

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Аналитической химии

Селеменев В.Ф.

15.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.15 Аналитическая химия

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

04.03.01 - Химия

2. Профиль подготовки/специализация: Физическая химия

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очно-заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра аналитической химии - 1002

6. Составители программы: _____

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Селеменев Владимир Федорович, д.х.н., профессор

7. Рекомендована: Научно-методическим Советом химического факультета,
24.05.2018, протокол №5

(наименование recommending structure, date, protocol number)

_____ *отметки о продлении вносятся вручную*

8. Учебный год: 2020-2021

Семестр(ы): 5,6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью преподавания аналитической химии является обучение студентов теоретическим основам методов анализа и умению применять их на практике. Химик должен получить всесторонние знания для проведения различного рода анализов с применением современного аналитического оборудования и использованием математической обработки полученных результатов.

В задачи курса входит обучение технике аналитического эксперимента, способам приготовления растворов, изучение закономерностей химических реакций, протекающих в растворах и лежащих в основе различных методов анализа. Изучая предмет аналитической химии, студенты осваивают основы химических и физико-химических методов, метрологию химического анализа, методики экспериментальных исследований, приобретают навыки проведения разделения, выделения, концентрирования и определения веществ, а также выбора метода анализа конкретных объектов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: (блок Б1, базовая или вариативная часть, к которой относится дисциплина; требования к входным знаниям, умениям и навыкам; дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей))

Б1. Базовая часть.

Для успешного обучения основам аналитической химии студент должен: иметь базовые знания фундаментальных разделов физики, общей, неорганической и физической химии, владеть математическим аппаратом и основами информатики в объеме, необходимом для освоения основных методов анализа. Знания, полученные в ходе изучения дисциплины, необходимы при изучении последующих курсов Органической химии, Химии высокомолекулярных соединений, Коллоидной химии, Спектральных методов анализа, Хроматографии, Аналитического контроля. В результате освоения курса «Аналитическая химия» студенты должны овладеть основными понятиями аналитической химии, знаниями теоретических основ важнейших химических и физико-химических методов анализа, основами метрологии химического анализа, подходами к разработке схемы аналитического процесса, к выбору метода анализа, правилами и навыками работы с аналитическим оборудованием и химической посудой.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	знать: структуру и методологию аналитической химии на уровне, позволяющем осваивать самостоятельно дополнительный материал учебной и научной литературы для самообразования уметь: анализировать, структурировать и систематизировать материал из учебников и учебных пособий по аналитической химии, предложенный преподавателем для самостоятельного изучения владеть: навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой по аналитической химии

ОПК-1	Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<p>знать: теоретические основы аналитической химии, теоретические основы важнейших методов химического и физико-химического анализа</p> <p>уметь: применять полученные фундаментальные знания по аналитической химии в прикладных областях химического анализа, а также других областях химии и химической технологии</p> <p>владеть: навыками использования полученных знаний в области аналитической химии для решения профессиональных задач химика в производственной деятельности</p>
ОПК-2	Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<p>знать: основы техники химического эксперимента, важнейших операций химического и физико-химического анализа, методологию определения состава и структуры новых синтезируемых соединений</p> <p>уметь: планировать и проводить требуемый химический эксперимент, используя теоретическую подготовку по аналитической химии</p> <p>владеть: навыками разработки и применения методик химического анализа для исследования различных физико-химических процессов с использованием основных методов аналитической химии, как классических, так и инструментальных</p>
ПК-1	Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p>знать: основные принципы работы с методической литературой по аналитической химии, правила работы с химической посудой и приборами, правила работы с химическими реагентами и их классификацию</p> <p>уметь: провести требуемый химический анализ по предлагаемой методике, математическую обработку полученных результатов и их анализ, а также сравнение полученных результатов с нормативными в случае необходимости</p> <p>владеть: навыками выполнения стандартных аналитических операций, основами техники эксперимента, включая работу с требуемым оборудованием, химической посудой и реактивами</p>
ПК-3	Владение системой фундаментальных химических понятий	<p>знать: основные фундаментальные понятия и законы аналитической химии, основные принципы и способы обработки результатов анализа</p> <p>уметь: проводить необходимые расчеты аналитических систем, грамотно применяя фундаментальные химические понятия</p> <p>владеть: общими подходами к анализу веществ и</p>

		материалов, навыками описания исследуемых систем с использованием фундаментальных понятий и законов химии в практике установления состава и структуры химических соединений
ПК-7	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>знать: правила техники безопасности при работе с химическими веществами, правила обращения с электрооборудованием, правила противопожарной безопасности, правила обращения с отходами</p> <p>уметь: применять методы безопасного обращения с химическими веществами и материалами для анализа в практике учебных работ и научных исследований</p> <p>владеть: навыками безопасной работы с веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств в дальнейшей профессиональной деятельности</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 16 / 576 .

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет/экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		5 семестр	6 семестр	...
Аудиторные занятия	322	150	150	
в том числе: лекции	94	38	36	
практические	-	-	-	
лабораторные	228	76	72	
Самостоятельная работа	182	102	108	
Форма промежуточной аттестации (зачет / экзамены.)	Экзамен	36	36	
Итого:	576	252	324	

13.1. Содержание разделов дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение в аналитическую химию	Аналитическая химия как наука. Предмет и задачи аналитической химии. Этапы исторического развития. Структура современной аналитической химии. Виды анализа. Методологические аспекты аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Требования к методам. Цели аналитического определения. Значение и области применения химического анализа.
1.2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической	Стадии аналитического процесса. Отбор пробы. Подготовка пробы к анализу. Методы разложения в аналитической химии. Разделение концентрирование, маскирование.

	химии	Измерение аналитического сигнала. Метрологические основы аналитической химии. Понятие предела обнаружения и чувствительности. Систематические и случайные ошибки. Устранение грубых промахов. Математическая обработка результатов анализа.
1.3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	Общая характеристика реакций в растворе. Химическое равновесие и закон действующих масс. Факторы, влияющие на равновесие: температура, ионная сила, конкурирующие химические реакции. Аналитическая и равновесная концентрация. Уравнение материального баланса. Условие электронейтральности. Константы равновесия. Классификация равновесий. Гетерогенное равновесие. Равновесие в системе осадок-раствор. Константа произведения растворимости. Понятие растворимости. Условие образования и растворения осадков. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита. Гравиметрия. Методы осаждения и отгонки. Расчет результатов гравиметрических определений. Гравиметрический фактор. Требования к осадителю. Осаждаемая и гравиметрическая форма, требования к ним. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Понятие относительного пересыщения. Экспериментальный контроль размера частиц осадков. Механизм образования осадков. Причины загрязнения осадков. Типы соосаждения: адсорбция, изоморфизм, окклюзия, инклюзия. Гомогенное осаждение, или метод возникающих реагентов. Старение осадков. Промывание осадков. Термическая обработка осадков. Критический анализ гравиметрического метода и практическое применение гравиметрического метода.
1.4	Основные типы реакций, используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	Титриметрические методы анализа. Понятия титрования и титранта. Первичные и вторичные стандарты. Способы приготовления, требования к веществам, используемым в качестве первичных стандартов. Требования к реакциям в титриметрии. Классификация титриметрических методов: кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование, комплексометрия, осадительное титрование. Приемы титрования: прямое, обратное, косвенное. Методики пипетирования и отдельных навесок. Способы выражения концентрации в титриметрии: молярная концентрация эквивалентов, титр, титр по определяемому веществу. Понятия эквивалента и фактора эквивалентности. Закон эквивалентов. Расчеты в титриметрическом анализе. Существующие теории кислот и оснований. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Кислоты, основания, амфолиты. Автопротолиз воды. Соотношение между константой кислотности и константой основности сопряженной протолитической пары. Классификация растворителей по донорно-акцепторной способности по отношению к протону. Показатель кислотности среды. Расчет pH в растворах протолитов. Сильные и слабые кислоты и основания. Равновесия в растворах многоосновных кислот. Расчет pH в растворе многоосновной кислоты. Расчет pH в растворах амфолитов. Буферные растворы. Буферная емкость. Расчет pH в буферных растворах. Расчет pH в растворах гидролизующихся солей. Метод кислотно-основного титрования, или протолитометрия. Теории индикаторов в протолитометрии. Интервал перехода окраски индикатора. Кривые кислотно-основного титрования. Титрование сильных и слабых протолитов.

		<p>Индикаторные ошибки в протолитометрии: водородная, гидроксильная, кислотная и основная. Графический и аналитический способы выявления ошибки.</p> <p>Комплексы в аналитической химии. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа устойчивости.</p> <p>Комплексонометрия. Свойства и типы комплексонов.</p> <p>Этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль. Стандарты в комплексонометрии. Приемы титрования в комплексонометрии. Кривая комплексонометрического титрования. Индикаторы в комплексонометрии.</p> <p>Индикаторные ошибки. Применение комплексонометрии.</p> <p>Определение общей жесткости воды. Определение ионов металлов при совместном присутствии.</p> <p>Равновесия в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы: специфические и окислительно-восстановительные. Кривая окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>Перманганатометрия. Дихроматометрия. Иодометрия.</p> <p>Понятие об осадительном титровании. Аргентометрия. Меркурометрия. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.</p>
1.5	Термические методы анализа	<p>Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термометрическое титрование. Понятие о катарометрии и дилатометрии.</p>
1.6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	<p>Классификация методов разделения. Методы разделения гетерогенных и гомогенных смесей. Методы разделения, основанные на образовании новой фазы. Методы разделения, основанные на распределении компонентов между двумя фазами. Методы разделения, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью. Методы внутрифазного разделения.</p>
1.7	Хроматографические методы анализа	<p>Введение в хроматографические методы анализа. История хроматографического метода анализа. Классификация хроматографических методов. Теоретические основы хроматографического анализа. Аналитический сигнал в хроматографии. Понятие теоретической тарелки и высоты, эквивалентной теоретической тарелке. Уравнение Ван Деемтера и оптимизация хроматографического процесса. Газовая хроматография, блок-схема установки, выбор газаносителя, сорбента, детектора. Насадочные и капиллярные колонки. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача. Количественный анализ. Жидкостная хроматография. Растворители для жидкостной хроматографии. Выбор сорбента. Модификация поверхности сорбента. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая – виды высокоэффективной жидкостной хроматографии. Детекторы в жидкостной хроматографии. Ионообменники. Ионный обмен в аналитической химии. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Сорбенты для ионной хроматографии. Двухколоночные и одноколоночные варианты ионной хроматографии. Детекторы в ионной хроматографии. Понятие о гелехроматографии (эксклюзионной хроматографии). Планарная хроматография. Виды бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Основы выбора оптимального метода хроматографического анализа.</p>

1.8	Спектральные методы анализа	<p>Введение в спектральный анализ. Основные понятия метода. Классификация спектральных методов анализа по длинам волн (частотам, энергиям), механизму взаимодействия электромагнитного поля с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Атомизаторы. Ионизация. Способы монохроматизации и регистрации спектров. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ. Фотометрия пламени. Атомно-абсорбционный анализ. Закон светопоглощения в линейной и экспоненциальной форме. Отклонения от линейности при светопоглощении. Аналитический сигнал в абсорбционной спектроскопии и причины его уширения. Фотометрический анализ. Выбор светофильтров. Чувствительность фотометрического определения. Определение молярного коэффициента светопоглощения. Качественный и количественный фотометрический анализ. Роль монохроматичности в абсорбционной спектроскопии. Спектрофотометрический анализ. Анализ многокомпонентных систем. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Идентификация веществ методом инфракрасной спектроскопии. Люминесцентный анализ. Фотопроцессы в молекулах. Резонансная спектроскопия, флуоресцентная и фосфоресцентная спектроскопия. Виды тушения. Особенности аппаратуры в люминесцентном анализе. Масс-спектроскопия. Хромато-масс-спектроскопия.</p>
1.9	Электрохимические методы анализа	<p>Введение в электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрический анализ. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод и его теория. Ионметрия и потенциометрическое титрование. Электрохимические сенсоры. Мультисенсорные системы. Вольтамперометрия. Ртутный капающий электрод и полярографический анализ. Твердые электроды. Потенциал полуволны и качественный вольтамперометрический анализ. Предельный диффузионный ток. Количественный вольтамперометрический анализ. Понятие об инверсионной вольтамперометрии. Амперометрическое титрование. Электрогравиметрический анализ. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.</p>
2. Лабораторные работы		
2.1	Введение в аналитическую химию	Техника аналитического эксперимента. Основные правила техники безопасности при работе в аналитической лаборатории. Взвешивание на технических и аналитических весах.
2.2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	Правила работы с точной химической посудой. Калибрование точной мерной посуды.
2.3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	<p>Определение содержания бария в кристаллогидрате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ использованием метода осаждения. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ методом отгонки.</p>
2.4	Основные типы реакций,	Протолитометрия. Приготовление и стандартизация

	используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	растворов протолитов. Определение временной (карбонатной) жесткости воды. Определение двух протолитов при совместном присутствии с использованием двух индикаторов. Комплексонометрия. Стандартизация раствора трилона Б. Определение общей жесткости воды. Комплексонометрическое определение ионов различных металлов в многокомпонентных системах (контрольная работа по вариантам). Окредметрия. Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия. Перманганатометрическое определение содержания ионов железа в растворе. Иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия. Иодометрическое определение ионов меди в растворе. Определение пероксида водорода. Осадительное титрование. Определение содержания хлорид-ионов в природных водах.
2.5	Термические методы анализа	-
2.6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	Экстракция. Определениемикроколичеств иодид-ионов в присутствии макроколичеств хлорид- и бромид-ионов.
2.7	Хроматографические методы анализа	Правила работы на хроматографе. Техника безопасности при работе в лаборатории хроматографических методов анализа. Газохроматографический анализ смеси спиртов. Разделение ионов цинка и никеля на анионите. Определение смеси аминокислот методом бумажной хроматографии.
2.8	Спектральные методы анализа	Фотометрия. Определение ионов железа в растворе методом фотометрии. Определение ионов меди в растворе методом фотометрии. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Определение ионов натрия и калия. Количественный анализ соединений хрома и марганца при совместном присутствии методом спектрофотометрии. Определение содержания ароматической аминокислоты методом спектрофотометрии.
2.9	Электрохимические методы анализа	Потенциометрическое титрование ионов железа раствором бихромата калия. Определение нитрат-ионов в растворе с использованием нитрат-селективного электрода. Кулонометрическое титрование ионов меди в растворе.

13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практическое	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение в аналитическую химию	4	0	6	25	
2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	6	0	10	24	
3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	6	0	6	40	

4	Основные типы реакций, используемых в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	18	0	30	25	
5	Термические методы анализа	4	0	0	24	
6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	8	0	22	40	
7	Хроматографические методы анализа	12	0	26	32	
8	Спектральные методы анализа	10	0	22	32	
9	Электрохимические методы анализа	6	0	26	40	
Итого:		74	0	148	282	576

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Основными учебными материалами при освоении дисциплины «Аналитическая химия» являются конспекты лекций 5 и 6 семестров, учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ по классическим и инструментальным методам анализа, методические пособия с заданиями для текущей аттестации, основная литература, приведенная в настоящей Программе, а также дополнительная литература для самостоятельной работы учащихся.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник: для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю. А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. – (Высшее образование. Естественные науки). - Т. 1 / [Т. А. Большова и др.] - 6-е изд., перераб. и доп. - 2014. – 390 с.
2	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. – (Высшее образование. Естественные науки). - Т. 2 / [Н. В. Алов и др.] -6-е изд., перераб. и доп. - 2014. – 409 с.
3	Кристиан Г. Аналитическая химия= Analytical Chemistry : в 2-х т. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – Т.1. – 623 с. ; Т.2. – 504 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Аналитическая химия. Проблемы и подходы : в 2-х кн. / под. ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г.М. Видмера. – Москва : Мир, АСТ. – 2004. – Т.1. – 608 с.; Т.2. – 728 с.
5	Основы аналитической химии : практическое руководство : учеб. пособие для студентов университетов и вузов, обуч. по хим.-технол., с.-х, мед., фармацевт. специальностям / Ю.А. Барбалат [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. - М. :Высш. шк., 2001. – 463 с.
6	Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учеб. пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. - М. : Химия, 2000. – 328 с.
7	Васильев В.П. Аналитическая химия : сборник вопросов, упражнений и задач : пособие для вузов / В.П. Васильев, Л.А. Кочергина, Т.Д. Орлова ; под ред. В.П. Васильева. – М. : Дрофа, 2003. – 320 с.
8	Основы аналитической химии : задачи и вопросы : учеб. пособие для студ.

	университетов, хим.-технол, пед., с.-х., мед., и фармацевт. вузов / В.И. Фадеева [и др.] ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. :Высш. шк., 2002. – 411 с.
9	Сабадвари Ф. История аналитической химии / Ф. Сабадвари, А. Робинсон. – Москва : Мир, 1984. – 303 с.
10	Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю.Ю. Лурье. – Москва : Химия, 1989. – 446 с.
11	Золотов Ю. А. О химическом анализе и о том, что вокруг него / Ю. А. Золотов. – Москва : Наука, 2004. – 432 с.
12	Прикладной химический анализ : практическое руководство / Под ред. Т. Н. Шеховцовой, О. А. Шпигуна, М. В. Попика. – Москва : Изд-во МГУ, 2010. – 456 с.
13	Классические методы анализа. Практические работы по аналитической химии : учебно-методическое пособие / составители: Т.В. Елисеева [и др.]. – Воронеж :Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – 135 с.
14	Методы разделения и выделения веществ в химии, медицине, промышленном производстве / [сост. Т.В. Елисеева, Л.С. Нечаева, А.Н. Зяблов и др.]; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 62 с.
15	Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа / Г.К. Будников, В.Н. Майстренко, М.Р. Вяселев. – Москва : Мир, 2003. – 591 с.
16	Бобрешова О. В. Потенциометрические сенсоры на основе ионообменников для анализа водных растворов / О. В. Бобрешова, А. В. Паршина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 154с.
17	Потенциометрические методы анализа лекарственных веществ : учебное пособие / сост. В. И. Васильева, О.Ф. Стоянова, Э.М. Акберова, В.Ф. Селеменев, И.В. Шкутина ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 106 с.
18	Спектральные методы анализа: учеб.-метод. пособие / В.И. Васильева [и др.] – Воронеж : Научная книга, 2011. – 212 с.
19	Практическая газовая и жидкостная хроматография : учеб. пособие / Б.В. Столяров, И.М. Савинов, А.Г. Витенберг [и др.] – Санкт-Петербург : издательство Санкт-Петербургского университета. – 2002. – 610 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Источник
20	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
21	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
22	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org
23	Интернет портал для химиков http://www.chemweb.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Дорохова Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической химии /Е.Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М :Мир, 2001. – 267 с.
2	Практические работы по аналитической химии: Титриметрические методы анализа : учебно-методическое пособие по направлению подготовки / специальности «Химия» и «Фундаментальная и прикладная химия» / сост.: Т.В. Елисеева [и др.] / - Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015, - 97с.
3	Аналитическая химия: задачи, тесты, контрольные работы : учебное пособие / сост. Т. А. Крысанова[и др.] ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2016. – 103 с.
4	Елисеева Т.В. Контрольные задания по курсу «Аналитическая химия» / Т. В. Елисеева, А. Н. Зяблов, А. В. Калач. – Воронеж : ВГУ, 2011. – 40 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Весы аналитические; весы технические; дистилляторы лабораторные; иономеры ЭВ-74; кулонометрические установки; фотоэлектроколориметры КФК-2; пламенные анализаторы жидкости ПАЖ-1, ПАЖ-2; спектрофотометры СФ-26, СФ-56, СФ-2000; хроматографы газовые Хром-4, Хром-5; ионообменные колонки; сушильные шкафы, муфельные печи; химические реактивы; химическая посуда.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-7Способность к самоорганизации и самообразованию	знать: структуру и методологию аналитической химии на уровне, позволяющем осваивать самостоятельно дополнительный материал учебной и научной литературы для самообразования	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов
	уметь: анализировать, структурировать и систематизировать материал из учебников и учебных пособий по аналитической химии, предложенный преподавателем для самостоятельного изучения	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов, Курсовая работа
	владеть: навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой по аналитической химии	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов, Курсовая работа
ОПК-1Способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	знать: теоретические основы аналитической химии, теоретические основы важнейших методов химического и физико-химического анализа	Разделы 1-9	КИМ для экзаменов, Контрольные работы 1-3
	уметь: применять полученные фундаментальные знания по аналитической химии в прикладных областях химического анализа, а также других областях химии и химической технологии	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов, Контрольная работа 1
	владеть: навыками использования полученных знаний по аналитической химии для решения профессиональных задач химика в производственной деятельности	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, Курсовая работа
ОПК-2 Владение навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования	знать: основы техники химического эксперимента, важнейших операций химического и физико-химического анализа, методологию определения состава и структуры новых синтезируемых соединений	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов
	уметь: планировать и проводить требуемый химический эксперимент, используя теоретическую подготовку по аналитической химии	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов

химических веществ и реакций	владеть: навыками разработки и применения методик химического анализа для исследования различных физико-химических процессов с использованием основных методов аналитической химии, как классических, так и инструментальных	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов, Курсовая работа, Контрольная работа 3, Контрольная работа 2
ПК-1Способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	знать: основные принципы работы с методической литературой по аналитической химии, правила работы с химической посудой и приборами, правила работы с химическими реагентами и их классификацию	Разделы 1-9	КИМ для зачетов, экзаменов
	уметь: провести требуемый химический анализ по предлагаемой методике, математическую обработку полученных результатов и их анализ, а также сравнение полученных результатов с нормативными в случае необходимости	Раздел 2. Стадии аналитического процесса и метрологические основы аналитической химии	КИМ для зачетов, экзаменов; Реферат по математической обработке результатов химического анализа
	владеть: навыками выполнения стандартных аналитических операций, основами техники эксперимента, включая работу с требуемым оборудованием, химической посудой и реактивами	Разделы 1-9	КИМ для зачетов; Курсовая работа
	владеть: базовыми навыками работы с основным аналитическим оборудованием для реализации поставленных целей научных исследований, а также в дальнейшей профессиональной деятельности	Раздел 7. Хроматографические методы анализа. Раздел 8. Спектральные методы анализа. Раздел 9. Электрохимические методы анализа	КИМ для зачета в 6 семестре, Курсовая работа
ПК-3Владение системой фундаментальных химических понятий	знать: основные фундаментальные понятия и законы аналитической химии, основные принципы и способы обработки результатов анализа	Раздел 1. Введение в аналитическую химию Раздел 2 Стадии аналитического процесса и метрологические основы аналитической химии	КИМ для экзамена в 5 семестре, Реферат
	уметь: проводить необходимые расчеты аналитических систем, грамотно применяя фундаментальные химические понятия	Раздел.3 Химические равновесия в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа. Раздел 4. Основные типы реакций в титриметрии. Титриметрические методы анализа	КИМ для зачетов, экзаменов, Контрольная работа 1
	владеть: общими подходами к анализу веществ и материалов, навыками описания исследуемых	Раздел 1. Введение в аналитическую химию	КИМ для зачетов, экзаменов

	систем с использованием фундаментальных понятий и законов химии в практике установления состава и структуры химических соединений		
	уметь: применять методы безопасного обращения с химическими веществами и материалами для анализа в практике исследований и в дальнейшей профессиональной деятельности	Раздел.3 Химические равновесия в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа. Раздел 4. Основные типы реакций в титриметрии. Титриметрические методы анализа Раздел 6 Методы маскирования, разделения и концентрирования	КИМ для зачетов, Курсовая работа
	владеть: навыками безопасной работы с веществами и материалами для анализа с учетом их физических и химических свойств	Раздел1. Введение в аналитическую химию	КИМ для зачетов, Курсовая работа
ПК-7 Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	знать: правила техники безопасности при работе с химическими веществами, правила обращения с электрооборудованием, правила противопожарной безопасности, правила обращения с отходами	Раздел 1. Введение в аналитическую химию Раздел 7. Хроматографические методы анализа Раздел 8. Спектральные методы анализа. Раздел 9. Электрохимические методы анализа	Индивидуальный опрос для допуска к работам, КИМ для зачетов, Лабораторные работы Разделов 1-2, 7, 9
	уметь: применять методы безопасного обращения с химическими веществами и материалами для анализа в практике учебных работ и научных исследований	Раздел.3 Химические равновесия в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа. Раздел 4. Основные типы реакций в титриметрии. Титриметрические методы анализа Раздел 6 Методы маскирования, разделения и концентрирования	КИМ для зачетов, Курсовая работа Лабораторные работы Разделов 1-4, 6-9
	владеть: навыками безопасной работы с веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств в дальнейшей профессиональной деятельности	Раздел1. Введение в аналитическую химию	КИМ для зачетов, Курсовая работа, Лабораторные работы Разделов 1-4, 6-9
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются ЗУНы из пункта 19.1.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценивания результатов обучения на зачете используется –зачтено, не зачтено

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами аналитической химии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области современного химического анализа в соответствии с компетенциями.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не является полным, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, но допускает некоторые незначительные ошибки при ответе, что говорит о недостаточно полном освоении компетенций.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не является полным, и обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичное знание предмета, допускает существенные ошибки при ответе, что свидетельствует о недостаточном владении компетенциями.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует основным требованиям к ЗУНам 19.1, обучающийся демонстрирует только отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Компетенции не достигнуты.</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзаменам:

1. Введение в аналитическую химию.

Предмет аналитической химии. Классификация аналитических методов. Требования к методам. Значение и области применения химического анализа. Качественный и количественный анализ.

2. Стадии аналитического процесса и метрологические основы аналитической химии

Отбор пробы. Подготовка пробы для анализа. Измерение. Градуировка. Аналитический сигнал. Способы выражения концентрации. Предел обнаружения. Точность измерения. Систематические и случайные ошибки. Математическая обработка результатов анализа.

3. Гравиметрический метод анализа.

Теоретические основы метода гравиметрии. Равновесие в системе осадок-раствор. Термодинамическая, концентрационная и условная константа произведения растворимости. Растворимость. Образование и растворение осадков. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита.

Сущность гравиметрического метода анализа. Метод осаждения и метод отгонки. Расчеты в гравиметрии. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Гравиметрический фактор. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Размер частиц осадков, влияние различных факторов. Относительное пересыщение. Загрязнение осадков.

Соосаждение, различные виды. Гомогенное осаждение. Применение гравиметрического метода. Гравиметрическое определение бария и воды в кристаллогидрате хлорида бария.

4. Титриметрические методы анализа.

Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов. Стандартные растворы. Приготовление растворов первичных стандартов. Метод пипетирования и метод отдельных навесок. Прямое, обратное и косвенное титрование.

Теоретические основы кислотно-основного титрования. Протолитическая теория кислот и оснований. Сила кислот и оснований. Константы диссоциации слабых электролитов. Классификации растворителей. Амфипротные растворители, константа автопротолиза. Ионное произведение воды. Показатель кислотности среды. Расчёт рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, амфолитов. Буферные растворы. Буферная емкость. рН буферных растворов.

Кривые титрования сильных кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы, теории индикаторов. Кривые титрования слабых кислот и оснований. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки. Титрование смеси протолитов (определение соды и щелочи при совместном присутствии). Применение кислотно-основного титрования.

Комплексообразование. Применение комплексов в аналитической химии. Комплексометрия. Сущность метода комплексонометрии. Комплексоны. Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУ). Уравнение материального баланса. Расчет молярной доли одной из форм ЭДТУ. Трилон Б, комплексы ионов металлов с трилоном Б. Комплексонометрическое титрование. Первичные стандарты. Металлоиндикаторы. Кривые титрования в комплексонометрии. Индикаторные ошибки в комплексонометрии. Применение комплексонометрического титрования. Определение жесткости воды. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Определение смеси ионов металлов при совместном присутствии.

Окислительно-восстановительное равновесие. Уравнение Нернста. Константа равновесия. Направление окислительно-восстановительной реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования в оксидометрии. Способы обнаружения конечной точки титрования. Перманганатометрия. Иодометрия. Косвенное иодометрическое определение ионов меди в растворе. Другие методы окислительно-восстановительного титрования (краткая характеристика).

Понятие об осадительном титровании. Применение осадительного титрования. Кривая титрования. Аргентометрия. Меркурометрия. Основные способы фиксации конечной точки осадительного титрования (метод Мора, метод Фаянса, метод Фольгарда).

5. Термические методы анализа. Общая характеристика группы методов. Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термометрическое титрование. Понятие о катарометрии и дилатометрии.

6. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Классификация методов разделения. Методы, основанные на образовании новой фазы. Осаждение. Отгонка. Дистилляция. Методы, основанные на распределении компонентов между двумя фазами. Экстракция. Сорбция. Ионный обмен. Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью. Диализ. Электродиализ. Баромембранные методы. Методы внутрифазного разделения. Электрофорез. Масс-сепарация. Понятие о FFF-методах.

Хроматографические методы анализа

1. Введение в хроматографические методы анализа. Определение хроматографии. Понятия подвижной и неподвижной фазы.

История развития хроматографического метода анализа. Опыт М.С. Цвета.

2. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, по технике выполнения и механизму хроматографического процесса. Способы хроматографирования: фронтальный, вытеснительный, элюентный.

3. Аналитический сигнал в хроматографии. Основные параметры хроматографического пика. Коэффициент удерживания и коэффициент емкости. Селективность и эффективность хроматографического разделения.

4. Теоретические основы хроматографического анализа. Изотермы адсорбции. Понятие теоретической тарелки и высоты, эквивалентной теоретической тарелке. Уравнение Ван

Дееметра и оптимизация хроматографического процесса.

5. Газовая хроматография, блок-схема установки, выбор газа-носителя, сорбента, детектора. Насадочные и капиллярные колонки. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача. Количественный анализ.

6. Жидкостная хроматография. Растворители для жидкостной хроматографии. Выбор сорбента. Модификация поверхности сорбента. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая – виды высокоэффективной жидкостной хроматографии. Детекторы в жидкостной хроматографии.

7. Ионнообменники. Ионнообменная хроматография. Ионная хроматография. Сорбенты для ионной хроматографии. Двухколоночный и одноколоночный варианты ионной хроматографии. Детекторы в ионной хроматографии.

8. Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Особенности механизма разделения. Применение.

9. Понятие о лигандообменной хроматографии.

10. Планарная хроматография. Виды бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография.

11. Выбор оптимального метода хроматографического анализа.

Спектральные методы анализа

12. Введение в спектральный анализ. Шкала электромагнитных волн. Классификация спектральных методов анализа по длинам волн (частотам, энергиям), механизму взаимодействия электромагнитного поля с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия.

13. Эмиссионный спектральный анализ. Атомизаторы. Способы монохроматизации и регистрации спектров. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ.

14. Фотометрия пламени. Схема прибора. Структура пламени. Процессы в пламени. Применение метода.

15. Атомно-абсорбционный анализ. Схема прибора. Лампы с полым катодом. Пламенный и электротермический вариант атомно-абсорбционного анализа.

16. Основной закон светопоглощения в линейной и экспоненциальной форме. Отклонения от линейности при светопоглощении. Аналитический сигнал в абсорбционной спектроскопии и причины его уширения.

17. Фотометрический анализ. Схема фотометра. Выбор светофильтров. Чувствительность фотометрического определения. Качественный и количественный фотометрический анализ.

18. Роль монохроматичности в абсорбционной спектроскопии. Спектрофотометрический анализ. Схема спектрофотометра. Анализ многокомпонентных систем. Определение молярных коэффициентов светопоглощения.

19. Хромофорные и ауксохромные группы. Понятие о батохромном и гипсохромном сдвиге.

20. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Идентификация веществ методом инфракрасной спектроскопии.

21. Понятие о люминесцентном анализе.

Электрохимические методы анализа

1. Введение в электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов.

2. Потенциометрический анализ. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод и его теория. Прямая ионометрия. Потенциометрическое титрование.

3. Вольтамперометрия. Ртутный капаящий электрод и полярографический анализ. Твердые электроды. Потенциал полуволны и качественный вольтамперометрический анализ. Предельный диффузионный ток. Количественный вольтамперометрический анализ. Понятие об инверсионной вольтамперометрии.

4. Амперометрическое титрование.

5. Электрогравиметрия.

6. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.

7. Электропроводность растворов. Прямая кондуктометрия.

8. Кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.

19.3.2 Перечень заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1

Вариант № 1.

1. Рассчитайте pH 0.1 М раствора азотистой кислоты; $K_{\text{HNO}_2} = 6.9 \cdot 10^{-4}$.
2. Определить скачок титрования при нейтрализации 0.01 М раствора HCl 0.01 М раствором NaOH и подобрать индикатор для этого титрования ($V_{\text{HCl}} = 25.00 \text{ см}^3$).
3. 0.01 М раствор HCl титруют 0.01 М раствором NaOH с индикатором фенолфталеином ($pT = 9$). Рассчитать индикаторную ошибку.

Вариант № 2.

1. Определите pH в 0.1 М растворе CH_3COONa . $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.74 \cdot 10^{-5}$.
2. Определить скачок титрования при нейтрализации 25.00 см³ 0.1 М раствора NH_4OH 0.05 М раствором HCl и подобрать индикатор.
3. Вычислить погрешность титрования 20.00 см³ 0.1 М раствора NH_4OH 0.2 М раствором HCl до pH 4.

Вариант № 3.

1. Рассчитать pH 0.1 М раствора Na_2CO_3 ; $K_{\text{HCO}_3^-} = 4.8 \cdot 10^{-11}$.
2. Вычислить pH раствора, полученного при титровании, когда к 20.00 см³ 0.2 М раствора HCl добавлен 0.2 М раствор NaOH в количестве: а) 20.00 см³; б) 21.00 см³.
3. Вычислить индикаторную погрешность при титровании 0.1 М раствора NaOH 0.1 М раствором HCl с индикатором метиловым красным ($pT = 5$).

Вариант № 4.

1. К 0.01 М раствору уксусной кислоты прибавили такой же объем 0.1 М раствора ацетата калия. Рассчитайте pH.
2. Рассчитать pH раствора, полученного при титровании в момент, когда к 15.00 см³ 0.02 М раствора HCl добавлено 10.00 см³ 0.15 М раствора NaOH.
3. Можно ли точно оттитровать 0.01 М раствор NH_4OH 0.01 М раствором HCl с фенолфталеином ($pT = 9$)?

Вариант № 5.

1. Какая навеска хлорида аммония должна быть растворена в 100 см³ его раствора, чтобы pH раствора был равен 5.6?
2. Вычислить величину навески химически чистого CaCO_3 , если после обработки ее 50.00 см³ 0.2 М раствора HCl на титрование остатка кислоты израсходовано 10.00 см³ раствора NaOH. Установлено, что на титрование 25.00 см³ NaOH расходуется 24.00 см³ HCl.

3. Вычислить титр раствора HCl, если на титрование 10.00 см³ его расходуется 12.00 см³ раствора NaOH с титром 0.004000 г/см³.

Вариант № 6.

1. Рассчитайте pH 0.1 М раствора KCN; $K_{\text{HCN}} = 6.2 \cdot 10^{-10}$.
2. Рассчитать pH раствора, полученного при добавлении 15.00 см³ 0.1 М раствора NaOH к 20.00 см³ 0.1 М раствора CH₃COOH.
3. Какой объем 0.0995 М раствора NaOH потребуется для нейтрализации примеси муравьиной кислоты в формалине, навеска которого равна 10.0000 г? Массовая доля кислоты – 0.04 %.

Вариант № 7.

1. Рассчитать pH в 0.01 М растворе NaHCO₃,
 $K_1 \text{H}_2\text{CO}_3 = 4.5 \cdot 10^{-7}$, $K_2 \text{H}_2\text{CO}_3 = 4.8 \cdot 10^{-11}$.
2. Вычислить pH раствора, полученного при титровании в момент, когда к 20.00 см³ 0.2 М раствора HCl добавлен 0.2 М раствор NaOH объемом: а) 17.00 см³; б) 20.00 см³.
3. Вычислить массовую долю Na₂CO₃ в образце технической соды, если навеска образца равна 0.2005 г и на титрование ее с метиловым оранжевым израсходовано 20.00 см³ 0.1010 М раствора HCl.

Вариант № 8.

1. Определить pH в растворе HCl с концентрацией 10⁻⁷ моль/дм³.
2. Вычислить pH раствора, полученного при титровании в момент, когда к 20.00 см³ 0.1 М раствора CH₃COOH прибавлен 0.1 М раствор NaOH в объеме: а) 18.00 см³; б) 20.00 см³; в) 21.00 см³.
3. Рассчитайте индикаторную погрешность при титровании 0.2 М раствора HCl 0.2 М раствором NaOH с индикатором метиловым красным (pT= 5).

Вариант № 9.

1. Какую навеску ацетата калия следует растворить в 500 см³ раствора, чтобы pH раствора был равен 9?
2. Определить скачок титрования при нейтрализации 0.05 М раствора CH₃COOH 0.1 М раствором NaOH и подобрать индикатор.
(V (CH₃COOH) = 20.00 см³).
3. Навеску Na₂CO₃ массой 0.6800 г растворили в мерной колбе вместимостью 250 см³; 25.00 см³ этого раствора оттитровали 24.50 см³ раствора HCl в присутствии метилового оранжевого. Вычислить молярную концентрацию эквивалентов раствора Na₂CO₃, его титр, а также титр раствора HCl.

Вариант № 10.

1. Сколько граммов раствора KOH плотностью 1.310 г/см³ следует взять для анализа на содержание в нем KOH, чтобы на титрование полученного из взятой навески раствора расходовалось около 15 см³
□ 0.2 М соляной кислоты?
2. Рассчитать pH начала (а) и конца (б) скачка, а также точки эквивалентности (в) при титровании 30.00 см³ 0.08 М раствора муравьиной кислоты 0.05 М раствором NaOH с учетом изменения объема (pK_{нсоон} = 3.75).

3. Вычислить индикаторную ошибку титрования 0.08 М НСООН 0.08 М раствором NaOH с метиловым оранжевым ($pT = 4$; $pK_a = 3.75$).

Вариант № 11.

1. К раствору $(NH_4)_2SO_4$ было добавлено 25.00 см³ раствора NaOH ($T_{NaOH} = 0.009021$ г/см³). Затем кипячением из раствора был удален NH_3 ; на оттитровывание оставшегося избытка NaOH пошло 6.30 см³ раствора HCl, $T_{HCl} = 0.007860$ г/см³. Вычислить содержание $(NH_4)_2SO_4$ в растворе.
2. Рассчитайте pH в растворе, полученном при титровании 0.03 М раствора NH_4OH 0.02 М раствором HCl, когда степень оттитрованности (f) составляет: а) 0.90; б) 0.99; в) 1.00.
3. Сколько граммов CH_3COONa должно содержаться в 0.5 дм³ раствора, чтобы получить pH 9.12 ?

Вариант № 12.

1. Рассчитать pH для смеси 1 дм³ 0.02 М раствора хлорноватистой кислоты и 1 дм³ 0.2 М раствора ее калиевой соли.
2. Пробу массой 1.0100 г, содержащую азотную кислоту, смешали с 25.00 см³ 0.5020 М раствора NaOH. Оставшийся после реакции избыток NaOH оттитровывали 10.50 см³ 0.1010 М HCl. Вычислить массовую долю HNO_3 в пробе.
3. Можно ли точно оттитровать 0.01 М раствор CH_3COOH 0.01 М раствором NaOH с нейтральным красным ($pT = 7$)? Подтвердите расчетом.

Вариант № 13.

1. Рассчитать pH в растворе NH_4Cl с концентрацией 0.01 М.
 $K_{NH_4OH} = 1.75 \cdot 10^{-5}$.
2. Рассчитайте скачок титрования 20.00 см³ CH_3COOH ($C_0 = 0.01$ М) 0.02 М раствором NaOH.
3. Определите индикаторную ошибку при титровании 0.01 М раствора NaOH 0.01 М раствором HCl с фенолфталеином ($pT = 9$).

Вариант № 14.

1. Рассчитайте pH в 0.1 М растворе Na_2SO_3 ; $K_{HSO_3^-} = 6.2 \cdot 10^{-10}$.
2. Вычислить pH раствора HCl, титруемого 0.1 М раствором NaOH, когда степень оттитрованности (f) равна: а) 0.8; б) 1.1. ($C_0(HCl) = 0.1$ М).
3. 0.01 М раствор HCl титруют 0.01 М раствором NaOH с индикатором бромфеноловым синим ($pT = 3.8$). Рассчитать индикаторную ошибку.

Контрольная работа № 2 (коллоквиум)

1. Определение хроматографии как гибридного метода анализа, классификации хроматографических методов.
2. Теория теоретических тарелок в хроматографии.
3. Кинетическая теория хроматографии.
4. Качественный и количественный хроматографический анализ.
5. Газовая хроматография.
6. Жидкостная хроматография.
7. Ионнообменная хроматография.

8. Ионная хроматография.
9. Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода.
10. Плоскостная хроматография.

Контрольная работа № 3 (коллоквиум)

1. Классификация методов спектроскопии. Спектры испускания, поглощения и рассеяния. Типы энергетических уровней и переходов. Структура атомных и молекулярных спектров.
2. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомизаторы. Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода.
3. Метод фотометрии пламени.
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомизаторы. Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода.
5. Законы светопоглощения в молекулярной абсорбционной спектроскопии. Причины отклонения от основного закона светопоглощения.
6. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой областях. Основы метода. Аппаратура для спектрофотометрии и фотометрии. Метрологические характеристики анализа.
7. Инфракрасная спектроскопия. Основы метода. Техника и практическое применение.
8. Люминесцентная спектроскопия. Основы метода.

19.3.3 Темы курсовых работ (примеры):

1. Спектрофотометрическое определение алкилароматической аминокислоты в водном растворе.
2. Потенциометрическое определение констант основности анионообменного материала.
3. Определение обобщенных показателей содержания органических веществ в природной воде.
4. Фотометрическое определение глицина в виде медного комплекса.
5. Определение общего солесодержания и содержания главных ионов в воде Воронежского водохранилища
6. Анализ изменения структуры анионообменника при сорбции формальдегида методом ИК-спектроскопии.
7. Разделение тирозина и минеральной соли методом электродиализа.
8. Определение щелочности и жесткости водопроводной воды в разных районах г. Воронежа
9. Оценка содержания ионов тяжелых металлов в воде Воронежского водохранилища.
10. Установление содержания нитрат-ионов в плодоовощной продукции.
11. Анализ минерального состава молочной сыворотки.

19.3.4 Тема рефератов

Реферат «Математическая обработка результатов химического анализа», который включает выполнение индивидуального задания для каждого студента – полную обработку результатов выполненной лабораторной работы на тему «Протолитометрия».

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением отечественной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

