньше: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]\text{NO}_3$, $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$, $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$. Ответ подтвердить

- расчетами.
5. Рассчитать концентрацию продуктов диссоциации в 0,001 М растворе комплексной соли $2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$.
 6. В каком из растворов комплексных солей при их одинаковой молярной концентрации содержится больше ионов железа: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$?

Тема 8. Методы разделения и концентрирования

Лабораторная работа VI.

Анализ смеси катионов VI аналитической группы (Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+}).

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. (с. 67).

Опрос по лабораторной работе VI.

1. При действии сульфида аммония на раствор комплексной соли $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ образуется черный осадок сульфида никеля, а при действии этого же реагента на раствор комплексной соли $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ осадка не образуется. Объясните это различие.
2. На раствор комплексной соли $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ действовали цианидом калия, в результате чего образовался комплекс $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$. Написать уравнение реакции и объяснить причину ее протекания.
3. Будут ли выпадать осадки бромата и иодида серебра при действии на 0,2 М раствора комплексной соли $\text{Na}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]$ равными объемами 0,2 М растворов бромата и иодида калия?
4. К растворам одинаковой молярной концентрации, содержащим комплексные соли $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$, $\text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$, прибавили раствор иодида калия. В каком случае можно ожидать образование осадка иодида серебра? Дать объяснение.
5. Выпадает ли в осадок соль AgBrO_3 , если на 0,1 М раствор комплексной соли $\text{K}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]$ подействовать равным объемом 0,1 М раствора бромата калия?

Тема 9. Количественный анализ

Вопросы к собеседованию

1. Выразите гравиметрические факторы при определении следующих компонентов (гравиметрической формой считать Fe_2O_3): Fe, FeO, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.
2. Выразите гравиметрические факторы при определении Ca, если в качестве гравиметрической формы использованы следующие соединения: CaO, CaSO₄, CaCO₃, CaC₂O₄.
3. Какую навеску зерна следует взять для определения влажности, если допустимое содержание влаги в зерне составляет 4%.
4. Рассчитайте навеску медного купороса для определения в нем кристаллизационной воды.
5. Какие навески суперфосфата надо взять для определения кальция с последующим взвешиванием в виде сульфата кальция и фосфора в виде фосфата магния-аммония с прокаливанием до пирофосфата магния?
6. Какие навески известняка надо зять для определения кальция в виде моногидрата оксалата кальция с использованием гравиметрической формы: а) оксида кальция; б) сульфата кальция?

Тема 10. Гравиметрический анализ

Лабораторная работа VII

«Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария»

В зависимости от термодинамических условий одна и та же соль может кристаллизоваться с различным числом молекул воды. Так, например, тетраборат натрия ниже 60°C образует кристаллы состава $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а выше 60°C - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

При нагревании кристаллогидратов испаряется кристаллизационная вода. При этом температура высушивания для различных кристаллогидратов может быть различной и зависит от прочности связи, координации и положения молекул воды в кристаллической решетке. Содержание кристаллизационной воды должно соответствовать приписываемой ему формуле. Поэтому для определения следует брать перекристаллизованную химически чистую соль.

Взятие навески.

Бюкс, в котором будет проводиться взвешивание, нужно тщательно вымыть, высушить в сушильном шкафу и поместить в эксикстор на 20 минут. При высушивании бюкс с солью должен быть открыт, а при взвешивании закрыт крышкой.

Взвесьте бюкс с крышкой на аналитических весах (крышка ра ребро). Возьмите на аналитических весах навеску кристаллогидрата хлорида бария $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой около 1,5 г.

Высушивание.

Перевернув крышку, бюкса на ребро, поместите его на полку сушильного шкафа на 2 часа при температуре 120-125°C. По истечении времени поместите бюкс с закрытой крышкой в эксикатор на 20 минут. Повторите эксперимент еще 2 раза, цифровые данные запишите в лабораторный журнал.

Вычисление содержания кристаллизационной воды (в процентах).

Например, получены следующие цифровые данные:

Масса бюкса с солью – 13,9602 г

Масса пустого бюкса – 12,4234 г

Масса навески соли – 1,5368 г

Масса бюкса с солью после высушиваний:

1). 13,7352 г 2). 13,7341 г 3). 13,7340 г.

Количество кристаллизационной воды в навеске:

$13,9602 \text{ г} - 13,7340 \text{ г} = 0,2262 \text{ г}$.

В 1,5368 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится 0,2262 г H_2O

В 100 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится X г H_2O

$X = 0,2262 \cdot 100 / 1,5268 = 14,72 \text{ г}$, или 14,72%.

Проверка точности проведенного анализа.

Найденную величину кристаллизационной воды сравните с теоретически вычисленным значением содержания ее в кристаллогидрате $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Исходя из постоянных величин молекулярных масс, составим следующую пропорцию:

В 244,3 г ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) содержится 36,03 г (H_2O)

В 100 г ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) содержится г X (H_2O).

$X = 36,03 \cdot 100 / 244,3 = 14,75 \text{ г}$, или 14,75%.

Абсолютная ошибка анализа составляет: $14,72 - 14,75 = -0,03 \%$.

Относительная ошибка анализа составляет: $(-0,03) \cdot 100 / 14,75 = -0,20(96)$.

Правильно проведенным анализ считается, когда эта разница не превышает + 0,05 %.

Лабораторная работа VIII

«Определение содержания бария в кристаллогидрате хлорида бария»

Определение бария гравиметрическим методом основано на осаждении бария в виде сульфата, прокаливании осадка до постоянной массы, взвешивании его и расчете содержания бария. BaSO_4 – труднорастворимое соединение ($\text{ПР} = 1,1 \cdot 10^{-10}$). Весовая форма соответствует осаждаемой. В качестве осадителя используют 2 н. раствор H_2SO_4 .

Ход работы

- 1) Объем исходного раствора соли бария разбавляют до 70-80 мл дистиллированной водой и нагревают до 80-90⁰С.
- 2) Заранее рассчитанный объем серной кислоты (осадителя) помещают в стакан, разбавляют до 70-80 мл и нагревают до 80-90⁰С.
- 3) Осаждение бария. Осадитель добавляют из бюретки по каплям к раствору соли бария при постоянном перемешивании, дают постоять, пока раствор над осадком не станет прозрачным, проверяют на полноту осаждения и оставляют до формирования кристаллического осадка на несколько часов.
- 4) Фильтрование осадка. Устанавливают кольцо на штатив, помещают в него воронку (скошенный конец воронки должен касаться стакана). Складывают бумажный фильтр, помещают в воронку. Смачивают фильтр водой таким образом, чтобы между стеклом и бумагой не осталось пузырьков воздуха. Осторожно сливают через воронку отстоявшуюся жидкость над осадком (обязательно по стеклянной палочке во избежание расплескивания жидкости). Фильтр нельзя заполнять до краев! Убирая стакан, ведут носиком вверх по палочке. Палочку после декантации оставляют в стакане!
- 5) Промывание осадка. Во избежание потерь, а также для удаления примесей в качестве промывной жидкости используют разбавленный раствор осадителя (5 см³ серной кислоты на 100 см³ воды). Осадок промывают декантацией: 15-20 см³ промывной жидкости вносят в стакан, перемешивают, дают осадку осесть и опять сливают жидкость по палочке на фильтр. Повторяют операцию 3-4 раза.
- 6) Осадок количественно переносят на фильтр (для этого наливают в стакан небольшое количество промывной жидкости, взмучивают осадок и переносят суспензию по палочке на фильтр). Следы осадка снимают со стакана и палочки кусочком фильтровальной бумаги, кладут его в воронку.
- 7) Промывание осадка на фильтре. Осадок промывают большим количеством маленьких порций жидкости, которой всякий раз дают полностью стекать (промывная жидкость – дистиллированная вода). Повторив операцию 4-5 раз, делают пробу на полноту удаления примесей (пробу объемом 1-2 см³ подкисляют азотной кислотой, добавляют нитрат серебра. Если муть AgCl не появляется, промывание прекращают).
- 8) Высушивание осадка. Воронку с осадком накрывают листом влажной фильтровальной бумаги, прижимают края к наружной поверхности воронки. После этого воронку помещают в сушильный шкаф (не более чем на 20 мин)
- 9) Взвешивают чистый прокаленный тигель. Извлекают фильтр с осадком из воронки, и, держа над тиглем, аккуратно сворачивают и укладывают в тигель. Фильтр озоляют и прокаливают в муфельной печи при 600-800⁰С до постоянной массы (последний результат взвешивания не должен отличаться от предыдущего более чем на 0,0002 г).

Данные **всех** взвешиваний записывают в таблицу

№ тигля	Масса тигля, г	Масса тигля с осадком после высушивания, г	Масса осадка, г

По полученному результату рассчитывают массу бария в исходном растворе и сообщают результат преподавателю. Рассчитывают относительную погрешность определения массы бария на основании истинного значения, сообщаемого преподавателем.

Вопросы для контроля

1. Сущность и виды гравиметрического метода анализа.

2. Осаждаемая и весовая формы; требования, предъявляемые к ним.
3. Условия аналитического выделения и свойства кристаллических осадков. Какие цели преследуют созданием определенных условий при осаждении кристаллических осадков?
4. Требования к осадителям. Расчет количества осадителя.
5. Почему раствор осадителя добавляют к раствору осаждаемого вещества, а не наоборот?
6. Пояснить, с какой целью проводят разбавление и нагревание растворов осадителя и осаждаемого вещества, постоянное перемешивание при осаждении.
7. Какие процессы происходят с кристаллическими осадками при их старении? Почему старение осадка выгодно для анализа?
8. Каким объемом а) воды и б) 0,01М раствора серной кислоты можно промыть 0,2 г сульфата бария, чтобы потери не превысили точности гравиметрического метода анализа? $PP(\text{BaSO}_4) = 1.1 \cdot 10^{-10}$.

Опрос по лабораторным работам VII и VIII

1. Почему осаждение BaSO_4 производится: из разбавленных растворов; в кислой среде; при нагревании растворов; в присутствии солей аммония?
2. Рассчитать % алюминия в сплаве, если масса навески сплава составляет 0,8519 г. В ходе анализа получено 0,1426 г окиси алюминия.
3. Из навески смеси х.ч. NaCl и KCl общей массой 0,1225 г получили осадок AgCl массой 0,2850 г. Вычислить % содержание NaCl и KCl в смеси.
4. Для анализа взято 0,4927 г неизвестного кристаллогидрата хромата натрия. В ходе анализа получено 0,1095 г окиси хрома. Определить число молекул воды в кристаллогидрате.
5. В каком случае осадок будет лучше промыт, если его промывать 2 раза порциями по 50 мл промывной жидкости или 10 раз по 10 мл этой жидкости?
6. Сколько мл 5% раствора серной кислоты нужно взять для осаждения железа из навески 0,6235 г сплава, содержащего около 40% железа, для растворения в нем железа в виде Fe_2O_3 ?

Рейтинговая контрольная работа 5. Гравиметрический анализ

1. Как влияют температура и природа растворителя на растворимость осадка?
2. Сколько мл 0,1 М раствора BaCl_2 потребуется для осаждения серы в виде BaSO_4 из навески каменного угля массой 2 г, содержащего около 2% серы, если осадитель добавлен в стехиометрическом соотношении?
3. Сколько мл 1 М серной кислоты надо взять согласно уравнению реакции для осаждения свинца из раствора, содержащего 0,5 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?
4. Из 25 мл раствора сульфата магния получили осадок BaSO_4 массой 0,3247 г. Сколько грамм $\text{M}_2\text{P}_2\text{O}_7$ получится из 10 мл этого же раствора MgSO_4 ?
5. Осадок BaSO_4 массой 0,1 г промыт 250 мл дистиллированной воды. Сколько осадка при этом перейдет в раствор в %?
6. Рассчитайте % содержание MgO в исследуемом образце после прокаливании, если до прокаливании навеска состояла из 36% MgCO_3 ; 51% $\text{Mg}(\text{OH})_2$; 16% H_2O ; 3% SiO_2 .

Тема 11. Метод кислотно-основного титрования

Лабораторная работа IX

«Определение содержания кислот методом кислотно-основного титрования»

К методу кислотно-основного титрования относят титриметрические определения, в основе которых лежит реакция: $H^+ + OH^- = H_2O$.

По этому методу возможно определение различных кислот, оснований, некоторых солей, определение жесткости воды, азота в органических соединениях и т.д. В качестве титрантов обычно используют растворы хлороводородной и серной кислот, растворы щелочей.

Задача 1. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты

Ход работы

- 1) В три колбы для титрования вносят пипеткой 10 мл 0,1н. раствора Na_2CO_3 . В каждую из колб прибавляют по 1-2 капли индикатора метилового оранжевого.
- 2) Чисто вымытую бюретку ополаскивают 2 раза небольшим количеством приготовленного раствора HCl , чтобы удалить из нее остатки воды, после чего заполняют бюретку раствором HCl . Устанавливают уровень раствора HCl в бюретке на ноль и приступают к титрованию.
- 3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из желтой в красно-оранжевую.
- 4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое 3 измерений.
- 5) Искомую концентрацию кислоты рассчитывают по формуле:

$$N_{HCl} = N_{Na_2CO_3} \cdot \frac{V_{Na_2CO_3}}{V_{HCl}}$$

Задача 2. Определение гидроксида натрия

У лаборанта получают задачу – неизвестный объем раствора щелочи с неизвестной концентрацией. Задача состоит в определении массы щелочи, содержащейся в выданной пробе.

Ход работы

- 1) В колбы с неизвестным количеством щелочи добавляют по 1-2 капли индикатора (фенолфталеина или метилового оранжевого).
- 2) Чисто вымытую бюретку ополаскивают 2 раза небольшим количеством 0,1н. раствора HCl , чтобы удалить из нее остатки воды, после чего заполняют бюретку 0,1н. раствором HCl . Устанавливают уровень раствора HCl в бюретке на ноль и приступают к титрованию.
- 3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора: при использовании метилового оранжевого – из желтой в красно-оранжевую, при использовании фенолфталеина – из малиновой в бесцветную.
- 4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое 3 измерений. Рассчитывают массу щелочи по формуле (5) и относительную погрешность определения.

Лабораторная работа X

«Определение состава карбонатных и фосфатных смесей»

Определение карбонат-ионов и щелочи или карбонат- и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию, как описано выше, и заполняют ее 0,1н. раствором HCl .
- 2) *Определение карбонат-ионов и щелочи.* К раствору смеси в колбу для титрования прибавляют 20,00 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют из

бюретки раствором HCl до обесцвечивания раствора. Измеряют объем HCl (V_1). Этот объем кислоты расходуется на титрование карбонат-ионов до гидрокарбонат-ионов и на титрование щелочи. В оттитрованный по фенолфталеину раствор вводят 2 капли метилового оранжевого и, не заполняя бюретку, продолжают титровать раствором HCl до перехода окраски из желтой в красно-оранжевую. Измеряют объем HCl (V_2), израсходованный на титрование карбонат-ионов до CO_2 и щелочи (отсчет ведут от нуля).

3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Расчет объемов соляной кислоты, израсходованной на титрование карбонат-ионов и щелочи, производят по формулам:

$$V_{\text{HCl}/\text{CO}_3^{2-}} = 2(V_2 - V_1)$$

$$V_{\text{HCl}/\text{OH}^-} = V_2 - 2(V_2 - V_1) = 2V_1 - V_2$$

Используя значения объемов кислоты, израсходованной на титрование, рассчитывают содержание карбоната натрия и щелочи в выданной пробе и относительную погрешность определения.

4) *Определение карбонат- и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии.* К раствору смеси в колбу для титрования прибавляют 20,00 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют из бюретки раствором HCl до обесцвечивания раствора. Измеряют объем HCl (V_1). Это объем кислоты, израсходованный на титрование карбонат-ионов до гидрокарбонат-ионов. В оттитрованный по фенолфталеину раствор вносят 2 капли метилового оранжевого и, не заполняя бюретку, титруют раствором HCl до перехода окраски из желтой в красно-оранжевую. Измеряют объем HCl (V_2), израсходованный на титрование карбонат-ионов до CO_2 (отсчет ведут от нуля).

5) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Расчет объема соляной кислоты, израсходованной на титрование карбонат-ионов, производят по формуле: Объем кислоты, израсходованной на титрование гидрокарбонат-ионов, рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{HCl}/\text{CO}_3^{2-}} = 2V_1$$

$$V_{\text{HCl}/\text{HCO}_3^-} = V_2 - 2V_1$$

Используя значения объемов кислоты, израсходованной на титрование, рассчитывают содержание гидрокарбонат- и карбонат-ионов в выданной пробе и относительную погрешность определения.

Опрос по лабораторным работам IX и X

1. К 25 мл 0,1 М раствора карбоната натрия добавлено 14,71 мл соляной кислоты (pH=7). Вычислить концентрацию соляной кислоты.
2. К 15,05 мл 0,1 М раствора фосфорной кислоты добавлено 45,15 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия. Вычислить pH полученного раствора.
3. К смеси, состоящей только из Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 добавили 50 мл 0,1 Н раствора гидроксида натрия. Избыток щелочи оттитровали 20,5 мл 0,0905 Н раствором соляной кислоты по фенолфталеину. Вычислить % NaH_2PO_4 в смеси.

- По данным титрования вычислить концентрацию исходных растворов, если к 20 мл 0,125 М раствора H_3PO_4 добавили 50 мл раствора гидроксида натрия ($\text{pH}=9,17$).
- Сколько воды нужно добавить к 1800 мл раствора едкого натра с титром 0,01521 г/мл, чтобы 1 мл полученного раствора соответствовал 0,02 г хлорида аммония?
- Какой из индикаторов, м.-о, ф-ф или лакмус, пригоден для титрования гидроксида натрия хлороводородной кислотой?
- К 0,5000 г смеси, содержащей Na_2CO_3 и NaHCO_3 , прибавили 25,00 мл соляной кислоты с титром 0,004000 г/мл. На титрование избытка кислоты израсходовали 15,00 мл раствора гидроксида натрия с титром 0,002000 г/мл. Вычислить % карбоната натрия в исходной смеси.

Рейтинговая контрольная работа 6. Метод кислотно-основного титрования

- Сколько % N_2O_5 содержит образец, если навеска его массой 5 г растворена в мерной колбе на 200 мл, на нейтрализацию 50 мл этого раствора затратили 15,5 мл 0,1915 Н раствора NaOH .
- Вычислить % свободного SO_3 в олеуме, если на титрование 1,2 г олеума в присутствии индикатора м.-о. израсходовали 4,928 мл 0,5202 Н раствора NaOH .
- Какой объем 0,1012 Н раствора HCl прибавили к навеске 0,2 г Na_3PO_4 , если на титрование избытка кислоты с ф-ф затратили 25 мл раствора NaOH ($T_{\text{NaOH}}=0,034$ г/мл)?
- Сколько грамм Na_2CO_3 содержится в растворе, если на нейтрализацию его до NaHCO_3 израсходовали 21,40 мл раствора HCl ($T_{\text{HCl}}=0,002789$ г/мл)?
- Навеску 0,6 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. На титрование 20 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл NaOH . Определить нормальность раствора NaOH и его титр по щавелевой кислоте.
- Можно ли оттитровать 0,01 Н раствор CH_3COOH 0,01 Н раствором NaOH с индикатором нейтральный красный ($\text{pT}=7$)?
- Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92% NaOH и 8% индифферентных примесей растворили в мерной колбе, вместимостью 100 мл. Определите молярную концентрацию кислоты, T_{HCl} , $T_{\text{HCl}/\text{NaOH}}$, если на титрование 15 мл раствора щелочи израсходовали 19,5 мл соляной кислоты.

Тема 12. Методы окислительно- восстановительного титрования

Лабораторная работа XI

Окислительно-восстановительное титрование.

«Перманганатометрия. Бихроматометрия»

Окислительно-восстановительным титрованием называют группу титриметрических методов анализа, основанных на использовании окислительно-восстановительных реакций. К важнейшим методам окислительно-восстановительного титрования относят иодометрию, перманганатометрию, бихроматометрию, цериметрию и др.

Перманганатометрия

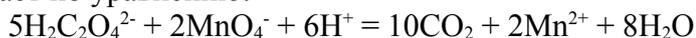
Перманганатометрическим титрованием называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта раствор KMnO_4 . Поскольку титрант имеет интенсивную окраску, перманганатометрическое титрование проводят без индикатора. Конечную точку титрования обнаруживают по появлению или исчезновению окраски KMnO_4 .

Перманганатометрическое титрование чаще всего проводят в кислой среде, реже – в нейтральной. Для создания кислой среды применяют серную кислоту, поскольку азотная кислота сама является сильным окислителем, а хлороводородная, напротив, может окисляться титрантом. В основе метода лежит следующее равновесие: $\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$; $E^0 = +1,51$ В.

Задача 1. Стандартизация раствора перманганата калия

Исходным раствором для установления концентрации перманганата калия служит дигидрат щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Реакция протекает по уравнению:



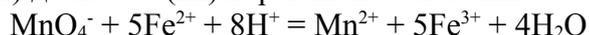
Ход работы

- 1) Рассчитывают массу кристаллогидрата щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), необходимую для приготовления 100 мл 0,1н. раствора.
- 2) Берут рассчитанную навеску щавелевой кислоты и переносят в мерную колбу на 1000 мл. Растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды. Раствор тщательно перемешивают.
- 3) Готовят три конические термостойкие колбы для титрования. В каждую вносят по 15 мл раствора серной кислоты (2н.), нагревают до 80-90 °С, добавляют по 10 мл приготовленного раствора щавелевой кислоты. (*Раствор щавелевой кислоты добавляют в колбу непосредственно перед титрованием, поскольку при повышенной температуре щавелевая кислота разрушается.*) Раствор быстро оттитровывают раствором перманганата калия, при этом сначала прибавляют 1-2 капли титранта и ожидают, перемешивая, пока раствор обесцветится. Следующие порции титранта можно прибавлять быстрее. Конец титрования определяют по исчезающей розовой окраске раствора, появляющейся при добавлении избыточной капли титранта. Бюретку готовят к титрованию, как описано выше.
- 4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Молярную концентрацию эквивалента перманганата калия рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{KMnO}_4} = N_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} / V_{\text{KMnO}_4}$$

Задача 2. Определение железа в соли Мора

Определение железа в соли Мора ($(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) основано на окислении железа(II) до железа(III) перманганатом калия:

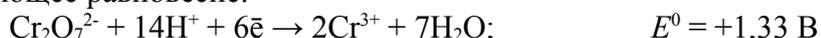


Ход работы

- 1) Бюретку к титрованию готовят, как описано выше, и заполняют ее 0,05н. раствором перманганата калия.
- 2) У лаборанта получают конические колбы с раствором соли Мора. В колбы с анализируемым раствором добавляют по 5 мл раствора H_2SO_4 (1:4) и по 5 капель H_3PO_4 (конц.), после чего приступают к титрованию. Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из бесцветной в розовую.
- 3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. По полученному усредненному значению объема раствора KMnO_4 рассчитывают содержание железа (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Бихроматометрия

Бихроматометрией называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. В основе метода лежит следующее равновесие:



Для обнаружения конечной точки в бихроматометрическом титровании используют окислительно-восстановительные индикаторы.

Задача 1. Определение железа в соли Мора

Определение железа в соли Мора $((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ основано на окислении железа(II) до железа(III) бихроматом калия: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$. В качестве индикатора используют дифениламин.

Ход работы

- 1) Бюретку к титрованию готовят, как описано выше, и заполняют ее 0,05н. раствором $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
- 2) У лаборанта получают конические колбы с раствором соли Мора. В колбы с анализируемым раствором добавляют по 5 мл раствора H_2SO_4 (1:4) и по 5 капель H_3PO_4 (конц.), 1-2 капли индикатора дифениламина, после чего приступают к титрованию растворов, содержащих неизвестное количество Fe^{2+} .
- 3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из зеленой в сине-фиолетовую.
- 4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. По полученному усредненному значению объема раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ рассчитывают содержание железа (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Опрос по лабораторной работе XI

1. Как приготовить рабочий раствор KMnO_4 и установить его молярную концентрацию эквивалента? Почему молярная концентрация эквивалента KMnO_4 может измениться с течением времени?
2. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М FeSO_4 0,01 М раствором KClO_3 при $[\text{H}^+] = 0,1$ моль/л.
3. Какой объем 0,5000 Н KMnO_4 необходимо прибавить к 500 мл раствора с $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}}=0,00280$, чтобы получить раствор с $T_{\text{KMnO}_4}=0,004250$?
4. Какую массу руды, содержащей 60% Fe_2O_3 , следует взять для анализа, чтобы после соответствующей обработки на титрование полученной соли железа (II) израсходовать 20,00 мл 0,100 Н раствора KMnO_4 ?
5. Установлено, что 50,00 мл раствора I_2 по своей окисляющей способности эквивалентны 29,47 мл раствора дихромата калия с титром по железу 0,001876 г/мл. Вычислить молярную концентрацию эквивалента обоих растворов.

Рейтинговая контрольная работа 7. Методы окислительно-восстановительного титрования

1. Почему при титровании оксалата натрия или щавелевой кислоты перманганатом калия первые порции (капли) титранта обесцвечиваются медленно?
2. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М H_2SO_3 0,02 М раствором KMnO_4 при $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
3. До какого объема следует разбавить 500 мл 0,1000 Н раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, чтобы получить раствор с титром по железу равным 0,0050 г/мл?
4. Навеску образца массой 0,100 г, содержащего 99,98% Fe, растворили в серной кислоте без доступа воздуха и оттитровали 0,1000 Н раствором KMnO_4 . Какой объем KMnO_4 израсходовали на титрование?
5. Какой объем хлорной воды, содержащей около 2% хлора, следует взять, чтобы на ее иодометрическое титрование израсходовать около 20 мл раствора тиосульфата натрия $[T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,02453$ г/мл]?

Тема 13. Методы осаждения

Вопросы к собеседованию

1. Перечислите требования, предъявляемые к реакциям осадительного титрования.
2. В каких случаях кривая титрования симметрична относительно точки эквивалентности, а в каких ассиметрична?
3. Чем определяется величина скачка титрования?
4. Объясните возможность титрования галогенидов при их совместном присутствии.
5. Назовите способы обнаружения конечной точка осадительного титрования.
6. На чем основано применение адсорбционных индикаторов в методе осадительного титрования.

Тема 14. Комплексонометрия

Лабораторная работа XII

«Комплексонометрическое титрование»

Задача 1. Стандартизация раствора ЭДТА (трилона Б)

Концентрацию ЭДТА устанавливают по химически чистым CaCO_3 , ZnO , металлам (Zn , Bi , Fe) или по фиксаналу соли магния, например, 0,01-0,15н. растворам MgSO_4 .

Ход работы

- 1) Бюретку готовят как обычно и заполняют ее стандартным раствором трилона Б.
- 2) В колбу для титрования вносят пипеткой 10 мл 0,05н. раствора MgSO_4 , добавляют 5 мл аммиачной буферной смеси и с кончика шпателя 20-30 мг смеси индикатора с хлоридом натрия.
- 3) Раствор оттитровывают стандартным раствором трилона Б. Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски раствора из вишнево-красной в синюю (с зеленоватым оттенком).
- 4) Титрование проводят 3 раза. Полученные данные усредняют.
- 5) Концентрацию эквивалента трилона Б рассчитывают по формуле:

Задача 2. Определение кальция и магния при совместном присутствии

$$N_{\text{ЭДТА}} = N(\text{MgSO}_4) \cdot V(\text{MgSO}_4) / V_{\text{ЭДТА}}$$

Константы устойчивости этилендиаминтетраацетатов кальция и магния различаются на 2 порядка (логарифмы констант устойчивости равны 10,7 и 8,7 для кальция и магния соответственно при 20 °С и ионной силе 0,1). Поэтому эти ионы нельзя оттитровать отдельно, используя только различие в константах устойчивости комплексонов. При $\text{pH}_{\text{отт}} \approx 10$ в качестве металлоиндикатора используют эриохром черный Т (хромоген). При этих условиях определяют сумму кальция и магния. В другой аликвотной части создают $\text{pH} > 12$, вводя NaOH . При этом магний осаждается в виде гидроксида, его не отфильтровывают, и в растворе определяют кальций в присутствии мурексида.

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.
- 2) У лаборанта получают мерную колбу с анализируемым раствором и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.
- 3) *Определение суммарного содержания кальция и магния.*

В колбу для титрования помещают 10 мл анализируемого раствора, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора и на кончике шпателя эриохром черный Т. Перемешивают до полного растворения индикаторной смеси и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора из винно-красной в синюю. Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют. Значение объема (V_1) раствора трилона Б – это объем, пошедший на титрование кальция и магния.

4) Определение кальция.

Бюретку заполняют раствором титранта. Отбирают пипеткой 10,00 мл анализируемого раствора в колбу для титрования, прибавляют 5 мл 2н. раствора NaOH или KOH, вводят 20-30 мг индикаторной смеси мурексида с хлоридом натрия и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора от одной капли раствора ЭДТА из розовой в фиолетово- сиреневую. Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют. Полученное значение объема (V_2) раствора трилона Б – это объем, пошедший на титрование кальция. Используя значение V_2 , рассчитывают содержание кальция (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

5) Расчет содержания магния. Объем титранта, израсходованный на титрование магния, вычисляют по разности объемов ЭДТА, пошедшего на титрование суммы определяемых катионов и на титрование кальция ($V_1 - V_2$). Используя полученное значение объема ЭДТА, рассчитывают содержание магния (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Задача 3. Определение постоянной жесткости воды

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.
- 2) Отбирают мерным цилиндром 50 мл водопроводной воды и переносят в коническую колбу. Добавляют 5 мл аммиачного буфера и вносят на кончике шпателя индикатор эриохром черный Т, после чего оттитровывают раствором трилона Б до перехода окраски из винно- красной в синюю.
- 3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Жесткость (ммоль-экв/л) рассчитывают по формуле:

$$Ж = N_{\text{трилонаБ}} \cdot V_{\text{трилонаБ}} \cdot 1000 / V_{\text{воды}}$$

Задача 4. Определение меди

Ход работы

- 1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.
- 2) У лаборанта получают мерную колбу с анализируемым раствором и доводят объем до метки дистиллированной водой.
- 3) В колбу для титрования помещают 10 мл анализируемого раствора, прибавляют 20 мл воды, 5 мл ацетатного буферного раствора (рН раствора должно быть около 6) и на кончике шпателя 20-30 мг индикаторной смеси мурексида с хлоридом натрия. Титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора из зеленовато-желтого в фиолетовую. К оттитрованному раствору добавляют 1 каплю концентрированного раствора аммиака. Если окраска осталась фиолетовой, титрование закончено, а если раствор стал желтым или желто-зеленым, его дотитровывают раствором ЭДТА до установления фиолетовой окраски.
- 4) Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют и рассчитывают

содержание меди (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Опрос по лабораторной работе XII

1. В чем состоит сущность меркуриметрии? Назовите рабочий раствор, индикаторы, применяемые в анализе. Запишите уравнения реакций определения Br^- .
2. Какая масса сульфата содержится в пробе, если после прибавления 20,0 мл 0,06315 М раствора хлорида бария его избыток был оттитрован 15,64 мл 0,04640 М ЭДТА?
3. На титрование 25,00 мл раствора нитрата бария в присутствии $\text{Na}_2\text{MgЭДТА}$ затратили 18,05 мл 0,1 М ЭДТА ($K=0,9878$). Вычислите концентрацию (г/л) исследуемого раствора $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.
4. Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в ацетате свинца, если на титрование раствора, полученного из 0,1000 г его, израсходовали 11,68 мл 0,02500 М раствора ЭДТА.
5. Вычислить массовую долю (%) CaCO_3 и MgCO_3 в известняке, если после растворения 1,0000 г его получили 100,0 мл раствора, на титрование 20 мл которого для определения суммы Ca и Mg затратили 19,25 мл 0,0514 М ЭДТА, а на титрование Ca в отдельной пробе (20 мл) израсходовали 6,25 мл того же раствора ЭДТА.

Рейтинговая контрольная работа 8. Комплексометрия

1. Как зависит скачок титрования от константы устойчивости комплексного соединения, температуры, концентрации дополнительного лиганда и pH среды?
2. Какую массу $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, содержащего 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на титрование ее потребовалось около 10 мл 0,1 М раствора ЭДТА?
3. К 20 мл раствора соли марганца прибавили 25 мл 0,01012 М раствор ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 14,36 мл 0,01008 М раствора ZnSO_4 . Вычислите концентрацию (в г/л) марганца в исходном растворе.
4. Определить массовую долю алюминия в сплаве (в%), если после растворения навески массой 0,6500 г его и удаления примесей общий объем раствора довели до 250 мл, к 20,00 мл полученного раствора добавили $\text{Na}_2\text{MgЭДТА}$ и оттитровали 15,18 мл 0,05023 М раствором ЭДТА.
5. В процессе анализа каолина навеску его массой 0,5108 г сплавляли с Na_2CO_3 и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, плав растворили в разбавленной соляной кислоте и объем раствора довели до 250 мл. Пробу 100,0 мл раствора нейтрализовали, добавили уротропин, отфильтровали выпавшую в осадок кремниевую кислоту, промыли; фильтрат и промывные воды оттитровали 10,16 мл 0,005040 М ЭДТА в присутствии 20%-ного раствора КОН. Вычислить массовую долю (%) CaO в каолине.

Тема 15. Физико-химические методы анализа

Вопросы к собеседованию

1. Что такое стандартный образец? Как его приготовить?
2. Опишите приемы релятивизации и рандомизации погрешностей.
3. Что такое воспроизводимость? Какие критерии используются для оценки воспроизводимости? Дайте определение отклонения, среднего отклонения, размаха варьирования, дисперсии, стандартного отклонения.
4. Что такое степень свободы? Как она связана с числом вариантов в выборке?
5. Как выражается дисперсия и стандартное отклонение генеральной и выборочной совокупности?
6. В каких случаях можно считать выборочную совокупность генеральной с достаточной и хорошей степенями приближения?

7. Что такое правильность?
8. Что такое доверительный интервал и доверительные границы?
9. Как выражается доверительный интервал при разной доверительной вероятности?

Вопросы к тестированию

1. Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является:
 - а) NH_4OH
 - б) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
 - в) HCl
 - г) H_2SO_4
2. При определении концентрации сульфата меди йодометрическим методом применяется титрование:
 - а) прямое
 - б) обратное
 - в) по методу замещения
 - г) кислотно-основное
3. Какой вид имеет кривая титрования NH_4OH раствором соляной кислоты?
4. Основным уравнением процесса нейтрализации в водных растворах является:
 - а) $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
 - б) $2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
 - в) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 - г) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$
5. Укажите верное утверждение:
 - а) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования
 - б) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем больше скачок титрования
 - в) концентрация титруемой кислоты не влияет на скачок титрования
 - г) все ответы не верны.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

3 семестр

Качественный анализ

Тема 1. «Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа»

1. Какая масса воды потребуется для растворения 12 г хлорида натрия, чтобы получить 5% раствор?
2. Определить молярную концентрацию 1,9N раствора фосфорной кислоты ($\rho=1,031\text{г/мл}$).
3. Какой объем 8N раствора гидроксида натрия потребуется для приготовления 2 л 5%-ного раствора ($\rho=1,031\text{г/мл}$).
4. Как зависит степень диссоциации электролита от константы диссоциации и концентрации? Вывести соответствующую формулу.
5. Что такое ионная сила раствора, кажущаяся активная концентрация в растворах сильных электролитов?
6. Привести уравнение для расчета буферной емкости. Чем она характеризуется?
7. Степень диссоциации 0,1N раствора уксусной кислоты равна 0,0125. Определить концентрации ионов водорода, ацетат-ионов, неионизированных молекул уксусной кислоты, вычислить константу диссоциации.
8. Вычислить ионную силу раствора, коэффициенты активности и активность ионов Zn^{2+} и NO_3^- в 0,005M растворе нитрата цинка.
9. К 2 мл 0,4M раствора уксусной кислоты прибавили 3 мл 0,2M раствора гидроксида натрия. Вычислить pH полученного буферного раствора.

Тема 2. «Закон действия масс и гетерогенные процессы»

1. Вычислить ПР, если в 100 мл насыщенного раствора содержится 0,00151 г AgCl.
2. Во сколько раз растворимость оксалата кальция в 0,01М растворе оксалата аммония меньше по сравнению с растворимостью в чистой воде?
3. Выпадет ли осадок гидроокиси кадмия из раствора, содержащего 0,005 М соли кадмия и 0,1 М аммиака?
4. В насыщенном растворе иодида свинца концентрация ионов Pb^{2+} увеличена в 10 раз. Чему будет равна концентрация ионов I^- ?
5. Вычислить, сколько граммов серебра содержится в 500 мл насыщенного раствора фосфата серебра.
6. Что такое ПР; сформулируйте правило произведения растворимости.
7. Как влияет одноименный ион Ра растворимость малорастворимого сильного электролита?
8. Сформулируйте основные условия выпадения и растворения осадков. Приведите примеры.

Тема 3. «Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности»

1. Вычислить степень гидролиза и рН 0,1 М раствора фторида натрия.
2. Вычислить рН и концентрацию арсенат-ионов в 0,1 М растворе трехзамещенного арсената аммония.
3. Вывести уравнение, связывающее степень гидролиза с константой гидролиза и концентрацией гидролизующейся соли.
4. Что такое процесс гидролиза, основные типы гидролиза солей, причины процессов гидролиза в растворах гидролизующихся солей.
5. Вычислить константу гидролиза 1%-ного раствора ацетата натрия.

Темы 4-5. «Окислительно-восстановительные равновесия».

«Комплексообразование в аналитической химии»

1. Уравнение Нернста, физический смысл всех величин, входящих в уравнение.
2. Как изменится потенциал серебряного электрода, если к раствору $AgNO_3$ добавить водный раствор: а) аммиака; б) иодид калия?
3. Какие из следующих металлов смогут восстановить ионы H^+ в H_2 : Cd, Sn, Sb, Al, Ag? Ответ подтвердить необходимыми уравнениями реакций и расчетами.
4. Какими способами можно увеличить или уменьшить значение потенциала окислительно-восстановительной пары?
5. Можно ли действием нитрита натрия в кислой среде восстановить: а) MnO_4^- до Mn^{2+} ; б) Zn^{2+} до Zn; в) ClO_3^- до Cl^- ; г) $Cr_2O_7^{2-}$ до Cr^{3+} ? Ответ подтвердить расчетами.
6. Привести примеры использования окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе для: а) открытия ионов; б) разделения ионов; в) растворения твердых соединений.
7. Почему ртуть не растворяется в H_2SO_4 , но растворяется в HI с выделением водорода?
8. Как протекает процесс ступенчатой диссоциации комплексных солей; применение закона действия масс к процессам комплексообразования.
9. Что такое ступенчатые и общие константы устойчивости комплексного соединения? От чего зависит устойчивость или нестойкость комплексных солей?
10. Что называется внутрикомплексным соединением? Приведите примеры.
11. Вычислить константу нестойкости комплексного иона $[Ag(NH_3)_2]^+$, если в 0,1М растворе соли концентрация ионов $[Ag^+] = 5,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л.
12. Рассчитать концентрацию продуктов диссоциации в 0,001М растворе комплексной соли $K_2[Hg(CNS)_4]$.
13. Составьте формулы следующих комплексных солей:

хлорид триакватриамминохрома (III), гексанитроникелат натрия, аквапентагидроксоалюминат натрия, тетрахлоферрат (III) натрия, нитрат пентаамминороданокобальта (III), нитрат диаминцинка.

14. Дайте названия следующим комплексным солям, указав валентность комплексообразователя:

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5 \text{H}_2\text{O}] \text{Cl}_3$, $\text{K}_3[\text{PtCl}_5]$, $\text{Ca}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

$\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$, $\text{Na}_4[\text{Ni}(\text{CN})_6]$.

$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$, $\text{K}[\text{AuCl}_4]$.

Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Как влияют температура, pH, добавление одноименного иона и и посторонних электролитов на растворимость малорастворимого сильного электролита? Одинакова ли растворимость солей MgF_2 и BaCO_3 , если известно, что их ПР приблизительно близки между собой?

2. Вычислить степень диссоциации и концентрацию иона аммония, если к 50 мл 0,1% раствора аммиака прибавлен 1 гр КОН.

3. К 150 мл раствора PbCl_2 прибавлено 10 мл 3% раствора NaCl . Сколько моль/л свинца останется в растворе?

4. Сколько мг $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ должно содержаться в 200 мл раствора с pH 3,5 чтобы при насыщении его сероводородом образовался осадок ZnS . Концентрация H_2S = 0,1 моль/л.

5. Какой объем 1% раствора едкого натра надо добавить к 25 мл 0,3 М фосфорной кислоты, чтобы получить раствор с pH 2,5?

6. Смешано 40 мл 0,3 М HCOOK и 20 мл 0,15 М КОН. Вычислить pH и степень гидролиза.

7. В 0,6 М раствор $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_3]$ ввели цианид-ион так, что концентрация последнего получилась 0,005 моль/л. Определить концентрацию иона меди.

8. Сколько грамм NH_4Cl необходимо прибавить к 20 мл раствора, содержащего 0,005 моль MnCl_2 и 0,2 моль раствора аммиака, чтобы осадок не выпадал?

9. Какой объем 0,2 М HCl надо добавить к раствору, содержащему 1 г карбоната натрия в 250 мл воды, чтобы получить раствор с pH 8,52?

10. Вычислить концентрацию ионов H^+ , OH^- , pH и pOH в 0,01М растворе бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, если $K_{\text{ион}} = 6,6 \cdot 10^{-5}$.

4 семестр

Количественный анализ.

Тема 9. Количественный анализ

Предмет и методы количественного анализа. Значение и роль количественного анализа в развитие химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа. Физические и физико-химические методы количественного анализа, их характеристика. Статистическая обработка результатов анализа

Тема 10. Гравиметрический анализ

Сущность гравиметрического анализа. Количественное выделение из раствора компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Тема 11. Метод кислотно-основного титрования

Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе.

Сущность методов кислотно-основного титрования и область их применения. Ацидиметрия и алкалометрия. Кислотность и щелочность среды, и водородный показатель. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Индикаторы методов кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервалы окраски важнейших индикаторов. Различные случаи титрования. Титрование сильной кислоты щелочью, слабой кислоты щелочью и слабого основания сильной кислотой. Кривые титрования. Точка эквивалентности в различных случаях титрования. Выбор индикаторов для конкретных случаев. Индикаторные ошибки.

Тема 12. Методы окислительно-восстановительного титрования

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций. Кривые титрования. Индикаторы метода редоксиметрии.

Перманганатометрия. Сущность метода и область его применения. Йодометрия. Определение окислителей и восстановителей йодометрическим методом. Рабочие растворы. Раствор тиосульфата и реакции йода с тиосульфатом. Источники ошибок в йодометрии.

Тема 13. Методы осаждения

Методы осаждения. Сущность и теоретические основы методов осаждения. Классификация методов осаждения. Прямое и обратное титрование. Метод Мора, Фаянса и Фольгарда. Область применения методов осаждения. Расчеты в методах осаждения.

Тема 14. Комплексонометрия

Сущность комплексонометрии. Комплексоны. Определение эквивалентной точки. Кривые титрования по методу комплексонометрии. Комплексонометрическое определение жесткости воды.

Тема 15. Физико-химические методы анализа

Электрогравиметрический метод анализа, его сущность и применение. Потенциометрический и кондуктометрический методы анализа. Полярографический метод анализа. Теоретические основы метода. Полярограф.

Оптические методы анализа. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения. Поляриметрия и рефрактометрия. Сущность метода и область применения. Физические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Его сущность и применение.

Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Что такое относительное перенасыщение? Как оно связано с числом центров кристаллизации, скоростью кристаллизации, размеры кристаллов?
2. Привести примеры основных приемов титрования
3. Как зависит величина скачка титрования в методах осаждения от температуры, произведения растворимости, ионной силы раствора, концентрации растворов?
4. Как объясняется направления реакции, используемой для йодометрического определения меди? Почему при йодометрическом определении окислителей употребляют большой избыток иодид калия?
5. Общая характеристика гравиметрического анализа (погрешность, селективность, достоинства и недостатки метода)
6. Стандартизация растворов титранта. способы выражения концентраций растворов, применяемых в объемном анализе?
7. Каким условиям должны отвечать реакции, используемые в методе осаждения?
8. Йодометрия. Приготовление рабочих растворов. Индикаторы йодометрического титрования. Основные условия проведения реакции йода с тиосульфатом.
9. Требования к осадкам. Выбор осадителя.
10. Расчеты в титрометрическом анализе. Фактор эквивалентности, условная частица. Соотношение между нормальной и молярной концентрации.

11. На чем основано действие индикаторов–реагентов и адсорбционных индикаторов в методах осаждения.
12. В чем сущность метода декантации? Какие растворы используются в качестве промывной жидкости при гравиметрических определениях. Привести примеры.
13. При каком условии можно провести ступенчатое титрование многоосновных кислот или смеси кислот?
14. Привести примеры реакций титрования, основанные на образовании осадка.
15. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.
16. Как определяют содержание кристаллизационной воды в кристаллогидратах? О чем свидетельствует достижение постоянной массы при этом?
17. Точность объемного метода анализа. Индикаторные ошибки.
18. Метод Мора (индикатор, оптимальное рН, определяемые вещества)
19. Предложить перманганатометрический метод определения двухвалентного, трехвалентного и общего содержания железа в растворе, если железо находится в обеих формах.
20. Как влияет на полноту осаждения:
 - а) температура раствора
 - б) количество осадителя
 - в) присутствие посторонних электролитов
21. Условия проведения объемного анализа. Требования к реакциям, применяемым в объемном анализе.
22. В чем сущность безиндикаторного метода титрования бромидов и хлоридов растворов AgNO_3 .
23. Перманганатометрия. Прямое титрование при определении восстановителей. Обратное титрование при определении окислителей. Определение по методу замещения.
24. Влияние кислотности (рН раствора на полноту осаждения).
25. Привести примеры выбора индикатора по кривым титрования (метод нейтрализации, метод осаждения, метод окислительно-восстановительного титрования)
26. Метод ФОЛЬГАРДА (индикатор, метод титрования, оптимальная среда возможности метода)
27. Обоснуйте условия осаждения Ba^{2+} . Почему это осаждения ведут в присутствии HCl ?
28. Индикаторы методов кислотно-основного титрования.
29. Сравнить достоинства и недостатки методов перманганатометрии и хроматометрии.
30. При титровании раствора какого галогенида (NaCl или NaBr) одинаковой концентрации точность тиоцианометрического определения будет выше?
31. Расчетные задачи.

Перечень примерных расчетных задач к экзамену

Гравиметрический анализ

Вариант 1

1. Почему осаждение BaSO_4 производится: из разбавленных растворов; в кислой среде; при нагревании растворов; в присутствии солей аммония?
2. Рассчитать % алюминия в сплаве, если масса навески сплава составляет 0,8519 г. В ходе анализа получено 0,1426 г окиси алюминия.
3. Из навески смеси х.ч. NaCl и KCl общей массой 0,1225 г получили осадок AgCl массой 0,2850 г. Вычислить % содержание NaCl и KCl в смеси.
4. Для анализа взято 0,4927 г неизвестного кристаллогидрата хромата натрия. В ходе анализа получено 0,1095 г окиси хрома. Определить число молекул воды в кристаллогидрате.
5. В каком случае осадок будет лучше промыт, если его промывать 2 раза порциями по 50 мл промывной жидкости или 10 раз по 10 мл этой жидкости?

6. Сколько мл 5% раствора серной кислоты нужно взять для осаждения железа из навески 0,6235 г сплава, содержащего около 40% железа, для растворения в нем железа в виде Fe_2O_3 ?

Вариант 2

1. Как влияют температура и природа растворителя на растворимость осадка?
2. Сколько мл 0,1 М раствора BaCl_2 потребуется для осаждения серы в виде BaSO_4 из навески каменного угля массой 2 г, содержащего около 2% серы, если осадитель добавлен в стехиометрическом соотношении?
3. Сколько мл 1 М серной кислоты надо взять согласно уравнению реакции для осаждения свинца из раствора, содержащего 0,5 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?
4. Из 25 мл раствора сульфата магния получили осадок BaSO_4 массой 0,3247 г. Сколько грамм $\text{M}_2\text{P}_2\text{O}_7$ получится из 10 мл этого же раствора MgSO_4 ?
5. Осадок BaSO_4 массой 0,1 г промыт 250 мл дистиллированной воды. Сколько осадка при этом перейдет в раствор в %?
6. Рассчитайте % содержание MgO в исследуемом образце после прокаливании, если до прокаливании навеска состояла из 36% MgCO_3 ; 51% $\text{Mg}(\text{OH})_2$; 16% H_2O ; 3% SiO_2 .

Метод кислотно-основного титрования

Вариант 1

1. К 25 мл 0,1 М раствора карбоната натрия добавлено 14,71 мл соляной кислоты ($\text{pH}=7$). Вычислить концентрацию соляной кислоты.
2. К 15,05 мл 0,1 М раствора фосфорной кислоты добавлено 45,15 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия. Вычислить pH полученного раствора.
3. К смеси, состоящей только из Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 добавили 50 мл 0,1 Н раствора гидроксида натрия. Избыток щелочи оттитровали 20,5 мл 0,0905 Н раствором соляной кислоты по фенолфталеину. Вычислить % NaH_2PO_4 в смеси.
4. По данным титрования вычислить концентрацию исходных растворов, если к 20 мл 0,125 М раствора H_3PO_4 добавили 50 мл раствора гидроксида натрия ($\text{pH}=9,17$).
5. Сколько воды нужно добавить к 1800 мл раствора едкого натра с титром 0,01521 г/мл, чтобы 1 мл полученного раствора соответствовал 0,02 г хлорида аммония?
6. Какой из индикаторов, м.-о, ф-ф или лакмус, пригоден для титрования гидроксида натрия хлороводородной кислотой?
7. К 0,5000 г смеси, содержащей Na_2CO_3 и NaHCO_3 , прибавили 25,00 мл соляной кислоты с титром 0,004000 г/мл. На титрование избытка кислоты израсходовали 15,00 мл раствора гидроксида натрия с титром 0,002000 г/мл. Вычислить % карбоната натрия в исходной смеси.

Вариант 2

1. Сколько % N_2O_5 содержит образец, если навеска его массой 5 г растворена в мерной колбе на 200 мл, на нейтрализацию 50 мл этого раствора затратили 15,5 мл 0,1915 Н раствора NaOH .
2. Вычислить % свободного SO_3 в олеуме, если на титрование 1,2 г олеума в присутствии индикатора м.-о. Израсходовали 49,28 мл 0,5202 Н раствора NaOH .
3. Какой объем 0,1012 Н раствора HCl прибавили к навеске 0,2 г Na_3PO_4 , если на титрование избытка кислоты с ф-ф затратили 25 мл раствора NaOH ($T_{\text{NaOH}}=0,034$ г/мл)?
4. Сколько грамм Na_2CO_3 содержится в растворе, если на нейтрализацию его до NaHCO_3 израсходовали 21,40 мл раствора HCl ($T_{\text{HCl}}=0,002789$ г/мл)?
5. Навеску 0,6 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. На титрование 20 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл NaOH . Определить нормальность раствора NaOH и его титр по щавелевой кислоте.
6. Можно ли оттитровать 0,01 Н раствор CH_3COOH 0,01 Н раствором NaOH с индикатором нейтральный красный ($\text{pT}=7$)?

7. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92% NaOH и 8% индифферентных примесей растворили в мерной колбе, вместимостью 100 мл. Определите молярную концентрацию кислоты, T_{HCl} , $T_{HCl/NaOH}$, если на титрование 15 мл раствора щелочи израсходовали 19,5 мл соляной кислоты.

Методы окислительно-восстановительного титрования

Вариант 1

1. Как приготовить рабочий раствор $KMnO_4$ и установить его молярную концентрацию эквивалента? Почему молярная концентрация эквивалента $KMnO_4$ может измениться с течением времени?
2. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М $FeSO_4$ 0,01 М раствором $KClO_3$ при $[H^+] = 0,1$ моль/л.
3. Какой объем 0,5000 Н $KMnO_4$ необходимо прибавить к 500 мл раствора с $T_{KMnO_4/Fe} = 0,00280$, чтобы получить раствор с $T_{KMnO_4} = 0,004250$?
4. Какую массу руды, содержащей 60% Fe_2O_3 , следует взять для анализа, чтобы после соответствующей обработки на титрование полученной соли железа (II) израсходовать 20,00 мл 0,100 Н раствора $KMnO_4$?
5. Установлено, что 50,00 мл раствора I_2 по своей окисляющей способности эквивалентны 29,47 мл раствора дихромата калия с титром по железу 0,001876 г/мл. Вычислить молярную концентрацию эквивалента обоих растворов.

Вариант 2

1. Почему при титровании оксалата натрия или щавелевой кислоты перманганатом калия первые порции (капли) титранта обесцвечиваются медленно?
2. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М H_2SO_3 0,02 М раствором $KMnO_4$ при $[H^+] = 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
3. До какого объема следует разбавить 500 мл 0,1000 Н раствор $K_2Cr_2O_7$, чтобы получить раствор с титром по железу равным 0,0050 г/мл?
4. Навеску образца массой 0,100 г, содержащего 99,98% Fe, растворили в серной кислоте без доступа воздуха и оттитровали 0,1000 Н раствором $KMnO_4$. Какой объем $KMnO_4$ израсходовали на титрование?
5. Какой объем хлорной воды, содержащей около 2% хлора, следует взять, чтобы на ее иодометрическое титрование израсходовать около 20 мл раствора тиосульфата натрия [$T(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = 0,02453$ г/мл]?

Комплексометрия

Вариант 1

1. В чем состоит сущность меркуриметрии? Назовите рабочий раствор, индикаторы, применяемые в анализе. Запишите уравнения реакций определения Vg^+ .
2. Какая масса сульфата содержится в пробе, если после прибавления 20,0 мл 0,06315 М раствора хлорида бария его избыток был оттитрован 15,64 мл 0,04640 М ЭДТА?
3. На титрование 25,00 мл раствора нитрата бария в присутствии Na_2Mg ЭДТА затратили 18,05 мл 0,1 М ЭДТА ($K = 0,9878$). Вычислите концентрацию (г/л) исследуемого раствора $Ba(NO_3)_2$.
4. Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в ацетате свинца, если на титрование раствора, полученного из 0,1000 г его, израсходовали 11,68 мл 0,02500 М раствора ЭДТА.
5. Вычислить массовую долю (%) $CaCO_3$ и $MgCO_3$ в известняке, если после растворения 1,0000 г его получили 100,0 мл раствора, на титрование 20 мл которого для определения суммы Ca и Mg затратили 19,25 мл 0,0514 М ЭДТА, а на титрование Ca в отдельной пробе (20 мл) израсходовали 6,25 мл того же раствора ЭДТА.

Вариант 2

1. Как зависит скачок титрования от константы устойчивости комплексного соединения, температуры, концентрации дополнительного лиганда и pH среды?
2. Какую массу $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, содержащего 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на титрование ее потребовалось около 10 мл 0,1 М раствора ЭДТА?
3. К 20 мл раствора соли марганца прибавили 25 мл 0,01012 М раствор ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 14,36 мл 0,01008 М раствора ZnSO_4 . Вычислите концентрацию (в г/л) марганца в исходном растворе.
4. Определить массовую долю алюминия в сплаве (в%), если после растворения навески массой 0,6500 г его и удаления примесей общий объем раствора довели до 250 мл, к 20,00 мл полученного раствора добавили $\text{Na}_2\text{MgЭДТА}$ и оттитровали 15,18 мл 0,05023 М раствором ЭДТА.
5. В процессе анализа каолина навеску его массой 0,5108 г сплавили с Na_2CO_3 и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, плав растворили в разбавленной соляной кислоте и объем раствора довели до 250 мл. Пробу 100,0 мл раствора нейтрализовали, добавили уротропин, отфильтровали выпавшую в осадок кремниевую кислоту, промыли; фильтрат и промывные воды оттитровали 10,16 мл 0,005040 М ЭДТА в присутствии 20%-ного раствора КОН. Вычислить массовую долю (%) CaO в каолине.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ОПК-1 Способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</i>				
1.	Задание закрытого типа	Явление селективной диффузии определенного сорта частиц в растворе через полупроницаемую перегородку называется: а) электролитической ионизацией б) протолизом в) сольволизом г) осмосом	г	1
2.		Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является: а) NH_4OH б) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ в) HCl г) H_2SO_4	в, г	1
3.		Согласно протонной теории Бренстеда-Лоури: а) кислота является	а – 1; б - 2	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		б) основание является 1) донором протона 2) акцептором протона 3) акцептором ОН-группы 4) донором ОН-группы		
4.		Расположите соли в порядке уменьшения их растворимостей: 1) SrSO ₄ ; 2) MgSO ₄ ; 3) BaSO ₄ ; 4) CaSO ₄	2, 4, 1, 3	2
5.	Задание открытого типа	Прочитайте текст и напишите развернутый ответ Влияние pH на растворимость малорастворимого сильного электролита.	В кислой среде растворимость малорастворимого сильного электролита тем больше, чем больше ее значение ПР и чем больше концентрация ионов водорода.	5
6.		Прочитайте текст и напишите развернутый ответ Как можно определить электродный потенциал обратимой окислительно-восстановительной реакции?	При контакте металлического проводника с раствором электролита на его поверхности возникает некий заряд, за счет переноса электронов, что приводит к возникновению разности электростатических потенциалов между электродом и находящимся с ним в контакте электролитом. Эта разность называется электродным потенциалом. Абсолютную величину электродного потенциала отдельного электрода измерить невозможно, поэтому измеряют всегда разность потенциалов исследуемого электрода и некоторого стандартного электрода сравнения, т.е. составляют электрохимическую цепь. В качестве электродов сравнения для водных сред используют хлорсеребряный или обратимый водородный электрод сравнения.	8
7.		Решите задачу: Вычислить [H ⁺] в 6% растворе хлороводородной кислоты.	$C_m = w \cdot \rho / M$; $C_m(\text{HCl}) = 6 \cdot 10 / 36,5 = 1,64$ моль/л $[\text{H}^+] = C_m(\text{HCl}) = 1,64$ моль/л	5
8.		Прочитайте текст, запишите ответ и его обоснование Что такое общая константа нестойкости комплексного соединения, как она рассчитывается?	Величина, равная отношению произведения концентраций продуктов диссоциации комплекса в степени их стехиометрических коэффициентов к концентрации комплексного иона в степени его стехиометрического коэффициента, называется общей константой нестойкости комплексного ионов. Эта количественная величина характеризует устойчивость комплексной соли	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
9.	Задание комбинированного типа	Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и напишите аргументы, обосновывающие выбор ответа При увеличении концентрации одноименного иона растворимость вещества а) увеличивается; б) уменьшается; в) не изменяется; г) не влияет на растворимость	б) уменьшается, так как при возрастании концентраций одноименных ионов в растворе малорастворимого сильного электролита равновесие реакции растворения смещается в сторону твердой фазы процесса и количество молекул увеличивается, то есть будет выпадать осадок	5
10.		Дополните предложение Важной характеристикой комплексного соединения, показывающей число атомов или атомных группировок, непосредственно связанных с центральным ионом, является _____	Координационное число	3

ОПК-2 Способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности

1.	Задание закрытого типа	В трех стаканах находятся 0,01M растворы. Укажите (не прибегая к расчету), в каком из растворов значение pH будет больше: 1) HCl 2) KHCO_3 3) H_2CO_3 KCl	KHCO_3	1
2.		Буферной смесью является: 1) Смесь раствора аммиака и хлорида аммония 2) Смесь дигидрофосфата и гидрофосфата калия 3) Смесь соляной кислоты и гидроксида	1,2	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		натрия 4) Смесь фосфорной и серной кислот		
3.		В какой из приведенных реакций железо является: 1) восстановителем 2) окислителем а) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$, б) $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, в) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, г) $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 = 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$.	1 - б 2 - а, в, г	2
4.		По данным значениям ПР расположите вещества по увеличению их растворимостей: а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ $5,0 \cdot 10^{-3}$ б) BaSO_4 $1,1 \cdot 10^{-10}$ в) CaSO_4 $3,8 \cdot 10^{-9}$ г) CdS $1,6 \cdot 10^{-28}$	г, б, в, а	2
5.	Задание открытого типа	Прочитайте текст и напишите развернутый ответ Требования к осадителям. Расчет количества осадителя.	При выборе осадителя выполняется ряд требований, среди которых практическая необратимость реакции осаждения. Если осадитель летучий, то рекомендуется использовать 2-3-кратный избыток, в случае же нелетучего осадителя ограничиваются введением полуторного его количества.	5
6.		Прочитайте текст и напишите развернутый ответ Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: Константа устойчивости, функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса.	При смешивании двух растворов, содержащих ионы металла и лиганд, произойдет ступенчатое комплексообразование, т.е. последовательное присоединение лиганда к металлу Присоединение лиганда к металлу будет происходить до тех пор, пока количество лигандов не станет равным координационному числу комплексообразователя. Устанавливается динамическое равновесие, при котором происходит как образование комплекса, так и его распад. Каждой ступени также соответствует свое состояние равновесия, которое характеризуется соответствующей константой равновесия. Константы K_1, K_2, \dots, K_n называют ступенчатыми константами устойчивости (образования) комплексов.	7
7.		Решите задачу:	$\text{T}(\text{ЭДТА})/\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 =$	7

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в ацетате свинца, если на титрование раствора, полученного из 0,1000 г его, израсходовали 11,68 мл 0,02500 М раствора ЭДТА.</p>	$C_m(\text{ЭДТА}) \cdot M_{\Sigma}(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2) / 1000 = 0,02500 \cdot 327 / 1000 = 0,0082 \text{ г/мл}$ $T(\text{ЭДТА}/\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2) = m(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2) / V(\text{ЭДТА}), \text{ отсюда}$ $m(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2) = T(\text{ЭДТА}/\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2) \cdot V(\text{ЭДТА}) = 0,0082 \cdot 11,68 = 0,095 \text{ г.}$ $m(\text{примесей}) = 0,1000 - 0,095 = 0,0045 \text{ г.}$ $w(\text{примесей}) = m(\text{примесей}) / m(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2) = 0,0045 / 0,1000 = 0,045 \cdot 100 \% = 4,5 \%. $	
8.		<p>Прочитайте текст, запишите ответ и его обоснование Что происходит в растворе в процессе титрования сильного основания сильной кислотой?</p>	<p>При титровании раствора щелочи раствором сильной кислоты концентрация ионов H^+ увеличивается, так как уменьшается объем и количество раствора титруемой щелочи и эквивалентно возрастает количество кислоты в общем объеме раствора. Следовательно, происходит усиление кислотности среды, то есть уменьшение значения pH раствора.</p>	5
9.	Задание комбинированного типа	<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и напишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Какой процесс следует считать доминирующим при расчете равновесной концентрации ионов водорода в водном растворе ортомышьяковой кислоты: 1) диссоциация по 1 ступени 2) диссоциация по 2 ступени 3) диссоциация по 3 ступени 4) диссоциация по 4 ступени</p>	<p>Доминирующим процессом при диссоциации ортомышьяковой кислоты H_3AsO_4 является диссоциация по 1 ступени, так как атом водорода в ходе процесса диссоциации слабого электролита легче отщепляется от нейтральной молекулы, чем от заряженной частицы, что подтверждается константами диссоциации слабого электролита по разным ступеням ($K_{\text{дисс}}$ по 1 ступени имеет гораздо большее значение, чем по остальным трем ступеням.)</p>	7
10.		<p>Дополните предложение Реакции окисления-восстановления – это реакции, в которых реагирующие вещества _____</p>	<p>и присоединяют, и отдают \bar{e}.</p>	2

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Методические материалы составляют систему текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, закрепляют виды и формы текущего контроля, сроки проведения, а также виды промежуточной аттестации по дисциплине, её сроки и формы проведения. В системе контроля указана процедура оценивания результатов обучения по дисциплине при использовании балльно-рейтинговой системы, показывается механизм получения оценки, указывается система бонусов и штрафов, примерный набор дополнительных показателей.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Тест и Контрольная работа №1	2/5	10	по расписанию
2.	Тест и Контрольная работа №2	2/5	10	по расписанию
3.	Тест и Контрольная работа №3	2/5	10	по расписанию
4.	Тест и Контрольная работа №4	2/5	10	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
5.	Посещение занятий		4	по расписанию
6.	Своевременное выполнение всех заданий		4	по расписанию
7.	Активность на занятии		2	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
8.	Экзамен			
Всего			50	по расписанию
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-2
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-3
<i>Неготовность к занятию</i>	-2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-3

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: Ред. М.-вом образования РФ в качестве учеб. для вузов/ В.П. Васильев. 4-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа. 2004. 384 с. (16 экз.).
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.2: Физико-химические методы анализа: Рек. М.-вом образования РФ в качестве учеб. для вузов. - 3-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа, 2003. - 384 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-7608-4 (кн. 2): 86-64, 95-30, 150-00: 86-64, 95-30, 150-00. (12 экз.).
3. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.1: Титриметрические и гравиметрический методы анализа: Рек. М.-вом образования РФ в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по химико-технологическим специальностям. - М.: Дрофа, 2002. - 368 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-4725-4 (кн.1): 92-40, 79-80: 92-40, 79-80. (34 экз.).
4. Васильев, В.П. Практикум по аналитической химии: учеб. пособ. для вузов / под ред. В.П. Васильева. - М.: Химия, 2000. - 328 с. - ISBN 5-7245-1050-2: 100-00: 100-00. (1 экз.).
5. Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. - 76 с. (25 экз.).
6. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Александрова Т.П. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229518.html>
7. Аналитическая химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова - Минск: Выш. шк., 2013. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622464.html>
8. Аналитическая химия. Задачи и вопросы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова ; под ред. Т.Н. Шеховцовой. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрический методы анализа: рек. М.-вом образования РФ в качестве учебника для вузов ... по химико-технологическим специальностям. - 4-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа, 2004. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-8745-0 (кн. 1): 158-00: 158-00. (16 экз.).

2. Харитонов Ю.Л. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн. 2: учеб. для вузов. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М.: Высш. шк., 2001. - 559 с. - ISBN 5-06-003965-X: 106-13: 106-13. (6 экз.).

3. Харитонов Ю. Я., Аналитическая химия: учебник / Ю. Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-4400-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html>

4. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений: учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 240 с. - ISBN 978-5-9704-3272-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований.

www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, лабораторию по проведению лабораторного практикума, аудиторию для проведения семинарских занятий. Лабораторный практикум обеспечен химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием: лабораторные столы, вытяжной шкаф, шкафы для химических реактивов и химической посуды, набор химических реактивов, набор химической посуды, насос Камовского, рН-метры «Эксперт», фотоколориметр «КФК-2», установки для определения молекулярных весов полимеров и проведения электрофореза белков и пептидов. Проведение семинарских занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).