

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан
 Факультета энергетики и
 систем управления (ФЭСУ)
 (наименование факультета)

_____ А.В. Бурковский
 (подпись) (ФИО)
 «__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: химии

Направление подготовки (специальности): **20.03.01 «Техносферная безопасность»**
 (код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): «Защита окружающей среды»
 (название профиля по УП)

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180

Часов по УП (без учета на экзамены): 153; Часов по РПД: 153

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 60 (39 %)

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 60 (39 %)

Часов на самостоятельную работу по УП: 63 (41 %)

Часов на самостоятельную работу по РПД: 63 (41 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 3 курс 6 семестр (27 часов); Зачет с оценкой – 0; Курсовые проекты – 0; Курсовые работы – 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1/18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											18	18					18	18
Лаборатор-											36	36					36	36
Практические											36	36					36	36
Ауд. занятия											90	90					90	90
Сам. работа											63	63					63	63
Итого											153	153					153	153

Сведения о ФГОС ВО, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) «Химия» по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (уровень бакалавриата), утверждены приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 246 от 21 марта 2016 г., зарегистрировано в Минюсте России 20 апреля 2016 г., регистрационный номер № 41872.

Программу составил: _____ доцент, к.т.н., Звягинцева А.В.
(подпись, должность, ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____ проф., д-р. техн. наук Шалимов Ю.Н.
(подпись, должность, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины **Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»** составлена на основании рабочего учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки: **20.03.01 «Техносферная безопасность»**
профиль подготовки: «Защита окружающей среды».

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии
(наименование кафедры)

Протокол № 12 от « 11 » 06.2016 г.

Заведующий кафедрой химии,
д-р техн. наук, профессор _____ Небольсин В.А.
(подпись, ФИО)

Согласовано:
с выпускающей кафедрой «Технология и обеспечение ГО в ЧС» (ТОГОЧС)

Зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор _____ Куприенко П.С.
(подпись, ФИО зав. выпускающей кафедрой)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель освоения дисциплины: формирование системы знаний по основам аналитической химии и физико-химическим методам анализа: методам элементарного, молекулярного, фазового анализа; качественного анализа; методам разделения и концентрирования веществ; методам количественного анализа, умение провести рациональный выбор способа решения конкретной аналитической задачи, в частности, определение микропримесей в газовых, жидких и твердых смесях.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	усвоение студентами теоретических основ и практических навыков дисциплины;
1.2.2	обеспечение общенаучной подготовки по аналитической химии в плане непрерывной химической подготовки с учетом основных особенностей будущей работы специалистов;
1.2.3	формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) <i>Б1.В Вариативная часть</i> <i>Б1.В.ОД Обязательные дисциплины</i>	Код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.16
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по химии в пределах программы средней школы
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее
2.2.1	Б1.Б.19 Медико-биологические основы безопасности
2.2.2	Б1.Б.9 Теория горения и взрыва
2.2.3	Б1.В.ДВ.7.1 Основы токсикологии
2.2.4	Б1.Б.21 Безопасность жизнедеятельности
2.2.5	Б1.В.ОД.7 Радиационная и химическая безопасность
2.2.6	Б1.В.ОД.16 Техника и технология переработки и утилизации отходов
2.2.7	Б1.В.ОД.6 Основы техносферной безопасности
2.2.8	Б1.В.ОД.12 Экологический мониторинг
2.2.9	Б1.В.ДВ.7.2 Охрана окружающей среды
2.2.10	Б1.В.ДВ.2.2 Материаловедение. Технология конструкционных материалов
2.2.11	Б1.В.ДВ.3 Промышленная экология

Дисциплина «**Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**» относится к вариативной (профильной) части профессионального цикла Основной образовательной программы. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения химических дисциплин на предыдущих уровнях образования. Дисциплина «**Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**» опирается на следующие дисциплины данной ООП ВО:

Физическая химия (строение и свойства атомов, природа химической связи, понятие о кинетике и термодинамике химических реакций в растворах, основные законы, используемые для расчета ионных равновесий);

Неорганическая химия (строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений);

Органическая химия (строение и химические свойства основных классов органических соединений);

Основы компьютерной грамотности (навыки обращения с персональным компьютером). Знания, полученные в ходе освоения дисциплины «**Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**», используются в следующих дисциплинах данной ООП ВО.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
ОК-8	способность работать самостоятельно.
ОК-9	способность принимать решения в пределах своих полномочий.
ОК-10	способность к познавательной деятельности.
ОК-16	способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.
ПК-10	готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе.
В результате освоения дисциплины студент должен:	
Знать: -теоретические основы методов элементарного, молекулярного, фазового анализа; качественного анализа; методов разделения и концентрирования веществ; количественного анализа (титриметрия, гравиметрия); физико-химическим методом анализа (электрохимические, хроматографические, оптические) (ОК- 10); -аппаратурное оформление методов; метрологические характеристики методик и способов анализа (ОК- 10).	
Уметь: - выбирать метод анализа конкретного образца для оценки экологической опасности производства (ОК- 8); - составлять алгоритм проведения анализа (ОК- 9); - применять приборы различных методов анализа для контроля над состоянием окружающей среды и выбросов производств (ПК- 10); - сопоставлять альтернативные методы, способы, методики анализа (ОК- 8).	
Владеть навыками: - расчета на любой стадии эксперимента, включая приготовление необходимых реактивов, статистическую обработку результатов эксперимента (ОК- 16); - работы на современном оборудовании и приборах (ПК- 10); - использования справочной литературы (ОК- 8).	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

Общая трудоемкость дисциплины **Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»** составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

4.1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры 6, 3 курс
Аудиторные занятия (всего)	90	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа (всего)	63	63
В том числе:		
Курсовой проект/ курсовая работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен), час	27	экзамен 27
Общая трудоемкость, час	180	180
Общая трудоемкость, зач. ед.	5	5

4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Краткое содержание дисциплины: Метрологические основы аналитической химии. Гравиметрический анализ. Объемный анализ. Хроматографические методы анализа. Спектроскопические методы анализа. Методы атомной оптической спектроскопии. Методы атомной рентгеновской спектроскопии. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Методы колебательной спектроскопии. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Электрохимические методы анализа. Хроматографические методы анализа. Кинетические методы анализа. Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии.

Виды занятий: лекции, лабораторные занятия, практические занятия.

Формы контроля: экзамен.

№ п./п	Наименование раздела дисциплины	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7	8
6 СЕМЕСТР 3 КУРС							
1	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, их задачи. Основные понятия. Классификация методов анализа.	-	2	2	-	4	8
2	Метрологические основы химического анализа.	Домашнее задание	-	4	-	4	8
3	Основные законы, используемые при расчете химических равновесий.	Домашнее задание.	2	4	-	10	16
4	Качественный анализ. Аналитические реакции. Системный и дробный анализ. Классификация катионов и анионов по аналитическим группам. Групповые реактивы.	-	2	2	4	4	12
5	Количественный анализ. Методы количественного анализа: гравиметрический анализ, титриметрический анализ. Классификация объемных методов анализа. Индикаторы.	-	2	4	-	4	10
6	Введение в титриметрические методы анализа Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Кислотно-основное титрование.	Контрольная задача 1	2	4	6	4	16
7	Реакции комплексообразования в анализе. Комплексометрическое титрование. Осадительное титро-	Контрольная задача 2 Домашнее задание	2	4	4	4	14

	вание.						
8	Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Окислительно-восстановительное титрование.	Контрольная задача 3	2	2	4	4	12
9	Гравиметрические методы анализа. Осаждение как метод анализа.	Контрольная задача 4.	2	4	6	4	16
10	Физико-химические методы анализа.	Домашнее задание	2	4	6	16	28
11	Анализ реальных объектов.	Контрольная работа (итоговая, в форме тестирования) Зачет по лабораторному практикуму. Проверка рефератов.	-	2	6	5	13
12		Экзамен	-	-	-	-	27
Итого			18	36	36	63	180

4.3 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)
	Номер семестра		
	наименование раздела дисциплины		
6 СЕМЕСТР 3 КУРС		18	5
Раздел 1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, их задачи. Основные понятия. Классификация методов анализа. Введение. Основные законы химии.		2	0,5
23	Лекция 1. Аналитическая химия как наука о методах анализа вещества, ее место в системе наук. Аналитическая химия как служба. Идентификация и определение. Виды анализа: элементный, функциональный, изотопный, вещественный, фазовый. Классификация методов анализа по количеству определяемого вещества. Аналитический сигнал. Признаки аналитической реакции. Категории избирательности аналитических реакций. Предел обнаружения. Мешающее влияние и способы его устранения: разделение, маскирование. Дробный и систематический анализ. Аналитические группы элементов в сероводородной схеме анализа. Анализ реальных объектов. Основные этапы анализа. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы. Факторы, определяющие постановку аналитической задачи: уровень содержания компонента, требуемая точность, экспрессность анализа, стоимость. Метод и методика анализа.	2	0,5
Раздел 3. Основные законы, используемые при расчете химических равновесий.		2	1
25	Лекция 2. Растворы. Теории растворов электролитов (теория электролитической диссоциации Аррениуса, теория Дебая-Хюккеля). Сильные и слабые электролиты. Закон действующих масс. Закон разбавления Оствальда. Общий подход к решению равновесий. Условие материального баланса. Принцип электронейтральности. Термодинамические и концентрационные константы химических равновесий. Ионная сила растворов. Коэффициенты	2	1

	активности ионов и способы их вычисления. Сольватация. Ступенчатая (K) и полная (β) константы комплексообразования. Константы кислотной (K_a) и основной (K_b) ионизации, константы протонирования (K_H , β_H). Равновесие комплексообразования. Способы выражения констант устойчивости и нестойкости комплексных соединений: ступенчатая, общая константа. Условная константа. Функция закомплексованности (Φ).		
Раздел 4. Качественный анализ. Аналитические реакции. Системный и дробный анализ. Классификация катионов и анионов по аналитическим группам. Групповые реактивы.		2	0,5
27	Лекция 3. Методы классификации катионов и анионов. Дробный и систематический анализ. Групповой и специфический реагент. Аналитические признаки и аналитические реакции, характеристика чувствительности аналитических реакций. Реагенты, используемые в качественном анализе. Аналитические классификации катионов (сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная) и анионов по группам. Общая схема аналитического определения. Постановка задачи. Выбор метода и схемы анализа. Подготовка пробы к анализу. Понятие о генеральной, лабораторной, анализируемой пробах. Особенности отбора пробы газов; жидкостей (гомогенных, гетерогенных); твердых веществ (сыпучих и целого). Сокращение пробы. Хранение пробы. Вскрытие пробы. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Количественное измерение. Аналитический сигнал. Методы нахождения концентрации определяемого компонента. Погрешности анализа. Статистическая обработка результатов анализа.	2	0,5
Раздел 5. Количественный анализ. Методы количественного анализа: гравиметрический анализ, титриметрический анализ. Классификация объемных методов анализа. Индикаторы.		2	0,5
29	Лекция 4. Задачи и методы количественного анализа. Сущность гравиметрического анализа. Титриметрический анализ. Сущность метода. Классификация титриметрических методов анализа. Требования к реакциям в объемном анализе. Основные понятия метода: точка эквивалентности, конечная точка титрования. Реактивы и посуда, применяемые в анализе. Методы пипетирования и отдельных навесок. Стандартный, рабочий растворы. Способы приготовления титрованных растворов. Приготовление растворов: первичных стандартных растворов по точной навеске, вторичных стандартных растворов по известной концентрации исходного раствора. Стандартизация вторичных растворов. Построение кривых титрования. Точка стехиометричности и способы ее установления. Виды индикаторов, применяемых в титриметрическом анализе. Основные характеристики индикаторов: интервал перехода, показатель титрования. Выбор индикатора.	2	0,5
Раздел 6. Введение в титриметрические методы анализа Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Кислотно-основное титрование.		2	0,5
31	Лекция 5. Кислотно-основное титрование (протолитометрия). Требования к реакциям. Аналитические возможности метода. Фиксирование точки эквивалентности. рН-индикаторы. Интервал перехода окраски. Кривые титрования, анализ и выбор индикатора. Теории индикаторов метода нейтрализации (ионная и хромофорная). Построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Построение кривой титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. Влияние различных факторов на скачок титрования. Погрешности кислотно-основного титрования. Применение метода. Формулы для расчета рН в гомогенных системах.	2	0,5
Раздел 7. Реакции комплексообразования в анализе. Комплексонометрическое титрование. Осадительное титрование.		2	0,5

33	<p>Лекция 6. Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Комплексоны. Индикаторы комплексонометрии. Расчетные уравнения для построения кривой титрования. Выбор индикатора и обоснование условий комплексонометрического титрования. Меиндикаторы. Кривые титрования. Применение метода.</p> <p>Осадительное титрование. Сущность метода. Аргентометрия. Роданометрия. Общая характеристика и области аналитического применения. Способы Мора, Фольгарда, Фаянса. Абсорбционные индикаторы. Построение кривой осаждения. Выбор условий титрования. Применение метода.</p>	2	0,5
Раздел 8. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Окислительно-восстановительное титрование.		2	0,5
35	<p>Лекция 7. Окислительно-восстановительное равновесие. Расчет константы равновесия реакции окисления-восстановления. Вычисление стандартных потенциалов полуреакций. Уравнение Нернста и его применимость. Стандартный и формальный электродный потенциалы. Зависимость формального электродного потенциала от рН среды. ЭДС реакции окисления-восстановления. Направление протекания ОВР.</p> <p>Редоксиметрия. Сущность и аналитические возможности методов. Классификация методов. Индикаторы метода. Влияние различных факторов на направление и скорость окислительно-восстановительных реакций. Способы фиксации точки стехиометричности. Кривые титрования смесей. Индикация конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. Погрешности определения, связанные с индикатором. Применение окислительно-восстановительного титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, цериметрия, дихроматометрия, иодометрия и иодиметрия, броматометрия, бромометрия.</p>	2	0,5
Раздел 9. Гравиметрические методы анализа. Осаждение как метод анализа.		2	0,5
37	<p>Лекция 8. Гравиметрия как абсолютный метод анализа. Методы осаждения, выделения, отгонки. Этапы гравиметрического анализа по методу осаждения. Гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрии. Расчет минимально допустимой массы определяемого компонента. Расчет массы навески и объема осадителя. Требования, предъявляемые к осадителю. Осаждаемая и весовая формы осадка, требования, предъявляемые к весовой форме осадка. Осаждение. Условия осаждения и обоснование этих условий. Фильтрование и промывание осадка. Декантация. Выбор промывной жидкости. Высушивание и прокаливание. Расчет результатов анализа.</p> <p>Применение гравиметрического метода анализа. Механизм образования осадка. Пересыщение, центры кристаллизации и рост частиц. Кристаллические и аморфные осадки. Старение осадков. Виды загрязнений осадков. Совместное осаждение, соосаждение и последовательное осаждение. Условия аналитического осаждения. Гомогенное осаждение.</p>	2	0,5
Раздел 10. Физико-химические методы анализа.		2	0,5
39	<p>Лекция 9. Хроматографические методы анализа. Сущность хроматографического анализа. Классификация методов хроматографии. Теории хроматографической: колонки кинетическая, теория тарелок. Выбор условий опыта. Хроматографический пик и элюционные характеристики. Качественный и количественный анализ. Ионообменная хроматография. Динамика ионного обмена. ПДОЕ. Иониты, их характеристика. Тонкослойная хроматография. Хроматография на бумаге. Электрохимические методы анализа. Ячейки и электроды для электрохимического анализа, электролиты для ячеек. Классификация электрохимических методов анализа. Равновесные методы электрохимического анализа. Потенциометрия. Уравнение Нернста. Ионметрия. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод. Потенциометрическое титрование. Неравновесные методы электрохимического анализа. Классификация методов поляро-</p>	2	0,5

	графического анализа и их краткая характеристика. Качественный и количественный анализ. Амперометрия и амперометрическое титрование. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Спектроскопические методы анализа. Природа электромагнитного излучения. Происхождение атомных и молекулярных спектров. Классификация спектроскопических методов анализа. Молекулярная спектроскопия. Фотометрические методы анализа. Основные закономерности светопоглощения. Зависимость оптической плотности от различных факторов. Выбор спектральной области для фотометрических измерений. Абсолютные фотометрические методы определения веществ.		
Итого		18	5

4.4. Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)
	Номер семестра		
	наименование раздела дисциплины		
	6 СЕМЕСТР 3 КУРС	36	
	Раздел 1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, их задачи. Основные понятия. Классификация методов анализа. Введение. Основные законы химии.	2	1
23	<p>Практика 1. Вопросы, рассматриваемые на семинар на тему: «Методы идентификации и обнаружения элементов»:</p> <p>1. Предмет, задачи, методы аналитической химии. Качественный анализ как первый этап аналитического исследования, связь качественного и количественного анализов. Основные этапы развития аналитической химии. Работы русских и зарубежных ученых, заложивших основы качественного и количественного анализа. Современное состояние тенденции развития аналитической химии.</p> <p>2. Современные методы изучения состава вещества, их особенности и области применения в научных исследованиях и контроле производства. Макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрoанализы. Виды анализа. Основные стадии аналитического процесса.</p> <p>3. Аналитические реакции как средство обнаружения ионов. Внешние эффекты аналитических реакций. Частные, специфические, групповые, общие аналитические реакции. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям и к реактивам.</p> <p>4. Аналитический сигнал. Чувствительность методов анализа, предел обнаружения, предельная концентрация, способы ее выражения, специфичность и селективность методов анализа. Способы повышения чувствительности и специфичности реакций.</p> <p>В вводной части дисциплины студенты должны знать: предмет изучения, структуру курса, современные проблемы и тенденции развития аналитической химии, связь её с другими науками; знать основные методы обнаружения и идентификации веществ.</p> <p>Студент должен уметь: выбирать методы выделения и обнаружения элементов в зависимости от состава объекта и задачи анализа, составлять схемы качественного анализа катионов и анионов.</p>		
	Раздел 2. Метрологические основы химического анализа.	4	2
24, 25	<p>Практика 2, 3. Вопросы, рассматриваемые на семинаре на тему «Метрологические основы аналитической химии и физико-химических методов анализа»:</p> <p>1. Основные метрологические понятия: измерение, методы и средства измерений. В чем сходство и различие химического анализа с другими метрологическими процедурами?</p> <p>2. Основные метрологические характеристики, определяющие качество измерений: правильность, воспроизводимость измерений, точность,</p>		

	<p>надежность, чувствительность и др.</p> <p>3. Что такое погрешность измерений? Классификация и виды ошибок: систематические, случайные, промахи, абсолютные и относительные погрешности.</p> <p>4. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных величин. t – распределение, среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Доверительный интервал.</p> <p>5. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Стандартные образцы.</p> <p>При изучении темы студенты должны знать: основные этапы аналитического процесса и сопровождающие их погрешности; метрологические понятия и характеристики анализа, виды погрешностей и их оценку.</p> <p>Студенты должны уметь: проводить статистическую обработку результатов анализа, давать оценку достоверности полученных результатов измерений при проведении лабораторных работ по количественному анализу.</p>		
Раздел 3. Основные законы, используемые при расчете химических равновесий.		4	3
26, 27	<p>Практика 4, 5. Вопросы, рассматриваемые на семинаре по теме «Теоретические основы аналитической химии. Закон действующих масс и его значение в физико-химических методах анализа»:</p> <p>1. Состояние веществ в растворах. Сильные и слабые электролиты. Ионная сила раствора. Активность и коэффициент активности. Коэффициенты активности ионов и способы их вычисления. Сольватация. Расчеты по закону разбавления Оствальда.</p> <p>2. Общий подход к решению равновесий. Условие материального баланса. Принцип электронейтральности. Закон действия масс и константа диссоциации. Ступенчатая диссоциация. Вычисление относительного содержания различных форм диссоциации слабого электролита. Термодинамические и концентрационные константы химических равновесий. Расчеты по закону действующих масс.</p> <p>3. Взаимосвязь между степенью и константой диссоциации слабого электролита. Диссоциация комплексных соединений. Кислотно-основные равновесия. Современные теории кислот и оснований. Автопротолиз растворителей и ионное произведение воды. Определение ступенчатой (K) и полной (β) констант комплексообразования; константы кислотной (K_a) и основной (K_b) ионизации, константы протонирования (K_H, β_H). Равновесие комплексообразования. Способы выражения констант устойчивости и нестойкости комплексных соединений: ступенчатая, общая константа. Условная константа. Функция закомплексованности (Φ).</p> <p>4. Расчеты концентраций в аналитической химии и физико-химических методах анализа.</p> <p>5. Шкала кислотности. Сравнение двух кислотно-основных сопряженных пар. Расчет величины рН сильных и слабых электролитов. Вычисление кислотности растворов солей, подвергающихся гидролизу, и буферных растворов. Буферная емкость. Сущность процесса гидролиза по аниону и катиону. Константа и степень гидролиза. Расчет рН среды в гомогенных и гетерогенных системах, в буферных растворах.</p> <p>6. Гетерогенное равновесие. Растворимость и произведение растворимости малорастворимых соединений (ПР). Влияние ионной силы на растворимость. Условия растворения или выпадения в осадок малорастворимого соединения. Влияние одноименного иона, кислотности среды и комплексообразующих веществ на растворимость малорастворимых соединений.</p> <p>Осаждение малорастворимых гидроксидов.</p> <p>При изучении данной темы студенты должны знать: основные закономерности протекания реакций кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразования и осаждения; выражения констант равновесий указанных реакций и процессов в зависимости от условий их протекания, использование этих реакций в аналитической химии.</p> <p>Студент должен уметь:</p> <p>-рассчитать константы равновесия указанных процессов, равновесные</p>		

	концентрации частиц в растворах в зависимости от условий среды, построить диаграммы распределения в случае ступенчатых равновесных процессов и кривые титрования в титриметрии, освоить технику и методику выполнения количественного анализа. -рассчитать концентрацию определяемого вещества и pH среды исследуемой смеси.		
Раздел 4. Качественный анализ. Аналитические реакции. Системный и дробный анализ. Классификация катионов и анионов по аналитическим группам. Групповые реактивы.		2	2
28	<p>Практика 6. Вопросы, рассматриваемые на семинаре на тему: «Системы качественного анализа»:</p> <p>1. Общая схема аналитического определения. Постановка задачи. Выбор метода и схемы анализа. Подготовка пробы к анализу. Понятие о генеральной, лабораторной, анализируемой пробах. Особенности отбора пробы газов; жидкостей (гомогенных, гетерогенных); твердых веществ (сыпучих и целого). Сокращение пробы. Хранение пробы. Вскрытие пробы. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор</p> <p>2. Деление ионов на аналитические группы. Периодический закон и аналитическая классификация катионов по сульфидно-карбонатной схеме. Деление ионов на группы в зависимости от структуры наружных электронных оболочек ионов, связь аналитической классификации катионов с Периодической системой элементов Д.И. Менделеева.</p> <p>3. Бессероводородные методы качественного полумикроанализа, их преимущества и недостатки по сравнению с сероводородными. Основы кислотно-основного метода качественного анализа. группы и групповые реактивы при применении кислотно-основного метода. Общая характеристика аналитических групп. Дробный и систематический ход анализа. Схема анализа смеси катионов всех аналитических групп по кислотно-щелочному методу.</p> <p>Студент должен уметь: выбирать методы выделения и обнаружения элементов в зависимости от состава объекта и задачи анализа, составлять схемы качественного анализа катионов и анионов.</p>		
Раздел 5. Количественный анализ. Методы количественного анализа: гравиметрический анализ, титриметрический анализ. Классификация объемных методов анализа. Индикаторы.		4	3
29, 30	<p>Практика 7, 8. Вопросы, рассматриваемые на семинаре по теме «Предмет и методы количественного анализа»:</p> <p>1. Предмет количественного анализа. Развитие и совершенствование методов анализа. Вклад отечественных химиков-аналитиков в создание и развитие количественного анализа. Химические, физико-химические, физические методы. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.</p> <p>2. Количественное измерение. Аналитический сигнал и помехи. Методы нахождения концентрации определяемого компонента. Погрешности анализа. Статистическая обработка результатов анализа. Статистическая обработка результатов количественного анализа. Правильность и воспроизводимость результатов. Ошибки в количественном анализе. Классификация ошибок количественного анализа (систематическая ошибка, случайные ошибки).</p> <p>3. Основные понятия и расчеты в титриметрическом анализе. Основные понятия метода: точка эквивалентности, конечная точка титрования. Последовательность выполнения количественного анализа, понятие эквивалента, формулы эквивалентов веществ, участвующих в кислотно-основном взаимодействии и редокс-процессах, способы выражения концентрации растворов.</p> <p>4. Реактивы и посуда, применяемые в анализе. Методы пипетирования и отдельных навесок. Стандартный, рабочий растворы. Способы приготовления титрованных растворов. Приготовление растворов: первичных стандартных растворов по точной навеске, вторичных стандартных растворов по известной концентрации исходного раствора. Стандартизация вторичных растворов. Построение кривых титрования. Точка стехиомет-</p>		

	<p>ричности и способы ее установления. Виды индикаторов, применяемых в титриметрическом анализе. Основные характеристики индикаторов: интервал перехода, показатель титрования. Выбор индикатора.</p> <p>5. Сущность гравиметрического анализа. Гравиметрия как абсолютный метод анализа.</p> <p>Аналитические весы: устройство и правила работы на них.</p> <p>Метод осаждения. Основные этапы гравиметрического анализа. Осаждаемая и весовая форма осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Растворимость осадков. Требования к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя и требования, предъявляемые к осадителю. Условия осаждения и получения гравиметрической формы. Расчеты в гравиметрическом анализе. Расчет минимально допустимой массы определяемого компонента.</p> <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -рассчитать концентрацию для приготовления стандартного, рабочего раствора; -произвести обработку результатов титриметрического и гравиметрического анализа с использованием методов математической статистики при анализе вещества; -взвешивать на аналитических весах; -производить расчеты в гравиметрическом анализе. 		
<p>Раздел 6. Введение в титриметрические методы анализа Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Кислотно-основное титрование.</p>		4	4
31, 32	<p>Практика 9, 10. Вопросы, рассматриваемые на семинаре на тему «Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Достоинства и недостатки теории кислот и оснований Аррениуса. 2. Сущность протолитической теории Бренстеда и Лоури. Определение кислоты, основания, амфолита. Протоногенные, протонофильные, амфипротонные и апротонные растворители. 3. Сущность реакции автопротолиза растворителей. Константа автопротолиза. Нормальная шкала кислотности и основности растворителей. 4. Константа кислотности и основности сопряженных пар, связь между химии. Почему константы диссоциации кислот и оснований зависят от природы растворителя? Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. 5. Что такое гидролиз согласно теории Бренстеда и Лоури? Сравнение с теорией Аррениуса. 6. Что такое буферные смеси? Сущность буферного действия. 7. Сущность, особенности и область применения титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям. Факторы, обуславливающие возможность проведения титрования. Классификация методов объемного анализа. 8. Титранты. Первичные и вторичные стандарты, требования к ним. Способы выражения концентрации титрованных растворов, связь между ними. 9. Правило эквивалентности. Точка эквивалентности (стехиометричности), способы ее фиксирования. Конечная точка титрования. Способы титрования. 10. Виды титриметрических определений по способу выполнения. Вычисление результатов анализа при прямом, обратном, титровании заместителя. 11. Кривые титрования, их характеристика и виды. Нахождение точки эквивалентности на основе кривой титрования. Принцип выбора индикатора. 12. Метод кислотно-основного титрования. Константа равновесия протолитической реакции. Случаи титрования, факторы, обуславливающие возможность проведения кислотно-основного титрования. Установление точки эквивалентности. 13. Равновесия в растворах кислотно-основных индикаторов. Ионно – 		

	<p>хромофорная теория рН-индикаторов. Интервал перехода окраски индикатора (вывод уравнения). Показатель титрования индикатора (рТ).</p> <p>14. Кривые титрования (для всех случаев титрования). Вывод основного уравнения для расчета и построения кривых титрования. Принципы выбора индикатора. Анализ кривых титрования (факторы, обуславливающие форму кривой).</p> <p>15. Индикаторные ошибки в методе кислотно-основного титрования, их виды и способы выражения.</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы кислотно-основного титрования (протолитометрия). Требования к реакциям. Аналитические возможности метода. - Обосновать выбор индикатора для фиксирования точки эквивалентности на кривых титрования. Интервал перехода окраски. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Построить кривую титрования сильной кислоты сильным основанием. - Построить кривую титрования слабой кислоты сильным основанием. - Построить кривую титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. - Оценить влияние различных факторов на скачок титрования. - Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности кислотно-основного титрования. - Рассчитать рН в гомогенных системах. <p>Коллоквиум 1.</p>		
Раздел 7. Реакции комплексообразования в анализе. Комплексонометрическое титрование. Осадительное титрование.		4	3
33, 34	<p>Практика 11, 12. Вопросы, рассматриваемые на семинаре на тему «Равновесие реакций комплексообразования. Комплексонометрическое титрование»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое комплексное соединение? Какие принципы положены в основу классификации комплексных соединений? Типы комплексных соединений. 2. Что такое дентантность лиганда и чем она определяется? Примеры моно- и полидентантных лигандов. 3. Что такое внутрикомплексное соединение? Что такое хелат? В чем заключается сущность хелатного эффекта, и чем он обусловлен? 4. Какие равновесия имеют место в растворах комплексных соединений? Что такое ступенчатые и общие константы устойчивости (нестойкости) комплексного соединения? 5. Функции комплексообразования (среднее лигандное число, степень образования, функция закомплексованности), их связь с концентрацией лиганда и константами устойчивости (вывод формул). 6. Чем характеризуется кинетическая устойчивость комплексных соединений? Приведите примеры лабильных и инертных комплексов. 7. Какие свойства комплексных соединений имеют наиболее важное значение для обнаружения и разделения ионов? Приведите примеры использования реакций комплексообразования в аналитической химии. Дайте теоретическое обоснование (иллюстрируйте расчетом) возможности использования комплексных соединений для избирательного растворения и осаждения малорастворимых соединений. 8. Как влияют реакции комплексообразования на величину окислительно-восстановительного потенциала? Выведите формулы для расчета реального потенциала полуреакции, в которой окисленная и восстановленная форма связаны в комплексное соединение. 9. Что такое органические реагенты? Типы органических реагентов. Требования, предъявляемые к органическим реагентам. 10. Теория строения органических реагентов (внутрикомплексных соединений). Аналитико-активные и функционально-аналитические группы. Теория аналогий В.И. Кузнецова. Способы повышения чувствительности и селективности органических реагентов. 11. Сущность метода комплексонометрии. Общая характеристика комплексонов. Рабочие растворы и исходные вещества для их стандартизации. 12. Характеристика ЭДТА, распределение различных форм ЭДТА в зави- 		

	<p>симости от pH раствора. Образование и характеристика комплексов ЭДТА с металлами. Условные константы устойчивости трилонатных комплексов металлов.</p> <p>13. Основные условия комплексонометрического титрования и влияние их на кривые титрования.</p> <p>14. Расчет и построение кривой титрования по методу комплексонометрии.</p> <p>15. Способы фиксации момента эквивалентности. Индикаторы в комплексонометрии. Принцип действия и требования к металлохромным индикаторам. Индикаторные ошибки, выбор индикатора.</p> <p>16. Сущность метода осадительного титрования, область и ограничения его применения. Рабочие растворы и исходные вещества. Виды осадительного титрования</p> <p>17. Аргентометрия. Построение кривой титрования осаждения в аргентометрии. Абсорбционные индикаторы. Выбор условий титрования.</p> <p>18. Способы фиксации точки эквивалентности в аргентометрии. Принцип действия адсорбционных индикаторов (метод Фаянса), определение конечной точки титрования по методу Мора и методу Фольгарда.</p> <p>19. Понятие о других методах седиметрии (меркуро- и меркуриметрия, роданидометрия).</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -теоретические основы комплексонометрического титрования. - факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, pH, ионная сила раствора, температура. -свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. -влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. -возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитать и построить кривую титрования. -обосновать выбор Ме-индикатора для анализа необходимого объекта. Учесть требования предъявляемые к металлохромным индикаторам. -Применять методы окислительно-восстановительного титрования к реальным объектам. К таким как: определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии. -применять способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное с учетом селективности титрования и способы её повышения для реального исследуемого образца. -Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности комплексонометрического титрования. Рассчитать погрешности определения, связанные с индикатором. 		
Раздел 8. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Окислительно-восстановительное титрование.		2	1
35	<p>Практика 13. Вопросы, рассматриваемые на семинаре на тему «Окислительно-восстановительное равновесие. Окислительно-восстановительное титрование»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое потенциал, стандартный электродный потенциал, реальный потенциал? 2. Дайте определение полуреакций окисления и восстановления, окислительно-восстановительной пары. Какие факторы влияют на окислительно-восстановительный потенциал? 3. Приведите связь стандартного и реального потенциала. Влияние pH, образование осадка и комплексообразования на величину реального потенциала, направленность реакций окисления-восстановления. Приведите примеры. 4. Понятие об окислительно-восстановительных методах титрования. Молярная масса эквивалента окислителей и восстановителей. 		

	<p>5. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций, связь их с нормальными потенциалами реагирующих веществ.</p> <p>6. Условия окислительно-восстановительного титрования. Механизм протекания реакций. Способы увеличения скорости реакций. Сопряженные (индуцированные) реакции и их роль в редоксиметрии.</p> <p>7. Изменение окислительно-восстановительных потенциалов в процессе титрования. Кривые титрования по методу окисления-восстановления.</p> <p>8. Способы фиксирования точки эквивалентности в редоксиметрии. Окислительно-восстановительные индикаторы, принцип их действия, требования, предъявляемые к ним. Интервал перехода окраски индикатора.</p> <p>9. Основы перманганатометрии. Окислительные свойства перманганата калия в зависимости от условий протекания окислительно-восстановительной реакции. Приготовление и установка точной концентрации раствора перманганата калия. Примеры определения по методу перманганатометрии.</p> <p>10. Сущность метода иодометрии. Рабочие растворы и исходные вещества. Определение окислителей и восстановителей. Условия проведения йодометрического анализа. Преимущества и недостатки иодометрии.</p> <p>11. Понятие о других методах редоксиметрии. Хроматометрия, броматометрия, ванадатометрия, цериметрия, титанометрия и других методах.</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. -основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Построить кривую титрования. Учесть факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация катионов водорода, комплексообразование, ионную силу раствора. -Оценить влияние различных факторов на скачок титрования и определить коенную точку титрования. Провести индикацию конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. -Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности окислительно-восстановительного титрования. Рассчитать погрешности определения, связанные с индикатором. -Применять методы окислительно-восстановительного титрования к реальным объектам. К таким как: <ol style="list-style-type: none"> 1. Перманганатометрия. Например: определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов. 2. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Например, определение арсенитов, железа(III), меди(II), галогенид-ионов, преоксидов, кислот; определение воды и функциональных групп органических соединений. 3. Бихроматометрия. Определение железа(II), урана (IV). 4. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Определение неорганических и органических соединений. 		
Раздел 9. Гравиметрические методы анализа. Осаждение как метод анализа.		4	3
36, 37	<p>Практика 14, 15. Вопросы, рассматриваемые на семинаре на тему «Гетерогенные равновесия. Гравиметрия»:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие системы называются гетерогенными? Приведите примеры. Какие гетерогенные системы имеют наибольшее значение в анализе? 2. Приведите вывод правила произведения растворимости. 3. Способы выражения константы растворимости: концентрационная, термодинамическая, условная константы. Как они связаны между собой? 4. Выведите связь между произведением растворимости и растворимостью осадка. Какие факторы влияют на ту и другую величину? 		

	<p>5. Что такое солевой эффект? Чем он объясняется?</p> <p>6. Влияние pH раствора на растворимость осадка.</p> <p>7. Какие факторы оказывают наибольшее значение на растворимость осадков?</p> <p>8. Как управлять равновесным процессом “осаждение <math>\rightleftharpoons</math> растворение осадка”? Как перевести одно малорастворимое соединение в другое?</p> <p>9. Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Гравиметрическое определение малых количеств веществ. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания.</p> <p>10. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Влияние одноименных ионов на равновесия в растворах труднорастворимых соединений. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Требования к осаждаемой и весовой форме осадка.</p> <p>11. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств: растворимость, полярность молекулы и условий осаждения (концентрация осаждаемого иона и осадителя, солевой состав раствора, pH, температура). Коагуляция.</p> <p>12. Применение органических реагентов в гравиметрическом анализе. Разделение элементов с использованием реакций осаждения. Форма осаждения и форма взвешивания. Различные весовые формы.</p> <p>13. Причины загрязнения осадка (соосаждение и последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения: адсорбция, окклюзия и изоморфизм. Правило Хлопина. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе.</p> <p>14. Расчет и выражение результатов весового определения. Аналитический множитель (факторы) весового анализа. Расчет навески анализируемого вещества и количества осадителя.</p> <p>15. Расчеты в гравиметрии. Гравиметрический фактор. Расчет минимально допустимой массы определяемого компонента. Расчет массы навески и объема осадителя. Расчет результатов анализа.</p> <p>При изучении данной темы студенты должны знать: основные закономерности протекания реакций осаждения; выражения констант равновесий указанных реакций и процессов в зависимости от условий их протекания, использование этих реакций в аналитической химии.</p> <p>Сущность гравиметрического метода анализа и его недостатки. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ. Чувствительность аналитических весов и её математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.</p> <p>Студент должен уметь: рассчитать константы равновесия указанных процессов, равновесные концентрации частиц в растворах в зависимости от условий среды, освоить технику и методику выполнения количественного гравиметрического анализа. Построить кривые титрования в методе <i>осадительного титрования</i>. В этом методе обнаружить конечную точку титрования; выбрать индикаторы. Найти погрешности титрования.</p> <p>Студент должен уметь проводить гравиметрические расчеты: гравиметрический фактор, минимально допустимую массу определяемого компонента, массу навески и объема осадителя для полноты осаждения. Расчет результатов анализа и погрешности проведенного анализа.</p> <p>Студент должен владеть навыками практического применения гравиметрического и осадительного титрования. Взвешивать на аналитических весах.</p> <p>Коллоквиум 2.</p>		
<p>Раздел 10. Физико-химические методы анализа.</p>		<p>4</p>	<p>-</p>
<p>38, 39</p>	<p>Практика 16, 17. Вопросы, рассматриваемые на семинаре по теме «Классификация методов, сравнение по метрологическим характеристикам. Методы определения концентрации компонентов»:</p> <p>1. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика методов. Классификация методов. Индикаторные электроды и электроды срав-</p>		

	<p>нения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Химические явления, возникающие при протекании тока. Чувствительность и селективность электрохимических методов.</p> <p>1.1. Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды.</p> <p>1.2. ИонOMETрия. Сущность метода. Классификация ионселективных электродов. Примеры практического применения ионOMETрии.</p> <p>1.3. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, осаждения, окисления-восстановления, комплексообразования.</p> <p>1.4. Кулонометрия. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Определение эффективности тока генерации. Вольтамперометрия. Классификация вольтамперометрических методов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменного-тока.</p> <p>1.5. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления и восстановления. Общая характеристика электрогравиметрических методов.</p> <p>2. Спектроскопические методы анализа. Общая характеристика и классификация спектроскопических методов. Спектр электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах. Пределы обнаружения. Определение примесей в высокочистых веществах, анализ экологических объектов. Определение следов неорганических и органических компонентов.</p> <p>3. Хроматографические методы анализа. Основные принципы хроматографического метода. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория. Типы стационарных и подвижных фаз. Принципы жидкостной и газовой хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Способы детектирования. Применение хроматографических методов для разделения и определения неорганических и органических соединений.</p> <p>Студент должен знать: -сущность основных физико-химических методов анализа: -преимущества и недостатки, диапазон определяемых концентраций компонентов, ошибки метода.</p> <p>Студент должен уметь: -выбрать необходимый физико-химический метод анализа и обосновать выбор метода для конкретного исследуемого объекта.</p>		
Раздел 11. Анализ реальных объектов.		2	-
40	Практика 18. Коллоквиум 3. Отчет по рефератам (желателен, но не обязателен).		
Итого		36	22

4.5 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Номер семестра				
Наименование раздела дисциплины				

6 семестр 3 курс		36		
Раздел 4. Качественный анализ. Аналитические реакции. Системный и дробный анализ. Классификация катионов и анионов по аналитическим группам. Групповые реактивы.		4	3	
24	1. Инструктаж по охране труда. Оборудование лаборатории, приемы работы с посудой, реактивами. Аналитические весы. Взвешивание. Приготовление растворов. Аналитическая посуда для качественного и количественного анализа. Лаб. раб. 1. Качественный анализ катионов 1, 2 и 3 аналитических групп. Качественный анализ анионов.			Отчет по лаб. работам.
Раздел 6. Введение в титриметрические методы анализа Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Кислотно-основное титрование.		6	4	
26, 28	Лаб. раб. 2. Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия. Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты по точной навеске. Установление точной концентрации рабочего раствора гидроксида натрия по стандартному раствору. Лаб. раб. 3. Приготовление растворов HCl и Na ₂ B ₄ O ₇ . Стандартизация раствора HCl по Na ₂ B ₄ O ₇ . Определение содержания щелочи в растворе по методу кислотно-основного титрования.			Отчеты по лаб. работам.
Раздел 7. Реакции комплексообразования в анализе. Комплексонометрическое титрование. Осадительное титрование.		4	4	
28, 30	Лаб. раб. 4. Определение сульфат-иона по методу осадительного титрования. Лаб. раб. 5. Стандартизация раствора комплексона III по стандартному раствору сульфата магния в щелочной среде. Определение общей и кальциевой жесткости природной и питьевой воды по методу комплексонометрии.			Отчет по лаб. работам
Раздел 8. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Окислительно-восстановительное титрование.		4	4	
30, 32	Лаб. раб. 6. Приготовление раствора KMnO ₄ . Стандартизация раствора KMnO ₄ по щавелевой кислоте. Определение содержания железа (II) в растворе соли Мора. Лаб. раб. 7. Приготовление растворов KI, J ₂ , Na ₂ S ₂ O ₃ . Стандартизация раствора J ₂ и Na ₂ S ₂ O ₃ . Определение содержания меди в растворе медного купороса йодометрическим титрованием.			Отчеты по лаб. работам.
Раздел 9. Гравиметрические методы анализа. Осаждение как метод анализа.		6	6	
32, 34	Лаб. раб. 8. Гравиметрическое определение сульфат ионов в растворе серной кислоты. Лаб. раб. 9. Гравиметрическое определение кристаллизационной воды в BaCl ₂ ·2H ₂ O. Гравиметрическое определение содержания бария в BaCl ₂ ·2H ₂ O.			Отчеты по лаб. работам.
Раздел 10. Физико-химические методы анализа.		6	6	
36, 38	Лаб. раб. 10. Определение содержания HCl в растворе методом потенциометрического титрования. Лаб. раб. 11. Фотоэлектроколориметрия. Определение Cu (II) в природных водах до очистки методом градуировочного графика. Лаб. раб. 12. Пламенная фотометрия. Определение содержания щелочных металлов в растворе методом градуировочного графика.			Отчет по лаб. работам.

Раздел 11. Анализ реальных объектов.		6	6	
38, 40	Лаб. раб. 13. Определение никеля в стали.			Отчеты по лаб. работам. Зачет по лабораторному практикуму.
Итого часов		36	33	

4.6 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем, часов
6 семестр 3 курс			63
Раздел 1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, их задачи. Основные понятия. Классификация методов анализа.			4
23	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Аналитическая химия как наука о методах анализа вещества, ее место в системе наук. Аналитическая химия как служба. Идентификация и определение. Виды анализа: элементный, функциональный, изотопный, вещественный, фазовый. Классификация методов анализа по количеству определяемого вещества. Аналитический сигнал. Признаки аналитической реакции. Категории избирательности аналитических реакций. Предел обнаружения. Мешающее влияние и способы его устранения: разделение, маскирование. Дробный и систематический анализ. Аналитические группы элементов в сероводородной схеме анализа. Анализ реальных объектов. Основные этапы анализа. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы. Факторы, определяющие постановку аналитической задачи: уровень содержания компонента, требуемая точность, экспрессность анализа, стоимость. Метод и методика анализа.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>В вводной части дисциплины студенты должны знать: предмет изучения, структуру курса, современные проблемы и тенденции развития аналитической химии, связь её с другими науками; знать основные методы обнаружения и идентификации веществ.</p> <p>Студент должен уметь: выбирать методы выделения и обнаружения элементов в зависимости от состава объекта и задачи анализа, составлять схемы качественного и количественного анализа катионов и анионов.</p>	Проверка конспекта.	
Раздел 2. Метрологические основы химического анализа.			4
24, 25	<p>Изучение материала самостоятельно по рекомендуемой литературе и вопросам практического занятия 2.</p> <p>1. Основные метрологические характеристики метода анализа: погрешность (случайная, систематическая, абсолютная, относительная); правильность, прецизионность (сходимость, воспроизводимость). Точность анализа. Способы выявления и устранения систематических погрешностей.</p> <p>2. Статистическая обработка результатов измерений. Построение гистограмм. Закон нормального распределения случайных ошибок. Среднее и дисперсия генеральной совокупности. Среднее и стандартное отклонение ограниченной выборки. Критерий Стьюдента. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Необходимое число параллельных определений. Методы оценки правильности. Промахи. Исключение данных. Сравнение средних и дисперсий двух независимых экспериментов. Значащие цифры. Закон распростра-</p>	Проверка домашнего конспекта темы. <i>Домашнее задание.</i>	

	<p>нения погрешностей при вычислениях. Представление результатов анализа.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>При изучении темы студенты должны знать: основные этапы аналитического процесса и сопровождающие их погрешности; метрологические понятия и характеристики анализа, виды погрешностей и их оценку.</p> <p>Студенты должны уметь: проводить статистическую обработку результатов анализа, давать оценку достоверности полученных результатов измерений при проведении лабораторных работ по количественному анализу.</p> <p>Выполнение домашнего задания.</p> <p>Подготовка к лабораторной и контрольной работе.</p>		
Раздел 3. Основные законы, используемые при расчете химических равновесий.			10
26, 27	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Растворы. Теории растворов электролитов (теория электролитической диссоциации Аррениуса, теория Дебая-Хюккеля). Сильные и слабые электролиты. Закон действующих масс. Закон разбавления Оствальда. Общий подход к решению равновесий. Условие материального баланса. Принцип электронейтральности. Термодинамические и концентрационные константы химических равновесий. Ионная сила растворов. Коэффициенты активности ионов и способы их вычисления. Сольватация. Ступенчатая (K) и полная (β) константы комплексообразования. Константы кислотной (K_a) и основной (K_b) ионизации, константы протонирования (K_H, β_H). Равновесие комплексообразования. Способы выражения констант устойчивости и нестойкости комплексных соединений: ступенчатая, общая константа. Условная константа. Функция закомплексованности (Φ).</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>При изучении данной темы студенты должны знать: основные закономерности протекания реакций кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразования и осаждения; выражения констант равновесий указанных реакций и процессов в зависимости от условий их протекания, использование этих реакций в аналитической химии.</p> <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -рассчитать константы равновесия указанных процессов, равновесные концентрации частиц в растворах в зависимости от условий среды, построить диаграммы распределения в случае ступенчатых равновесных процессов и кривые титрования в титриметрии, освоить технику и методику выполнения количественного анализа. -рассчитать концентрацию определяемого вещества и pH среды исследуемой смеси. <p>Выполнение домашнего задания.</p> <p>Подготовка к лабораторной и контрольной работе.</p>	Проверка конспекта лекций. <i>Домашнее задание.</i>	
Раздел 4. Качественный анализ. Аналитические реакции. Системный и дробный анализ. Классификация катионов и анионов по аналитическим группам. Групповые реактивы.			4
28	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Методы классификации катионов и анионов. Дробный и систематический анализ. Групповой и специфический реагент. Аналитические признаки и аналитические реакции, характеристика чувствительности аналитических реакций. Реагенты, используемые в качественном анализе. Аналитические классификации катионов (сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотно-основная) и анионов по группам.</p> <p>Общая схема аналитического определения. Постановка задачи. Выбор метода и схемы анализа. Подготовка пробы к</p>	Проверка конспекта.	

	<p>анализу. Понятие о генеральной, лабораторной, анализируемой пробах. Особенности отбора пробы газов; жидкостей (гомогенных, гетерогенных); твердых веществ (сыпучих и целого). Сокращение пробы. Хранение пробы. Вскрытие пробы. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Количественное измерение. Аналитический сигнал. Методы нахождения концентрации определяемого компонента. Погрешности анализа. Статистическая обработка результатов анализа.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Студент должен знать: основные методы идентификации катионов и анионов.</p> <p>Студент должен уметь: выбирать методы выделения и обнаружения элементов в зависимости от состава объекта и задачи анализа, составлять схемы качественного анализа катионов и анионов.</p> <p>Подготовка к лабораторной и контрольной работе.</p>		
<p>Раздел 5. Количественный анализ. Методы количественного анализа: гравиметрический анализ, титриметрический анализ. Классификация объемных методов анализа. Индикаторы.</p>			4
29, 30	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Задачи и методы количественного анализа. Сущность гравиметрического анализа. Титриметрический анализ. Сущность метода. Классификация титриметрических методов анализа. Требования к реакциям в объемном анализе. Основные понятия метода: точка эквивалентности, конечная точка титрования. Реактивы и посуда, применяемые в анализе. Методы пипетирования и отдельных навесок. Стандартный, рабочий растворы. Способы приготовления титрованных растворов. Приготовление растворов: первичных стандартных растворов по точной навеске, вторичных стандартных растворов по известной концентрации исходного раствора. Стандартизация вторичных растворов. Построение кривых титрования. Точка стехиометричности и способы ее установления. Виды индикаторов, применяемых в титриметрическом анализе. Основные характеристики индикаторов: интервал перехода, показатель титрования. Выбор индикатора.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -основные методы количественного анализа. Сущность методов. Интервал определяемых концентраций, преимущества и недостатки перед другими методами, ошибки измерений. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -рассчитать концентрацию для приготовления стандартного, рабочего раствора; -произвести обработку результатов титриметрического и гравиметрического анализа с использованием методов математической статистики при анализе вещества; -взвешивать на аналитических весах; -производить расчеты в гравиметрическом и титриметрическом анализе. <p>Студент должен владеть практическими навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> -приготовить раствор заданной концентрации; -взвешивать на аналитических весах. <p>Подготовка к лабораторной и контрольной работе.</p>	Проверка конспекта	
<p>Раздел 6. Введение в титриметрические методы анализа Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Кислотно-основное титрование.</p>			4
31, 32	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Кислотно-основное титрование (протолитометрия). Требования к реакциям. Аналитические возможности метода. Фиксирование точки эквивалентности. рН-индикаторы. Интервал</p>	Проверка конспекта <i>Контрольная задача 1.</i>	

	<p>перехода окраски. Кривые титрования, анализ и выбор индикатора. Теории индикаторов метода нейтрализации (ионная и хромофорная). Построение кривой титрования сильной кислоты сильным основанием. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Построение кривой титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. Влияние различных факторов на скачок титрования. Погрешности кислотно-основного титрования. Применение метода. Формулы для расчета рН в гомогенных системах.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы кислотно-основного титрования (протолитометрия). Требования к реакциям. Аналитические возможности метода. -Обосновать выбор индикатора для фиксирования точки эквивалентности на кривых титрования. Интервал перехода окраски. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Построить кривую титрования сильной кислоты сильным основанием. -Построить кривую титрования слабой кислоты сильным основанием. -Построить кривую титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. -Оценить влияние различных факторов на скачок титрования. -Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности кислотно-основного титрования. -Рассчитать рН в гомогенных системах. <p>Студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> -проводить титриметрический анализ по методу кислотно-основного титрования (протолитометрия) САМОСТОЯТЕЛЬНО!!! <p>Подготовка к лабораторной работе.</p> <p>Коллоквиум 1.</p> <p>Контрольная задача 1.</p> <p>Контрольная работа.</p>		
<p>Раздел 7. Реакции комплексообразования в анализе. Комплексонометрическое титрование. Осадительное титрование.</p>			4
33, 34	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Комплексоны. Индикаторы комплексонометрии. Расчетные уравнения для построения кривой титрования. Выбор индикатора и обоснование условий комплексонометрического титрования. Ме-индикаторы. Кривые титрования. Применение метода.</p> <p>Осадительное титрование. Сущность метода. Аргентометрия. Роданометрия. Общая характеристика и области аналитического применения. Способы Мора, Фольгарда, Фаянса. Абсорбционные индикаторы. Построение кривой осаждения. Выбор условий титрования. Применение метода.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -теоретические основы комплексонометрического титрования. - факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура. -свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. -влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием 	<p>Проверка конспекта. <i>Контрольная задача 2. Домашнее задание.</i></p>	

	<p>комплексных соединений.</p> <p>-возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.</p> <p>Студент должен уметь:</p> <p>- рассчитать и построить кривую титрования.</p> <p>-обосновать выбор Ме-индикатора для анализа необходимого объекта. Учесть требования предъявляемые к металлохромным индикаторам.</p> <p>-Применять методы окислительно-восстановительного титрования к реальным объектам. К таким как: определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии.</p> <p>-применять способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное с учетом селективности титрования и способы её повышения для реального исследуемого образца.</p> <p>-Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности комплексонометрического титрования. Рассчитать погрешности определения, связанные с индикатором.</p> <p>Студент должен владеть:</p> <p>-проводить титриметрический анализ по методу комплексонометрического титрования САМОСТОЯТЕЛЬНО!!!</p> <p>Контрольная задача 2. Домашнее задание.</p> <p>Подготовка к лабораторной работе.</p>		
Раздел 8. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Окислительно-восстановительное титрование.			4
35	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Окислительно-восстановительное равновесие. Расчет константы равновесия реакции окисления-восстановления. Вычисление стандартных потенциалов полуреакций. Уравнение Нернста и его применимость. Стандартный и формальный электродный потенциалы. Зависимость формального электродного потенциала от pH среды. ЭДС реакции окисления-восстановления. Направление протекания ОВР.</p> <p>Редоксиметрия. Сущность и аналитические возможности методов. Классификация методов. Индикаторы метода. Влияние различных факторов на направление и скорость окислительно-восстановительных реакций. Способы фиксирования точки стехиометричности. Кривые титрования смесей. Индикация конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. Погрешности определения, связанные с индикатором. Применение окислительно-восстановительного титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, цериметрия, дихроматометрия, иодометрия и иодиметрия, броматометрия, бромометрия.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Студент должен знать:</p> <p>- электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.</p> <p>-основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента. Определение неорганических и органических соединений.</p> <p>Студент должен уметь:</p> <p>-Построить кривую титрования. Учесть факторы, влияющие</p>	Проверка спектра. <i>Контрольная задача 3.</i>	

	<p>на характер кривых титрования: концентрация катионов водорода, комплексообразование, ионную силу раствора.</p> <p>-Оценить влияние различных факторов на скачок титрования и определить коечную точку титрования. Провести индикацию конечной точки в окислительно-восстановительном титровании.</p> <p>-Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности окислительно-восстановительного титрования. Рассчитать погрешности определения, связанные с индикатором.</p> <p>-Применять методы окислительно-восстановительного титрования к реальным объектам. К таким как:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перманганатометрия. Например: определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов. 2. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Например, определение арсенитов, железа(III), меди(II), галогенид-ионов, преоксидов, кислот; определение воды и функциональных групп органических соединений. 3. Бихроматометрия. Определение железа(II), урана (IV). 4. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. <p>Студент должен владеть: -проводить титриметрический анализ по методу редоксиметрии САМОСТОЯТЕЛЬНО!!! Контрольная задача 5. Подготовка к лабораторной работе.</p>		
<p>Раздел 9. Гравиметрические методы анализа. Осаждение как метод анализа.</p>			4
<p>36, 37</p>	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>Гравиметрия как абсолютный метод анализа. Методы осаждения, выделения, отгонки. Этапы гравиметрического анализа по методу осаждения. Гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрии. Расчет минимально допустимой массы определяемого компонента. Расчет массы навески и объема осадителя. Требования, предъявляемые к осадителю. Осаждаемая и весовая формы осадка, требования, предъявляемые к весовой форме осадка. Осаждение. Условия осаждения и обоснование этих условий. Фильтрование и промывание осадка. Декантация. Выбор промывной жидкости. Высушивание и прокаливание. Расчет результатов анализа.</p> <p>Применение гравиметрического метода анализа. Механизм образования осадка. Пересыщение, центры кристаллизации и рост частиц. Кристаллические и аморфные осадки. Старение осадков. Виды загрязнений осадков. Совместное осаждение, соосаждение и послеосаждение. Условия аналитического осаждения. Гомогенное осаждение.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>При изучении данной темы студенты должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -основные закономерности протекания реакций осаждения; --выражения произведения растворимости для указанных реакций и процессов в зависимости от условий их протекания и использование этих реакций в аналитической химии. -сущность гравиметрического метода анализа и его недостатки. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ. -Чувствительность аналитических весов и её математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания. 	<p>Проверка конспекта. Контрольная задача 4.</p>	

	<p>- Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Определение элементов в виде оксидов. Определение кальция и магния, источники ошибок при их определении. Определение серы, галогенов в неорганических и органических соединениях. Различные методы определения фосфора и кремния. Применение органических реагентов для определения никеля, кобальта, цинка и магния.</p> <p>-Примеры практического применения методов осадительного титрования.</p> <p>Студент должен уметь:</p> <p>-рассчитать произведение растворимости, константы равновесия указанных процессов, равновесные концентрации частиц в растворах в зависимости от условий среды. Определить полноту осаждения.</p> <p>-освоить технику и методику выполнения количественного гравиметрического анализа.</p> <p>- Построить кривые титрования в методе <i>осадительного титрования</i>. В этом методе обнаружить конечную точку титрования; выбрать индикаторы. Найти погрешности титрования.</p> <p>-Студент должен проводить гравиметрические расчеты: гравиметрический фактор, минимально допустимую массу определяемого компонента, массу навески и объема осадителя для полноты осаждения.</p> <p>-Рассчитывать результаты анализа и погрешности проведенного анализа.</p> <p>Студент должен владеть навыками практического применения:</p> <p>- гравиметрического и осадительного титрования.</p> <p>-проводить гравиметрический анализ САМОСТОЯТЕЛЬНО!!!</p> <p>-взвешивания на аналитических весах.</p> <p>-аналитическими операциями (фильтрование, упаривание, высушивание, прокаливание и другими).</p> <p>Подготовка к лабораторной работе.</p> <p>Коллоквиум 2.</p> <p>Контрольная задача 3, 4.</p> <p>Контрольная работа.</p>		
Раздел 10. Физико-химические методы анализа.		.	8
38, 39	<p>Изучение лекционного материала.</p> <p>1. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика методов. Классификация методов. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Химические явления, возникающие при протекании тока. Чувствительность и селективность электрохимических методов.</p> <p>1.1. Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды.</p> <p>1.2. Ионметрия. Сущность метода. Классификация ион-селективных электродов. Примеры практического применения ионметрии.</p> <p>1.3. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, осаждения, окисления-восстановления, комплексообразования.</p> <p>1.4. Кулонометрия. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Определение эффективности тока генерации. Вольтамперометрия. Классификация вольтамперометрических мето-</p>	<p><i>Проверка домашнего конспекта.</i></p> <p><i>Домашнее задание.</i></p>	

	<p>дов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменного-тока.</p> <p>1.5. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления и восстановления. Общая характеристика электрогравиметрических методов.</p> <p>2. Спектроскопические методы анализа. Общая характеристика и классификация спектроскопических методов. Спектр электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах.</p> <p>Пределы обнаружения. Определение примесей в высокочистых веществах, анализ экологических объектов. Определение следов неорганических и органических компонентов. Общая характеристика и классификация спектроскопических методов. Спектр электромагнитного излучения. Спектроскопические методы анализа в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах.</p> <p>Гамма-резонансная спектроскопия.</p> <p>Рентгеновская спектроскопия, эмиссионный и абсорбционный анализ. Основные методы рентгеноспектрального эмиссионного анализа: флуоресцентный, радиометрический, микроанализ с электронным и ионным возбуждением. Пределы обнаружения в методах рентгеноспектрального анализа. Поглощение рентгеновского излучения, края поглощения. Закон Вульфа-Брегга. Рентгеновские спектрометры с волновой и энергетической дисперсией, детекторы. Качественный и количественный рентгеноспектральный анализ.</p> <p>Атомная оптическая спектроскопия, ее основные методы: эмиссионный, абсорбционный, флуоресцентный. Оптические спектры атомов, ионов. Способы возбуждения: пламя, дуга, плазма. Эмиссионный спектральный анализ. Уравнение Больцмана. Оптические спектрометры, квантометры. Эмиссионный спектральный анализ с индуктивно-связанной плазмой.</p> <p>Атомно-абсорбционный анализ с плазменной и электротермической атомизацией. Лазерная спектроскопия. Селективность методов, пределы обнаружения элементов. Качественный и количественный анализ. Молекулярная спектроскопия и ее основные методы: абсорбционная (в УФ-, видимой и ИК-областях), люминесцентная, комбинационного рассеяния.</p> <p>Понятие о магнитооптических методах, поляриметрия. Особенности молекулярных спектров. Абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность растворов. Закон Бугера-Ламберта-Бера, отклонения от линейности. Фотоэлектроколориметры, спектрофотометры. Качественный анализ, хромофоры. Количественный анализ в видимой и УФ-области. Спектры ИК-поглощения. Приборы для ИК-анализа. Области применения ИК- и КР-спектроскопии. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Флуоресценция и фосфоресценция. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Определение следов неорганических и органических компонентов. Радиоспектроскопические и микроволновые методы анализа: ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Физические основы методов, спектральные параметры.</p> <p>Масс-спектрометрия (МС). Классификация МС методов по способам ионизации пробы: искровая МС, лазерная МС, МС вторичных ионов, МС с электронным ударом и химической ионизацией. Статические и динамические масс-анализаторы. Влияние масс-спектрального разрешения на</p>		
--	--	--	--

	<p>пределы обнаружения элементов. МС с индуктивно-связанной плазмой. Хромато-масс-спектрометрия.</p> <p>Активационный анализ. Радионуклиды. Основное уравнение радиоактивного распада. Зависимость предела обнаружения элементов от эффективного сечения ядерной реакции и плотности потока нейтронов. Классификация ядерно-физических методов анализа. Определение примесей в высоко чистых веществах, анализ экологических объектов.</p> <p>Методы локального анализа и анализа поверхности (ЛА-АП). Классификация методов. Электронная микроскопия. Электронная спектроскопия поверхности: рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, Оже-электронная спектроскопия. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Резерфордская спектроскопия.</p> <p>3. Хроматографические методы анализа. Основные принципы хроматографического метода. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория. Типы стационарных и подвижных фаз. Принципы жидкостной и газовой хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Способы детектирования. Применение хроматографических методов для разделения и определения неорганических и органических соединений. Связь хроматографии с другими методами разделения. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз: газовая адсорбционная, жидкостно-адсорбционная, газожидкостная распределительная, жидкостно-жидкостная распределительная хроматографии. Классификация хроматографических методов по механизму разделения компонентов: молекулярная (адсорбционная, распределительная, эксклюзионная) и хемосорбционная хроматография (ионнообменная, осадочная, окислительно-восстановительная, адсорбционно-комплексобразовательная).</p> <p>Классификация хроматографических методов по способу перемещения фаз: элюентный, фронтальный и вытеснительный методы. Классификация хроматографических методов по геометрии сорбционного слоя: колоночная и плоскостная (бумажная и тонкослойная) хроматографии. Внутренние и внешние хроматограммы. Коэффициент распределения компонента между неподвижной и подвижной фазами. Основное уравнение равновесной хроматографии. Параметры хроматограмм: мертвое время (t_M), общее (t_R) и исправленное (t_R') время удерживания компонента, коэффициент емкости (k') и коэффициент селективности (α) колонки, относительная скорость движения компонента (R_f) в плоскостной хроматографии. Разрешение (R_s) как характеристика разделения пиков. Оптимизация разделения. Причины размывания хроматографических пиков. Зависимость ширины пика от эффективности колонки. Теория теоретических тарелок: высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ), число теоретических тарелок. Кинетическая теория: зависимость ВЭТТ от линейной скорости потока, вклад вихревой и продольной диффузии, массопереноса в подвижной и неподвижной фазах в ВЭТТ. Оптимальные ВЭТТ и линейная скорость потока. Хроматограмма и ее использование для идентификации и количественного определения компонентов.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Студент должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -сущность основных физико-химических методов анализа; -преимущества и недостатки, диапазон определяемых концентраций компонентов, ошибки метода. <p>Студент должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -выбрать необходимый физико-химический метод анализа и обосновать выбор метода для конкретного исследуемого объекта. 		
--	--	--	--

	<p>Студент должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> -навыками проведения потенциометрического титрования; -измерять pH-раствора на pH-метре; -навыками работы на фотоэлектроколориметре. <p>Подготовка к лабораторной работе. Домашнее задание. Домашний конспект.</p>		
Раздел 11. Анализ реальных объектов.			5
40	<p>Изучение теоретического материала самостоятельно и подготовка конспекта к лабораторному занятию. Геологические объекты. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Вещества особой чистоты. Полупроводниковые материалы. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения и полимеры. Биологические и медицинские объекты. Объекты окружающей среды. Особенности химического анализа объектов различной природы.</p> <p>Студент должен владеть: НАВЫКАМИ ПРОВЕДЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕАЛЬНОГО ОБЪЕКТА САМОСТОЯТЕЛЬНО!!!</p> <p>Подготовка к коллоквиуму 3 и к контрольной работе. Подготовка к лабораторному занятию № 13. Подготовка к зачету по лабораторному практикуму. Реферативная работа.</p>	<p>Проверка домашнего конспекта теоретического материала.</p> <p>Контрольная работа (итоговая проводится в форме тестирования). Зачет по лабораторному практикуму. Отчет по рефератам (желателен, но не обязателен).</p>	
Итого, часов			63

4.7 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

4.7.1 Методические рекомендации преподавателю:

Знания, даваемые дисциплиной «Аналитическая химия», являются неотъемлемой частью базы, необходимой любому грамотному специалисту-химику. Теоретические знания, полученные из лекционного курса, закрепляются на лабораторных занятиях, на которых также вырабатываются практические умения обращения с химическим оборудованием и реактивами, выполнение необходимых расчетов.

Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основным тем курса: качественный химический анализ, теория и практика пробоотбора, метрологические основы химического анализа, типы реакций и процессов в аналитической химии, методы выделения, разделения и концентрирования, гравиметрический, титриметрический анализ, электрохимические, спектроскопические, кинетические методы анализа, особенности анализа конкретных объектов.

Промежуточный срез знаний проводится письменно (контрольные работы и (или) тестирование), устно (коллоквиумы), а также при сдаче лабораторной работы преподавателю. Тестирование проводится в компьютерном классе с использованием специальной программы. Задания для тестирования находятся на сайте ВГТУ. Тестирование студенты могут осуществлять в свободном доступе в качестве самостоятельной подготовки как по отдельным темам, так и по дисциплине в целом. В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, включающие теоретические вопросы и задачи, разработанные преподавателем по всем изучаемым темам курса, могут выполнять экспериментальную лабораторную работу по заданию преподавателя или рефераты. Семестр заканчивается экзаменом.

4.7.2 Методические указания для студентов:

Курс дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» студенты изучают в течение одного семестра. Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. В курсе дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» после изучения каждого раздела дисциплины студент должен сдать:

- коллоквиум (их 3 за семестр),
- домашние задания (их 4 за семестр),
- контрольную работу (может быть в виде тестирования или индивидуальных заданий, направленных на выявление алгоритма решения и владения вычислениями в задаче), их 3 за семестр;
- сдать домашние конспекты по темам согласно графику (их 2 за семестр);

и отчеты по лабораторным работам, оформленные в отдельную тетрадь.

Для получения большого количества баллов за семестр студент может написать реферат по темам предложенных преподавателем с их отчетом перед группой, а также выполнить дополнительное экспериментальное задание преподавателя по анализу реального объекта (это возможно в конце курса).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции , лекция-диалог.
5.3	Лабораторные работы: - выполнение лабораторных работ; - выполнение лабораторной работы № 13 по анализу реального объекта; - проведения физико-химического анализа объекта, заданного преподавателем (в пределах программы курса!!!); - защита выполненных работ.
5.4	Самостоятельная работа студентов: 1. Текущая СРС: - изучение теоретического материала, с использованием Internet-ресурсов и методических разработок, - подготовка к лекциям и лабораторным работам, - работа с учебно-методической литературой, - оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов; - подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету по лабораторному практикуму и экзамену. 2. Творческая проблемно-ориентированная СРС, ориентированная на развитии интеллектуальных умений (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов: - включение в типовые расчеты прикладных задач по каждому разделу программы. - реферативная работа. 3. Опережающая СРС. 4. Участия в научных конференциях и олимпиаде по химии.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания см. в приложении.
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: - контрольные работы (в виде тестов или индивидуальных заданий на алгоритм решения); - отчет, защита и оформление выполненных лабораторных работ в отдельной тетради; - мини-опрос перед началом лекции по изложенному ранее материалу; - отчеты по темам для самостоятельной работы; - отчеты по домашним заданиям.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом КИМ входного и текущего контроля, промежуточной аттестации. КИМ включает примерные варианты контрольных работ, вопросы к экзамену.
6.2	Темы контрольных заданий
	6 семестр
6.2.1	Метрологические основы химического анализа.
6.2.2	Расчеты по химическим равновесиям, применяемых в аналитической химии и физико-химических методах анализа.
6.2.3	Титриметрия: протолиметрия.
6.2.4	Титриметрия: комплексонометрия и осадительное титрование.
6.2.5	Титриметрия: редоксиметрия.
6.2.6	Гравиметрические расчеты.
6.2.7	Физико-химические методы анализа.
6.2.8	Заключительный коллоквиум по пройденным темам.
6.2.9	Задание по выбору студента – это проведения физико-химического анализа объекта, заданного преподавателем (в пределах программы курса!!!). Оценивается наиболее высоким баллом.
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Проверка рефератов. Реферат по темам предложенных преподавателем с их отчетом перед группой (желательно, но не обязательно).

6.3.2	Проверка конспектов лекций.
6.3.3	Проверка выполнения самостоятельной работы.
6.3.4	Проверка домашних заданий.

6.2 Система оценки знаний студента - рейтинг

При прохождении теоретического курса «Аналитическая химия» предусматривается прохождение нескольких контрольных точек – контрольных работ, которые оцениваются баллами. Итоговая аттестация по теоретическому курсу не предусматривает обязательного итогового экзамена – положительную итоговую оценку за курс в целом (4 или 5) можно получить автоматически, набрав соответствующее количество баллов в семестре за контрольные работы. Студент, не получивший достаточного количества баллов или желающий повысить отметку, сдает письменный экзамен. Экзамен имеет подтверждающий характер – студент, приступивший к сдаче экзамена, теряет право на отметку, полученную автоматически по результатам контрольных работ. Студент, пропустивший или написавший неудовлетворительно какую-либо из контрольных работ, может получить на экзамене дополнительно к типовому экзаменационному заданию задачу или вопрос по теме этой контрольной работы. Контрольная работа проводится после прохождения нескольких больших тем и включает теоретические вопросы и задачи по материалам курса. Контрольные работы не переписываются. Студенты, пропустившие контрольную работу, независимо от причины, не могут получить оценку по итогам семестра и обязательно должны сдавать экзамен.

Для получения отметки «отлично» - 5 по результатам семестра (без экзамена) студент должен набрать не менее 75 % общей суммы баллов за все контрольные работы.

При наборе 65 – 75 % общей суммы студент автоматически получает отметку «хорошо» - 4.

В остальных случаях (< 65 % суммы баллов) студент должен сдавать экзамен.

Письменный экзамен включает задачи и теоретические вопросы по всему курсу и оценивается в баллах.

Для получения отметки «отлично» студент должен набрать не менее 75 % максимальной суммы баллов (включающей баллы за дополнительные задачи); отметки «хорошо» – 65 – 75 %; отметки «удовлетворительно» – 50 – 65 %. При наборе менее 50 % баллов общая отметка "неудовлетворительно".

При прохождении практической части курса выполнение всех лабораторных работ также оценивается баллами. Оценка результата проводится преподавателем. При этом учитываются качество выполнения эксперимента в соответствии с требованиями, предъявляемыми к аналитическим определениям; грамотное представление результатов в лабораторном журнале; соблюдение правил поведения в аналитической лаборатории и техники безопасности. Преподаватель также имеет право снизить баллы за несвоевременную сдачу результатов экспериментальных задач. Для получения экзамена требуется набрать не менее 75 % общего максимального количества баллов за все работы.

6.3 Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
<i>Текущий контроль</i>				
1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, их задачи. Основные понятия. Классификация методов анализа.	Знание: 1. Предмета изучения, структуру курса, современные проблемы и тенденции развития аналитической химии, связь её с другими науками; 2. Основных методов обнаружения и идентификации веществ.	Проверка конспекта.	Устная	23-25 неделя.
	Умение: 1. Выбирать методы выделения и обнаружения элементов в зависимости от состава объекта и задачи анализа. 2. Составлять схемы качественного и количественно-			

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
	го анализа катионов и анионов.			
2. Метрологические основы химического анализа.	<p>Знание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основных этапов аналитического процесса и сопровождающие их погрешности. 2. Метрологических понятий и характеристик анализа. 3. Видов погрешностей и их оценки. <p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проводить статистическую обработку результатов анализа. 2. Давать оценку достоверности полученных результатов измерений при проведении лабораторных работ по количественному анализу. 	Выполнение домашнего задания.	Письменный	24, 25 неделя.
3. Основные законы, используемые при расчете химических равновесий.	<p>Знание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основных закономерности протекания реакций кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразования и осаждения. 2. Выражения констант равновесий указанных реакций и процессов в зависимости от условий их протекания, использование этих реакций в аналитической химии. <p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать константы равновесия указанных процессов. 2. Равновесные концентрации частиц в растворах в зависимости от условий среды. 3. Построить диаграммы распределения в случае ступенчатых равновесных процессов и кривые титрования в титриметрии. 5. Рассчитать концентрацию определяемого вещества и pH среды исследуемой смеси. <p>Владение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Техникой и методикой выполнения качественного и количественного анализа. 	Выполнение домашнего задания	Письменный	26, 27 неделя

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
<p>4. Качественный анализ. Аналитические реакции. Системный и дробный анализ. Классификация катионов и анионов по аналитическим группам. Групповые реактивы.</p>	<p>Знание: 1. Основных методов идентификации катионов и анионов.</p> <p>Умение: 1. Выбирать методы выделения и обнаружения элементов в зависимости от состава объекта и задачи анализа. 2. Составлять схемы качественного анализа катионов и анионов.</p> <p>Владение: 1. Методами теоретического исследования химических систем и объектов. 2. Навыками проведения химического эксперимента и обработки его результатов.</p>	<p>Проверка конспекта.</p>	<p>Отчет устный.</p>	<p>28 неделя.</p>
<p>5. Количественный анализ. Методы количественного анализа: гравиметрический анализ, титриметрический анализ. Классификация объемных методов анализа. Индикаторы.</p>	<p>Знание: 1. Основных методов количественного анализа. 2. Сущность методов. 3. Интервал определяемых концентраций, преимущества и недостатки перед другими методами, ошибки измерений.</p> <p>Умение: 1. Рассчитать концентрацию для приготовления стандартного, рабочего раствора. 2. Произвести обработку результатов титриметрического и гравиметрического анализа с использованием методов математической статистики при анализе вещества. 3. Производить расчеты в гравиметрическом и титриметрическом анализе.</p> <p>Владение практическими навыками: 1. Приготовить раствор заданной концентрации; 2. Взвешивать на аналитических весах.</p>	<p>Проверка конспекта.</p>	<p>Отчет устный.</p>	<p>29, 30 неделя.</p>

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
<p>6. Введение в титриметрические методы анализа Кислотно-основные равновесия в водных растворах. Кислотно-основное титрование.</p>	<p>Знание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретических основ кислотно-основного титрования (протолитометрия). Требования к реакциям. Аналитических возможностей метода. 2. Обосновать выбор индикатора для фиксирования точки эквивалентности на кривых титрования. Интервала перехода окраски. 	<p><i>Коллоквиум 1. Контрольная задача 1. Контрольная работа 2-х уровней: тест или индивидуальное задание. Дается по выбору студента.</i></p>		<p>31, 32 неделя.</p>
	<p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить кривую титрования сильной кислоты сильным основанием. 2. Построить кривую титрования слабой кислоты сильным основанием. 3. Построить кривую титрования слабой многоосновной кислоты сильным основанием. 4. Оценить влияние различных факторов на скачок титрования. 5. Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности кислотно-основного титрования. 6. Рассчитать рН в гомогенных системах. 			
	<p>Владение практическими навыками:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Проводить титриметрический анализ по методу кислотно-основного титрования (протолитометрия)</i> САМОСТОЯТЕЛЬНО!!! 			

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
<p>7. Реакции комплексообразования в анализе. Комплексонометрическое титрование. Осадительное титрование.</p>	<p>Знание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретических основ комплексонометрического титрования. 2. Факторов, влияющих на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура. 3. Свойств комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. 4. Влияния комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. 5. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. 6. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа. 	<p><i>Контрольная задача 2 2-х уровней: тест или индивидуальное задание. Дается по выбору студента. Домашнее задание.</i></p>	<p>Письменно.</p>	<p>33, 34 неделя.</p>
	<p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать и построить кривую титрования. 2. Обосновать выбор Метиндикатора для анализа необходимого объекта. Учесть требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам. 3. Применять способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное с учетом селективности титрования и способы её повышения для реального исследуемого образца. 4. Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности комплексонометрического титрования. б. Рассчитать погрешности определения, связанные с индикатором. 			

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
	<p>Владение практическими навыками:</p> <p>1. Проводить титриметрический анализ по методу комплексонометрического титрования САМОСТОЯТЕЛЬНО!!!</p>			
<p>8. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Окислительно-восстановительное титрование.</p>	<p>Знание:</p> <p>1. Уравнения Нернста для расчета электродного потенциала.</p> <p>2. Различия между стандартным и формальным потенциалом. Понятие о смешанных потенциалах.</p> <p>3. Связи константы равновесия со стандартными потенциалами.</p> <p>4. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.</p> <p>5. Основных неорганические и органические окислителей и восстановителей, применяемых в анализе.</p> <p>6. Методов предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.</p>	<p>Контрольная задача 5.</p>	<p>Письменно.</p>	<p>35 неделя.</p>

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
	<p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить кривую титрования. Учесть факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация катионов водорода, комплексообразование, ионную силу раствора. 2. Оценить влияние различных факторов на скачок титрования и определить коэчную точку титрования. Провести индикацию конечной точки в окислительно-восстановительном титровании. 3. Рассчитать концентрацию определяемого вещества и погрешности окислительно-восстановительного титрования. 4. Рассчитать погрешности определения, связанные с индикатором. 5. Применять методы окислительно-восстановительного титрования к реальным объектам. К таким как: определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии. 6. Применять методы редоксиметрии: <ol style="list-style-type: none"> 6.1. Перманганатометрия для определение железа (II), марганца (II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов. 6.2. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Например, определение арсенитов, железа (III), меди (II), галогенид-ионов, преоксидов, кислот; определение воды и функциональных групп органических соединений. 6.3. Бихроматометрия. Определение железа (II), урана (IV). 6.4. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. <p>Владение практическими навыками:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Проводить титри-</i> 			

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
	<i>метрический анализ по методу редоксиметрии САМОСТОЯТЕЛЬНО!!</i>			
9. Гравиметрические методы анализа. Осаждение как метод анализа.	<p>Знание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основных закономерностей протекания реакций осаждения. 2. Сущности гравиметрического метода анализа, его преимущество и недостатки. Погрешности в гравиметрическом анализе. 3. Общей схемы гравиметрических определений в термогравиметрическом анализе. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. 4. Чувствительности аналитических весов и её математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техники взвешивания. 5. Примеров практического применения гравиметрического метода анализа. Определение элементов в виде оксидов. Определение кальция и магния, источники ошибок при их определении. Определение серы, галогенов в неорганических и органических соединениях. 6. Примеров практического применения методов осадительного титрования. 	<i>Коллоквиум 2. Контрольная задача 3, 4. Контрольная работа.</i>	Письменно.	36, 37 неделя.

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
	<p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать произведение растворимости, константы равновесия указанных процессов, равновесные концентрации частиц в растворах в зависимости от условий среды. Определить полноту осаждения частиц. 2. Освоить технику и методику выполнения количественного термогравиметрического анализа. 3. Рассчитать и построить кривые титрования в методе <i>осадительного титрования</i>. В этом методе обнаружить конечную точку титрования; выбрать индикаторы. Найти погрешности титрования. 4. Проводить гравиметрические расчеты: гравиметрический фактор, минимально допустимую массу определяемого компонента, массу навески и объема осадителя для полноты осаждения. 5. Рассчитывать результаты гравиметрических определений и погрешности проведенного анализа. <p>Владение навыками практического применения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гравиметрического анализа и осадительного титрования. 3. <i>Проводить гравиметрический анализ САМОСТОЯТЕЛЬНО!!!</i> 2. Техникou взвешивания на аналитических весах и аналитическими операциями (фильтрование, упаривание, высушивание, прокаливание и другими). 			
10. Физико-химические методы анализа.	<p>Знание:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сущности основных физико-химических методов анализа: 2. Преимущества и недостатков, диапазона определяемых концентраций компонентов, ошибки каждого метода. <p>Умение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать необходимый 	<p><i>Домашнее задание. Домашний конспект.</i></p>	<p><i>Домашнее задание - письменно. Домашний конспект отчет устно.</i></p>	38, 39 неделя.

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
	<p>физико-химический метод анализа.</p> <p>2. Обосновать выбор метода для анализа конкретного исследуемого объекта.</p> <p>Владение:</p> <p>1. Навыками проведения потенциметрического титрования с помощью потенциометра.</p> <p>2. Измерения pH-раствора на pH-метре.</p> <p>3. Навыками работы на фотоэлектроколориметре.</p>			
11. Анализ реальных объектов.	<p>Знание:</p> <p>1. Наиболее распространенных природных и техногенных объектов, регламентированных для проведения физико-химического анализа их состава и содержания.</p> <p>2. Особенности физико-химического анализа объектов различной природы.</p>	<p><i>Изучение теоретического материала самостоятельно и подготовка конспекта к лабораторному занятию.</i></p>	<p><i>Домашний конспект отчет устно.</i></p>	Возможно на 38-40 неделе.
	<p>Умение:</p> <p>1. Выбрать оптимальный физико-химический метод анализа, с наименьшей погрешностью определения в конкретном случае.</p> <p>2. Обосновать выбор метода и составить алгоритм проведения анализа конкретного исследуемого объекта.</p>	<p><i>Коллоквиум 3 и контрольная работа.</i></p>	<p>Письменно.</p>	
	<p>Владение:</p> <p>1. Навыками проведения физико-химического анализа реального объекта самостоятельно!!!</p>	<p><i>Лабораторное занятие № 13. Выполнение лабораторного практикума и экспериментальной задачи по заданию преподавателя.</i></p>	<p>Экспериментальная.</p>	
12. Реферативная работа по темам предложенных преподавателем.	<p><i>По курсу дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»</i></p>	<p><i>Самостоятельная работа студента.</i></p>	<p>Письменно. Желателен устный отчет реферата на практическом занятии перед группой (но не обязательно).</p>	<p>Проверка рефератов и их отчет возможна на 38-40 неделе.</p>

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
13. Курс дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа».	Знание; Умение; Владение в соответствии с разделами дисциплины п.1-11 (см. 6.3 Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации дисциплины Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»).	Экзамен	Письменный.	Экзаменационная сессия.

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формулируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»
для направления подготовки **20.03.01 «Техносферная безопасность»**
Профиль подготовки (специализация): «Защита окружающей среды».

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
1	А. А. Ищенко.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебник. В 2 т.; Т.1 / под ред. А. А. Ищенко. - 3-е изд., стереотип.	М.: Академия, 2014. - 352 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-1315-5 : 995-00.	0.15
.2	А. А. Ищенко.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебник. В 2 т.; Т.2 / под ред. А. А. Ищенко. - 3-е изд., стереотип.	М.: Академия, 2014. - 416 с. - ISBN 978-5-4468-1316-2 : 995-00.	0.15
3	Болдырева, О.Н.	Практикум по физико-химическим методам анализа / О. Н. Болдырева ; Учеб. пособие.	Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 84 с. - 141-81; 250 экз.	0.28
2. Дополнительная литература				
1	Звягинцева, А.В., Павленко А.А.	Поверхностные явления и дисперсные системы: Учеб. пособие / А. В. Звягинцева, А. А. Павленко.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский госу-	0.98

			дарственный технический университет", 2008. - 248 с. - 46-00.	
2	Болдырева, О.Н., Звягинцева, А.В.	Техногенные дисперсные системы: Учеб. пособие / О. Н. Болдырева, А. В. Звягинцева.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 121 с. - 50-00.	0.25
3. Методические разработки				
1	А.В. Звягинцева	144-2016. Методические указания по выполнению лабораторных работ по аналитической химии и физико-химическим методам анализа для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль «Защита окружающей среды») очной формы обучения /	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Звягинцева. Воронеж, 2016. 54 с.	1,0
2	А.В. Звягинцева	476-2015 Методические указания по выполнению лабораторных работ по физико-химическим методам анализа для студентов направления 20.03.01 "Техносферная безопасность" (профили "Защита в чрезвычайных ситуациях", "Безопасность жизнедеятельности в техносфере", "Защита окружающей среды") очной формы обучения / Каф. химии; Сост. А. В. Звягинцева. -	Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 56 с. - 00-00; 24 экз.	1,0
3	А.В. Звягинцева.	№565-2009 Методические указания к решению типовых задач по химии для студентов всех специальностей очной формы обучения / Каф. технологии и обеспечения гражданской обороны в чрезвычайных ситуациях.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 47 с. - 00-00.	1.0
4	А.В. Звягинцева.	№607-2009 Методические указания к решению типовых задач по теме "Растворы" курса "Химия" для студентов специальностей 280103 "Защита в чрезвычайных ситуациях", 280101 "Безопасность жизнедеятельности в техносфере" очной формы обучения / Каф. технологии и обеспечения гражданской обороны в чрезвычайных ситуациях; Сост. А. В. Звягинцева.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 46 с. - 00-00.	0.98

7.1.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине(модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:				
		1.Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: htt://vorstu.ru/kafedrry/ftf/kaf/frp/uchpI/ 2. Химический каталог. Общая химия. Сайты и книги		

	<p>http://www.ximicat.com</p> <p>3. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги http://www.ximicat.com</p> <p>4. Химический каталог. Органическая химия. Сайты и книги http://www.ximicat.com</p> <p>5. Химический каталог. Высокомолекулярные соединения. Сайты и книги http://www.ximicat.com</p> <p>6. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ http://www.chem.msu.ru/rus</p> <p>7. Справочно-информационный сайт по химии http://www.alhimikov.net</p> <p>8. Справочно-информационный сайт по химии http://www.alhimikov.net», совместимый с ПК и снабженный программным обеспечением.</p> <p>9. Интернет-представительство Факультета естественных наук НГУ («Методические пособия»). URL: http://fen.nsu.ru/fen.phtml?topic=meth</p> <p>10. Интернет-портал фундаментального химического образования России. URL: www.chem.msu.ru.</p> <p>11. Научно-популярный портал. URL: www.elementy.ru.</p> <p>12. Химический Интернет-портал. URL: www.chemport.ru.</p>		
--	--	--	--

7.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины(модуля):

1. Неорганическая химия. Учебное пособие (2010, Макарова О.В., Ай Пи Эр Медиа) .- ЭБС IPRbooks
 2. Неорганическая химия. Учебное пособие (2012, Дроздов А.А., Дроздова М.В., Научная книга) .- ЭБС IPRbooks
 3. Химия. Учебное пособие (2012, Чикин Е.В., Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники) .- ЭБС IPRbooks
- Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».
- Для выполнения лабораторных работ используется учебный лабораторный комплекс «Химия», совместимый с ПК и снабженный программным обеспечением.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебно-лабораторное оборудование

8.1	Таблицы: «Периодическая система элементов Д.И. Менделеева», «Растворимости», «Ряд напряжений металлов»
8.2	Потенциометры
8.3	Весы технические
8.4	Весы аналитические АДВ - 200
8.5	Штативы, мерная посуда (мерные колбы, бюретки, пипетки и т. п.), реактивы
8.6	Термометры на 50 и 100 °С
8.7	Вольтметры, амперметры
8.8	Водяная и песчаная бани
8.9	Электроплитки
8.10	Электролизеры и хлорид-серебряные электроды
8.11	pH - метры
8.12	Компьютер в комплекте: ASUS P7H55-M-7шт.

Оборудование: приборы, химреактивы, химическая посуда, микроскоп, фотометр фотоэлектрический КФК-3 , иономер И-160, стенды, кино- и видеофильмы.

Форма листа регистрации изменений (дополнений) УМКД

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан
Факультета энергетики и
систем управления (ФЭСУ)
(наименование факультета)

_____ А.В. Бурковский
(подпись) (ФИО)
«__» _____ 2017 г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»
20.03.01 «Техносферная безопасность»
(наименование УМКД)

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

В карту обеспеченности учебно-методического комплекса дисциплины химия внесли следующую методическую литературу: учебное пособие: Звягинцева А.В. «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность», направленность «Защита окружающей среды» Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 250 с.; 150 экз. в качестве основной литературы.

изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры химии
(наименование кафедры - разработчика)

Протокол № 11 от « 23 » 06. 2017 г.
Заведующий кафедрой химии,
д-р техн. наук, профессор _____ Небольсин В.А.
(подпись, ФИО)

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией

Протокол № __ от « __ » _____ 2017 г.
Председатель методической комиссии _____
(подпись, ФИО)

Согласовано:
с выпускающей кафедрой «Технология и обеспечение ГО в ЧС» (ТОГОЧС)

Зав. кафедрой, д-р техн. наук, профессор _____ Куприенко П.С.
(подпись, ФИО зав. выпускающей кафедрой)

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой по дисциплине
Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»
для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль подготовки (специализация): «Защита окружающей среды».**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Вид и годы издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	А. А. Ищенко.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебник. В 2 т.; Т.1 / под ред. А. А. Ищенко. - 3-е изд., стереотип.	М.: Академия, 2014. - 352 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-4468-1315-5 : 995-00.	0.15
Л1.2	А. А. Ищенко.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : Учебник. В 2 т.; Т.2 / под ред. А. А. Ищенко. - 3-е изд., стереотип.	М.: Академия, 2014. - 416 с. - ISBN 978-5-4468-1316-2 : 995-00.	0.15
Л1.3	Болдырева, О.Н.	Практикум по физико-химическим методам анализа / О. Н. Болдырева ; Учеб. пособие.	Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - 84 с. - 141-81; 250 экз.	0.28
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Звягинцева, А.В., Павленко А.А.	Поверхностные явления и дисперсные системы: Учеб. пособие / А. В. Звягинцева, А. А. Павленко.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 248 с. - 46-00.	0.98
Л2.2	Болдырева, О.Н., Звягинцева, А.В.	Техногенные дисперсные системы: Учеб. пособие / О. Н. Болдырева, А. В. Звягинцева.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. - 121 с. - 50-00.	0.25
3. Методические разработки				
ЛЗ.1	А.В. Звягинцева	144-2016. Методические указания по выполнению лабораторных работ по аналитической химии и физико-химическим методам анализа для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль «Защита окружающей среды») очной формы обучения»	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. А.В. Звягинцева.	1,0

			Воронеж, 2016. 54 с.	
ЛЗ.2	А.В. Звягинцева	476-2015 Методические указания по выполнению лабораторных работ по физико-химическим методам анализа для студентов направления 20.03.01 "Техносферная безопасность" (профили "Защита в чрезвычайных ситуациях", "Безопасность жизнедеятельности в техносфере", "Защита окружающей среды") очной формы обучения / Каф. химии; Сост. А. В. Звягинцева. -	Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 56 с. - 00-00; 24 экз.	1,0
ЛЗ.3	А.В. Звягинцева.	№565-2009 Методические указания к решению типовых задач по химии для студентов всех специальностей очной формы обучения / Каф. технологии и обеспечения гражданской обороны в чрезвычайных ситуациях.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 47 с. - 00-00.	1,0
ЛЗ.4	А.В. Звягинцева.	№607-2009 Методические указания к решению типовых задач по теме "Растворы" курса "Химия" для студентов специальностей 280103 "Защита в чрезвычайных ситуациях", 280101 "Безопасность жизнедеятельности в техносфере" очной формы обучения / Каф. технологии и обеспечения гражданской обороны в чрезвычайных ситуациях; Сост. А. В. Звягинцева.	Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 46 с. - 00-00.	0,98

Зав. кафедрой химии

Небольсин В.А.
(подпись, ФИО)

Директор НТБ

Буковшина Т.И.
(подпись, ФИО)

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.ОД.16 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» .
(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

Для направления подготовки (специальности)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): «Защита окружающей среды»
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Воронеж 2016

2. Индексированные результаты обучения и показатели оценивания результатов

Код и наименование компетенции	
ОК-8	Способность работать самостоятельно.
ОК-9	Способность принимать решения в пределах своих полномочий.
ОК-10	Способность к познавательной деятельности.
ОК-16	Способность применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.
ПК-10	Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе.
В результате освоения дисциплины студент должен:	
Знать: -теоретические основы методов элементарного, молекулярного, фазового анализа; качественного анализа; методов разделения и концентрирования веществ; количественного анализа (титриметрия, гравиметрия); физико-химическим методом анализа (электрохимические, хроматографические, оптические) (ОК- 10); -аппаратурное оформление методов; метрологические характеристики методик и способов анализа (ОК- 10).	
Уметь: - выбирать метод анализа конкретного образца для оценки экологической опасности производства (ОК- 8); - составлять алгоритм проведения анализа (ОК- 9); - применять приборы различных методов анализа для контроля над состоянием окружающей среды и выбросов производств (ПК- 10); - сопоставлять альтернативные методы, способы, методики анализа (ОК- 8).	
Владеть навыками: - расчета на любой стадии эксперимента, включая приготовление необходимых реактивов, статистическую обработку результатов эксперимента (ОК- 16); - работы на современном оборудовании и приборах (ПК- 10); - использования справочной литературы (ОК- 8).	

Компетенция	Результат	Индекс
ОК-8. Способность работать самостоятельно.	Умеет: 1. Выбирать метод анализа конкретного образца для оценки экологической опасности производства (ОК- 8).	ОК8.P1
	2. Сопоставлять альтернативные методы, способы, методики анализа (ОК- 8).	ОК8.P2
	Владеть навыками: 1.Использования справочной литературы (ОК- 8).	ОК8.P3
ОК-9. Способность принимать решения в пределах своих полномочий.	Умеет: 1. Составлять алгоритм проведения анализа (ОК- 9).	ОК9.P1

ОК-10. Способностью к познавательной деятельности.	Знать: 1. Аппаратурное оформление методов; метрологические характеристики методик и способов анализа (ОК- 10).	ОК10.P1
	2. Теоретические основы методов элементарного, молекулярного, фазового анализа; качественного анализа; методов разделения и концентрирования веществ; количественного анализа (титриметрия, гравиметрия); физико-химическим методом анализа (электрохимические, хроматографические, оптические) (ОК- 10).	ОК10.P2
ОК-16. Способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных.	Владеть навыками: 1. Расчета на любой стадии эксперимента, включая приготовление необходимых реактивов, статистическую обработку результатов эксперимента (ОК- 16).	ОК16.P1
	Уметь: 1. Применять приборы различных методов анализа для контроля над состоянием окружающей среды и выбросов производств (ПК- 10).	ПК-10.P1
ПК-10. Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе.	Владеть навыками: 1. Работы на современном оборудовании и приборах (ПК- 10).	ПК-10.P2

3. Оценочные средства по итоговой аттестации тестовая контрольная работа

3а. Типовое задание.

Комплект оценочных средств **ОК8.P1-Р3.К1**

Пример заданий для тестирования: Итоговая аттестация в форме тестирования.

1	1	1	Навеска 1,5100 г сухого известняка после прокаливания до постоянной массы стала равной 0,8456 г. Массовая доля СаО в образце (%)	2		
1	Ответ	1	24 %			
2	Ответ	1	56%			
3	Ответ	1	67%			
4	Ответ	1	89%			
2	1	2	Раствор, в 500 мл которого растворено 1,825 г HCl, имеет концентрацию (моль/л)	2		
1	Ответ	2	0,050			
2	Ответ	2	0,100			
3	Ответ	2	0,025			
4	Ответ	2	0,250			
3	1	3	Титр 0,1 М раствора H ₂ SO ₄ равен (г/мл)	3		
1	Ответ	3	0,01960			
2	Ответ	3	0,00490			
3	Ответ	3	0,00980			
4	Ответ	3	0,00245			
4	2	4	Можно ли устранить случайные ошибки опыта?	3		
1	Ответ	4	случайные ошибки устраняются при многократном повторении опытов			
2	Ответ	4	случайные ошибки устраняются методами сравнения со стандартными веществами			
3	Ответ	4	случайные ошибки устранить нельзя, их можно уменьшить многократным повторением опытов и повышением точности отсчетов			
4	Ответ	4	случайные ошибки можно устранить методами калибровки применяемых приборов			
5	2	5	Можно ли устранить систематические ошибки опыта?	4		
1	Ответ	5	систематические ошибки можно устранить многократным повторением опытов			
2	Ответ	5	систематические ошибки неустраняемы			
3	Ответ	5	систематические ошибки можно устранить увеличением точности отсчета			
4	Ответ	5	систематические ошибки устраняются методами калибровки приборов и сравнения со стандартными веществами			
6	2	6	Какие ошибки опыта называются систематическими?	2		
1	Ответ	6	Ошибки, связанные с неточностями отсчетов, зависящими от экспериментатора			
2	Ответ	6	Ошибки, связанные с неточностью применяемых приборов и методов, повторяющиеся от опыта к опыту			

Максимальный балл за каждое задание – 3 балла.

Критерии оценки

Студенту выдается 6 тестовых вопросов, имеющие варианты ответов. Цифра, указанная в соседнем столбце рядом с вопросом, обозначает количество правильных ответов. Максимальное количество баллов за один вопрос – 3. Если количество ответов более одного и студент указывает их не все, то за каждый не данный ответ снимается один балл, также снимается балл за один неверный ответ.

Студентам, нарушающим дисциплину в процессе проведения тестирования, может быть снят 1 балл за каждый случай.

Критерии оценки заданий:

18 -16 – задание выполнено, верно, даны все варианты ответов; имеются незначительные арифметические погрешности, описки;

15-11 – дан один неверный ответ или не указан один вариант правильного ответа;

10-8 – задание частично не выполнено (нет ответа на 2 вопроса полностью, или не указано 2 правильных ответа, но имеется правильный подход к решению);
Менее 8 – в остальных случаях.

Шкала оценивания:

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему 18-16 баллов;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему 15-11 баллов;

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему 10-8 баллов;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, набравшему менее 8 баллов.

Методика проведения:

в аудитории для практических занятий, в письменной форме, групповой способ, в течение 20 минут, без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат - на следующем занятии.

Примечание: все тестовые контрольные работы имеют одинаковые критерии оценки.

3б. Набор контрольных заданий.

Полный комплект оценочных средств ОК8.Р1-Р3.К1 в количестве 11 вариантов.

Вариант 1

3	Ответ	6	Ошибки, связанные с невоспроизводимыми ошибками приборов			
4	Ответ	6	Ошибки, связанные с загрязнениями применяемых реактивов			
7	3	7	Потенциометрическим методом анализа установлены следующие результаты рН раствора: 4,50; 4,52; 4,55; 4,60; 4,70; 4,75. Рассчитайте величину стандартного отклонения (S), если $\sum(\Delta pH)^2 = 0,0514$.	2		
1	Ответ	7	0,01			
2	Ответ	7	0,10			
3	Ответ	7	0,09			
4	Ответ	7	0,15			
8	3	8	Потенциометрическим методом анализа установлены следующие результаты рН раствора: 4,50; 4,52; 4,55; 4,60; 4,70; 4,75. Вычислите величину Q-критерия.	1		
1	Ответ	8	0,2			
2	Ответ	8	1,0			
3	Ответ	8	0,1			
4	Ответ	8	0,5			
9	3	9	При определении калия в морской воде пламенно-фотометрическим методом получены следующие результаты (г/л): 0,94; 0,84; 1,05. Найдите доверительный интервал для среднего, если $t_{0,90} = 2,92$ и $S = 0,10$.	3		
1	Ответ	9	$0,94 \pm 0,21$			
2	Ответ	9	$0,94 \pm 0,19$			
3	Ответ	9	$0,94 \pm 0,17$			
4	Ответ	9	$0,94 \pm 0,29$			
10	4	10	Чему равна K^0 гидрокарбоната, если $K^a(H_2CO_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$?	2		
1	Ответ	10	$4,5 \cdot 10^{-7}$			
2	Ответ	10	$2,2 \cdot 10^{-8}$			
3	Ответ	10	$3,7 \cdot 10^{-7}$			
4	Ответ	10	$9,4 \cdot 10^{-8}$			
11	4	11	Рассчитайте рН буферного раствора, состоящего из 0,10 М растворов уксусной кислоты и ацетата натрия. $K^a(CH_3COOH) = 1,75 \cdot 10^{-5}$	1		
1	Ответ	11	4,76			
2	Ответ	11	5,24			
3	Ответ	11	2,38			

Вариант 2

4	Ответ	11	4,52		
12	4	12	Рассчитайте pH 0,20 М раствора хлорида аммония, если $K^b(\text{NH}_3) = 1,75 \cdot 10^{-5}$	4	
1	Ответ	12	7,20		
2	Ответ	12	5,18		
3	Ответ	12	9,07		
4	Ответ	12	4,93		
13	5	13	Рассчитайте условную константу устойчивости комплексоната кальция (CaY^{2-}), если реальная $\beta = 5,0 \cdot 10^{10}$, а $\alpha(\text{Y}^{4-}) = 3,5 \cdot 10^{-7}$.	4	
1	Ответ	13	14000		
2	Ответ	13	1428		
3	Ответ	13	9000		
4	Ответ	13	17500		
14	5	14	Рассчитайте α_3 комплекса $\text{Cd}(\text{NH}_3)_3^{2+}$ в растворе (%), если $c(\text{NH}_3) = 1 \text{ М}$, $\alpha_0 = 2,35 \cdot 10^{-7}$, $\beta_3 = 5,9 \cdot 10^5$	1	
1	Ответ	14	14,0%		
2	Ответ	14	85,3%		
3	Ответ	14	0,7%		
4	Ответ	14	22,8%		
15	5	15	Рассчитайте α_4 комплекса $\text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ в растворе (%), если $c(\text{NH}_3) = 1 \text{ М}$, $\alpha_0 = 2,35 \cdot 10^{-7}$, $\beta_4 = 3,63 \cdot 10^6$	2	
1	Ответ	15	14,0%		
2	Ответ	15	85,3%		
3	Ответ	15	0,7%		
4	Ответ	15	22,8%		
16	6	16	ЭДС гальванического элемента определяется соотношением ...	4	
1	Ответ	16	$E = E_{\text{оквост}}^0 - \frac{0,059}{n} \lg \frac{a_{\text{ок}}}{a_{\text{восст}}}$		
2	Ответ	16	$E = E^0 + (0,059/n) \lg a_{\text{Мет}}$		
3	Ответ	16	$\Delta E = E^0 \pm \frac{0,059}{z}$		
4	Ответ	16	$E = E_{\text{к}} - E_{\text{а}}$		
17	6	17	Потенциал серебряного электрода в растворе соли серебра равен 0,434 В. Какова	1	

Вариант 3

			равновесная концентрация ионов серебра, если $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}^0) = 0,799 \text{ В}$?			
1	Ответ	17	$6,3 \cdot 10^{-7}$			
2	Ответ	17	$2,2 \cdot 10^{-8}$			
3	Ответ	17	$3,7 \cdot 10^{-7}$			
4	Ответ	17	$9,4 \cdot 10^{-8}$			
18	6	18	Как называется потенциал окислительно-восстановительной пары при активности ионов, равной 1 моль/л, измеренный по отношению к стандартному водородному электроду?	1		
1	Ответ	18	Стандартный электродный потенциал			
2	Ответ	18	Электродный потенциал			
3	Ответ	18	Формальный электродный потенциал			
4	Ответ	18	Электродвижущая сила			
19	7	19	Рассчитайте растворимость хромата серебра (моль/л), если $\text{ПР}^0(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1 \cdot 10^{-12}$	3		
1	Ответ	19	$4,1 \cdot 10^{-5}$			
2	Ответ	19	$2,4 \cdot 10^{-5}$			
3	Ответ	19	$6,3 \cdot 10^{-5}$			
4	Ответ	19	$3,7 \cdot 10^{-5}$			
20	7	20	Рассчитайте произведение растворимости CaC_2O_4 , если его растворимость равна $4,8 \cdot 10^{-5}$	2		
1	Ответ	20	$6,9 \cdot 10^{-9}$			
2	Ответ	20	$2,3 \cdot 10^{-9}$			
3	Ответ	20	$3,7 \cdot 10^{-10}$			
4	Ответ	20	$9,6 \cdot 10^{-9}$			
21	7	21	Рассчитайте растворимость фосфата цинка (моль/л), если $\text{ПР}^0(\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2) = 9,12 \cdot 10^{-33}$	2		
1	Ответ	21	$6,3 \cdot 10^{-12}$			
2	Ответ	21	$1,4 \cdot 10^{-7}$			
3	Ответ	21	$6,3 \cdot 10^{-5}$			
4	Ответ	21	$3,7 \cdot 10^{-9}$			
22	8	22	Процесс, в результате которого компоненты, составляющие исходную смесь, отделяются один от другого, называется	3		
1	Ответ	22	Концентрирование			

Вариант 4

2	Ответ	22	Титрование			
3	Ответ	22	Разделение			
4	Ответ	22	Цементация			
23	8	23	Процесс, в результате которого повышается отношение концентрации микрокомпонентов к концентрации макрокомпонента, называется ...	1		
1	Ответ	23	Концентрирование			
2	Ответ	23	Титрование			
3	Ответ	23	Разделение			
4	Ответ	23	Цементация			
24	8	24	Малорастворимые неорганические или органические соединения, которые полностью захватывают нужные микрокомпоненты, называются	2		
1	Ответ	24	Разбавитель			
2	Ответ	24	Коллектор			
3	Ответ	24	Акцептор			
4	Ответ	24	Катализатор			
25	9	25	Физико-химический процесс распределения вещества между двумя несмешивающимися жидкостями называется	1		
1	Ответ	25	Экстракция			
2	Ответ	25	Сорбция			
3	Ответ	25	Окклюзия			
4	Ответ	25	Электрофорез			
26	9	26	Рассчитайте коэффициент распределения D фенола между водой и хлороформом, если в воде $C(\text{фенола}) = 0,0737 \text{ М}$, в хлороформе $C(\text{фенола}) = 0,254 \text{ М}$.	1		
1	Ответ	26	3,446			
2	Ответ	26	6,892			
3	Ответ	26	1,723			
4	Ответ	26	0,290			
27	9	27	Рассчитайте коэффициент распределения D иода между водой и сероуглеродом, если концентрация иода в водной и органической фазе равна соответственно $25,21 \cdot 10^{-5}$ и $0,1676 \text{ моль/л}$.	3		
1	Ответ	27	150,4			
2	Ответ	27	998,5			

Вариант 5

3	Ответ	27	664,8			
4	Ответ	27	758,7			
28	10	28	Какой из катионов: Li^+ , Na^+ , Ca^{2+} обладает наибольшей сорбируемостью на сильнокислотных катионообменниках?	3		
1	Ответ	28	Li^+			
2	Ответ	28	Na^+			
3	Ответ	28	Ca^{2+}			
29	10	29	Какой из анионов: ClO_4^- , F^- , Cl^- обладает наибольшей сорбируемостью на сильноосновных анионообменниках?	1		
1	Ответ	29	ClO_4^-			
2	Ответ	29	F^-			
3	Ответ	29	Cl^-			
30	10	30	Процесс поглощения газов, паров и растворенных веществ твердыми или жидкими поглотителями на твердом носителе называется	2		
1	Ответ	30	Экстракция			
2	Ответ	30	Сорбция			
3	Ответ	30	Окклюзия			
4	Ответ	30	Электрофорез			
31	10	31	Рассчитайте высоту, эквивалентную теоретической тарелке (h), если длина колонки 283 мм, а число теоретических тарелок (N) равно 5681.	1		
1	Ответ	31	0,0496			
2	Ответ	31	0,0514			
3	Ответ	31	0,0325			
4	Ответ	31	0,0678			
32	11	32	Какой метод используют при гравиметрическом определении CO_2 в CaCO_3 ?	3		
1	Ответ	32	Метод выделения			
2	Ответ	32	Метод осаждения			
3	Ответ	32	Метод отгонки			
33	11	33	В гравиметрическом анализе измерительным инструментом является	2		
1	Ответ	33	Гальванометр			
2	Ответ	33	Аналитические весы			
3	Ответ	33	Бюретка			

Вариант 6

4	Ответ	33	Кулонометр			
34	11	34	Для процесса $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ укажите химическую формулу гравиметрической формы осадка	3		
1	Ответ	34	FeCl_3			
2	Ответ	34	$\text{Fe}(\text{OH})_3$			
3	Ответ	34	Fe_2O_3			
35	12	35	Какой объем осадителя необходимо взять для полного осаждения иона Ba^{2+} ?	2		
1	Ответ	35	Эквивалентный			
2	Ответ	35	Полуторократный			
3	Ответ	35	Двукратный			
4	Ответ	35	Произвольный			
36	12	36	Из предложенных осадков: $\text{Al}(\text{OH})_3$, BaSO_4 , CaC_2O_4 укажите аморфный	1		
1	Ответ	36	$\text{Al}(\text{OH})_3$			
2	Ответ	36	BaSO_4			
3	Ответ	36	CaC_2O_4			
37	12	37	Установите правильную последовательность этапов гравиметрического анализа по методу осаждения: 1) высушивание и прокалывание осадка 2) отбор средней пробы 3) расчет навески и осадителя, взвешивание пробы 4) приготовление растворов навески и осадителя 5) фильтрование и промывание осадка 6) осаждение и созревание осадка 7) расчет массовой доли	2		
1	Ответ	37	1) 2) 3) 4) 5) 6) 7)			
2	Ответ	37	2) 3) 4) 6) 5) 1) 7)			
3	Ответ	37	3) 2) 6) 4) 5) 1) 7)			
4	Ответ	37	3) 4) 2) 5) 6) 1) 7)			
38	13	38	Точность взвешивания на аналитических весах составляет	3		
1	Ответ	38	0,001			
2	Ответ	38	0,0005			
3	Ответ	38	0,0001			

Вариант 7

39	13	39	Для процесса $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ укажите, чему равен гравиметрический фактор	1		
1	Ответ	39	0,6994			
2	Ответ	39	0,3497			
3	Ответ	39	0,9666			
4	Ответ	39	0,5884			
40	13	40	Какова массовая доля (%) бария в навеске $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,4888 г, если масса гравиметрической формы (сульфата бария) равна 0,4665 г, а гравиметрический фактор равен 0,5884?	1		
1	Ответ	40	56,16			
2	Ответ	40	63,11			
3	Ответ	40	74,58			
4	Ответ	40	82,52			
41	14	41	Измерительным инструментом в титриметрическом анализе является	3		
1	Ответ	41	Гальванометр			
2	Ответ	41	Аналитические весы			
3	Ответ	41	Бюретка			
4	Ответ	41	Кулонометр			
42	14	42	В основу объемного титриметрического анализа положен закон	1		
1	Ответ	42	Закон эквивалентов			
2	Ответ	42	Закон сохранения массы			
3	Ответ	42	Закон простых объемных отношений			
4	Ответ	42	Закон постоянства состава			
43	14	43	Расчет массы определяемого вещества в методе отдельных навесок проводят по формуле	4		
1	Ответ	43	$m = \frac{QM}{nF}$			
2	Ответ	43	$m = \frac{\Delta m}{\varepsilon} 100$			
3	Ответ	43	$m = \frac{m_{\text{в}}}{\omega_{\text{в}}} 100$			

Вариант 8

4	Ответ	43	$m_A = \frac{[C] \cdot [V] \cdot [B]}{1000} \cdot [M] \cdot [A]$			
44	15	44	Какой из индикаторов: эозин, хромат калия, метиловый оранжевый, крахмал применяют в методе кислотно-основного титрования?	3		
1	Ответ	44	Эозин			
2	Ответ	44	Хромат калия			
3	Ответ	44	Метиловый оранжевый			
4	Ответ	44	Крахмал			
45	15	45	При титровании раствора карбоната натрия стандартным раствором кислоты первая точка эквивалентности фиксируется с помощью индикатора	1		
1	Ответ	45	Фенолфталеин			
2	Ответ	45	Эозин			
3	Ответ	45	Хромат калия			
4	Ответ	45	Мурексид			
46	15	46	При титровании раствора карбоната натрия стандартным раствором кислоты вторая точка эквивалентности фиксируется с помощью индикатора	3		
1	Ответ	46	Эозин			
2	Ответ	46	Хромат калия			
3	Ответ	46	Метиловый оранжевый			
4	Ответ	46	Крахмал			
47	16	47	Какое из условий $\beta_{Mn^{2+}} > \beta_{Mg^{2+}}$, $\beta_{Mn^{2+}} = \beta_{Mg^{2+}}$, $\beta_{Mn^{2+}} < \beta_{Mg^{2+}}$ должно выполняться в комплексонометрии?	3		
1	Ответ	47	$\beta_{Mn^{2+}} > \beta_{Mg^{2+}}$			
2	Ответ	47	$\beta_{Mn^{2+}} = \beta_{Mg^{2+}}$			
3	Ответ	47	$\beta_{Mn^{2+}} < \beta_{Mg^{2+}}$			
48	16	48	Рассчитайте молярную массу эквивалента $Na_2H_2Y \cdot 2H_2O$ в комплексонометрии Mg^{2+} , если $M(Na_2H_2Y \cdot 2H_2O) = 362,52$ г/моль.	3		
1	Ответ	48	159,90			
2	Ответ	48	172,75			
3	Ответ	48	181,26			
4	Ответ	48	362,52			

Вариант 9

49	16	49	Из предложенных индикаторов: фенолфталеин, метиловый оранжевый, эриохром черный Т, крахмал укажите применяемый в комплексонометрии.	3		
1	Ответ	49	Фенолфталеин			
2	Ответ	49	Метиловый оранжевый			
3	Ответ	49	Эриохром черный Т			
4	Ответ	49	Крахмал			
50	17	50	Из предложенных индикаторов: фенолфталеин, метиловый оранжевый, ферроин, крахмал укажите окислительно-восстановительный.	4		
1	Ответ	50	Фенолфталеин			
2	Ответ	50	Метиловый оранжевый			
3	Ответ	50	Ферроин			
4	Ответ	50	Крахмал			
51	17	51	Концентрацию какой соли: Na_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, NaCl определяют методом перманганатометрии?	2		
1	Ответ	51	Na_2CO_3			
2	Ответ	51	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$			
3	Ответ	51	NaCl			
52	17	52	Укажите соединение: H_2SO_4 , NaOH , H_2O , в котором окислительная способность перманганата калия больше.	1		
1	Ответ	52	H_2SO_4			
2	Ответ	52	NaOH			
3	Ответ	52	H_2O			
53	18	53	Рассчитайте pCl в точке эквивалентности при титровании раствора хлорида натрия раствором нитрата серебра, если $PP(\text{AgCl}) = 1 \cdot 10^{-10}$.	1		
1	Ответ	53	5			
2	Ответ	53	10			
3	Ответ	53	2,5			
54	18	54	Концентрацию какой соли: NaNO_3 , CH_3COONa , NaCl можно определить методом осадительного титрования?	3		
1	Ответ	54	NaNO_3			
2	Ответ	54	CH_3COONa			
3	Ответ	54	NaCl			

Вариант 10

55	18	55	Из предложенных индикаторов: фенолфталеин, метиловый оранжевый, хромат калия, крахмал укажите применяемый в методе осадительного титрования	3		
1	Ответ	55	Фенолфталеин			
2	Ответ	55	Метиловый оранжевый			
3	Ответ	55	Хромат калия			
4	Ответ	55	Крахмал			
56	19	56	Укажите формулу химического соединения, из которого изготовлена кристаллическая мембрана ионселективного электрода на фторид-ион.	2		
1	Ответ	56	SiO ₂			
2	Ответ	56	LaF ₃			
3	Ответ	56	Ag ₂ S			
4	Ответ	56	Ag ₂ S + CuS			
57	19	57	Чему равна ЭДС гальванического элемента, в котором потенциал катода равен 0,73 В, а потенциал анода равен -0,35 В?	1		
1	Ответ	57	1,08 В			
2	Ответ	57	0,38 В			
3	Ответ	57	-1,08 В			
58	19	58	Рассчитайте константу равновесия реакции $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}, E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ В}$	3		
1	Ответ	58	$2,88 \cdot 10^{13}$			
2	Ответ	58	$5,10 \cdot 10^{-64}$			
3	Ответ	58	$1,95 \cdot 10^{63}$			
4	Ответ	58	$3,47 \cdot 10^{-14}$			
59	20	59	Электроды какого рода чаще всего используют в вольтамперометрическом методе анализа в качестве электродов сравнения?	2		
1	Ответ	59	Электроды первого рода			
2	Ответ	59	Электроды второго рода			
3	Ответ	59	Электроды третьего рода			
4	Ответ	59	Окислительно-восстановительные электроды			
60	20	60	При полярографировании 5 мл раствора Pb ²⁺ получили полярограмму с высотой волны (h), равной 10 мм, при полярографировании 5 мл стандартного раствора Pb ²⁺	2		

Вариант 11

			с концентрацией $c_{ст} = 0,01$ М получили полуграмму с высотой волны ($h_{ст}$) = 20 мм. Рассчитайте концентрацию ионов свинца в анализируемом растворе.			
1	Ответ	60	$5,0 \cdot 10^{-2}$			
2	Ответ	60	$5,0 \cdot 10^{-3}$			
3	Ответ	60	$1,0 \cdot 10^{-2}$			
4	Ответ	60	$1,0 \cdot 10^{-3}$			
61	20	61	При электролизе раствора, содержащего ионы М(III), при силе тока 1,0 А за 2100 с на катоде выделено 0,3772 г металла. Выход по току 100 %. Вычислите молярную массу металла.	1		
1	Ответ	61	51,99			
2	Ответ	61	54,14			
3	Ответ	61	74,5			
4	Ответ	61	82,52			
62	21	62	Исследуемый раствор имеет оптическую плотность 0,58 при толщине слоя раствора 2,5 см. Концентрация растворенной соли железа (III) составляет $3 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Определите молярный коэффициент поглощения.	1		
1	Ответ	62	$7,7 \cdot 10^3$			
2	Ответ	62	$8,1 \cdot 10^2$			
3	Ответ	62	$3,6 \cdot 10^{-4}$			
4	Ответ	62	$4,4 \cdot 10^{-3}$			
63	21	63	Определите концентрацию окрашенного раствора соли никеля (моль/л), если его оптическая плотность равна 0,222, толщина слоя раствора 1 см, коэффициент молярного поглощения равен $1,3 \cdot 10^4$.	4		
1	Ответ	63	$7,7 \cdot 10^{-3}$			
2	Ответ	63	$8,1 \cdot 10^{-2}$			
3	Ответ	63	$3,6 \cdot 10^{-4}$			
4	Ответ	63	$1,7 \cdot 10^{-5}$			
64	21	64	Определите оптическую плотность окрашенного раствора соли никеля с концентрацией $1,7 \cdot 10^{-5}$ моль/л, если толщина слоя раствора 2 см, коэффициент молярного поглощения равен $1,3 \cdot 10^4$.	4		
1	Ответ	64	0,580			
2	Ответ	64	0,324			
3	Ответ	64	0,782			
4	Ответ	64	0,442			

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «Аналитическая химия» является контроль посещаемости занятий, сдача заданий для самостоятельной работы и написание контрольных работ. Задания для самостоятельной работы студенту выдаются в виде печатных материалов и/или электронных данных. Для решения полученных задач студент может использовать любую справочную литературу, программное обеспечение и базы данных, доступные ему.

Материалы для самостоятельной работы

7.1. Контрольные вопросы.

Представленные ниже контрольные вопросы полезны для самостоятельной подготовки. Они конкретизируют общую программу курса и нередко входят в варианты контрольных работ и экзаменов.

1. Типы аналитических реакций. Маскирование и разделение

1. Определите понятия: аналитический сигнал и аналитическая реакция. Как эти понятия связаны с идентификацией и количественным определением компонентов?
2. Перечислите признаки аналитической реакции.
3. Что такое избирательность аналитической реакции?
4. Какие требования предъявляются к аналитическим реагентам? Приведите примеры специфических, селективных и групповых аналитических реагентов. Напишите уравнения реакций.
5. Что такое предел обнаружения химического компонента? В каких единицах он выражается?
6. Какими приемами можно повысить избирательность аналитической реакции?
7. Какие существуют методы устранения мешающего влияния компонентов? В чем они заключаются?
8. Приведите три примера аналитических определений, в ходе которых применяют маскирование мешающих компонентов. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения.
9. В каких случаях для аналитического определения применяется метод разделения? Приведите примеры.
10. В чем отличие метода дробного анализа от систематического? Поясните различие этих методов на конкретных примерах.

2. Представление результатов анализа

1. Что такое случайные и систематические погрешности? Как они связаны с воспроизводимостью и правильностью анализа?
2. Укажите все способы выявления и устранения систематических погрешностей.
3. Какие статистические критерии используют для обнаружения и выбраковки промахов анализа?
4. С помощью каких величин аналитик характеризует воспроизводимость анализа? Приведите формулы для их расчета.
5. Дайте определение понятию доверительный интервал. От каких факторов зависит его величина?
6. Чем отличается способ расчета доверительного интервала для генеральной совокупности (нормальное распределение) и небольшой выборки (t-распределение)?
7. Сколько параллельных определений следует сделать, чтобы уменьшить величину доверительного интервала в 2 раза ($P_{\text{дов}} = 0,95$), считая что значение выборочного стандартного отклонения неизменно, а первоначальное число определений равно 4?
8. По результатам 4 параллельных определений содержания железа в образце руды установлено, что выборочное стандартное отклонение составляет 0,05 %, а среднее значение равно 5,25 %. Присутствует ли систематическая погрешность в результате анализа, если истинное содержание железа равно 5,30 %?
9. Как с помощью статистических критериев сравнить результаты анализа, полученные в двух независимых сериях экспериментов?
10. Что такое значащие цифры, от чего зависит их число в результате измерения? Как определить число значащих цифр, если известна абсолютная или относительная погрешность измерения?
11. Сформулируйте правило корректного представления измеренной или вычисленной величины на основе понятий: значащие цифры и погрешность измерения.
12. Правильно запишите значение концентрации 1,0895 М раствора соляной кислоты, если погрешность его определения равна а) $\pm 0,5$ %; б) $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
13. Как определить число значащих цифр для результата вычислений при сложении, вычитании, умножении, делении?
14. Навеску 0,5360 г оксалата натрия поместили в мерную колбу объемом 100,0 мл и довели до метки водой. Представьте корректную запись молярной концентрации полученного раствора.
15. Для определения влажности почвы в тигель массой 10,8768 г поместили навеску массой 2,2500 г, после высушивания масса тигля с образцом составила 13,0980 г. Рассчитайте и представьте корректную запись процентного содержания воды в почве.

16. Аликвоты объемом 20,00 мл 0,1000 М раствора серной кислоты, приготовленного из стандарт-титра, титровали 0,2245 М раствором щелочи, расход титранта в 5 параллельных определениях составил (мл): 17,75; 17,78; 17,72; 17,80; 17,75. Допущена ли систематическая погрешность в ходе приготовления раствора серной кислоты ($P_{\text{доп}} = 0,95$)?

17. Образец содержит железо(II) и железо(III). По данным химического анализа суммарное содержание железа равно 45,60 % ($sr = 0,005$), а содержание железа(II) – 35,44 % ($sr = 0,008$). Оцените величину относительного стандартного отклонения для величины процентного содержания железа(III).

18. Рассчитайте результат аргентометрического определения содержания хлорида натрия (мас. %) в образце и оцените его относительную погрешность по следующим данным: *образца* = 0,5070 ± 0,0002 г; $c_{\text{Ag}} = 0,03860 \pm 0,00009$ М; $V_{\text{Ag}} = 23,35 \pm 0,05$ мл.

3. Введение в титриметрические методы анализа

1. Укажите все типы реакций, используемых в титриметрии. Каким требованиям они должны удовлетворять?

2. Что такое кривая титрования? В каких координатах принято ее представлять для разных титриметрических методов? Приведите схематические изображения кривых титрования.

3. Дайте определение понятий: скачок титрования; точка эквивалентности; конечная точка. Запишите закон эквивалентов для прямого титрования методами пипетирования и отдельных навесок.

4. Определите критерии выбора индикатора для титрования и требования к соотношению концентраций индикатора и титранта (определяемого вещества).

5. Дайте определение индикаторной погрешности и приведите ее взаимосвязь с долей титрования.

6. Перечислите все факторы, от которых зависит погрешность титриметрического анализа, и способы ее минимизации.

7. Дайте определение фактора эквивалентности в кислотно-основном и окислительно-восстановительном титрованиях, молярной и нормальной концентрации, приведите уравнение их взаимосвязи. Приведите примеры для этих методов.

8. В чем заключается процесс стандартизации титранта? Каким требованиям должен удовлетворять первичный стандарт?

9. Получите формулу для расчета массы навески первичного стандарта с молярной массой M и фактором эквивалентности f , на титрование которого расход титранта с нормальной концентрацией N составит 20–25 мл.

10. В чем заключается сущность метода обратного титрования? В каких случаях он применяется? Приведите пример и формулу для расчета.

11. В чем заключается метод замещения (вытеснения)? Приведите пример с уравнениями реакций и расчетной формулой.

4. Кислотно-основное равновесие в водных растворах. Кислотно-основное титрование

1. Какие титранты используются для определения слабых кислот и оснований. Укажите критерии количественного (с погрешностью менее 0,5 %) титрования слабых кислот и оснований.

2. В каких случаях кривая кислотно-основного титрования имеет симметричный вид? Укажите значение рН в точке эквивалентности для этих случаев.

3. От чего зависит величина скачка на кривой кислотно-основного титрования?

4. Как из кривой титрования слабой кислоты (слабого основания) оценить значения их констант диссоциации?

5. Что такое показатель титрования и интервал перехода окраски индикатора, от чего они зависят?

6. Сформулируйте принцип выбора индикатора при кислотно-основном титровании и связь значений рТ индикатора и рН точки эквивалентности.

7. Рассчитайте значения рН в точках эквивалентности на кривых титрования: а) 0,10 М раствора молочной кислоты, б) 0,10 М раствора аммиака, в) 0,10 М раствора борной кислоты, г) 0,10 М раствора цианида калия.

8. Приведите примеры веществ, используемых в качестве первичных стандартов для стандартизации растворов кислот и щелочей. Укажите для них молярные массы эквивалентов и индикаторы.

9. Почему титр рабочего раствора щелочи меняется во времени? Как приготовить раствор щелочи, свободный от примеси карбонат-иона, и сделать его более устойчивым?

10. Что такое карбонатная погрешность титрования? Почему титрование сильных кислот щелочью лучше проводить с метиловым красным в качестве индикатора, а не с фенолфталеином?

11. Выберите индикатор для стандартизации раствора соляной кислоты по буре. Напишите уравнение реакции и рассчитайте массу эквивалента буры.

12. Укажите факторы эквивалентности соляной, серной и фосфорной кислот при титровании их щелочью по а) метиловому оранжевому; б) тимолфталеину.

13. Рассчитайте значения pH 0,10 М растворов: а) аскорбиновой кислоты; б) фосфорной кислоты; в) серной кислоты; г) морфолина; д) гидроксида лития.
14. Рассчитайте значения pH растворов, полученных смешением равных объемов: а) 0,20 М соляной кислоты и 0,20 М бензойной кислоты; б) 0,20 М аммиака и 0,10 М гидроксида натрия; в) 0,20 М уксусной кислоты и 0,10 М гидроксида натрия; г) 0,10 М гидрокарбоната натрия и 0,10 М гидроксида натрия.
15. Нарисуйте схематически на одном графике кривые титрования 0,10 М растворов кислот 0,10 М раствором щелочи, укажите на них координаты точек эквивалентности: а) соляной; б) 2-аминобензойной; в) синильной.
16. Сколько скачков будет на кривых титрования кислот: а) янтарной; б) сернистой; в) аскорбиновой; г) фосфорной? Изобразите схематически кривые титрования и дайте объяснение.
17. Можно ли методом кислотно-основного титрования осуществить раздельное определение кислот в смесях: а) соляная и хлоруксусная; б) соляная и 2-аминобензойная; в) соляная и синильная. Ответ обоснуйте.
18. Какие из солей можно определять методом кислотно-основного титрования: гидросульфат натрия, гидрокарбонат калия, бромид аммония, фосфат натрия? Напишите уравнения реакций, укажите индикаторы.
19. Оцените индикаторную погрешность при титровании раствора дихлоруксусной кислоты щелочью по: а) фенолфталеину, б) феноловому красному. Какой из индикаторов предпочтительнее?
20. Для определения содержания аммония в его солях используют метод дистилляции аммиака при нагревании сильнощелочного раствора с поглощением аммиака раствором серной кислоты. Избыток серной кислоты оттитровывают раствором щелочи. Напишите уравнения реакций, обоснуйте выбор индикатора и выведите формулу для расчета содержания аммония в процентах, если N_1 и N_2 — нормальные концентрации серной кислоты и щелочи соответственно; V_1 и V_2 — их объемы в мл; m — масса навески образца в граммах.
21. В раствор щелочи пропустили углекислый газ, после чего этот раствор оттитровали 0,10 М раствором соляной кислоты. При этом зафиксировали две конечные точки при $pH = 8,60$ и $4,50$, которым соответствовали объемы титранта 15,00 мл и 20,00 мл от начала титрования. Определите качественный состав титруемого раствора и мольное отношение присутствовавших в нем компонентов.
22. Что такое буферные растворы? Из каких компонентов они готовятся? Приведите примеры кислых и щелочных буферов.
23. Приведите формулу для расчета значения pH буферных растворов и их буферной емкости.
24. Какие компоненты используют для приготовления фосфатных буферных растворов с а) $pH = 4,00$; б) $pH = 7,90$. Рассчитайте мольное соотношение компонентов.
25. Почему аминокислоты обнаруживают свойства амфолитов? Приведите соответствующие равновесия и значения констант.
26. Приведите формулы для расчета значений pH водных растворов аминокислот и pH в изоэлектрической точке.

5. Комплексометрия

1. Какие константы используют для описания процесса ступенчатого комплексообразования в водных растворах? Напишите формулы для расчета функций, описывающих глубину процесса комплексообразования: Φ , i , nL .
2. Каким требованиям должна удовлетворять реакция комплексообразования, чтобы ее можно было положить в основу метода комплексометрического титрования?
3. Укажите все характеристики ЭДТА как важнейшего аналитического реагента. Чем определяются его широкие возможности — как титранта?
4. Зачем в комплексометрии вводят условные константы образования комплексов β , β' ? Как их рассчитывают?
5. Рассчитайте величину условной константы образования комплекса $MYn-4$, обеспечивающей полноту связывания катиона металла в комплексопат в точке эквивалентности более 99,9 %.
6. Как определяется оптимальный интервал значений pH в комплексометрических определениях? Укажите все равновесия с участием ионов металла, ЭДТА и металлохромного индикатора.
7. Объясните принцип действия и подбора металлохромных индикаторов.
8. Рассчитайте значение условной константы устойчивости комплекса $MInn-m$, обеспечивающее совпадение конечной точки с точкой эквивалентности при титровании раствором ЭДТА. Переход окраски наблюдается при 50 % превращении индикатора.

9. Какие условия необходимо выполнить для селективного определения катионов $M1n$ и $M2m$ титрованием ЭДТА с погрешностью не более 1,0 % при их совместном присутствии в равных аналитических концентрациях?

10. По каким веществам стандартизуют раствор ЭДТА? Опишите приготовление одного из первичных стандартов, укажите для него условия титрования и индикатор.

11. В каких случаях в комплексометрии используют методы обратного и вытеснительного титрования? Напишите уравнения реакции для конкретного примера.

12. Как и в каких условиях (рН, индикаторы) определяют общую жесткость воды методом комплексонометрии. В каких единицах ее измеряют? Укажите критерии «жесткой» и «мягкой» воды.

6. Осаждение как метод разделения и идентификации

1. Определите понятия: молярная и собственная растворимость, произведение растворимости.

2. В каких случаях можно сравнивать растворимость солей в воде по сопоставлению значений их произведений растворимости? В каких случаях это неправильно и почему? Какие еще константы следует учитывать при расчете растворимости труднорастворимых солей в воде?

3. Как избыток осадителя влияет на полноту осаждения малорастворимого соединения? Всегда ли это приводит к одинаковому эффекту? Приведите примеры различного влияния избытка осадителя на полноту осаждения труднорастворимых соединений.

4. Как влияет на растворимость осадка присутствие в растворе посторонних и одноименных с осадком ионов? Приведите примеры, демонстрирующие эти влияния.

5. Рассчитайте растворимость сульфата бария а) в воде, б) в 0,10 М растворе хлорида калия, в) в 0,033 М растворе хлорида бария, г) в 0,10 М растворе соляной кислоты. Сравните влияние различных факторов на растворимость сульфата бария и укажите доминирующий.

6. Приведите примеры осадков, растворимость которых увеличивается при уменьшении рН, увеличении рН, и дайте объяснение (уравнения реакций, константы).

7. Как зависит от рН и почему растворимость гидроксидов амфотерных металлов? Чему равна их минимальная растворимость?

8. Можно ли разделить медь(II) и кадмий(II) при насыщении сероводородом 0,050 М раствора их тетрациано-комплексов при рН = 9,0 и равновесной концентрации цианид-иона 0,010 моль/л при комнатной температуре?

9. Напишите уравнения реакций, характеризующие кислотно-основные свойства 8-оксихинолина. Как это используется для дробного осаждения металлов этим реагентом?

10. Какой групповой реагент в сероводородной схеме анализа позволяет объединить ряд катионов в III аналитическую группу? Какие это катионы? Укажите состав образующихся осадков.

11. Какой реагент позволяет разделить алюминий(III) и цинк(II) при осаждении их в виде гидроксидов? Укажите соответствующие равновесия и константы.

7. Гравиметрия

1. В чем принципиальное отличие гравиметрии от других химических и физико-химических методов анализа? Чем определяется минимально возможная погрешность гравиметрии? От каких факторов зависит правильность и точность гравиметрического анализа?

2. Как рассчитать результат гравиметрического анализа? Какой должна быть минимальная масса весовой формы осадка, чтобы относительная погрешность ее определения не превышала 0,10%?

3. Что такое гравиметрический фактор? Приведите 2 примера расчета гравиметрических факторов, правильно их запишите и обоснуйте число значащих цифр в них.

4. Сформулируйте требования к осаждаемой и весовой форме.

5. Укажите все способы переведения осаждаемой формы в весовую. Приведите примеры гравиметрических определений, когда эти формы совпадают и не совпадают по химическому составу.

6. Как величина гравиметрического фактора влияет на минимально допустимую массу определяемого элемента и погрешность анализа? Какой метод следует выбрать при определении никеля (в количестве 25 мг) — осаждение в виде диметилглиоксимата или гидроксида и почему?

7. Выберите весовые формы для анализа указанных количеств веществ: а) 45 мг цинка – оксид или пиррофосфат, б) 10 мг алюминия – оксид или оксихинолят. Обоснуйте выбор расчетом.

8. Сформулируйте условия осаждения, вызревания, промывки кристаллических и аморфных осадков в гравиметрии. В чем заключается разница методического подхода к осаждению этих осадков?

9. В чем смысл и преимущества гомогенного осаждения? Как оно осуществляется? Приведите 2 примера используемых для этого реагентов с условиями осаждения и уравнениями реакций.

10. Какие способы промывания осадка используют в гравиметрии? Как правильно выбрать состав промывной жидкости в зависимости от природы осадка и ее объем?

11. Сформулируйте оптимальные условия определения сульфат-иона в виде сульфата бария. Какие этапы анализа могут привести к появлению систематических погрешностей? Как избежать их или свести к минимуму?

12. Как определить серу в железном колчедане (пирите)? Опишите все химические процессы, приводящие к получению весовой формы. Приведите формулу для расчета процентного содержания серы в пирите.

13. Какие свойства диметилглиоксима как представителя класса органических осадителей следует учесть при использовании его в гравиметрии? Чем определяется возможность селективного определения никеля с помощью этого реагента?

14. Обоснуйте условия осаждения, созревания, фильтрования и высушивания диметилглиоксимата никеля. Какие этапы анализа могут привести к появлению систематических погрешностей? Как избежать или минимизировать их?

15. Для определения воды в гидрате сульфата кальция навеску 0,2402 г этого вещества высушили при 105 °С. Масса сухого вещества составила 0,2259 г. Рассчитайте и представьте корректную запись процентного содержания воды и стехиометрии гидрата.

16. При гравиметрическом определении железа осаждением его аммиаком и взвешиванием в виде Fe_2O_3 был получен результат 10,12 %. В дальнейшем было установлено, что помимо основной весовой формы осадок содержал 8,00 % примеси Fe_3O_4 . Чему равно действительное содержание железа в пробе?

8. Осадительное титрование

1. Назовите известные Вам методы осадительного титрования. Какие способы индикации конечной точки в них используются?

2. В каких координатах строят кривые осадительного титрования? От чего зависит величина скачка на кривой осадительного титрования?

3. Постройте кривые аргентометрического титрования смесей хлорид- и иодид-ионов, хлорид- и бромид-ионов. Обоснуйте возможность раздельного определения анионов.

4. Возможно ли раздельное определение эквивалентных количеств хлорид- и роданид-ионов методом аргентометрического титрования? Ответ обоснуйте.

5. Перечислите способы обнаружения конечной точки в аргентометрическом титровании.

6. В чем заключается метод Мора, для определения каких ионов его используют? Каким должен быть pH растворов?

7. Рассчитайте концентрацию хромат-иона, которую следует создать в растворе, чтобы свести к нулю индикаторную погрешность при титровании хлорид- и бромид-ионов методом Мора.

8. Какую концентрацию хромат-ионов в методе Мора используют на практике? Оцените индикаторную погрешность для титрования 0,050 М растворов хлорид- и бромид-ионов в этом случае.

9. Для определения каких ионов используют метод Фольгарда? В чем он заключается? Почему его проводят только в кислой среде?

10. Можно ли определять хлорид-ионы по Фольгарду?

11. Каков принцип действия индикаторов, применяемых в методе Фаянса? Когда его используют?

12. Какие вещества используются как первичные стандарты в аргентометрии?

9. Экстракция как метод разделения и идентификации

1. В чем сущность метода экстракционного разделения? Что является движущей силой процесса экстракции? Какие условия следует выполнить, чтобы перевести компонент из водной фазы в органическую?

2. Что такое экстрагент, какими свойствами он должен обладать? Какие требования предъявляются к разбавителю?

3. Как выражаются количественные характеристики процесса экстракции: константа распределения, коэффициент распределения, степень извлечения при n -кратной экстракции, коэффициент разделения, фактор обогащения? Как они связаны между собой?

4. Какие вещества экстрагируются по механизму физического распределения? От чего зависят их коэффициенты распределения?

5. С помощью каких реагентов и в каком виде экстрагируют комплексные металлосодержащие кислоты? Назовите механизм экстракции, напишите уравнение экстракции. От каких факторов зависит эффективность процесса?

6. Какой процесс является определяющим в координационной экстракции? Какие факторы влияют на распределение металлов?

7. Какие равновесия лежат в основе анионообменной экстракции? От каких факторов зависит полнота извлечения компонентов в органическую фазу? Напишите уравнение экстракции и получите выражение для коэффициента распределения.

8. Что общего в химизме процессов катионообменной экстракции и экстракции хелатов? Напишите уравнения экстракции.
9. Какое значение для экстракции хелатов имеют кислотно-основные свойства хелатообразующих реагентов? Что такое рН полуэкстракции и как его определить?
10. Что такое обменно-экстракционный ряд? В чем его значение для аналитической химии?
11. Какими способами можно повысить избирательность экстракционного разделения катионов металлов в виде хелатов?
12. Какие факторы позволяют обеспечить экстракционное разделение катионов металлов с помощью дитизона? Напишите уравнения реакций.
13. Можно ли добиться 99 %-ого извлечения вещества из 100 мл его водного раствора в 50 мл органической фазы при однократной экстракции ($D = 20$)? Какая степень извлечения достигается после трех стадий экстракции порциями экстрагента по 20 мл?

10. Хроматография как метод разделения и идентификации

1. В чем отличие хроматографии от известных Вам классических методов разделения (осаждение, испарение, возгонка, экстракция)? За счет чего достигается большая эффективность хроматографических методов разделения?
2. Какие типы фазовых равновесий используются в хроматографии? Назовите соответствующие им хроматографические методы.
3. Что такое хроматографическая система, из чего она состоит? От чего зависит скорость движения компонента в хроматографической системе? Чем определяется принципиальная возможность разделения компонентов в ней?
4. Что такое хроматограмма, хроматографическая зона, хроматографический пик? Как по хроматограмме определить качественный и количественный состав анализируемой смеси?
5. Чем отличаются методы БХ и ТСХ от колоночного варианта хроматографического разделения? Какой величиной характеризуется положение хроматографической зоны в этих методах, от каких факторов она зависит?
6. В чем особенности методов хемосорбционной хроматографии? Назовите эти методы и объясните, какие процессы лежат в их основе. Что такое модифицированные сорбенты?
7. Объясните, как происходит образование хроматографических зон в осадочной хроматографии. В чем отличие этого метода от дробного осаждения?
8. Чем определяется порядок расположения хроматографических зон при разделении методом адсорбционно-комплексобразовательной хроматографии? Приведите пример.
9. Чем определяется порядок расположения хроматографических зон при разделении методом окислительно-восстановительной хроматографии? Приведите пример.
10. Какие модифицированные сорбенты Вы можете предложить для разделения смесей следующих ионов, взятых в равных концентрациях: а) методом осадочной хроматографии: карбонат-, сульфат-, оксалат- и фосфат-ионов; б) методом окислительно-восстановительной хроматографии: олово (II) и хром (III); в) методом адсорбционно-комплексобразовательной хроматографии: железо (III), кобальт (II), цинк (II) и свинец (II)? Напишите уравнения реакций и укажите порядок расположения хроматографических зон.
11. Через хроматографическую колонку, заполненную сильно-кислотным катионитом в H^+ -форме, пропускают 100 мл водного раствора, содержащего 1,11 г хлорида кальция, колонку промывают 100 мл воды. Вычислите значение рН полученного раствора.
12. В чем сущность процесса ионообменной хроматографии? Приведите уравнения реакций, протекающих при пропускании водного раствора, содержащего сульфат и нитрат магния через хроматографическую колонку с а) сильнокислотным катионитом в H^+ -форме; б) сильноосновным анионитом в Cl^- -форме.
13. Предложите способы разделения с использованием ионитов и окислительно-восстановительных реакций для водных растворов, содержащих: а) железо(III) и хром (III); б) магний (II) и марганец (II).

11. Окислительно-восстановительные равновесия. Окислительно-восстановительное титрование

1. Что такое стандартный и формальный окислительно-восстановительные потенциалы? В чем их различие?
2. Какой должна быть величина константы равновесия, чтобы окислительно-восстановительная реакция протекала количественно (полнота превращения более 99,9 %). Из каких потенциалов рассчитывают эту величину в конкретных условиях?
3. Как из кривой титрования определить потенциалы сопряженных окислительно-восстановительных пар, участвующих в реакции? Какие это потенциалы – стандартные или формальные?

4. Как рассчитать фактор эквивалентности, молярную массу эквивалента и нормальную концентрацию раствора в методах окислительно-восстановительного титрования?
5. Какие способы фиксации точки эквивалентности используются в окислительно-восстановительном титровании? Каковы принципы действия и подбора индикаторов для этого метода?
6. Напишите формулу для расчета индикаторной погрешности из величин формальных потенциалов соответствующей полуреакции и индикатора, если конечная точка титрования находится: а) до точки эквивалентности; б) после точки эквивалентности?
7. Обоснуйте расчетом возможность использования иодометрического метода для количественного определения меди(II), хотя из сравнения стандартных потенциалов пар $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}$ и $\text{I}_2/2\text{I}^{-}$ это кажется невозможным.
8. Приведите примеры влияния рН на направление окислительно-восстановительной реакции.
9. Получите выражение для расчета потенциала в точке эквивалентности и вычислите его для титрования в 1,0 М растворе серной кислоты (без учета коэффициентов активности): а) железа(II) перманганатом калия; б) олова(II) серноокислым церием(IV).
10. В чем состоят особенности приготовления, хранения и стандартизации титранта в перманганатометрии? Рассчитайте оптимальную величину навески дигидрата щавелевой кислоты для стандартизации ~0,050 N раствора титранта.
11. Охарактеризуйте возможности и ограничения метода перманганатометрии. Напишите уравнения реакций этого титранта с соляной кислотой и пероксидом водорода.
12. Приведите примеры использования дихромата калия как первичного стандарта и титранта. В чем его достоинства и недостатки?
13. Как приготовить, хранить и стандартизовать раствор тиосульфата натрия? Почему его концентрация меняется при выдерживании? Напишите уравнения реакций.
14. Для определения процентного содержания кальция в известняке навеску минерала растворяют в минимальном количестве кислоты, кальций осаждают в виде оксалата, осадок отделяют и растворяют в серной кислоте, после чего титруют полученный раствор перманганатом калия с известной концентрацией. Напишите уравнения реакций всех стадий анализа и приведите расчетную формулу.

12. Анализ реальных объектов

1. Что является целью качественного и количественного химического анализа? Как задачи анализа связаны с понятием аналитический сигнал?
2. Как методы анализа подразделяются: а) по количеству (концентрации) определяемого вещества; б) по характеру измеряемого свойства?
3. Что такое деструктивный и недеструктивный (*in situ*) анализ?
4. Что такое планирование анализа? Какие факторы следует учитывать при выборе метода анализа?
5. Перечислите все этапы анализа реального объекта.
6. Какое значение имеет операция отбора пробы при анализе реального объекта? Какими способами обеспечивается ее представительность в зависимости от природы и масштаба объекта?
7. Чем определяется размер пробы для анализа? Какие операции составляют процесс пробоподготовки? Перечислите способы перевода пробы в растворимое состояние.
8. В каких случаях при анализе объекта приходится выполнять операции разделения и концентрирования? Какие методы концентрирования при этом используются?
9. От каких факторов зависит случайная погрешность определения реального объекта? Как сделать ее минимальной? Как отличаются погрешности прямого и косвенного определения компонентов в пробе и почему?
10. Какими способами можно проверить отсутствие систематической погрешности при анализе сложного объекта?

7.2. ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ КОНТРОЛЬНЫХ И ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ РАБОТ

1. Как изменится доверительный интервал при неизменной воспроизводимости анализа, если число измерений увеличить с 5 до 10?
2. При титровании слабой двухосновной кислоты H_2A щелочью получены следующие результаты:

D	0,00	0,50	1,00
pH	2,50	4,00	6,00

Оцените значения $K_{a1}K_{a2}C_{\text{H}_2\text{A}}^0$

3. Сравните pH и буферную емкость двух растворов: 0,20 М CH_3COOH + 0,10 М CH_3COONa и 0,10 М $\text{Pu} + 0,20$ М PuH^+ (Рупирдин).
4. Имеется ряд растворов с концентрацией каждого компонента 0,10 моль/л:
 а) NH_3 , б) NH_4Ac , в) NaHCO_3 , г) AlCl_3 , д) NaAc , е) KHSO_4 , ж) HCl , з) $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$. Расположите растворы в порядке возрастания pH, ответ поясните расчетом.
5. Смесь гидро- и дигидрофосфата натрия или калия используется для приготовления стандартного буферного раствора в pH-метрии. Приготовили 100 мл такого раствора с $\text{pH} = 7,00$ и аналитической концентрацией $C_{\text{PO}_4} = 0,10$ моль/л. К этому раствору добавили 1,00 М раствор соляной кислоты, при этом значение pH изменилось на 4,0 единицы. Какой объем соляной кислоты был добавлен?
6. Буферный раствор с $\text{pH} = 4,00$ приготовлен на основе муравьиной ($\text{HF}_{\text{орм}}$) и уксусной ($\text{HA}_{\text{с}}$) кислот и их солей. Аналитические концентрации $C_{\text{Форм}} = C_{\text{Ac}} = 0,100$ моль/л. Какой объем 1,00 М раствора гидроксида натрия надо добавить к 100 мл этого раствора, чтобы изменить его pH на 1,0 единицу.
7. Кислоту H_2A титруют сильной щелочью. Вычислите значение pH при $D = 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 2,1$, если $\text{p}K_1 = 3,00$, $\text{p}K_2 = 7,00$. Нарисуйте схематично кривую титрования с указанием особых точек.
8. К 100 мл ацетатного буфера с $\text{pH} = 5,06$ и $C_{\text{Ac}} = 0,100$ М добавили 20,0 мл 0,500 М раствора соляной кислоты. Как изменился pH раствора?
9. Раствор слабого двухкислотного основания В ($\text{p}K_{b1} = 5,00$, $\text{p}K_{b2} = 9,00$, $C_{\text{В}} = 0,05$ М) титруют 0,100 М раствором сильной кислоты. Приведите формулы для расчета и вычислите значения pH раствора при $D = 0,0; 0,5; 0,9; 1,0; 1,1; 1,5; 1,9; 2,0; 2,1$.
10. Навеску $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 35,60 г растворили примерно в 1,0 л воды. Какой объем 1,00 М раствора соляной кислоты нужно добавить к этому раствору, чтобы его значение pH стало равно 7,00?
11. Расположите следующие растворы (аналитические концентрации всех компонентов равны 0,10 моль/л) в порядке возрастания их значения pH:
 а) Na_3PO_4 ; б) CH_3COONa ; в) H_2SO_4 ; г) K_2HPO_4 ; д) HCl ; е) KHSO_4 ; ж) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCl}$; з) KH_2PO_4 ; и) $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$; к) $\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}$. Ответ поясните расчетом.
12. Раствор соли K_2A ($C_{\text{A}}^0 = 0,10$ М, $\text{p}K_{b1} = 4,00$, $\text{p}K_{b2} = 6,00$) титруют раствором соляной кислоты. Вычислите значения pH раствора при $D = 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0$. Разбавлением пренебречь.
13. Выделяющийся в технологическом процессе сернистый газ поглощают раствором гидроксида натрия. На титрование 100,0 мл полученного раствора с исходным $\text{pH} = 7,50$ до $\text{pH} = 4,50$ пошло 11,00 мл 0,1000 М раствора соляной кислоты. Какие формы присутствуют в растворе в начале и конце титрования? Рассчитайте концентрацию (г/л) поглощенного сернистого газа в растворе.
14. Какие из указанных солей можно определять методом прямого кислотно-основного титрования: гидросульфат натрия, сульфат аммония, дигидрофосфат натрия. Напишите уравнения реакций, предложите индикаторы и индикаторы.
15. Раствор слабой одноосновной кислоты с концентрацией 0,0500 моль/л объемом 20,00 мл титруют 0,1000 М раствором гидроксида натрия. При добавлении 7,50 мл титранта значение pH раствора составляет 5,00. Каким будет значение pH раствора в точке эквивалентности?
16. Рассчитайте значение pH раствора, получившегося при добавлении 20 мл 0,17 М раствора соляной кислоты к 200 мл ацетатного буфера с $\text{pH} = 5,06$ и $C_{\text{NaAc}} = 0,10$ моль/л.
17. Каким должно быть значение условной константы образования комплекса MInd для сведения индикаторной погрешности к нулю, если изменение окраски раствора наблюдается при 90 % превращении индикатора? Разбавление не учитывать.
18. Каким должен быть порядок значений условных констант образования комплексов двух металлов ($C_1 = C_2 = 0,010$ М) и их отношение, чтобы было возможно раздельное определение этих металлов с погрешностью, не превышающей 0,1 %?
19. Содержание цинка(II) и магния(II) определяли комплексометрически. На титрование 25,00 мл анализируемого раствора в ацетатном буфере с $\text{pH} = 5,00$ и равновесной концентрацией ацетат-ионов 0,50 М потратили в среднем 22,50 мл 0,05580 М раствора ЭДТА. На титрование 10,00 мл анализируемого раствора в аммиачном буфере с $\text{pH} = 9,00$ и $[\text{NH}_3] = 0,20$ моль/л израсходовали в среднем 18,00 мл этого же раствора ЭДТА. Рассчитайте значения условных констант образования комплексов цинка и магния в первом и втором случаях; определите, какие компоненты титруются в этих условиях и рассчитайте их молярные концентрации.
20. Рассчитайте минимальное значение pH, при котором возможно комплексометрическое определение магния, если его концентрация равна $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л, а погрешность анализа не должна превышать 0,1 %. Чем определяется максимально допустимое значение pH для этого определения?
21. Раствор, в котором аналитические концентрации кадмия(II) и алюминия(III) равны 0,050 моль/л и 0,020 моль/л, соответственно, титруют 0,050 М раствором ЭДТА в аммиачном буфере с $\text{pH} = 9,00$, $[\text{NH}_3] = 0,10$ М и $[\text{F}^-] = 0,20$ М. Рассчитайте условные константы образования комплексов. Какой катион

- определяется в данных условиях. Оцените индикаторную погрешность для эриохромового черного Т, если в конечной точке в комплекс связано 50 % индикатора.
22. Как изменится растворимость сульфида серебра(I) при изменении pH от 2.0 до 9.0, если в растворе содержится аммиак с $C(\text{NH}_3) = 0.5 \text{ M}$?
23. Общая концентрация цинка(II) в растворе равна $1.0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. Будет ли образовываться осадок $\text{Zn}(\text{OH})_2$ в 1.0 M растворе аммиака? Смешанными комплексами пренебречь.
24. Для разделения анионов к раствору с постоянным значением $\text{pH} = 2.00$, содержащему по 0.010 M бромид и молибдат натрия по каплям добавляют раствор нитрата серебра. Возможно ли количественное ($> 99\%$) разделение анионов?
25. Образцы медно-никелевого сплава растворили в разбавленной азотной кислоте и после дополнительной обработки провели количественное осаждение никеля(II) диметилглиоксимом:
m образца, г 0,15800,22400,14240,1175
m вес. ф., г 0,56290,80620,5073 0,4233
 Рассчитайте содержание (мас. %) меди в сплаве. Что можно сказать о правильности анализа, если паспортное содержание меди составляет 16,00 %?
26. При гравиметрическом определении содержания кальция(II) его осаждают в виде оксалата с последующим прокаливанием осадка при 500°C до карбоната. При проведении осаждения из 100 мл раствора, содержащего около $0,20 \text{ г Ca}_2^+$, при $\text{pH} = 2,00$ используют двукратный избыток осадителя – оксалата натрия. Рассчитайте полноту осаждения кальция и оцените связанную с этим систематическую погрешность. Вычислите содержание кальция в образцах (мас. %) по следующим данным
m образца, г 0,47020,50480,45030,4800
m вес. ф., г 0,45800,49420,43640,4700
27. Одним из способов определения содержания многих РЗЭ является осаждение их оксалатов с последующим прокаливанием осадка до оксида. По данным для 5 навесок концентрата РЗЭ (г)
m образца, г 0,56280,60300,48560,50400,6525
m вес. ф., г 0,23000,2485 0,1983 0,20600,2670
 рассчитайте массовую долю РЗЭ (считая на лантан) в концентрате. Совпадает ли этот результат с данными комплексонометрии: $0,350 \pm 0,003$ ($n = 6$, $P_{\text{дог}} = 0,95$)?
28. Раствор фосфорной кислоты с примесью других кислот анализировали следующим образом. Из 5 аликвот анализируемого раствора объемом $10,00 \text{ мл}$ каждая осадили магний-аммоний- фосфат. Осадки прокалили. Массы полученного пирофосфата магния составили:
m вес. ф., г 0,11160,11200,11190,11200,1122. Рассчитайте молярную концентрацию фосфорной кислоты и ее доверительный интервал.
29. Укажите оптимальные условия осаждения сульфата бария в гравиметрии. Достаточно ли 30 % избытка хлорида бария для количественного осаждения $0,20 \text{ г}$ сульфат-иона из 200 мл раствора с $\text{pH} = 1,00$?
30. При гравиметрическом определении молибдена с 8-оксихинолином (сушка при 130°C) в образце стали получены следующие результаты
m образца, г 0,48880,39200,49500,4990
m вес. ф., г 0,24560,19800,2525 0,2496.
 Рассчитайте процентное содержание молибдена в стали.
31. Стандартный образец двухкомпонентного сплава $\text{Pd} + \text{Ag}$ с массовым отношением $\text{Pd}/\text{Ag} = 0,6720$ растворяют в азотной кислоте и проводят количественное осаждение палладия(II) диметилглиоксимом с сушкой осадка при 130°C . По результатам 4 параллельных опытов определите, присутствует ли в анализе систематическая погрешность:
m образца, г 0,35400,50200,31900,2634
m вес. ф., г 0,45200,64360,40670,3383.
32. Рассчитайте коэффициент распределения D при экстракции серебра(I) дитизином в CCl_4 , если $\text{pH} = 5.0$, $C_{\text{Dz}} = 0,01$, водная фаза содержит $0,1 \text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $C_{\text{Ag}}(\text{исх}) = 1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $V_{\text{орг}}/V_{\text{водн}} = 2/1$.
33. Можно ли количественно ($> 99,9\%$) разделить свинец(II) и медь(II) из раствора с концентрацией катионов равной $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ и $\text{pH} = 4,00$ с помощью экстракции равным объемом $0,10 \text{ M}$ раствора ацетил-ацетона в бензоле?
34. Методом круговой осадочной хроматографии на бумаге, импрегнированной солью Pb^{2+} , проводят анализ раствора, содержащего $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, I^- , PO_4^{3-} , S^{2-} в равных концентрациях $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Определите порядок расположения хроматографических зон и схематично изобразите хроматограмму. Что изменится, если концентрацию иодид-иона увеличить до 0.1 M ?
35. Оцените индикаторную погрешность титрования мышьяковистой кислоты в растворе с $\text{pH} = 1,00$ раствором церия(IV), если $E_{\text{инд}}^0 = 0,56 \text{ В}$.

36. Если сравнить стандартные потенциалы окислительно-восстановительных пар $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$ и I_2/I^- , то иодометрическое определение Cu^{2+} кажется невозможным. Обоснуйте возможность этой аналитической реакции в соответствующих условиях.

37. Какие процессы протекают при прямом титровании FeCl_3 раствором KI ? Рассчитайте потенциал в точке эквивалентности, насколько количественно в ней прошла реакция, если 12,00 мл 0,0500 М р-ра FeCl_3 титровать 0,0500 М KI ? Как изменится ответ, если исходный раствор содержит 1 М KF ? Разбавлениями пренебречь.

38. Раствор, содержащий смесь сульфата и сульфита щелочного металла (общее содержание серы 62,00 мг), титруют 0,0500 М раствором иода в KI . До скачка потенциала пошло 10,00 мл раствора I_2 . Рассчитайте отдельно содержание сульфата и сульфита в растворе.

39. В анализируемом растворе содержатся хлорид и нитрат натрия. а) На аргентометрическое титрование по Мору 20,00 мл анализируемого раствора затратили $(15,00 \pm 0,05)$ мл 0,05040 М раствора нитрата серебра. б) Аликвоты анализируемого раствора объемом 50,00 мл пропустили через колонку с сильно-кислотным катионитом в H^+ -форме, элюаты собрали и на их титрование затратили $(20,00 \pm 0,05)$ мл 0,1260 М раствора щелочи. Из этих данных рассчитайте молярные концентрации хлорида и нитрата натрия в растворе. Оцените относительную и абсолютную погрешность молярных концентраций обоих компонентов.

7.3. ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ (ЖЕЛАТЕЛЬНО, НО НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО)

1. Определение микроколичеств металлов с применением экстракции.
2. Концентрирование металлов адсорбционными методами.
3. Буферные системы в организме человека.
4. Оптические химические сенсоры для определения антиоксидантов.
5. Визуально-тестовые методы анализа вод.
6. Визуально-тестовые методы анализа пищевых продуктов.
7. Гибридные методы анализа.
8. Возникновение и развитие хроматографии.
9. Электрохимическое определение тяжелых металлов в сточных водах.
10. Модифицированные электроды – расширение возможностей вольтамперометрии.
11. Полярографические методы в аналитической химии.
12. Биологические методы анализа.

8. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Задача 1. Получены две серии результатов измерений (%):

3,40; 3,50; 3,60; 3,51

3,30; 3,30; 3,30; 3,40; 3,40; 3,40

Можно ли их объединить для совместной обработки?

Решение. Найдем \bar{x} , s_x , s , \bar{y} и S_y , s_y для обеих выборок:

$$\bar{x} = 3,50, S_x = 0,08, s_{\bar{x}} = 0,04; \bar{y} = 3,35, S_y = 0,06, s_{\bar{y}} = 0,02.$$

Рассчитаем $F_{\text{эсп}} = (S_x)^2 / (S_y)^2 = 1,8$. Это меньше $F_{\text{табл}} = 5,4$, следовательно, можно перейти к сравнению по объединенному критерию Стьюдента. Подставляя найденные величины и определив из табличных данных, что $t(0,95, 8) = 2,31$, находим, что:

$$|\bar{x} - \bar{y}| = 0,05 < 2,31 \cdot 0,044 = 0,10.$$

Следовательно, выборки можно объединить. После объединения получаем:

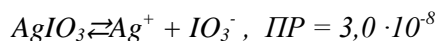
$$\bar{x} = 3,41, S_x = 0,10, s_{\bar{x}} = 0,03.$$

Найдем доверительный интервал: $t(0,95, 9) = 2,26, \Delta_{\text{дов}} = 0,07$.

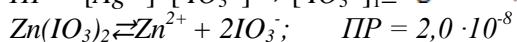
Результат измерений: $x = (3,41 \pm 0,07) \%$.

Задача 2. Аналитические концентрации ионов серебра и цинка в растворе равны 0,010 М и 0,10 М, соответственно. Можно ли количественно разделить катионы, если к анализируемому раствору медленно по каплям добавлять иодат натрия (NaIO_3)? Влиянием ионной силы раствора пренебречь.

Решение:



$$PP = [Ag^+] \cdot [IO_3^-] \Rightarrow [IO_3^-]_1 \geq \frac{PP}{[Ag^+]} = \frac{3,0 \cdot 10^{-8}}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 3,0 \cdot 10^{-6} M$$



$$PP = [Zn^{2+}] \cdot [IO_3^-]^2 \Rightarrow [IO_3^-]_2 \geq \sqrt{\frac{PP}{[Zn^{2+}]}} = \sqrt{\frac{2,0 \cdot 10^{-8}}{1,0 \cdot 10^{-1}}} = 4,5 \cdot 10^{-4} M$$

$[IO_3^-]_1 < [IO_3^-]_2 \Rightarrow$ первым выпадает $AgIO_3$

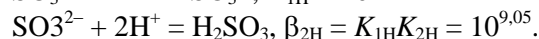
Найдем степень извлечения Ag^+ к моменту начала осаждения Zn^{2+} :

$$R_{Ag^+} = \frac{c-s}{c} \cdot 100\%, \quad s = [Ag^+] = \frac{PP}{[IO_3^-]_2} = \frac{3,0 \cdot 10^{-8}}{4,5 \cdot 10^{-4}} = 6,7 \cdot 10^{-5} M$$

$$R_{SO_4^{2-}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-2} - 6,7 \cdot 10^{-5}}{1,0 \cdot 10^{-2}} \cdot 100\% = 99,3\% \Rightarrow \text{если принять, что } R > 99\%, \text{ то катионы распределяются количественно}$$

Задача 3. В технологическом процессе выделяющийся сернистый газ SO_2 поглощают раствором $NaOH$. Пробу полученного раствора (100 мл) с исходным $pH = 7,50$ титровали $0,0500 M$ раствором HCl до $pH = 4,50$. На это пошло 22,0 мл кислоты. Какие формы присутствуют в растворе в начале и конце титрования? Рассчитайте общую концентрацию поглощенного сульфита в растворе (в граммах SO_2 на 1 л). Для сернистой кислоты $\lg K_{2H} = 1,85$, $\lg K_{1H} = 7,2$

Решение. При растворении SO_2 возможно образование форм SO_3^{2-} , HSO_3^- , H_2SO_3 , равновесия между которыми описываются уравнениями:



Для решения воспользуемся основным уравнением для баланса ионов H^+ :

$$vN^* = V([H^+] - [OH^-]) + n_H v_A$$

В данном случае $vN^* = 2v_{SO_2} + v_{HCl} - v_{NaOH}$. Из условия следует, что вкладом $([H^+] - [OH^-])$ можно пренебречь, следовательно:

$$v_N^* = v_{SO_2} n_H$$

В ходе титрования v_{SO_2} и $v_{NaOH} = const$. Поэтому $\Delta v_N^* = v_{SO_2}$

Δn_H , где Δv_N^* – изменение vN^* в ходе титрования,

$$\Delta v_N^* = C_{HCl} V_{HCl} = 1,10 \cdot 10^{-3} \text{ моль};$$

Δn_H – изменение n_H при переходе от $pH = 7,50$ к $pH = 4,50$. При этих pH величина n_H равна 0,333 и 1,00 соответственно. Следовательно:

$$\Delta n_H = 0,667 \text{ и } v_{SO_2} = 1,10 \cdot 10^{-3} / 0,667 = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

Такое количество SO_2 находилось в 100 мл, поэтому концентрация поглощенного SO_2 равна $1,65 \cdot 10^{-2} M$. Поскольку $M_r(SO_2) = 64,1$ г/моль, то $C_{SO_2} = 1,06$ г/л.

Чтобы ответить на вопрос о формах в начале и в конце титрования, нужно рассчитать доли α_0 , α_1 , α_2 при этих pH .

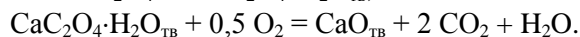
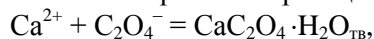
$$\text{Для } pH = 7,50 \quad \alpha_0 = 0,667, \alpha_1 = 0,333, \alpha_2 = 0;$$

$$\text{при } pH = 4,50 \quad \alpha_0 = 0, \alpha_1 = 0,996, \alpha_2 = 0,002.$$

Следовательно, в начале титрования в растворе присутствуют SO_3^{2-} , HSO_3^- . В конце – практически только HSO_3^- .

Задача 4. Распространенным методом количественного анализа щелочноземельных металлов является осаждение их в виде оксалатов с последующим прокаливанием осадка до оксидов. К 100 мл раствора, содержащего $BaCl_2$ и $CaCl_2$, прибавили 100 мл $0,100 M$ раствора оксалата натрия. Осаждение проводили при постоянном значении $pH = 3,00$. Полученный после прокаливания оксид имел массу 0,2802 г и совсем не содержал бария. Рассчитайте концентрацию $CaCl_2$ и максимально возможную концентрацию $BaCl_2$ в исходном растворе, соответствующую указанным условиям.

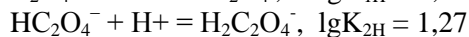
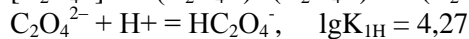
Решение. Уравнения реакций для Ca^{2+} :



Отметим, что из условия не следует, что Ca^{2+} осадился количественно. Рассчитаем, сколько оксалат-иона осталось в растворе после осаждения $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{ТВ}}$. Молярная масса оксида кальция равна 56,08, значит, осадок после прокаливания содержит $5,000 \cdot 10^{-3}$ моля CaO , и вместе с Ca^{2+} из раствора ушло $5,000 \cdot 10^{-3}$

моля оксалат-иона. Так как исходное количество оксалата натрия составляло $1,000 \cdot 10^{-2}$ моля, то после осаждения концентрация оксалат-иона в растворе составила $5,000 \cdot 10^{-3} / 0,200 = 2,50 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Рассчитаем равновесную концентрацию $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ при $\text{pH} = 3,00$:

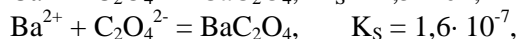
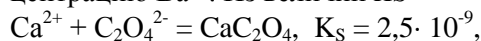
$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = C(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})\alpha(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = C(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) / (1 + K_{1\text{H}}[\text{H}^+] + K_{1\text{H}}K_{2\text{H}}[\text{H}^+]^2),$$



$$\text{При } \text{pH} = 3,00 \quad \alpha(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0,0500,$$

$$\text{И тогда } [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = C(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})\alpha(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 2,50 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0500 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ моль / л.}$$

Наконец, рассчитаем концентрацию Ca^{2+} в растворе после осаждения и максимально возможную концентрацию Ba^{2+} . Из величин K_S



следует, что:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-9} / 1,25 \cdot 10^{-3} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л;}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = 1,6 \cdot 10^{-7} / 1,25 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л.}$$

Таким образом, исходная концентрация кальция соответствует массе полученного оксида и равна $5,00 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Осаждение кальция можно считать количественным ($>99,9\%$). С учетом разбавления в 2 раза максимально возможная концентрация бария составляет $2,6 \cdot 10^{-4}$ М.

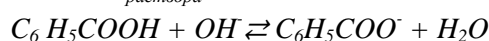
Задача 5. Раствор *КОН* приготовлен разбавлением 8,0 мл концентрированного раствора с $\rho = 1,520$ г/мл до 2,0 л водой. Оцените оптимальную массу навески бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ для стандартизации раствора *КОН*. Объем бюретки – 25,00 мл. Какой индикатор и почему следует использовать: метиловый оранжевый или фенолфталеин?

Решение:

$$\text{КОН } \rho = 1,520 \text{ г/мл} \Rightarrow c_0 = 13,76 \text{ М}$$

(таблица плотностей и концентраций щелочей)

$$c_{\text{КОН}} = \frac{V_{\text{КОН}}}{V_{\text{раствора}}} = \frac{8,0 \cdot 10^{-3} \cdot 13,76}{2,0} = 0,055 \text{ М}$$



$$c_{\text{КОН}} \cdot V_{\text{КОН}} = \frac{m_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}}}{M_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})} \Rightarrow m_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}} = 0,055 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 122,12 = 0,132$$

$$K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,3 \cdot 10^{-5}; \quad K_b(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = 1,6 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{OH}^-]_{\text{т.экв.}} = \sqrt{K_b \cdot c_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}} = 2,1 \cdot 10^{-6}; \quad \text{pOH}_{\text{т.экв.}} = 5,68 \Rightarrow \text{pH}_{\text{т.экв.}} = 8,32$$

метиловый оранжевый $3,0 \div 4,4 \Rightarrow \text{pH}_{\text{к.т.}} \sim 3,7 \Rightarrow$ использовать нельзя

фенолфталеин $8,2 \div 10,0 \Rightarrow \text{pH}_{\text{к.т.}} \sim 9,0 \Rightarrow D_{\text{к.т.}} > 1$

$$D = 1,001 \quad [\text{OH}^-] = c_{\text{КОН}} \cdot \frac{D-1}{D+1} = 2,7 \cdot 10^{-5}; \quad \text{pOH} = 4,56 \Rightarrow \text{pH} = 9,44 \Rightarrow$$

индикаторная погрешность будет меньше +0,1% подходящий индикатор – фенолфталеин.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец экзаменационного билета Б1.В.ОД.16 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Для направления подготовки (специальности)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код, наименование)

Специальность: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Закон действия масс (ЗДМ). Применение ЗДМ в аналитической химии. Смещение равновесия в гомогенных и гетерогенных системах (влияние на степень электролитической диссоциации, гидролиза; ПР).

2. Потенциометрия. Основы метода. Прямая и косвенная потенциометрия. Выбор системы электродов. Типы потенциометрического титрования.

3. Задача.

Имеется ряд растворов с концентрацией каждого компонента, 10 моль/л: а) NH_3 ; б) $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$; в) AlCl_3 ; г) NaHCO_3 ; д) KHSO_4 ; е) HCl ; ж) $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$. Расположите растворы в порядке возрастания рН, ответ поясните расчетом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Химические, физико-химические, физические, биологические методы анализа. Классификация методов и их сравнительная характеристика.
2. Электрохимические методы анализа. Классификация методов и их краткая характеристика.
3. Потенциометрический метод анализа. Измерение потенциала. Электрохимическая ячейка. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Классификация потенциометрических методов, их характеристика.
4. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов. Возникновение потенциала на стеклянном электроде. Методы определения концентрации ионов.
5. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.
6. Кондуктометрический метод анализа. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Области применения метода.
7. Кулонометрические методы анализа. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества вещества. Области применения, преимущества и ограничения метода.
8. Вольтамперометрия. Классификация вольтамперометрических методов. Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Методы определения концентрации вещества.

9. Оптические методы анализа. Классификация методов. Спектры атомов. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Спектры молекул, их особенности.
10. Эмиссионный спектральный анализ. Качественный и количественный анализ. Области применения, достоинства и недостатки метода.
11. Атомно-абсорбционный метод. Основы метода, способы получения поглощающего слоя атомов. Источники излучения. Возможности, преимущества и ограничения метода.
12. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Поглощение света веществом. Величины, характеризующие поглощение. Оценка чувствительности фотометрической реакции. Способы определения содержания вещества.
13. Хроматография. Основные принципы метода. Расшифровка хроматограммы. Качественный и количественный газохроматографический анализ. Эффективность и селективность хроматографического разделения.
14. Равновесие в системе «кислота — сопряженное основание — растворитель». Константы кислотности и основности. Кислотно-основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований.
15. Реакции комплексообразования. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса.
16. Окислительно-восстановительные реакции. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.
17. Кислотно-основное титрование. Вид кривых титрования. Определение конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, их характеристика. Выбор индикатора. Возможности и ограничения.
18. Комплексоны и их использование в анализе. Хелатный эффект. Понятие эффективных констант устойчивости комплексов. Металл-индикаторы, механизм их действия. Возможности и ограничения комплексонометрического титрования.
19. Окислительно-восстановительное титрование. Примеры использования окислительно-восстановительных методов в анализе органических и неорганических веществ. Red-Ox-индикаторы, их характеристика.
20. Методы титриметрического анализа. Классификация методов. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, титрование заместителя. Виды кривых титрования. Способы фиксирования конечной точки титрования. Погрешности титрования.