

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия

Кафедра аналитической и фармацевтической химии
химического факультета
Образовательная программа
04.03.01-Химия

Профиль подготовки

Аналитическая химия
Неорганическая химия
Органическая химия

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП.

Махачкала, 2021 год

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень - бакалавриат) от «13» июля 2017 г. № 652.

Разработчики: кафедра аналитической и фармацевтической химии, Татаева С.Д. – к.х.н., доцент кафедры

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии

от «27» мая 2021 г., протокол № 10.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета

от «23» июня 2021 г., протокол № 10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «30» июль 2021 г. 

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в обязательную часть ОПОП, образовательной программы бакалавриат по направлению 04.03.01 Химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов, средств и общей методологии получения информации о составе и природе веществ, широко востребованной в современной жизни. Диапазон объектов анализа огромен: объекты окружающей среды, пищевая продукция, медицинские и биологические объекты, фармацевтика и т.д.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – УК-1, общепрофессиональных – ОПК-1,2,3; профессиональных – ПК-1,2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов, отчетов к лабораторным работам, проверки оформления лабораторных журналов, письменные домашние задания и решение расчетных задач и промежуточный контроль в форме экзамена и зачета.

Объем дисциплины 19 зачетных единиц, в том числе в 684 академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экза- мен	
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
3	360	54	222	-	-	-	84	Зачет, экзамен
4	324	54	208	-	-	-	62	Зачет, экзамен, курсовая работа
Итого	684	108	430	-	-	-	146	

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются: формирование у студентов компетенций связанных с пониманием теоретических и практических основ, методов и средств идентификации, обнаружение, разделение и концентрирование, а также определение элементов и их соединений сложных природных и промышленных объектов. Последующие применения полученных знаний и навыков при освоении вариативных дисциплин профилей и выполнение профессиональных задач на основе умения планировать, организовывать свою деятельность, самостоятельно приобретать знания, используя различные источники информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в обязательную часть ОПОП, образовательной программы бакалавриат по направлению 04.03.01 Химия.

Изучение теории и практики аналитической химии начинается после прохождения студентами материала курса «Неорганическая химия». Обработка результатов анализа основана на материале курсов «Информатика». Дисциплина изучается совместно с дисциплиной «Математика», «Физика».

Приобретение знаний, умений и навыков по дисциплине «Аналитическая химия» позволит успешное прохождение учебной, производственной практик, а так же проведение научно-исследовательской работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач. Умеет: анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии. Владеет: навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ.	Устный опрос, письменный опрос
	УК-1.2. Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.	Знает: методы анализа поставленных исследовательских задач в области химии на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных источников информации. Умеет: принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях. Владеет: навыками осуществления поиска информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личного развития.	
	УК-1.3. Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.	Знает: методы анализа и оценки информации, выявлять причинно-следственные связи, делать выводы. Умеет: изучать и решать проблемы на основе неполной или ограниченной информации. Владеет: методами использования информационно-коммуникативных технологий в профессиональной деятельности.	

	УК-1.4. Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.	Знает: методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента. Умеет: производить обоснованный выбор направлений научных исследований, формировать этапы научно-исследовательской работы. Владеет: навыками подготовки и анализа экспериментальных данных, составления отчетов и научных публикаций по результатам проведенных работ, участия во внедрении результатов.	
	УК-1.5. Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области.	Знает: основные направления, проблемы, теории и методы философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам общественного развития. Умеет: использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений. Владеет: навыками анализа текстов, имеющих философское содержание.	
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	ОПК-1.1. Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее опираясь на знание теоретических основ фундаментальных разделов химии.	Знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач. Умеет: выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин. Умеет: решать типовые учебные задачи по основному (базовому) химическим дисциплинам. Владеет: навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии.	Устный опрос, письменный опрос
	ОПК-1.2. Грамотно планирует и интерпретирует результаты собственных экспериментов.	Знает: общие закономерности протекания химических процессов с участием веществ различной природы. Умеет: готовить элементы документации, проекты планов и программ проведения отдельных этапов работ в профессиональной сфере деятельности. Владеет: навыками использования теоретических основ базовых химических дисциплин при решении конкретных химических и материаловедческих задач.	
	ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных работ химической направленности.	Знает: методы работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам. Умеет: анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии. Владеет: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.	
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм	ОПК-2.1. Умеет проводить и протоколировать простые химические эксперименты.	Знает: стандартные методы обработки результатов эксперимента. Умеет: проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам. Владеет: базовыми навыками проведения	Устный опрос, письменный опрос

техники безопасности химического эксперимента, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.		химического эксперимента и оформления его результатов.	
	ОПК-2.2. Умеет синтезировать вещества различной природы (неорганические, органические, природного происхождения и т.д.) и получать материалы с заданным набором характеристик с использованием стандартных методик.	Знает: основные приемы синтеза веществ различной природы. Умеет: проводить многостадийный синтез. Владеет: навыками планирования, анализа и обобщения результатов эксперимента.	
	ОПК-2.3. Применяет на практике правила и нормы техники безопасности при работе с химическими объектами.	Знает: правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами. Умеет: оценивать риски работы с определенным классом химических реактивов. Владеет: навыками оценки рисков и ущерба от воздействия на человека вредных и поражающих факторов, связанных с применением химических реagens.	
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	ОПК-3.1. Предлагает теоретические и полуэмпирические модели для описания свойств веществ (материалов) и процессов с их участием.	Знает: свойства основных и вспомогательных веществ и материалов и процессов с их участием. Умеет: составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты. Владеет: методами исследования структуры и свойств сырья и исходных материалов.	Устный опрос, письменный опрос
	ОПК-3.2. Использует общее программное обеспечение и специализированные пакеты программ для решения задач химического профиля.	Знает: основные приемы работы со специализированным программным обеспечением при проведении теоретических расчетов и обработке экспериментальных данных. Умеет: модернизировать стандартные и разрабатывать специализированные программы для решения задач профессиональной сферы деятельности. Владеет: навыками представления результатов работы в виде печатных материалов и устных сообщений.	
ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.	ПК-1.1. Собирает информацию, необходимую для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации.	Знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач. Умеет: анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии. Владеет: навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ.	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-1.2. Проводит первичный анализ и обработку литературных данных.	Знает: теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач. Умеет: применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач. Владеет: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.	
ПК-2. Способен выбирать технические средства и методы испытаний (исследований) для решения	ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана работы.	Знает: цели и задачи проводимых исследований и разработок. Умеет: собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний. Владеет: методами проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.	Устный опрос, письменный опрос
	ПК-2.2. Выбирает технические	Знает: стандарты и технические условия	

поставленных задач химической направленности.	средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач.	по эксплуатации оборудования, программам испытаний, оформлению технической документации. Умеет: использовать методы определения качественных и количественных характеристик. Владет: навыками подготовки методического руководства по проведению лабораторных анализов, испытаний и исследований.
	ПК-2.3. Проводит отбор, идентификацию образцов, подготовку технической документации на образцы, устанавливает нормативные значения контролируемых показателей.	Знает: постановления, распоряжения, приказы, методические материалы по управлению качеством продукции; требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции. Умеет: производить анализ по обеспечению выполнения работ в соответствии со стандартами. Владет: требованиями, предъявляемые к технической документации, сырью, материалам, полуфабрикатам и готовой продукции; системы, методы и средства контроля их качества.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 19 зачетных единиц, 684 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Общие и характеристические реакции обнаружения и идентификации ионов. Дробный и систематический ход анализа.									
1	Аналит. хим., ее задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Классификация ионов.	3	1	2		10		4	Устный опрос.
2	Пробоотбор, пробоподготовка. Реакции обнаружения и идентификации ионов.	3	1-2	2		16		2	Письменная контрольная работа.
<i>Итого по модулю 1:</i>		3	1-2	4		26		6	Коллоквиум.
Модуль 2. Методы разделения и концентрирования.									
3	Экстракция.	3	3	2		4		2	Тестирование.
4	Сорбция.	3	4	4		8			Решение расчетных задач
5	Осаждение.	3	5	4		12			Решение экспериментальной задачи на разделение и концентрирование смеси ионов.
<i>Итого по модулю 2:</i>		3	3-5	1		24		2	Коллоквиум.

				0					
Модуль 3. Гомогенное равновесие.									
6	Протолитическая теория Н. Бренстеда и Т. Лоури.	3	5	2		8		2	Тестирование.
7	Буферные системы и их применение.	3	6	4		18		2	Решение расчетных задач
	<i>Итого по модулю 3:</i>	3	5-6	6		26		4	Коллоквиум.
Модуль 4. Метод кислотно-основного титрования.									
8	Принципы и общая характеристика титриметрического анализа (ТА).	3	7	4		6			Тестирование.
9	Кислотно-основное титрование, определение кислот и оснований в смеси.	3	8	6		20			Решение расчетных задач
	<i>Итого по модулю 4:</i>	3	7-8	10		26			Коллоквиум.
Модуль 5. Равновесие в окислительно-восстановительных системах.									
10	Окислительно-восстановительные равновесие.	3	9	2		12		4	Тестирование.
11	Электродный потенциал и расчеты по уравнению Нернста.	3	10	2		12		4	Устный опрос.
	<i>Итого по модулю 5:</i>	3	9-10	4		24		8	Коллоквиум.
Модуль 6. Методы окислительно-восстановительного титрования.									
12	Общая характеристика методов ОВТ.	3	11	2		10		2	Тестирование.
13	Практическое применение ОВТ в аналитической химии.	3	11-12	4		16		2	Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 6:</i>	3		6		26		4	Коллоквиум.
Модуль 7. Равновесие в реакциях комплексообразования. Органические реагенты.									
14	Комплексные соединения, классификация.	3	13	2		8		4	Решение расчетных задач.
15	Теория действия органических реагентов.	3	14	2		16		4	
	<i>Итого по модулю 7:</i>	3	13-14	4		24		8	Коллоквиум.
Модуль 8. Осадительное и комплексонометрическое титрование.									
16	Осадительное титрование.	3	15	2		4		2	Тестирование.
17	Комплексонометрия и применение в аналитической химии.	3	16	4		12		2	Письменная контрольная работа.
	<i>Итого по модулю 8:</i>	3	15-16	6		26		4	Коллоквиум
Модуль 9. Метрологические основы аналитической химии.									
18	Погрешности, их классификация.	3	17-18	4		20		12	Рубежная контрольная работа. Тестирование
	<i>Итого по модулю 9:</i>	3	17-18	4		20		12	Коллоквиум

Модуль 10. Подготовка к экзамену.									
	<i>Итого по модулю 10</i>	3	19-20	-		-		36	Зачет, экзамен
	Итого за 3 сем.:	3	1-20	54		222		84	Зачет, экзамен
4 семестр									
Модуль 1. Гравиметрический метод анализа.									
19	Методы отгонки и электрогравиметрии.	4	24	2		6		2	Устный опрос.
20	Методы осаждения и термогравиметрии.	4	25-26	6		20			Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 1.</i>	4	24-26	8		26		2	Коллоквиум
Модуль 2. Спектроскопические методы.									
21	Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия.	4	26	2		2		2	Устный опрос.
22	Фотометрия и спектрофотометрия.	4	26-27	4		14			Решение расчетных задач.
23	Разновидности фотометрии.	4	27-28	2		12			Тестирование.
	<i>Итого по модулю 2.</i>	4	26-28	8		26		2	Коллоквиум.
Модуль 3. Люминесцентный и кинетический методы.									
24	Теоретические основы люминесцентного метода.	4	28-29	4		14		4	Решение расчетных задач.
25	Сущность кинетического метода. Способы расчета концентрации.	4	29-30	2		12			Тестирование.
	<i>Итого по модулю 3.</i>	4	28-30	6		26		4	Коллоквиум
Модуль 4. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.									
26	Атомная спектроскопия.	4	31-32	6		16		2	Тестирование.
27	Теоретические основы методов атомной эмиссионной спектроскопии.	4	33	2		10			Решение расчетных задач.
	<i>Итого по модулю 5.</i>	4	31-33	8		26		2	Коллоквиум.
Модуль 5. Хроматографические методы количественного анализа.									
28	Плоскостная хроматография.	4	32	4		14			Решение расчетных задач.
29	Высокоэффективная жидкостная хроматография.	4	33-34	4		12		2	Коллоквиум
	<i>Итого по модулю 5</i>	4	32-34	8		26		2	Рубежная контрольная работа
Модуль 6. Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия.									
30	Потенциометрия и ионометрия.	4	34-35	4		14		2	Решение расчетных задач.
31	Классификация элек-	4	35-	2		12		2	Устный опрос.

	тродов, электрохимическая ячейка. Кондуктометрия		36						
	<i>Итого по модулю 6</i>	4	34-36	6		26		4	Коллоквиум.
Модуль 7. Кулонометрия. Вольтамперометрические методы.									
32	Кулонометрия. Классическая вольтамперометрия (полярография).	4	36-37	2		14			Письменная контрольная работа
33	Современные виды вольтамперометрии	4	38-39	4		14		2	Тестирование
	<i>Итого по модулю 7</i>	4	36-39	6		28		2	Коллоквиум.
Модуль 8. Анализ реальных объектов									
34	Анализ реальных объектов	4	39-41	4		28		4	Составление схем анализа объектов и их выполнение
	<i>Итого по модулю 8</i>	4	39-41	4		28		4	Курсовая работа. Отчет
Модуль 9. Подготовка к экзамену.									
	<i>Итого по модулю 9</i>	4	42-43	-				36	Зачет, экзамен
	<i>Итого за 4 сем:</i>	4	24-43	-				36	Зачет, экзамен, курсовая работа
	ИТОГО ЗА ГОД :	4	1-43	108		430		146	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

III семестр

Модуль 1. Общие и характеристические реакции обнаружения и идентификации ионов. Дробный и систематический ход анализа.

Лекция 1. (2 часа.) Аналит. хим., ее задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. (2 часа).

Аналитическая химия как наука. Краткая история. Общие тенденции в современной аналитической химии. Структура современной аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Связь с другими науками. Метод и методика в химическом анализе. Требования к методам анализа. Аналитический сигнал. Определение содержания компонента, связь с аналитическим сигналом: метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок.

Лекция 2. (2 часа). Пробоотбор и пробоподготовка ; классификация ионов, реакции обнаружения и идентификации ионов

Отбор проб газов, жидкостей и твердых веществ. Подготовка проб к анализу. Высушивание образцов. Разложение образцов: растворение, термическое разложение, сплавление, спекание. Причины потерь и загрязнения пробы при пробоотборе.

Кислотно-основная классификация катионов. Общие и специфические реакции обнаружения катионов и анионов. Дробный и систематический ход анализа смеси солей.

Модуль 2. Методы разделения и концентрирования

Тема: Экстракция

Лекция 3. (2 часа).

Экстракция как метод концентрирования и извлечения. Типы экстракции по механизму распределения вещества, способу извлечения, технике экстрагирования. Классификация растворителей. Количествен-

ные характеристики экстракции. Применение экстракционных систем в аналитической химии для разделения и концентрирования.

Тема: Сорбция (4 часа).

Лекция 4.(2 часа). Сущность метода. Сорбционные методы разделения и концентрирования.

Лекция 5.(2 часа). Классификация сорбентов. Механизм действия сорбента. Хелатные и модифицированные сорбенты.

Тема: Осаждение (4 часа).

Лекция 6.(2 часа). Произведение растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость: температура, ионная сила, одноименный ион, солевой эффект.

Лекция 7.(2 часа). Влияние конкурирующих равновесий на растворимость осадка. Количественные характеристики экстракции (константа распределения, коэффициенты концентрирования и распределения, степень извлечения, фактор разделения).

Модуль 3. Гомогенное равновесие.

Тема: Протолитическая теория Н. Бренстеда и Т. Лоури(2 часа).

Лекция 8.(2 часа). Кислотно-основные реакции (сопряженные реакции). Кислотно-основные свойства растворителей (невелирующий и дифференцирующий эффекты). Теория Пирсона (ТМЖКО).

Тема: Буферные системы и их применение(4 часа).

Лекция 9.(2 часа). Буферные растворы. Буферная емкость, механизм действия. Расчет рН буферных систем.

Лекция 10.(2 часа). Применение буферных растворов в анализе для обнаружения и разделения ионов.

Модуль 4. Метод кислотно-основного титрования.

Принципы и общая характеристика титриметрического анализа(4 час).

Лекция 8.(2 часа). Основные понятия: титрование, стандартный раствор, титрант, точка эквивалентности (стехиометричности), конечная точка титрования, индикатор. Расчет результатов ТА.

Лекция 9.(2 часа). Требования к реакциям, используемым в ТА. Классификация методов ТА по типу реакции титрования и по технике титрования (прямые, обратные, титрование заместителя).

Кислотно-основное титрование, определение кислот и оснований в смеси (6 час).

Стандартные растворы, первичные стандарты для кислотно-основных титрований. Кислотно-основные индикаторы: интервал перехода и показатель титрования (рТ) индикатора. Кривая титрования сильной кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Скачок титрования, влияние на его величину исходной концентрации определяемого вещества, связь с погрешностью титрования. Кривая титрования слабой кислоты (основания) сильным основанием (кислотой). Скачок титрования, влияние на его величину силы кислоты или основания. Принцип выбора индикатора в кислотно-основном титровании.

Модуль 5 Равновесие в окислительно-восстановительных системах.

Лекция 10. Окислительно-восстановительные реакции (2 час).

Константы равновесия и направление окислительно-восстановительного процесса. Факторы влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанном потенциале. Основные окислители и восстановители применяемые в анализе.

Лекция 11. Электродный потенциал и расчеты по уравнению Нернста(2 час).

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние электростатических и химических взаимодействий на потенциал: ионной силы, рН, образования комплексных и малорастворимых соединений.

Модуль 6. Методы окислительно-восстановительного титрования.

Тема 12 . Общая характеристика методов ОВТ(2 час).

Общая характеристика и классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы, кривые титрования. Расчет потенциала в различных точках титрования (до начала, в точке эквивалентности и после точки эквивалентности). Способы фиксации точки эквивалентности в методах ОВТ.

Тема 13. Практическое применение ОВТ в аналитической химии(4 час).

Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение восстановителей. Определение окислителей и веществ не проявляющих окислительно-восстановительные свойства способом обратного титрования. Йодометрическое определение окислителей и восстановителей.

Модуль 7. Равновесие в реакциях комплексообразования. Органические реагенты.

Лекция 14 . Комплексные соединения, классификация(2 час).

Комплексные соединения, основные признаки. Координационное число. Дентантность. Классификация комплексных соединений. Равновесие в реакциях комплексообразования. Константы устойчивости (ступенчатые и общие). Применение комплексных соединений для обнаружения и разделения ионов.

Лекция 15. Теория действия органических реагентов(2 час).

Теория действия ОР (ФАГ, стереоизомерия, стерические эффекты, гипотеза аналогии). Хелаты и внутрикомплексные соединения. Правило циклообразования Чугаева, хелатный эффект. Органические реагенты в анализе.

Модуль 8. Осадительное и комплексометрическое титрование .

Лекция 16 . Осадительное титрование(2 час).

Сущность аргентометрии. Рабочие Растворы и исходные вещества. Метод Мора, Фаянса, Фольгарда, их сущность и применение. Адсорбционные индикаторы, механизм их действия в КТТ. Влияние условий на определение конца титрования с помощью хромата калия.

Лекция 17. Комплексометрия и применение в аналитической химии(4 час).

Комплексоны II и III, их свойства. Отличительные особенности комплексона III как титранта (стехиометрия взаимодействия с ионами металлов разного заряда, устойчивость образующихся комплексов и т.д.). Равновесие образования комплексонатов металлов. Ступенчатые и общие константы устойчивости комплексоната, их зависимость от рН и концентрации постороннего комплексанта.

Кривая комплексометрического титрования; скачок титрования: факторы, влияющие на величину скачка титрования. Металлохромные индикаторы и принципы их действия на примере эриохромового черного Т. Техника комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное титрование, титрование заместителя. Примеры и расчет результатов таких титрований.

Модуль 9. Метрологические основы аналитической химии.

Лекция 18 . Погрешности, их классификация.

Систематические и случайные погрешности химического анализа. Оценка случайных погрешностей химического анализа. Выявление промахов. Сравнение данных. Предел обнаружения. Диапазон определяемых содержаний. Генеральная, лабораторная и анализируемая пробы.

Модуль 10. Подготовка к экзамену.

IV СЕМЕСТР

Модуль 1. Гравиметрический метод анализа.

Лекция 1. Методы отгонки и электрогравиметрии(2 час).

Гравиметрические методы: аналитический сигнал; этапы гравиметрического определения; гравиметрический фактор; методы отгонки и его применение. Вывод формул расчетных задач по гравиметрическому определению веществ.

Методы осаждения и термогравиметрии (6 час).

Лекция 2. (2часа). Применение гравиметрических методов. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Образование осадка: кристаллические и аморфные, условия получения.

Лекция 3. (2часа). Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение).

Лекция 4.(2часа). Погрешности в гравиметрическом анализе. Теоретические основы термогравиметрии.

Модуль 2. Спектроскопические методы.

Лекция 3. Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия (2 час).

Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Электромагнитный спектр. Классификация спектроскопических методов. Использование спектров для качественного и количественного анализа.

Лекция 22. Фотометрия и спектрофотометрия (4 час).

Молекулярная спектроскопия: спектрофотометрия (закон Бугера-Ламберта-Бера); причины отклонения от основного закона светопоглощения. Анализ многокомпонентных систем. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния, их применение. Радиоспектроскопические методы: ЯМР и ЭПР. Спектральные приборы.

Лекция 23. Разновидности фотометрии (2 час).

Дифференциальная фотометрия и фотометрическое титрование. Нефелометрия и турбидиметрия, их практическое применение. Метрологические характеристики методов молекулярной спектроскопии.

Модуль 3. Люминесцентный и кинетический методы.

Лекция 24 . Теоретические основы люминесцентного метода (4 час).

Виды люминесценции и их характеристика. Классификация методов: прямые и косвенные. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Тушение люминесценции, виды тушения. Концентрационное тушение люминесценции и его учет при количественных определениях. Люминесцентное титрование. Чувствительность люминесцентных методов и факторы, ее определяющие.

Лекция 25. Сущность кинетического метода. Способы расчета концентрации (час 2).

Индикаторные реакции, требования к ним. Каталитический и некаталитический вариант кинетического метода. Способы расчета концентрации в кинетических методах (методы тангенса, фиксированного времени, фиксированной концентрации). Метрологические характеристики кинетического метода.

Модуль 4. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.

Лекция 26 . Атомная спектроскопия (4 час).

Происхождение и природа атомных спектров. Пламенная и электротермическая атомная спектроскопия, их сравнительная характеристика. Основные спектральные приборы и их назначение. Способы расчета концентрации методом ААС и метрологические характеристики.

Лекция 27. Теоретические основы методов атомной эмиссионной спектроскопии(4час).

Природа эмиссионных спектров атомов. Источники возбуждения атомов и регистрирующая аппаратура. Уравнение Ломакина – Шайбе. Полуколичественный и количественный методы анализа.

Модуль 5. Хроматографические методы количественного анализа.

Лекция 28. Плоскостная хроматография (4 час.)

Классификация хроматографических методов анализа. Теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Селективность и разрешение. Обработка хроматограмм: анализ и методы расчета.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

Лекция 28. Высокоэффективная жидкостная газовая хроматография(4час).

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Насосы, колонки. Основные типы детекторов.

Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Основы газовой хроматографии. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная). Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Колонки. Области применения газоадсорбционной хроматографии.

Модуль 6. Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия.

Лекция 30. Основы кондуктометрического метода анализа. Преимущества и недостатки. Практическое применение. Прямая и косвенная кондуктометрия ,определение кислот,щелочей и солей(2 час.)

Лекция 31 . Потенциометрия и ионометрия (4 час).

Аналитический сигнал в электрохимических методах. Прямые и косвенные электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия: мембранные электроды (стеклянный электрод), металлические электроды, прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование. Ионселективные электроды (Na^+ , K^+ , NO_3^- , F^- и т.д.) и применение в анализе.

Лекция 32. Классификация электродов, электрохимическая ячейка(2 час).

Электроды I, II и III рода. Требования к индикаторным электродам. Электроды сравнения: хлоридсеребряный и каломельный электроды и требования к ним. Электрохимическая ячейка.

Модуль 7. Кулонометрия. Вольтамперометрические методы.

Лекция 33.Кулонометрия,косвенная кулонометрия.Классическая вольтамперометрия (2 час).

Кулонометрия. Теоретические основы. Закон Фарадея. Виды кулонометрии. Кулонометрическое титрование. Электрогравиметрия. Практическая реализация метода и его метрологические характеристики. Полярография. Токи в полярографии: остаточный (емкостный и фарадеевский), диффузионный, миграционный, предельный. Потенциал полуволны, факторы влияющие на величину потенциала полуволны. Уравнения Ильковича, Ильковича – Гейровского. Зависимость силы предельного диффузионного тока от концентрации деполяризатора. Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ.

Лекция 34. Современные виды вольтамперометрии(4 час).

Импульсная дифференциальная, переменноточковая, осцеллополярграфия и инверсионная вольтамперометрия. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Модуль 8. Анализ реальных объектов

Лекция 33. Анализ реальных объектов.(4час.)

Химико-аналитический контроль реальных объектов и его роль в промышленности, геологии, сельском хозяйстве, медицине.

Выбор объекта анализа (природные воды, почва, сплавы, пищевые объекты и т. д. пробоотбор и пробоподготовка, схема анализа выбранного объекта. Проведение эксперимента и обработка результатов на наличие погрешности.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

III СЕМЕСТР

Названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Количество часов
Модуль 1. Аналит. хим., ее задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Классификация ионов.		
Лаб. работа № 1. Аппаратура, техника полумикроанализа. Реакции обнаружения (идентификации) катионов: K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} .	Освоить технику проведения аналитических реакций сухим и мокрым путем. Провести реакции обнаружения катионов S – элементов с целью определения специфических реакций на каждый катион.	4
Лаб. работа № 2. Реакция обнаружения катионов: Zn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Bi^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} .	Экспериментально провести реакции обнаружения катионов p и d – элементов с целью выбора специфических реакций.	4
Контрольная работа		2
Модуль 1. Реакции обнаружения и идентификации ионов.		
Лаб. работа №3. Равновесие в системе осадок-раствор. Решение задач. Реакции в пламени: K^+ , Na^+ , Cu^{2+} , VO_2^- , Li^+ , Ba^{2+} Люминесцентные реакции: $UO_2^{2+} + Zn^{2+}$, Al^{3+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} .	Освоить технику проведения люминесцентных реакций и реакции окрашивания пламени. Решения расчетных задач на применение правила произведения растворимости в аналитической химии. Решение экспериментальной задачи на разделение катионов S элементов на группы.	4
Контрольное тестирование		2
Лаб. работа № 4. Реакция обнаружения и разделения анионов I – III групп. Коллоквиум №1.	Освоить технику проведения характерных реакций на анионы с целью выбора специфических реакций и обнаружение их в смеси.	4
		2
Модуль 2. Методы разделения и концентрирования. Экстракция.		
Лаб. работа № 5. Реакции обнаружения ионов методом экстракции: Zn^{2+} , Bi^{3+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Sb^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} .	Освоить технику проведения реакций – экстракций. Обнаружение (идентификация) и разделение ионов методом экстракции.	2
Контрольная работа		2
Модуль 2. Сорбция.		
Лаб. работа № 6. Разделение ионов методом бумажной хроматографии: Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} .	Тестовая задача: Определение некоторых катионов тяжелых металлов в реальных объектах методом распределительной (бумажной) хроматографии.	4
Лаб. работа № 7. Разделение и об-	Освоить технику подготовки колонок к работе. Об-	4

наружение катионов и анионов в смеси на КУ-2 и АН-31.	наружение разделенных ионов специфическими реакциями. Провести регенерацию колонок в Н или ОН форме.	
Модуль 2. Осаждение.		
Лаб. работа № 8. Решение экспериментальной задачи на смесь ионов в растворе (систематический ход анализа). Коллоквиум № 2	Освоить технику разделения ионов в смеси систематическим ходом анализа. Обнаружить в каждой группе и подгруппе ионы с помощью специфических реакций.	12
Модуль 3. Гомогенное равновесие.		
Лаб. работа № 9. Техника работы: посуда, реактивы, растворы. Способы выражения концентраций. Точность измерения объемов. Протолитометрия. Контрольная работа	Ознакомление с посудой и оборудованием, используемые в титриметрии. Освоить технику работ по титриметрии. Решение расчетных задач по способам выражения концентрации.	8
Модуль 3. Буферные системы и их применение.		
Лаб. работа № 10. Приготовление рабочих растворов HCl, NaOH, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Расчеты в титриметрии. Коллоквиум № 3	Ознакомиться со способами приготовления стандартных растворов, первичными и вторичными растворами, посудой необходимой для их приготовления и расчетами. Расчет pH буферных систем. Решение расчетных задач.	8 10
Модуль 4. Принципы и общая характеристика титриметрического анализа (ТА).		
Лаб. работа № 11. Стандартизация HCl и установление концентрации NaOH по соляной кислоте.	Отработать технику титрования, определить точную концентрацию растворов вторичных стандартов HCl и NaOH. Научиться строить кривые титрования и по скачку титрования выбирать индикаторы.	6
Модуль 4. Кислотно-основное титрование, определение кислот и оснований в смеси.		
Лаб. работа № 12. Определение смеси NaOH+NaHCO ₃ .	Научиться строить кривые титрования и определять содержание в смеси оснований и карбонатов (NaOH + Na ₂ CO ₃).	8
Лаб. работа № 13. Определение солей аммония. Коллоквиум № 4	Научиться определять содержания азота, аммиака в азотистых удобрениях (селитре и аммофосе). Решение задач на способы обратного и заместительного титрования	10 2
Модуль 5 Равновесие в окислительно-восстановительных системах.		
Лаб. работа. Окислительно-восстановительные реакции. Общая характеристика методов ОВТ. Электродный потенциал и расчеты по уравнению Нернста.	Уравнивание ОВР методом полуреакций. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Способы определения равновесного потенциала с учетом конкурирующих реакций.	6
Лаб. работа. Расчет равновесий редоксиреакций и ЭДС. Контрольное тестирование.	Решение задач на расчет потенциала с учетом pH, конкурирующих реакций осаждения и комплексообразования	6
Лаб. работа № 14. Решение задач на расчет потенциала и определения направления протекания реакций. Приготовление первичных и вторичных стандартных растворов: K ₂ Cr ₂ O ₇ , Na ₂ C ₂ O ₄ , Na ₂ S ₂ O ₃ , KMnO ₄ . Коллоквиум № 5	Освоить уравнивание ОВР методом электронного баланса, расчет потенциалов и определение направления ОВР. Приготовление растворов первичных и вторичных растворов.	6 4 2
Модуль 6. Практическое применение ОВТ в аналитической химии.		

Лаб. работа № 15. Равновесия в реакциях окисления-восстановления». Стандартизация раствора $KMnO_4$. Перманганатометрическое определение кальция.	Владеть техникой титрования окрашенных растворов и рассчитывать массу определяемого вещества используя титр по определяемому веществу.	10
Лаб. работа № 16. Перманганатометрическое и бихроматометрическое определение железа (II).	Уметь проводить оценку разных методов титрования. Проводить расчеты и сравнивать результаты двух методов. (Тестовая задача).	6
Лаб. работа № 17. Иодометрическое определение меди в сплавах, в лекарственных препаратах. Коллоквиум №6	Научиться фиксировать точку эквивалентности при использовании окрашенных раствора и индикатора. (Тестовая задача).	8 2
Модуль 7. Комплексные соединения, классификация. Теория действия органических реагентов.		
Важнейшие ОР, применяемые в аналитической химии. Лаб. работа № 18. Осадительное титрование. Приготовление растворов $NaCl$ и $AgNO_3$. Определение Cl^- методами Мора и Фаянса. Коллоквиум №7	Характеристики ОР(денатность, возможность циклообразования). Выбор ОР по методу МЖКО. Освоить применение соосаждения для фиксирования точки эквивалентности в осадительном титровании. Уметь проводить оценку осадительного титрования с применением различных индикаторов.	8 14 2
Модуль 8. Осадительное и комплексонометрическое титрование		
Лаб. работа № 19. Комплексонометрия. Приготовление рабочих растворов: комплексона III и $MgSO_4$. Определение общей жесткости воды.	Научить решению задач по теме «Равновесия реакций комплексообразования», техники внесения в раствор мурексида, эриохрома черного.	4
Лаб. работа № 20. Комплексонометрическое определение кальция и магния в воде. Коллоквиум № 8	Освоить методику отдельного комплексонометрического определения кальция и магния в объектах. Подготовка к коллоквиуму по редоксиметрии и комплексонометрии.	10 2
Модуль 9. Погрешности, их классификация.		
Лаб. работа № 21. Определение среднего, дисперсий, стандартного отклонения, доверительного интервала. Коллоквиум № 9	Научить сравнивать по метрологическим характеристикам методики анализа. Освоить расчеты по критериям сравнения различных дисперсий.	18 2
IV СЕМЕСТР. Модуль 1. Методы отгонки и электрогравиметрии.		
Лаб. работа № 1. Взвешивание бюкса, часового стекла, тигля. Определение кристаллизационной воды в $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ или $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. Контрольное тестирование	Освоить технику взвешивания на техно-химических и аналитических весах. Знать точность взвешивания на техно-химических и аналитических весах. Уметь рассчитывать результаты определения компонента в веществе по данным метода отгонки и электрогравиметрии. Решение задач.	4 2
Модуль 1. Методы осаждения и термогравиметрии.		
Лаб. работа № 2. Определение серы в растворимых сульфатах Лаб. работа № 3 Определение железа (III) в железоммонийных квасцах методом осаждения. Коллоквиум № 1	Освоить этапы определения веществ методом осаждения и последовательность выполнения. Научить рассчитывать массовую долю компонента в веществе.	4 4 4 4

Модуль 2. Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия.		
Лаб. работа №4. Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или железа (III) в виде $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$.	Знать основные узлы оптических приборов. Освоить принцип их работы.	2
Модуль 2. Фотометрия и спектрофотометрия.		
Лаб. работа № 5. Фотометрическое определения железа роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой. Коллоквиум №2	Установление области длин волн оптимального поглощения $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$. Фотометрическое определение Fe (III) с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой методом градуировочного графика.	4 4 4 2
Модуль 2. Разновидности фотометрии.		
Лаб. работа № 6. Турбидиметрическое определение SO_4^{2-} в водах. Контрольная работа.	Сравнение истинных и мутных растворов по спектроскопическим характеристикам с установлением точности определения.	2 2
Лаб. работа № 7. Определение железа комплексоном III в присутствии сульфосалициловой кислоты методом фотометрического титрования. Контрольное тестирование	Освоить принцип измерения аналитического сигнала при сочетании методов титрования и фотометрии.	4 2 2
Модуль 3. Теоретические основы люминесцентного и кинетического методов.		
Лаб. работа № 8. Люминесцентный метод определения алюминия с морином или кверцетином. Рубежная контрольная.	Освоить принцип работы флюориметра, расчет концентрации алюминия по результатам люминесцентного определения с марином.	4 4 4 4
Условия реализации кинетического метода и способы расчета концентраций. Коллоквиум №3	Освоить принцип измерения аналитического сигнала, выбор индикаторных и кинетических реакций, положенных в основу метода.	4 4 2 2
Модуль 4. Атомная спектроскопия. Теоретические основы методов атомной и эмиссионной спектроскопии.		
Лаб. работа №9. Пламенно-фотометрическое определение Na в воде методом ограничивающих растворов и методом сравнения. Контрольная работа.	Освоить основные узлы и принцип работы ААС в пламенном и электротермическом режиме.	4 4 2
Лаб. работа № 10. Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах или в растворах методом градуировочного графика.	Приготовление растворов для построения градуировочного графика. Расчет массовой доли алюминия в сплаве.	4
Лаб. работа № 11. Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13. Количественное определение Mn в латуни. Коллоквиум № 4	Освоить принцип работы стилоскопа СЛ-13. Уметь идентифицировать по спектральным линиям меди и цинка бронзы от латуни.	2 4 4 2
Модуль 5. Плоскостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная и газовая хроматография.		
Плоскостная хроматография. Лаб. работа №12. Разделение и определение красителей методом тонкослойной хроматографии.	Освоить теоретические положения метода тонкослойной хроматографии	4 4 4 2

Контрольная работа.		
Лаб. работа. №13. Анализ водопроводной воды на содержание Cl^- , NO_3^- и SO_4^{2-} методом жидкостной ионной хроматографии. Коллоквиум № 5	Освоить методику определения анионов методом ВЭЖХ. Уметь применять знания по хроматографическим параметрам для расшифровки хроматограмм.	4 4 4
Модуль 6. Потенциометрия и ионометрия. Классификация электродов, электрохимическая ячейка. Кондуктометрия.		
Лаб. работа № 14. Ионометрическое определение $[\text{H}^+]$ (рН), галогенидов, NO_3^- в растворах (прямая потенциометрия). Контрольная работа (Тестирование)	Освоить принцип работы иономеров: рН-150 МИ, Мультитест. Уметь выбирать электроды (индикаторные и сравнения) и проводить измерения потенциалов в зависимости от концентрации ионов.	4 4 4 2 2
Лаб. работа № 15. Определение Fe^{2+} в присутствии Fe^{3+} методом потенциометрического титрования. Определение иода, иодида. Кондуктометрическое титрование кислот или оснований. Коллоквиум № 6	Освоить методику потенциометрического титрования, провести расчеты содержания определяемого компонента по кривым титрования и выбранной точки эквивалентности.	4 4 2 2
Модуль 7. Кулонометрия. Классическая вольтамперометрия. Современные виды вольтамперометрии		
Лаб. работа № 16. Определение меди в латуни электрогравиметрией	Собрать электрохимическую ячейку и провести электролиз.	4
Лаб. работа № 17. Снятие и расшифровка полярографического спектра (Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+}). Способы удаления кислорода. Контрольная работа (тестирование).	Освоить принцип работы полярографа. Уметь расшифровывать вольтамперные кривые.	4 4 2
Лаб. работа № 18. Определение тяжелых металлов в растворах, почвенных образцах методом инверсионной вольтамперометрии. Коллоквиум №7	Освоить принцип работы и методику выполнения инверсионного вольтамперметра «ABC I.I» с расшифровкой вольтамперограмм.	4 4 4 2
Модуль 8. Анализ реальных объектов		
Лаб. работа № 19. Выбор объекта анализа (природные воды, почва, сплавы, пищевые объекты и т. д), пробоотбор и пробоподготовка, схема анализа выбранного объекта. Проведение эксперимента и математическая обработка результатов. Отчет и защита учебно-исследовательских работ.	Составить схемы анализа конкретных объектов на содержание ТТМ. Провести анализ по составленным схемам, Определение тяжелых токсичных металлов в почвах, природных водах, сплавах и фарм. препаратах, а также обработку результатов на наличие погрешности.	4 4 4 4 4 4 4

5. Образовательные технологии

- ✓ В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает:
- ✓ Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- ✓ Отчетные занятия по разделам.

- ✓ Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.
- ✓ Разбор конкретных ситуаций.
- ✓ Круглый стол.
- ✓ Учебный ринг.
- ✓ Деловая игра.

Интерактивные методы обучения, применяемые в курсе аналитической химии

№	Интерактивные методы обучения	Раздел	Тема	Кол-во часов
1.	Лекция – презентация	Методы обнаружения, разделения и концентрирования	Тема 1-2	10
		Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.	Тема 3-4	6
		Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование.	Тема 5-6	4
		Равновесие в растворах комплексных соединений и в системе «раствор – осадок». Комплексометрическое и осадительное титрование.	Тема 7-8	8
		Гравиметрические методы анализа	Тема 9	6
		Методы атомной спектроскопии.	Тема 10-11	8
		Методы молекулярной спектроскопии.	Тема 12-13	6
		Электрохимические и хроматографические методы.	Тема 14-15	14
2.	Лабораторные работы с элементами исследования	Методы обнаружения, разделения и концентрирования	Тема 1	8
		Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.	Тема 3-4	4
		Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование.	Тема 5-6	8
		Равновесие в растворах комплексных соединений и в системе «раствор – осадок». Комплексометрическое и осадительное титрование.	Тема 7	8
		Гравиметрические методы анализа	Тема 10-11	16
		Методы атомной спектроскопии.	Тема 14	4
		Электрохимические и хроматографические методы.	Тема 15-16	4
3.	Отчетные занятия по разделам. Работа в малых группах	Методы обнаружения, разделения и концентрирования	Тема 2	2
		Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.	Тема 3-4	6
		Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование.	Тема 5-6	8
		Равновесие в растворах комплексных соединений и в системе «раствор – осадок». Комплексометрическое и осадительное титрование.	Тема 7-8	4

		Гравиметрические методы анализа	Тема 10-11	4
		Методы атомной спектроскопии. и хроматографические методы.	Тема	4
		Методы молекулярной спектроскопии.	Тема 12-13	4
		Электрохимические методы.	Тема 16-18	8
4.	Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.	Выполнение курсовой работы	Тема 18-23	6

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоёмкость, а.ч.
	Очная
Текущая СРС	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
самостоятельное изучение разделов дисциплины	20
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам, зачётам	10
подготовка к экзамену (экзаменам)	30
Творческая проблемно-ориентированная СРС	
выполнение курсовой работы или курсового проекта	20
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	16
Итого СРС:	146

Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-метод. обеспечение
1	Подготовка к сдаче лабораторных работ.	Проверка конспекта лабораторной работы, алгоритм выполнения, оформление, построение графиков, таблиц, выполнение расчетов.	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.
2	Подготовка к текущим контрольным работам, защита рефератов	Проведение устного опроса и 15 мин. контрольных работ. Подготовка и доклад реферата в форме презентации (до 10 мин.).	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.

3	Выполнение и защита курсовых работ.	Изучение лит. материала по теме, написание плана и проведение экспериментальной части со всеми расчетами.	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.
4	Подготовка к коллоквиумам.	Подготовка к промежуточной аттестации в виде контрольной работы: решение расчетных задач, составление конспектов по вопросам коллоквиума.	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.
5	Подготовка к тестированию.	Промежуточная аттестация в форме тестов.	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.
6	Подготовка к зачету.	Итоговая аттестация в форме зачета.	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.
7	Подготовка к экзамену.	Итоговая аттестация в форме экзамена.	См. разделы 4.3, 7.1, 9 и 8 данного документа.

Рабочей программой дисциплины «Аналитическая химия» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 146 час. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; подготовку к практическим занятиям; работу с интернет-источниками; подготовку к сдаче коллоквиумов, выполнению тестовых заданий.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

Примерная тематика курсовых работ

1. Методы маскирования, концентрирования, разделения и последующего определения тяжёлых токсичных металлов.
2. Изучение воспроизводимости результатов определения Fe (II) в соли мора перманганатометрией и дихроматометрией.
3. Сопоставить воспроизводимость турбидиметрического и титриметрического методов определения хлоридов в водопроводной воде.
4. Изучение влияния pH на процесс комплексообразования Fe (III) с сульфосалициловой кислотой.
5. Методы определения железа в питьевой воде. Сравнительный анализ.

6. Особенности определения Са различными методами (титриметрия, гравиметрия, физико-химические методы).
7. Сравнительная оценка содержания каротина в моркови, тыкве и помидорах.
8. Анализ лекарственных препаратов на основе салициловой кислоты.
9. Аналитическая химия в криминалистике.
10. Применение химических методов анализа в анализе сточных и природных вод.
11. Сравнительная характеристика элеткрохимических методов анализа.
12. Нитраты под строгий контроль.
13. Определение железа в овощах и фруктах методом бумажной распределительной хроматографии.
14. Определение кадмия в сточных водах лакокрасочного завода с помощью ионселективного электрода.
15. История аналитической химии. Основные этапы развития методов аналитической химии.
16. Методы соосаждения на коллекторах.
17. Теория действия органических реагентов. Органические реагенты используемые для концентрирования, разделения и количественного определения.
18. Особенности анализа двухкомпонентных систем.
19. Органические реагенты, применение в аналитической химии для качественного и количественного определения никеля и кобальта.
20. Методы анализа двухкомпонентных систем.
21. История развития хроматографических методов, нобелевские лауреаты в области хроматографии.

Вопросы по текущему контролю III СЕМЕСТР

Модуль 1. Общие и характеристические реакции обнаружения и идентификации ионов. Дробный и систематический ход анализа.

1. Предмет и задачи аналитической химии.
2. Методы аналитической химии.
3. Аналитические реакции, аналитический эффект.
4. Классификация аналитических реакций по технике выполнения.
5. Характеристики чувствительности аналитических реакций.
6. Классификация аналитических реакций по характеру взаимодействия.
7. Задачи.
8. Дробный и систематический ход анализа.
8. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.
9. Разделение анионов по растворимости солей Ba^{2+} и Ag^+ .
10. Общая характеристика методов разделения, их классификация, области применения.
11. Метод осаждения. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.
12. Разделение анионов по окислительно-восстановительным свойствам.
13. Групповые реагенты: $AgNO_3$, KCl , H_2SO_4 , $KMnO_4$, KI , $BaCl_2$, $NaOH$, NH_4OH . Использование их для разделения катионов и анионов.
14. Задачи

Модуль 2. Методы разделения и концентрирования.

1. Общая характеристика методов разделения, их классификация, области применения.
2. Закон распределения. Константа и коэффициент распределения, их математическое выражение.
3. Метод осаждения. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.
4. Разделение анионов по растворимости солей Ba^{2+} и Ag^+ .
5. Разделение анионов по окислительно-восстановительным свойствам.
6. Групповые реагенты: $AgNO_3$, KCl , H_2SO_4 , $KMnO_4$, KI , $BaCl_2$, $NaOH$, NH_4OH . Использование их для разделения катионов и анионов.
7. Как раздельно обнаружить в смеси Ba^{2+} , Ca^{2+} ; Ag^+ , Hg_2^{2+} ; Co^{2+} , Fe^{3+} ; Al^{3+} , Fe^{3+} ; Fe^{2+} , Ni^{2+} ; Br^- , Cl^- .
8. Экстракция. Характеристика ее как метода разделения и концентрирования. Преимущества и недостатки.

9. Количественные характеристики процесса экстракции. Степень извлечения, коэффициент разделения. Связь между степенью извлечения и коэффициентом распределения.
10. Примеры экстрагируемых систем. Экстракционное обнаружение Fe^{3+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Sb(V) .
11. Сорбционные процессы в аналитической химии. Характеристика сорбентов.
12. Хроматографические методы разделения и концентрирования. Классификация их в соответствии с процессами, лежащими в основе.
13. Основы бумажной распределительной хроматографии. От каких факторов зависит скорость перемещения ионов в бумажной хроматографии?
14. Роль носителя в методах разделения. Способы проявления хроматограмм.
15. Основы ионообменной хроматографии. Характеристика ионитов. Что значит перевести ионит в Н-форму?
16. Параметры, определяющие эффективность хроматографической колонки.
17. Что такое катионит? Описать схему работы колонки, заполненной катионитом, и ее регенерация.
18. Что такое анионит? Описать схему работы колонки, заполненной анионитом, и ее регенерация.
19. Характеристика Al_2O_3 как сорбента в катионитной и анионитной формах.
20. Виды концентрирования. Приемы концентрирования в распределительной и ионообменной хроматографии. Сущность тонкослойной и осадочной хроматографии.
21. Распределение фенола (в моль/л) между водой и бензолом характеризуется следующими величинами:

$C_{\text{водн.}}$	0,032	0,33
$C_{\text{бенз}}$	0,077	0,25

Вычислить константу распределения фенола между водой и бензолом.

22. Рассчитать коэффициент распределения (D), если от общего количества вещества в воде, равной 0,08 мг, в фазу органического растворителя извлечено 0,006 мг.
23. Рассчитать степень извлечения комплекса бензолом из водного раствора, если исходная концентрация комплекса 0,025 моль/л, а содержание в воде после извлечения снизилось до 0,002 моль/л.
24. Рассчитать степень абсолютного концентрирования вещества при извлечении его из 500 мл водной фазы в 50 мл органической.
25. Рассчитать степень концентрирования FeCl_3 , если из 100 мл 6 М раствора HCl извлекли 10 мл диэтилового эфира.
26. На каком расстоянии от стартовой линии будет зона Ni^{2+} , если $R_{\text{Ni}^{2+}} = 0,13$, а $l_f = 15$ см. Как можно доказать наличие Ni^{2+} ?
27. Рассчитать коэффициент разделения Cu^{2+} и Fe^{3+} , если коэффициенты их разделения в бутаноле равны 0,96 и 0,22 соответственно, а в ацетоне 0,78 и 0,91. В каком случае они полностью разделяются?
28. Рассчитать кратность концентрирования марганца, если через катионитную колонку пропущен 1 л морской воды, а объем элюента (2 М HNO_3) для вымывания – 50 мл.
29. Сколько граммов кальция поглощено 5 г катионита при пропускании через колонку исследуемого раствора, если емкость колонки равна 0,22 мг-экв/г?
30. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г катионита, пропустили 100 мл 0,025 М раствора соли никеля? Полная динамическая емкость катионита равна 1,4 мг-экв/г.

Модуль 3. Гомогенное равновесие.

1. Какие соединения являются в водном растворе кислотами, а какие основаниями с точки зрения протолитической теории Бренстеда-Лоури: HClO_4 , NH_3 , CO_3^{2-} , HS^- , H_2CO_3 , NH_4^+ , S^{2-} , HCOO^- , CH_3COOH , H_2PO_4^- ?
2. Что такое амфолит? Укажите, какие из приведенных соединений являются амфолитами: NH_4^+ , HCO_3^- , HF_2^- , H_2PO_4^- , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.
3. Как классифицируют растворители по своей способности принимать или отдавать электроны?
4. Какая реакция называется реакцией автопротолиза?
5. Напишите уравнения реакций автопротолиза безводной азотной, уксусной кислот, этанола, жидкого аммиака, этилендиамина.
6. Что такое нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя? Какой эффект наблюдается в протопфильных растворителях?
7. Почему в апротонных растворителях нивелирующий эффект отсутствует?
8. Что собой представляют буферные растворы, механизм их действия?

9. Дайте определение буферной емкости; факторы, влияющие на буферную емкость.
10. В каком интервале pH наблюдается действие буферного раствора?
11. Расчет pH буферных систем. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха.
12. Какие растворы называют идеальными? В каких условиях реальные растворы можно считать идеальными?
13. Назовите основные причины отклонения реальных растворов от идеальных.
14. Что такое активность? Как связаны активность ионов и их равновесная концентрация?
15. Что такое коэффициент активности? Что характеризует коэффициент активности?
16. Какова природа ионной силы раствора и его связь с коэффициентом активности.
17. Какова связь между общей (аналитической) и равновесной концентрациями? Что собой представляет коэффициент побочной (конкурирующей) реакции (α)?
18. Напишите выражения термодинамической, реальной и условной констант равновесия. Какие факторы влияют на их величины?
19. Как связаны между собой термодинамическая, реальная и условная константы равновесия?
20. Составьте уравнения материального баланса по атомам никеля и аммиака в водном растворе, содержащем частицы Ni^{2+} , $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_3]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, NiOH^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-} , OH^- .
21. Комплексные соединения, их характеристика, основные признаки комплексных соединений.
22. Что такое комплексообразователь, лиганд, их основные характеристики?
23. Чем определяются максимальное и характеристическое координационные числа? Привести примеры.
24. Чем объясняется дентатность лиганда? Ответ поясните примерами.
25. Классификация комплексных соединений по различным признакам: а) по составу; б) по зарядности; в) устойчивости; г) характеру химического взаимодействия.
26. Приведите примеры однородно- и смешанолигандных комплексных соединений. Что такое полиядерные комплексные соединения? Примеры.
27. Назовите факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Ответ поясните примерами.
28. Какие комплексы относятся к лабильным, какие к инертным? Приведите примеры.
29. Чем отличаются ступенчатые и общие константы устойчивости комплексных соединений? Ответ поясните примерами.
30. Напишите выражения для K_4 и β_3 и соответствующие уравнения равновесия при образовании комплекса $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$.
31. Назовите факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Ответ поясните примерами.
32. Какие соединения называются внутрикомплексными? Приведите примеры.
33. Что такое хелат? В чем проявляется хелатный эффект? Примеры.
34. Назовите основные факторы, определяющие реакционную способность органических реагентов. Приведите примеры.
35. Какой из геометрических изомеров диметилглиоксима используют в качестве реагента для определения никеля?
36. Какие группы металлов преимущественно взаимодействуют с кислород-, азот- и серосодержащими органическими реагентами? Приведите примеры.
37. Какие свойства комплексных соединений имеют наибольшее значение для обнаружения и разделения ионов?
38. Приведите примеры практического использования реакций комплексообразования для обнаружения и разделения катионов.
39. Приведите примеры практического использования реакций комплексообразования для маскирования мешающих ионов при определении никеля, кобальта, меди и т.д.
40. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для обнаружения, разделения, определения ионов металлов.

1. Модуль 4. Метод кислотно-основного титрования.

1. В каких единицах выражают концентрации растворов?
2. Что такое химический эквивалент вещества, эквивалентная масса?
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии?
4. Приведите классификацию методов титриметрии по типу химической реакции и по способу титрования?

5. Дайте определение первичного и вторичного стандарта. Требования, предъявляемые к первичным стандартам. Что такое фиксанал?
6. В чем сущность метода пипетирования и метода отдельных навесок?
7. Что такое титр по определяемому веществу?
8. Что такое кривая титрования, и в каких координатах она строится?
9. Точка эквивалентности (ТЭ) и конечная точка титрования (КТТ), разница между ними.
10. Какие факторы влияют на вид кривой титрования?
11. Основные способы объемных определений: прямое, по остатку (обратное), по замещению. Примеры, расчеты.
12. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании. Напишите уравнения реакций, укажите факторы эквивалентности.
13. Почему тетраборат натрия считают универсальным стандартным веществом для кислотно-основного титрования? Напишите уравнения реакций и укажите факторы эквивалентности в каждом случае.
14. Почему раствор NaOH не должен содержать карбонат-ион? Перечислите способы приготовления раствора NaOH, не содержащего карбонат-иона.
15. Как используют дифференцирующий эффект растворителя при титровании смеси кислот или оснований?
16. В каких координатах строят кривые титрования в методе кислотно-основного титрования?
17. Каковы предельные значения констант кислотности или основности, а также концентраций кислот или оснований, при которых наблюдается скачок титрования?
18. При каком условии возможно раздельное титрование смеси кислот (или многоосновных кислот) по ступеням? Можно ли оттитровать по ступеням щавелевую, серную, винную, угольную, сернистую, этилендиаминтетрауксусную кислоты?
19. Приведите примеры использования разных способов титрования (прямого, обратного, косвенного) в кислотно-основном титровании.
20. Можно ли и каким способом оттитровать борную кислоту раствором сильного основания в водной среде?
21. Можно ли и каким способом оттитровать борную кислоту раствором сильного основания в этиленгликоле?
22. Можно ли и каким способом оттитровать ион аммония раствором сильного основания в водной среде?
23. Можно ли и каким способом оттитровать ион аммония раствором сильного основания в этаноле?
24. Можно ли и каким способом оттитровать глицин, $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ и другие аминокислоты раствором хлорной кислоты в ледяной уксусной кислоте?

Модуль 5. Равновесие в окислительно-восстановительных системах.

1. Важнейшие окислители и восстановители, применяемые в практике аналитической химии. Окислительно-восстановительные реакции.
2. Составление уравнений реакций методом ионно-электронного баланса (метод полуреакций).
3. Стандартный электродный потенциал.
4. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. ЭДС. Константа равновесия.
5. Уравнение Нернста. Формальный электродный потенциал.
6. Влияние pH на величину стандартного потенциала.
7. Влияние образования малорастворимых соединений на величину стандартного потенциала.
8. Влияние комплексообразования на величину стандартного потенциала.
9. Смесь Рейнгарда-Циммермана. Назначение компонентов.
10. Задачи.

Модуль 6. Окислительно-восстановительное титрование

1. Перманганатометрия; титранты, определяемые вещества (Fe , Ca , H_2O_2).
2. Характеристика HCl , KMnO_4 , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, AgNO_3 , комплексона III как титрантов, способы приготовления и хранения их растворов.
3. Иодометрия, сущность, индикаторы, титранты, определяемые вещества.
4. Дихроматометрия, сущность, индикаторы, титранты, определяемые вещества.

5. Сущность методов окислительно-восстановительного титрования. Уравнение Нернста.
6. Какие факторы влияют на значение окислительно-восстановительного потенциала?
7. Как устанавливают возможность протекания окислительно-восстановительных реакций? Примеры.
8. Каковы способы фиксации точки конца титрования.
9. В чем принцип действия окислительно-восстановительных индикаторов? С чем связано изменение окраски?
10. Сущность теории действия индикаторов.
11. Индикаторные ошибки и их вычисления.
12. Задачи, расчеты в окислительно-восстановительных методах.
13. На чем основан метод иодометрии и какие растворы применяются в этом методе для установки титра иода?
14. Как готовят и хранят растворы иода и тиосульфата? Что происходит с раствором тиосульфата натрия при стоянии?
15. Какова роль карбоната натрия, прибавляемого в раствор тиосульфата натрия?
16. Какие реакции лежат в основе при определении точной концентрации тиосульфата по дихромату калия? Почему иодид калия берется при этом в избытке?
17. Как определяют медь иодометрически? Дать схему определения. Почему реакция протекает между Cu^{2+} и KI ?
18. Приведите примеры веществ, определяемых методом иодометрии.
19. На каком принципе основаны методы окислительно-восстановительного титрования?
20. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой окислительно-восстановительного титрования?
21. Назовите способы фиксации КТТ в окислительно-восстановительных методах.
22. Почему при определении Fe (II) методами окислительно-восстановительного титрования в анализируемый раствор вводят восстановители (и какие)?
23. Назовите первичные стандартные вещества в перманганометрии, укажите их факторы эквивалентности и напишите соответствующие полуреакции.
24. Назовите причину неустойчивости раствора перманганата калия и напишите уравнение соответствующей реакции.
25. Какие приемы используют для стабилизации раствора перманганата калия?
26. Укажите и поясните условия, которые необходимо соблюдать при титровании оксалата натрия раствором перманганата калия?
27. Назовите окислители и восстановители, используемые для предварительного окисления и восстановления определяемых веществ.
28. Назовите компоненты «защитной смеси» Рейнгарда-Циммермана и объясните действие каждого из них при перманганометрическом определении Fe (II) в присутствии хлорид-ионов.
29. Почему бихроматометрическое определение железа (II) целесообразно проводить в присутствии фосфорной кислоты?

Модуль 7. Равновесие в реакциях комплексообразования. Органические реагенты.

1. Комплексные соединения, их классификация.
2. Координационное число и дентатность.
3. Органические реагенты. Хелаты, хелатный эффект.
4. Функционально-аналитические группы.
5. Применение органических реагентов в аналитической химии.
6. Равновесие в растворах комплексных соединений. Константа устойчивости. Ступенчатые и общая константы устойчивости.
7. Важнейшие органические реагенты используемые в аналитической химии.
8. Гипотеза аналогий и теория МЖКО по Пирсону.
9. Составьте уравнения материального баланса по атомам никеля и аммиаку в водном растворе, содержащем частицы Ni^{2+} , $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_3]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, NiOH^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-} , OH^- .

Модуль 8. Осадительное и комплексометрическое титрование.

1. Можно ли определить содержание HCl и H_3BO_3 в смеси титрованием раствором сильного основания в водной среде? Что произойдет, если к раствору, содержащему H_3BO_3 , добавить глицерин или маннит?
2. Сущность методов окислительно-восстановительного титрования. Уравнение Нернста.
3. Какие факторы влияют на значение окислительно-восстановительного потенциала?
4. Как устанавливают возможность протекания окислительно-восстановительных реакций? Примеры.
5. Каковы способы фиксирования точки конца титрования.
6. В чем принцип действия окислительно-восстановительных индикаторов? С чем связано изменение окраски?
7. Сущность теории действия индикаторов.
8. Индикаторные ошибки и их вычисления.
9. Задачи, расчеты в окислительно-восстановительных методах.
10. На чем основан метод иодометрии и какие растворы применяются в этом методе для установки титра иода?
11. Как готовят и хранят растворы иода и тиосульфата? Что происходит с раствором тиосульфата натрия при стоянии?
12. Какова роль карбоната натрия, прибавляемого в раствор тиосульфата натрия?
13. Какие реакции лежат в основе при определении точной концентрации тиосульфата по дихромату калия? Почему иодид калия берется при этом в избытке?
14. Как определяют медь иодометрически? Дать схему определения. Почему реакция протекает между Cu^{2+} и KI ?
15. Приведите примеры веществ, определяемых методом иодометрии.
16. На каком принципе основаны методы окислительно-восстановительного титрования?
17. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой окислительно-восстановительного титрования?
18. Назовите способы фиксирования КТТ в окислительно-восстановительных методах.
19. Почему при определении Fe (II) методами окислительно-восстановительного титрования в анализируемый раствор вводят восстановители (и какие)?
20. Назовите первичные стандартные вещества в перманганометрии, укажите их факторы эквивалентности и напишите соответствующие полуреакции.
21. Назовите причину неустойчивости раствора перманганата калия и напишите уравнение соответствующей реакции.
22. Какие приемы используют для стабилизации раствора перманганата калия?
23. Укажите и поясните условия, которые необходимо соблюдать при титровании оксалата натрия раствором перманганата калия?
24. Назовите окислители и восстановители, используемые для предварительного окисления и восстановления определяемых веществ.
25. Назовите компоненты «защитной смеси» Рейнгарда-Циммермана и объясните действие каждого из них при перманганометрическом определении Fe (II) в присутствии хлорид-ионов.
26. Почему бихроматометрическое определение железа (II) целесообразно проводить в присутствии фосфорной кислоты?
27. Сущность методов комплексометрии и комплексонометрии.
28. Какие вещества используются в комплексонометрии в качестве титрантов и как устанавливают титр ЭДТА?
29. Равновесия в водных растворах ЭДТА, состав и устойчивость комплексонов металлов.
30. Может ли быть использован дигидрат ЭДТА ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в качестве первичного стандарта и в каких случаях?
31. Индикаторы, используемые в комплексонометрии (металлоиндикаторы и металлохромные индикаторы). Требования, предъявляемые к индикаторам. Примеры индикаторов.
32. Приемы, используемые для повышения селективности комплексометрических определений металлов: изменение кислотности среды, приемы маскирования, восстановления мешающих веществ. Примеры.
33. Какие приемы (виды) титрования используют в комплексонометрии?
34. В чем сущность методов осадительного титрования? Примеры.

35. Требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Индикаторы метода.
36. Каковы недостатки методов осадительного титрования?
37. Аргентометрия. Сущность метода. Титрант, его приготовление, стандартизация.
38. Разновидности аргентометрии (методы Гей-Люссака, Мора, Фаянса, Фольгарда).

Модуль 9. Метрологические основы аналитической химии.

1. Генеральная, лабораторная и анализируемая пробы.
2. Систематические и случайные погрешности химического анализа.
3. Оценка случайных погрешностей химического анализа.
4. Выявление промахов.
5. Сравнение данных.
6. Предел обнаружения.
7. Диапазон определяемых содержаний.

IV СЕМЕСТР

Модуль 1. Гравиметрический метод анализа.

1. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки.
2. Прямые и косвенные методы определения.
3. Важнейшие органические и неорганические осадители, требования к ним.
4. Образование осадка (общая схема). Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования.
5. Старение осадка.
6. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение).
7. Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Способы очистки.
8. Выбор осадителя и промывной жидкости.
9. Положительные и отрицательные значения соосаждения в анализе.
10. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Гравиметрическая форма, способы получения.
11. Причины влияющие на результат анализа при неправильном высушивании и прокаливании.
12. Погрешности в гравиметрическом анализе.
13. Области применения гравиметрии (примеры).
14. Сущность метода «возникающих реагентов», его преимущества перед классическим методом осаждения.
15. Предложите гравиметрические методы определения составных частей следующих веществ: $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; MgCO_3 ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; CaCl_2 ; H_2SO_4 ; Na_2CO_3 ; глюкоза.
16. Какие соединения можно предложить в качестве осаждаемой и гравиметрической форм при определении: S, Al, P, Mg, Ca, Co, Cu, Fe, Sn, Pb, Ni, SO_4^{2-} , Cl^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, PO_4^{2-} ?
17. Использование явлений соосаждения в количественном анализе (осаждение с коллектором).
18. Виды (формы) воды в веществах.
19. Термогравиметрический анализ.
20. Задачи на расчет навески, осадителя, гравиметрического фактора, потерь при промывании осаждаемой формы. Расчет результатов анализа и оценка их по точности.

1.

Модуль 2. Спектроскопические методы.

1. Спектр электромагнитного излучения. Основные его характеристики (длина волны, частота, интенсивность, волновое число, поток излучений).
2. Оптическая плотность (абсорбция), пропускательность. Их математические выражения
3. На чем основан метод молекулярной спектроскопии? С чем связано поглощение света?
4. В чем отличие фотоколориметрии от спектрофотометрии?
5. На чем основан метод визуальной колориметрии? Каковы области его применения? Преимущества и недостатки метода.
6. В чем сущность закона Бугера-Ламберта? Его математическое и графическое выражение.
7. В чем сущность закона Бера?
8. Основной закон фотометрии, его математическое выражение.

9. Какова связь между концентрацией и толщиной поглощающего слоя?
10. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? От чего зависит его величина?
11. На чем основан выбор кюветы?
12. Каковы основные причины отклонения от основного закона фотометрии?
13. Каковы основные методы количественного анализа?
14. От чего зависит выбор метода анализа?
15. В каких случаях используется дифференциальный метод анализа? Преимущества этого метода.
16. В чем сущность метода фотометрического титрования? Преимущества этого метода.
17. На чем основаны нефелометрические и турбидиметрические методы анализа? В чем их отличие?
18. В чем отличие коллоидных частиц от истинных?
19. Какие определения проводят с помощью нефелометрии и турбидиметрии?
20. Какие химические реакции используют в практике фотометрических методов наиболее часто?
21. Какие условия нужно соблюдать для повышения точности анализа при фотометрических определениях?
22. В каких единицах выражается концентрация определяемого вещества (в водах, почвах, воздухе, сплавах и т.д.)?
23. Каковы определяемые концентрации в фотометрии и могут ли они варьировать для одного и того же элемента?
24. Каковы предельные определяемые концентрации в фотометрии (нижний и верхний предел)?
25. Принципиальная схема фотоэлектроколориметра. Назначение основных узлов.
26. Знать все лабораторные методы, что и каким методом определяли.

Модуль 3. Люминесцентный и кинетический методы.

1. Что такое люминесценция? Какие вещества обладают люминесцентным излучением? В чем отличие флуоресценции от фосфорисценции?
2. Количественный и качественный люминесцентный анализ.
3. Каковы преимущества и недостатки люминесцентного метода?
4. Каковы стадии механизма люминесценции?
5. Что за явление тушение люминесценции?
6. Факторы, влияющие на тушение люминесценции.
7. Индикаторные реакции, требования к ним.
8. Каталитический и некаталитический вариант кинетического метода.
9. Способы расчета концентрации в кинетических методах (методы тангенса, фиксированного времени, фиксированной концентрации).
10. Метрологические характеристики кинетического метода.

Модуль 4. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.

1. В чем сущность метода атомной абсорбции? Кто разработал метод?
2. Принципиальная схема атомного абсорбциометра.
3. Источники атомизации. Какие факторы влияют на степень атомизации?
4. Какие процессы протекают в пламени и в чем сущность термической диссоциации?
5. Какова природа помех, влияющих на сигнал абсорбции? Способы их устранения.
6. Какие вещества определяются методом атомной абсорбции?
7. Качественный эмиссионный спектральный анализ? На чем он основан?
8. Количественный эмиссионный спектральный анализ, полуколичественный анализ. Условия реализации анализа. Уравнение Ломакина.
9. Источники атомизации и возбуждения. На чем основан их выбор?
10. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов.

Модуль 5. Хроматографические методы количественного анализа.

1. Классификация хроматографических методов.
2. Сорбенты и их классификация. Примеры неподвижных фаз в ВЭЖХ.
3. Механизм сорбционного взаимодействия. Примеры.
4. Основные хроматографические параметры (время удерживания, разрешение, ВЭТТ, число тарелок – N и др.).
5. Принципиальная схема хроматографа. Требования, предъявляемые к колонкам. Как повысить эффективность колонок?
6. Детекторы. Принцип работы рефрактометрического и транспортно-ионизационного детекторов.
7. Принцип работы флуориметрического и кондуктометрического детекторов.
8. На хроматограмме получены пики при 10,60 мин (компонент А) и 11,08 мин (компонент В). Ширина пиков А и В 0,56 и 0,59 мин соответственно. Рассчитать ЧТТ колонки ВЭТТ. Укажите, что характеризуют эти величины.
9. При разделении углеводов было установлено время удерживания n-гептана – 9,63 мин, а 2-метилгептана – 12,40 мин. Ширина их пиков 0,52 и 0,38 мин соответственно. Определить разрешающую способность колонки.
10. Во сколько раз увеличится селективность разделения вещества X, если увеличить длину колонки в четыре раза? Еще с помощью каких приемов улучшают этот параметр?
11. Изобразите форму пика хроматограммы и форму пятна плоскостной хроматограммы соответствующую линейной, выпуклой и вогнутой изотерме сорбции.
12. Высота колонки 20 см, время удерживания вещества X 5,0 мин, ширина пика 0,3 см. Определить высоту эквивалентную теоретической тарелке.
13. Рассчитать фактор разделения (α), если приведенные времена удерживания двух изомеров вещества X равны $t'_{R1}=6$ мин; $t'_{R2}=9$ мин.
14. Вычислить коэффициенты распределения (D) и фактор разделения двух хроматографируемых веществ, если концентрации их в неподвижной фазе 40 и 48 мкг соответственно, а в подвижной фазе 50 мкг.

Модуль 6. Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия.

1. Основы кондуктометрического метода анализа. Преимущества и недостатки.
2. Практическое применение. Прямая и косвенная кондуктометрия ,
3. Определение кислот, щелочей и солей кондуктометрическим титрованием.
4. Дать определение электрохимическим методам анализа; их классификация, преимущества и недостатки.
5. Классификация электрохимических методов анализа.
6. Индикаторные электроды (водородный, стеклянный, хингидронный), требования к ним.
7. Электроды сравнения (хлоридсеребряный, каломельный), требования к ним.
8. Какова основа потенциометрического анализа?
9. Классификация методов потенциометрии (прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование).
10. В чем сущность методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования?
11. Что такое индикаторные электроды? Требования к индикаторным электродам.
12. Чем определяется выбор индикаторного электрода в методах потенциометрического титрования?
13. Электроды сравнения; их принципиальное отличие от индикаторных электродов. Примеры индикаторных электродов.
14. Интегральная и дифференциальная кривые потенциометрического титрования.
15. Ионметрия. Основа и сущность метода.
16. Ионселективные электроды, их классификация.
17. Каковы основные характеристики ионселективных электродов (электродная функция, крутизна электродной функции, коэффициент селективности, время отклика)?

Модуль 7. Кулонометрия. Вольтамперометрические методы.

1. На чем основан кулонометрический метод анализа?
2. Классификация методов кулонометрии (прямая кулонометрия, кулонометрическое титрование).
3. Сущность метода прямой кулонометрии.

4. В чем сущность метода кулонометрического титрования?
5. Каковы условия использования в анализе методов кулонометрии?
6. В чем преимущества и недостатки методов кулонометрии?
7. Сущность и разновидности электрогравиметрического анализа.
8. Какие требования предъявляются к электролитическим осадкам?
9. Какие факторы оказывают влияние на качество электроосадков?
10. Области применения кулонометрии и электрогравиметрии.
11. Характеристика вольтамперной кривой.
12. Характеристика остаточного тока.
13. Емкостный ток, причина его возникновения, подавление емкостного тока.
14. Миграционный ток. Способы его устранения.
15. Характеристика диффузионного тока. Какие факторы влияют на его величину?
16. Классификация методов вольтамперометрии.
17. Основа и сущность метода классической полярографии.
18. Области применения, преимущества и недостатки классической полярографии.
19. Что такое полярографический фон, требования к нему?
20. Каково назначение полярографического фона?
21. Что лежит в основе качественного полярографического анализа?
22. Что такое потенциал полуволны, как его определяют?
23. Сущность качественного полярографического анализа.
24. На чем основан количественный полярографический анализ? Уравнение Гейровского.
25. Уравнение Ильковича. Характеристика параметров, входящих в это уравнение.
26. Методы количественного вольтамперометрического анализа.
27. Классификация индикаторных электродов в методах вольтамперометрии по конструкции и материалу изготовления.
28. Преимущества и недостатки ртутных индикаторных электродов.
29. Какова основа метода вольтамперометрии с быстрой линейной разверткой потенциала (осциллографическая полярография)?
30. Вид вольтамперограммы в методе осциллографической полярографии.
31. Уравнение Шевчика-Рэнделса.
32. Основа качественного осциллополярографического анализа.
33. Сущность инверсионной вольтамперометрии. Анодная и катодная инверсионная вольтамперометрия.

Модуль 8. Анализ реальных объектов

1. Выбор объекта анализа (природные воды, почва, сплавы, пищевые объекты и т. д)
2. Пробоотбор и пробоподготовка
3. Схема анализа выбранного объекта.
4. Проведение эксперимента и математическая обработка результатов.
5. Отчет и защита учебно-исследовательских работ.

Контрольные вопросы к итоговому контролю

Билеты к итоговому контролю формируются из вопросов к текущему контролю и задачам. В каждый билет входят 5 вопросов – 3 по теории и 2 задачи.

Примерные тестовые задания

Примерные тестовые задания по всем темам приведены в учебном пособии Татаева С.Д., Ахмедов С.А., Мирзаева Х.А. 500 тестов по аналитической химии. Учебное пособие. Махачкала: ИПЦ ДГУ. 2009. 66 с. Пособие имеется в наличии в абонементе химического факультета Научной библиотеки ДГУ.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 100 баллов

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) Основная

1. Основы аналитической химии [Текст]. В двух книгах. Учебник для ВУЗов Под ред. акад. РАН Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2012, 2010, 2004 – 359 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия [Текст]. Книга 1 и 2. М.: Дрофа, 2009. – 368, 384.
3. Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. – 236 с. – 978-5-7882-1454-2. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61958.html> (дата обращения: 04.03.2021)
4. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / (Копылова) В.Д. Валова, Е.И. Паршина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Дашков и К, 2015. – 199 с. – 978-5-394-01301-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905.html> (дата обращения: 04.03.2021)

б) Дополнительная

1. Основы аналитической химии. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 195 с. – 978-5-7882-1216-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61991.html> (дата обращения: 04.03.2021)
2. Лакиза Н.В. Анализ пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Лакиза, Л.К. Неудачина. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 188 с. – 978-5-7996-1568-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69578.html> (дата обращения: 04.03.2021)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 04.03.2021). – Яз. рус., англ.
- 2) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения овсех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 04.03.2021)
- 3). Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 04.03.2021).
- 4) 6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 04.03.2021).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или

семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий: -рабочие тетради студентов; -наглядные пособия; -гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины); -тезисы лекций, -раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не более 40% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решение задач, упражнений;
- написание рефератов (эссе);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций ситуации;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Аналитическая химия» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждом двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
2. Весы теххимические Leki B5002.
3. Иономеры в комплекте со штативами и электродами «Эксперт-001».
4. Магнитные мешалки LS220.
5. Дистиллятор А-10.
6. Колориметры фотоэлектрические КФК-3, Leki SS1207.
7. Спектрофотометры СФ-56.
8. атомно-абсорбционный спектрометр contrAA-700 (Analytik Jena AG, Германия)
9. Атомно-абсорбционный спектрометр AAS-1N
10. Полярограф ABC-1.1
11. Хромато-масс-спектрометр МАЭСТРО ГХ 7820 (Agilent Technologies, США)
12. Центрифуги.
13. Набор лабораторной посуды.
14. Необходимые реактивы.