

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

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

Н.А. Ломтева, Л.В. Яковлева, Л.Н.
Григорян
04 апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой химии

Л.А. Джигола
04 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Составитель(и)

Абдурахманова Н.М., доцент, к.х.н., доцент

Согласовано с
работодателями:

**Федотова А.В., профессор, д.б.н, заместитель
директора по науке, ведущий научный сотрудник
лаборатории прогнозирования биопродуктивности
агролесоландшафтов Федерального научного
центра агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения РАН,
Ясенявская А.Л., доцент к.м.н. руководитель
научно-исследовательского центра ФГБОУ ВО
Астраханский ГМУ Минздрава России
06.00.00 Биологические науки**

Направление подготовки /
специальность

Биология / Почвоведение

Направленность (профиль)
ОПОП

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

Очная

Год приема

2024

Курс

2

Семестр

3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование у студентов знаний о месте аналитической химии в системе наук, о существе реакций и процессов, используемых в аналитической химии, а также принципов и областей использования основных методов химического анализа, понимания роли химического анализа и навыков владения метрологическими основами анализа.

1.2. Задача освоения дисциплины:

- развить теорию химических и физико-химических методов анализа, процессов и операций в научном исследовании;
- сформировать понятия о существе реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- сформировать навыки владения метрологическими основами анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части и осваивается в 3 семестре.

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

- общая химия;
- неорганическая химия.

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

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

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

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

- органическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов);
- физико-химические методы анализа белков и нуклеиновых кислот;
- биохимия;
- биофизика;
- основы почвоведения;
- органическая химия.

Дисциплина встраивается в структуру ОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

общепрофессиональные:

ОПК-6.С (ОПК 6) Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

ОПК-9.С (ОПК 1) Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК –6	ОПК –6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Знает основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии; историю и методологию биологии теоретические основы современных образовательных и информационных технологий.	Умеет приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные	Владеет (имеет практический опыт) методами математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований для прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.
ОПК-1	ОПК-1 Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности	Знает решение профессиональных задач с помощью основных закономерностей в области химии, прогнозирует последствия своей профессиональной деятельности	Умеет применять основные закономерности в области химии в решении профессиональных задач, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности	Владеет основными закономерностями в области химии для решения профессиональных задач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

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

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в академических часах	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	37,25
- занятия лекционного типа, в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	34,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 3 семестр.

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

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточн ой аттестации [по семестрам]	
	Л		ПЗ		ЛР					КР / КП
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 3.										
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	2				2			4	8	Лабораторная работа №1 «Анализ катионов I группы»
Тема 2. Закон действия масс как	3				3			6	12	Лабораторная работа №2

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
теоретическая основа качественного анализа										«Анализ катионов II группы». Отчет по Лабораторной работе №1
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	3				3			6	12	Лабораторная работа №3 «Анализ катионов III группы». Отчет по Лабораторной работе №2. Контрольная работа №1
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	4				3			6	13	Лабораторная работа №4 «Систематический анализ смеси катионов 1, 2 и 3 групп катионов». Отчет по Лабораторной работе № 3.
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	3				3			6,75	12,75	Лабораторная работа №5 «Анализ катионов IV группы» Отчет по лабораторной работе №4. Контрольная работа №2
Тема 6. Комплексобразование в аналитической химии	3				4			6	13	Лабораторная работа №6 «Систематический анализ смеси катионов

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]	
	Л		ПЗ		ЛР					КР / КП
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
									3 и 4 групп катионов». Отчет по лабораторным работам №5,6. Контрольная работа №3	
Консультации	1									
Контроль промежуточной аттестации	0,25								Экзамен	
ИТОГО за семестр:	18				18		34,75	72		

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

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-6	ОПК-1	
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	8	+	+	2
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	12	+	+	2
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	12	+	+	2
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	13	+	+	2
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	12,75	+	+	2
Тема 6. Комплексобразование в аналитической химии	13	+	+	2
Итого	72			

Краткое содержание учебной дисциплины.

Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа

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

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

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

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

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

Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа

Применение закона действующих масс к обратимым реакциям. Уравнение

константы химического равновесия. Основные положения теории электролитической диссоциации.

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

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

Значение теории электролитической диссоциации в качественном анализе. Производство воды и водородные показатель. Вычисление pH в растворах щелочей и оснований. Буферные системы и их значение в анализе. Вычисление pH буферных растворов.

Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерность

Гидролиз. Механизм гидролиза. Факторы, влияющие на процесс гидролиза. Константы и степень гидролиза. Вычисления константы и степени гидролиза солей. Вычисление pH и pOH в растворах гидролизующихся солей. Значение гидролиза в качественном анализе. Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе.

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы

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

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

Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы

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

Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии

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

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

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Методические рекомендации при проведении лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине. Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру дисциплины и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела (модуля), суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины. Для эффективного проведения лекционного занятия рекомендуется соблюдать последовательность ее основных этапов:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
3. изложение вводной части;
4. изложение основной части лекции;
5. краткие выводы по каждому из вопросов;
6. заключение;
7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Начальный этап каждого лекционного занятия – оглашение основной темы лекции с краткой аннотацией предлагаемых для изучения вопросов. Преподаватель должен сообщить о примерном плане проведения лекции и предполагаемом распределении бюджета времени. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, необходимо кратко сформулировать полученные ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов.

В вводной части достаточно кратко характеризуется место и значение данной темы в курсе, дается обзор важнейших источников и формулируются основные вопросы или задачи, решение которых необходимо для создания стройной системы знаний в данной предметной области. В этой части лекции демонстрируются основные педагогические методы, которые будут использоваться при изложении материала и устанавливается контакт с аудиторией.

Основная часть лекции имеет своей целью раскрытие содержания основных вопросов или разделов и определяется логической структурой плана лекции. При этом используются основные педагогические способы изложения материала: описание-характеристика, повествование, объяснение и др. Преподаватель должен также умело использовать эффективные методические приемы изложения материала – анализ, обобщение, индукцию, дедукцию, противопоставления, сравнения и т.д., обеспечивающие достаточно высокий

уровень качества учебного процесса.

В заключительной части лекции проводят обобщение наиболее важных и существенных вопросов, делаются выводы, формулируются задачи для самостоятельной работы слушателей и указывается рекомендуемая литература. Оставшееся время используют для ответов на вопросы, задаваемые слушателями, и для возможной дискуссии о содержании лекции.

Методические рекомендации к содержанию лекции

Содержание лекционного материала должно строго соответствовать содержательной части утвержденной рабочей учебной программы дисциплины и соответствовать основным дидактическим принципам, которые обеспечивают соответствие излагаемого материала научно-методическим основам педагогической деятельности. Основными из них являются целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

Целостность лекции обеспечивается созданием единой ее структуры, основанной на взаимосвязи задач занятия и содержания материала, предназначенного для усвоения студентами.

Научность лекции предполагает соответствие материала основным положениям современной науки, абсолютное преобладание объективного фактора и доказательность выдвигаемых положений. Для научно обоснованной лекции характерны ясность, логичность, аргументированность, точность и сжатость.

Принцип доступности лекции предполагает, что содержание учебного материала должно быть понятным, а объем этого материала посильным для всех студентов. Это означает, что степень сложности лекционного материала должна соответствовать уровню развития и имеющемуся запасу знаний и представлений студентов.

Систематичность лекционного материала определяется взаимосвязью изучаемого материала с ранее изученным, постепенным повышением сложности рассматриваемых вопросов, взаимосвязью частей изучаемого материала, обобщением изученного материала, стройностью изложения материала по содержанию и внешней форме его подачи, рубрикацией курса, темы, вопроса и единообразием структуры построения материала.

Принцип наглядности содержания лекции требует использования при чтении лекции визуальных носителей информации в виде презентаций, поскольку основной поток информации в учебном процессе воспринимается обучаемым зрительно. Демонстрационный материал во всех случаях должен играть подчиненную роль и не подменять содержания лекции. В каждый момент лекции необходимо демонстрировать только тот наглядный материал, который иллюстрирует излагаемые положения.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Работа над конспектом лекции

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к семинарским и практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению

примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Работа с рекомендованной литературой

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

Подготовка к лабораторным работам

Подготовка к лабораторным занятиям предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

Лабораторные занятия позволяют интегрировать теоретические знания и формировать практические умения и навыки студентов в процессе учебной деятельности.

Структура и последовательность занятий: на первом, вводном, занятии проводится инструктаж обучающихся по охране труда, технике безопасности и правилам работы в лаборатории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа. Обучающиеся также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком прохождения лабораторных занятий, с графиком прохождения контрольных заданий, с основными формами отчетности по выполненным работам и заданиям.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями.

Структура лабораторного занятия:

- Объявление темы, цели и задач занятия.
- Проверка теоретической подготовки студентов к лабораторному занятию.
- Выполнение лабораторной работы.
- Подведение итогов занятия (формулирование выводов).
- Оформление отчета.
- Защита работы преподавателю дисциплины.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков. Этапы развития аналитической химии.	4	Доклад
Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации. Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции	6	Реферат
Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе.	6	Устное сообщение
Условие образования и растворения осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена	6	Устное сообщение
Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.	6,75	Устное сообщение
Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов	6	Устное сообщение

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

В качестве письменных работ предлагается задания по темам для самостоятельной подготовки и оформление отчета проделанных лабораторных работ.

Методические указания по оформлению выполненных заданий для самостоятельной подготовки

1. Студент выполняет свой вариант задания для самостоятельной подготовки согласно теме в письменном виде в отдельной тонкой тетради или в печатном виде. Текст выполненного задания в печатном виде необходимо набирать на компьютере. Размер левого поля 30 мм, правого - 15-20 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. Шрифт – Times New Roman, размер – 14, межстрочный интервал – 1,5. Фразы, начинающиеся с новой строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки (1,25 см).

2. Задания, выполненные небрежно, неразборчиво, без соблюдения требований по оформлению возвращается студенту без проверки с указанием причин возврата на титульном листе.

3. Сдача выполненного задания может проводится на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины, либо по договоренности с преподавателем. Сдача выполненного задания студентом предусматривает объяснения проделанного задания и ответы на вопросы оппонента. Общая оценка выставляется с учетом оценок за работу, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.

4. При оценивании работы будут учитываться следующие пункты: знание и понимание проблемы; умение систематизировать и анализировать материал, четко и обоснованно

формулировать выводы; самостоятельность, способность к определению собственной позиции по проблеме и к практической адаптации материала; аккуратность оформления.

Методические указания по написанию отчета по лабораторной работе

1. Цель и задачи исследования.
2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.
3. Законы, положения, математический аппарат, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы. Статистическая обработка данных.
4. Графическая обработка экспериментальных данных (при необходимости): графики и схемы должны выполняться только на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. На листе, где выполнен график, должны быть указаны наименование графика (под графиком), условия, сноски. Экспериментальные данные для построения градуировочного графика обрабатываются по методу наименьших квадратов.
5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.
6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

Вопросы для контроля

1. Сущность и виды гравиметрического метода анализа.
2. Осаждаемая и весовая формы; требования, предъявляемые к ним.
3. Условия аналитического выделения и свойства кристаллических осадков. Какие цели преследуют созданием определенных условий при осаждении кристаллических осадков?
4. Требования к осадителям. Расчет количества осадителя.
5. Почему раствор осадителя добавляют к раствору осаждаемого вещества, а не наоборот?
6. Пояснить, с какой целью проводят разбавление и нагревание растворов осадителя и осаждаемого вещества, постоянное перемешивание при осаждении.
7. Какие процессы происходят с кристаллическими осадками при их старении? Почему старение осадка выгодно для анализа?
8. Каким объемом а) воды и б) 0,01М раствора серной кислоты можно промыть 0,2 г сульфата бария, чтобы потери не превысили точности гравиметрического метода анализа? $PP(BaSO_4) = 1.1 \cdot 10^{-10}$.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. (компьютерных симуляций и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. Возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

6.1. Образовательные технологии

Интерактивные лекции, разбор конкретных ситуаций, персональная и коллективная внеаудиторная работа в малых группах, «равный обучает равного». Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах off-line в формах: лекций-презентаций, собеседования в режиме чат, форума, чата.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	Лекция-презентация	Не предусмотрено	Лабораторная работа №1 «Анализ катионов I группы»
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	Лекция-презентация	Не предусмотрено	Лабораторная работа №2 «Анализ катионов II группы»
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	Лекция-презентация	Не предусмотрено	Лабораторная работа №3 «Анализ катионов III группы»
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	Лекция-презентация	Не предусмотрено	Лабораторная работа №4 «Систематический анализ смеси катионов 1, 2 и 3 групп катионов»
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	Лекция-презентация	Не предусмотрено	Лабораторная работа №5 «Анализ катионов IV группы»
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	Лекция-презентация	Не предусмотрено	Лабораторная работа №3 «Систематический анализ смеси катионов 3 и 4 групп катионов»»

Учебные занятия по дисциплине могут также проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и (или) off-line в формах видеолекций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются возможности Интернета в учебном процессе и следующие информационные технологии:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»).

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

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <https://biblio.asu.edu.ru> (Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»)
2. <http://www.studentlibrary.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО Гражданско-правовой договор № 146 от 02.08.2016 г. «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Аналитическая химия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	ОПК-1, ОПК-6	Тестовая контрольная работа
Тема 2. Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа.	ОПК-1, ОПК-6	Тестовая контрольная работа
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	ОПК-1, ОПК-6	Тестовая контрольная работа
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы.	ОПК-1, ОПК-6	Тестовая контрольная работа
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	ОПК-1, ОПК-6	Тестовая контрольная работа
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	ОПК-1, ОПК-6	Тестовая контрольная работа

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

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

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

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

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

Критерии оценки для лабораторных работ

- оценка «отлично» выставляется студенту, если полностью выполнены общие требования к выполнению, оформлению и отчету по лабораторным работам: студент может правильно ответить на поставленные вопросы, способен провести анализ и дать оценку полученным результатам;
- оценка «хорошо», если полностью выполнены общие требования к выполнению, оформлению и отчету по лабораторным работам: студент может правильно ответить на поставленные вопросы, способен провести анализ и дать оценку полученным результатам, но имеются не существенные замечания в расчётно-графической части;
- оценка «удовлетворительно», если не полностью выполнены общие требования к выполнению, оформлению и отчету по лабораторным работам: студент демонстрирует разрозненные знания, не способен провести анализ и дать оценку полученным результатам;
- оценка «неудовлетворительно», если студент не может правильно ответить на поставленные вопросы, не способен провести анализ и дать оценку полученным результатам.

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

Тема1. «Предмет, задачи и методы качественного анализа»

1. Раствор, образование которого не связано с изменением объема и тепловым эффектом называют а) стандартным б) идеальным в) разбавленным г) рабочим
2. При растворении какого вещества в воде наблюдается повышение энтальпии?
а) едкого натра б) олеума в) аммиачной селитры г) поваренной соли
3. При увеличении концентрации нелетучего компонента в растворе происходит: а) конденсация части пара над раствором; б) увеличение давления пара над раствором;

в) увеличение концентрации молекул воды в паре над раствором; г) увеличение объема пара над раствором

4. Явление селективной диффузии определенного сорта частиц в растворе через полупроницаемую перегородку называется:

- а) электролитической ионизацией
- б) протолизом
- в) сольволизом
- г) осмосом

5. Как влияет на степень электролитической диссоциации концентрация раствора?

а) степень электролитической диссоциации не зависит от концентрации раствора; б) при разбавлении степень электролитической диссоциации увеличивается; в) при разбавлении степень электролитической диссоциации уменьшается;

г) степень электролитической диссоциации в концентрированных растворах наибольшая.

Тема 2. «Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа»

1. Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является:

- а) NH_4OH ;
- б) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; в) HCl ;
- г) H_2SO_4

1. При определении концентрации сульфата меди йодометрическим методом применяется титрование:

- а) прямое
- б) обратное
- в) по методу замещения
- г) кислотно-основное

2. Какой вид имеет кривая титрования NH_4OH раствором соляной кислоты?

3. Основным уравнением процесса нейтрализации в водных растворах является:

- а) $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
- б) $2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
- в) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \Rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$

5. Укажите верное утверждение:

- а) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования
- б) чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем больше скачок титрования
- в) концентрация титруемой кислоты не влияет на скачок титрования
- г) все ответы не верны.

Лабораторная работа 1 **«Анализ катионов I группы»**

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

Контрольная работа 1.

Тема 2, 3. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа.

Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности.

Вариант 1

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

Вариант 2

1. Вычислить $[H^+]$ в 6% растворе хлороводородной кислоты.
2. Вычислить молярную концентрацию раствора $HCOOH$, если в 250 мл его содержится 1,7 г $HCOONa$ и $[H^+] = 3,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л.
3. Вычислить концентрацию в моль/л раствора $BaCl_2$, если ионная сила раствора его 0,09.
4. 100 мл 23 Н раствора $HCOOH$ смешали с 30 мл 15 Н раствора формиата натрия. Определить pH смеси.
5. Как изменится степень диссоциации в растворе слабого электролита при нагревании раствора; при его длительном упаривании?
6. Сколько мл 0,1 М раствора едкого натра надо добавить к 50 мл 0,15 М раствора дигидрофосфата натрия, чтобы получить раствор с $pH = 7,2$?
7. Вычислить степень гидролиза, pH и равновесные концентрации ионов в 0,5 М растворе сульфида натрия.
8. Сколько граммов ацетата калия надо растворить в 250 мл воды, чтобы получить в результате гидролиза раствор с $pH = 8,5$?

Лабораторная работа 2. **«Анализ катионов II группы»**

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Контрольная работа №1

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы

Вариант 1

1. Одинакова ли растворимость MgF_2 и $BaCO_3$.
2. Пользуясь величинами ПР солей $AgCl$ и $AgBr$ определите, в каком из насыщенных растворов этих солей содержится больше ионов Ag^+ .
3. Вычислить ПР Ag_2CrO_4 , если в 500 мл воды растворили 0,011 г Ag_2CrO_4 .
4. Выпадает ли осадок $Mg(OH)_2$ при действии на 0,2 М раствор $MgSO_4$ равным объемом: 1) 0,2 М раствором NH_3 ; 2) смеси растворов 0,2 М NH_3 и 2 М NH_4OH ?
5. Выпадает ли осадок CaF_2 в растворе, содержащем $10^{-3}M$ $CaCl_2$, 0,1 М NaF и 0,5 г-ион/л H^+ ?
6. В каком случае следует использовать для расчета растворимости концентрационное или условное значение ПР: а) $CaCO_3$ в воде; б) $CaCO_3$ в разбавленном растворе HCl ; в) $CaCO_3$ в растворе CH_3COOH ?
7. При какой концентрации ионов $Fe(III)$ в растворе начнет выпадать осадок $Fe(OH)_3$, если в растворе содержится $2 \cdot 10^{-1} M$ раствор аммиака и 2 М раствор хлорида аммония?

Вариант 2

Влияние pH на растворимость малорастворимого сильного электролита.

1. К 125 мл насыщенного раствора сульфата свинца прибавлено 5 мл 5% раствора вульфата калия. Сколько г-ионов свинца останется в растворе?
2. При какой концентрации ионов магния начнется выпадение осадка гидроокиси магния из раствора, содержащего 0,5 М хлорида аммония и 0,1 М гидроокиси аммония?
3. Ионы Ca^{2+} осадил избытком $(NH_4)_2C_2O_4$, над осадком CaC_2O_4 осталось 200 мл 0,1 М раствора $(NH_4)_2C_2O_4$. Сколько г-ионов Ca^{2+} останется в растворе?
4. Сколько мг $NiCl_2$ должно содержаться в 5 мл раствора с pH 3,5, чтобы при насыщении его 0,1 М сероводородом образовался осадок NiS ?
5. В каком случае растворимость осадка $MgNH_4PO_4$ будет наибольшей, а в каком наименьшей: а) в воде; б) в растворе HCl ; в) в растворе NH_4Cl ?
6. Выпадает ли осадок гидроокиси свинца, если к насыщенному раствору хлорида свинца прибавить равный объем 0,2 М раствор аммиака?

Лабораторная работа II.

«Анализ катионов IV группы»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

Контрольная работа 2.

Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы

Вариант 1

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

Вариант 2

1. Подобрать коэффициенты в следующих уравнениях реакций:
а) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{MnO}_4^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. Что принято в качестве условного нуля отсчета шкалы потенциалов? Как устроен водородный электрод?
3. Сформулируйте правило записи гальванического элемента.
4. Почему не удастся обнаружить ион марганца (II) действием окислителя на концентрированные растворы солей марганца (II)? Ответ подтвердите расчетами.
5. В 1 л раствора, содержащего 0,1 М H_2O_2 и 1 М раствор HCl, растворили 33,2 г KI. Вычислить равновесные концентрации H_2O_2 , I⁻, I_2 .
6. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит 5,61 г KOH.
7. Вычислить потенциал водородного электрода в растворе, 1 л которого содержит 0,5 моль CH_3COOH и 0,5 моль $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$.

Лабораторная работа IV.

«Систематический анализ смеси катионов 1,2,3 группы катионов»

Ход выполнения лабораторной работы описывается в учебном пособии

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

Контрольная работа 3.

Комплексообразование в аналитической химии

Вариант 1

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

Вариант 2

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

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

Тема 1, 2 «Предмет, задачи и методы качественного анализа», «Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа»

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

Тема 2. «Закон действия масс и гетерогенные процессы»

1. Вычислить ПР, если в 100 мл насыщенного раствора содержится 0,00151 г AgCl .

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

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

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

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

«Комплексообразование в аналитической химии»

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

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5 \text{H}_2\text{O}] \text{Cl}_3$, $\text{K}_3[\text{PtCl}_5]$, $\text{Ca}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
 $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$, $\text{Na}_4[\text{Ni}(\text{CN})_6]$.
 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$, $\text{K}[\text{AuCl}_4]$.

Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Как влияют температура, pH, добавление одноименного иона и и посторонних электролитов на растворимость малорастворимого сильного электролита? Одинакова ли растворимость солей MgF_2 и BaCO_3 , если известно, что их ПР приблизительно близки между собой? Вычислить степень диссоциации и концентрацию иона аммония, если к 50 мл 0,1% раствора аммиака прибавлен 1 г KOH.
2. К 150 мл раствора PbCl_2 прибавлено 10 мл 3% раствора NaCl. Сколько моль/л свинца останется в растворе?
3. Сколько мг $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ должно содержаться в 200 мл раствора с pH 3,5 чтобы при насыщении его сероводородом образовался осадок ZnS . Концентрация H_2S = 0,1 моль/л.
4. Какой объем 1% раствора едкого натра надо добавить к 25 мл 0,3 М фосфорной кислоты, чтобы получить раствор с pH 2,5?
5. Смешано 40 мл 0,3 М HCOOK и 20 мл 0,15 М KOH. Вычислить pH и степень гидролиза.
6. В 0,6 М раствор $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_3]$ ввели цианид-ион так, что концентрация последнего получилась 0,005 моль/л. Определить концентрацию иона меди.
7. Сколько грамм NH_4Cl необходимо прибавить к 20 мл раствора, содержащего 0,005 моль MnCl_2 и 0,2 моль раствора аммиака, чтобы осадок не выпадал?
8. Какой объем 0,2 М HCl надо добавить к раствору, содержащему 1 г карбоната натрия в 250 мл воды, чтобы получить раствор с pH 8,52?
10. Вычислить концентрацию ионов H^+ , OH^- , pH и pOH в 0,01М растворе бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, если $K_{\text{ион}} = 6,6 \cdot 10^{-5}$.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-1 Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии наук о земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности				
1.	Задания открытого типа	Явление селективной диффузии определенного сорта частиц в растворе через полупроницаемую перегородку называется:	Осмосом	2
2		Как влияет на степень электролитической диссоциации концентрация раствора?	При разбавлении степень электролитической диссоциации увеличивается	2
3		Установочным веществом для определения концентрации NaOH методом титрования является:	HCl	1
4		Основным уравнением процесса нейтрализации в водных растворах является:	$H_2O \Rightarrow H^+ + OH^-$	2
5		Укажите верное утверждение: 1. Чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования; 2. величина скачка титрования не зависит от силы слабой кислоты 3. С ростом температуры увеличивается ионное произведение воды, что несколько увеличивает скачек титрования и смещает его в сторону более низких значений pH раствора.	Чем меньше концентрация титруемой кислоты, тем меньше скачок титрования	2
ОПК-1 Способен для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии наук о земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности				
1	Задания закрытого типа	Решите задачу: Вычислить [H+] в 6% растворе хлороводородной кислоты.	0,213 моль/л	3

2		<i>Ситуационная задача:</i> Как можно определить электродный потенциал обратимой окислительно-восстановительной реакции?	При контакте металлического проводника с раствором электролита на его поверхности возникает некий заряд, за счет переноса электронов, что приводит к возникновению разности электростатических потенциалов между электродом и находящимся с ним в контакте электролитом. Эта разность называется электродным потенциалом. Абсолютную величину электродного потенциала отдельного электрода измерить невозможно, поэтому измеряют всегда разность потенциалов исследуемого электрода	5
3		Определить $[H^+]$ в растворе, полученном при смешивании 30 мл 0,1 М раствора CH_3COOH и 50 мл 0,3	5,45	2
4		<i>Решите задачу:</i> Какую массу руды, содержащей 60% Fe_2O_3, следует взять для анализа, чтобы после соответствующей обработки на титрование полученной соли железа (II) израсходовать 20,00 мл 0,100	0,5333 г	5
5		<i>Ситуационная задача:</i> Влияние pH на растворимость малорастворимого сильного электролита.	В кислой среде растворимость малорастворимого сильного электролита тем больше, чем больше ее значение PP и чем больше концентрация ионов водорода.	2

ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии				
1	Задания открытого типа	В трех стаканах находятся 0,01М растворы. Укажите (не прибегая к расчету), в каком из растворов значение pH будет больше:	КНСО ₃	5
2		Ситуационная задача: Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: Константа устойчивости, функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса.	При смешивании двух растворов, содержащих ионы металла и лиганд, произойдет ступенчатое комплексообразование, т.е. последовательное присоединение лиганда к металлу Присоединение лиганда к металлу будет происходить до тех пор, пока количество лигандов не станет равным координационному числу комплексообразователя. Устанавливается динамическое равновесие, при котором происходит как образование комплекса, так и его распад. Каждой ступени также соответствует свое состояние равновесия, которое характеризуется соответствующей константой равновесия. Константы К ₁ , К ₂ ...К _n называют ступенчатыми константами устойчивости (образования) комплексов.	5
3		Ситуационная задача: Требования к осадителям. Расчет количества осадителя.	При выборе осадителя выполняется ряд требований, среди которых практическая	5

			необратимость реакции осаждения. Если осадитель летучий, то рекомендуется использовать 2-3-кратный избыток, в случае же нелетучего осадителя ограничиваются введением полуторного его количества.	
4		Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в ацетате свинца, если на титрование раствора, полученного из 0,1000 г его, израсходовали 11,68 мл 0,02500 М раствора ЭДТА.	5,1%	5
5		Решите задачу: Какую массу руды, содержащей 60% Fe ₂ O ₃ , следует взять для анализа, чтобы после соответствующей обработки на титрование полученной соли железа (II) израсходовать 20,00 мл 0,100 Н раствора KMnO ₄ ?	0,53333	10
ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии				
1	Задания закрытого типа	Буферной смесью является:	Смесь дигидрофосфата и гидрофосфата калия	2
2		При добавлении к гидроксиду аммония раствора соли хлорида аммония:	Увеличивается концентрация ионов аммония	3
3		Какой процесс следует считать доминирующим при расчете равновесной концентрации ионов водорода в водном	Диссоциацию по первой ступени	1

		растворе ортомышьяковой кислоты:		
4		При увеличении концентрации одноименного иона растворимость вещества	Уменьшается	1
5		Вычислить ПР Ag_2CrO_4 , если в 500 мл воды растворили 0,011 г Ag_2CrO_4 .	$1,15 \cdot 10^{-12}$	3

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

Текущий и внутрисеместровый контроль, промежуточная аттестация учебных достижений студентов проводится путем балльно-рейтинговой системы. Общая оценка учебных достижений студента в семестре по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение данного семестра.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Выполнение и отчет по лабораторной работе	4/7	28	по расписанию
2.	Выполнение заданий для самостоятельного решения	9/4	36	по расписанию
3.	Тестирование	2/8	16	по расписанию
Всего			82	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	9/1	9	
5.	Своевременное выполнение всех заданий	9/1	9	
Всего			18	-
Всего			100	

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-5
Неготовность к занятию	-10
Пропуск занятия без уважительной причины	-0,2

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

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

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

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература:

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

8.2. Дополнительная литература:

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа : рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов ... по химико-технологическим специальностям . - 4-е изд. ; стереотип. - М. : Дрофа, 2004. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-8745-0 (кн. 1): 158-00 : 158-00.(16 экз.).
2. Харитонов Ю.Л. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн. 2 : учеб. Для вузов. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М. : Высш. шк., 2001. - 559 с. - ISBN 5-06-003965-X: 106-13 : 106-13.(6 экз.).
3. Харитонов Ю. Я., Аналитическая химия : учебник / Ю. Я. Харитонов - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-4400-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html>
4. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений : учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 240 с. - ISBN 978-5-9704-3272-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех».<https://biblio.asu.edu.ru> Учетная запись образовательного портала АГУ
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru. Регистрация с компьютеров АГУ

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости

осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).