Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.М. Дигурова
«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Направление 03.03.02 Физика

Профиль: " Физика конденсированного состояния "

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2017г.)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07. 08. 2014 г. № 937, учебным планом подготовки бакалавра по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» от 30.04. 2020 г., протокол № 9.

Составитель: Неёлова О.В., доцент кафедры общей и неорганической химии

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 13/19-20 от 17 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой_____Л.М. Кубалова

Одобрена Советом физико-технического факультета

(протокол №7 от «29» июня 2020 г.)

Председатель_____И.В. Тваури

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	1	-
Семестр	2	-
Лекции	18	-
Практические (семинарские) занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	-
Консультации	-	-
Итого аудиторных занятий	54	-
Самостоятельная работа	63	-
Курсовая работа	-	-
Форма контроля		
Экзамен	Экзамен 27	-
Зачет	-	-
Общее количество часов	144	-

2. Цели освоения дисциплины:

Преподавание дисциплины предусматривает формирование и развитие знаний, умений и навыков по фундаментальным теоретическим и экспериментальным основам аналитической химии и их применение в практической области. Данная дисциплина способствует выработке у студента интереса к исследовательской деятельности и применению полученных знаний при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

Основными задачами дисциплины являются:

1. Формирование творчески работающих бакалавров с развитым научным мышлением, обладающих необходимым запасом знаний в области аналитической химии, способных использовать теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность и инициативу.
2. Овладение количественными химическими и физико-химическими методами анализа, что позволит в дальнейшем осуществлять студенту его профессиональную деятельность.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Б.1.В.ДВ.06.01. Вариативная часть блока Блока 1. Дисциплина по выбору

Дисциплина «Аналитическая химия» является учебной дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы (далее — ОПОП) направления подготовки «Физика», квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения дисциплины «Аналитическая химия» необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин: «Химия», «Математика», «Общая физика».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося при освоении дисциплины «Аналитическая химия»:

Знать:

1) основы химической науки как области современного естествознания, химических превращений неорганических и органических веществ, как основы многих явлений живой и неживой природы; углубление представлений о материальном единстве мира.

Уметь:

1) самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учебе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;

2) устанавливать связи между реально наблюдаемыми химическими явлениями и процессами, происходящими в микромире, объяснять причины многообразия веществ, зависимость их свойств от состава и строения, а также зависимость применения веществ от их свойств;

3) использовать информационно-коммуникационные технологии, активно пользоваться справочными материалами и учебной литературой по химии.

Владеть:

1) основами химической грамотности: способностью анализировать и объективно оценивать жизненные ситуации, связанные с химией, навыками безопасного обращения с веществами, используемыми в повседневной жизни; умением анализировать и планировать экологически безопасное поведение в целях сохранения здоровья и окружающей среды;

2) представлениями о значении химической науки в решении современных экологических проблем, в том числе в предотвращении техногенных и экологических катастроф;

3) первоначальными систематизированными представлениями о веществах, их превращениях и практическом применении, понятийным аппаратом и символическим языком химии;

4) устной и письменной речью, монологической контекстной речью.

Дисциплина «Аналитическая химия» имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с последующими дисциплинами и практиками учебного плана, а именно: «Молекулярная физика», «Общая физика», «Основы геологии. Геотектоника и геодинамика», «Биофизика», «Безопасность жизнедеятельности», «Экология», «Геохимия», «Нанотехнологии и наноматериалы».

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Аналитическая химия» предполагает формирование у студента следующих общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке **(ОПК-1);**
- способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта **(ПК-2);**
- способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования **(ПК-8).**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

1. Основные теоретические положения, лежащие в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ (ОПК-1, ПК-2, ПК-8).
2. Природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа (ОПК-1, ПК-2).
3. Специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа (ОПК-1, ПК-2).
4. Основы химических методов качественного и количественного анализа – специфические реакции, действие групповых реагентов, основы гравиметрического и титриметрического анализа (ОПК-1, ПК-2).
5. Основы физико-химических методов анализа: оптических, электрохимических и хроматографических (ОПК-1, ПК-2).
6. Методы и способы выполнения качественного анализа, методы обнаружения неорганических катионов и анионов (ОПК-1, ПК-2).
7. Методы, приемы и способы выполнения химического и физико-химического анализа для установления качественного состава и количественных определений (ОПК-1, ПК-2).
8. Методы разделения веществ (химические, хроматографические, экстракционные) (ОПК-1, ПК-2).
9. Основные положения теории учета погрешностей анализа и статистической обработки результатов анализа (ОПК-1, ПК-2).
10. Правила техники безопасности и работы в химической лаборатории и с аналитической аппаратурой (ОПК-1, ПК-2, ПК-8).

Уметь:

1. Самостоятельно работать с учебной и справочной литературой по аналитической химии (ОПК-1, ПК-2).
2. Правильно использовать номенклатуру неорганических и органических соединений (ОПК-1, ПК-2).
3. Пользоваться основными реактивами, растворителями, химической посудой (ОПК-1, ПК-2).
4. Готовить растворы с заданной концентрацией растворенных веществ (ОПК-1, ПК-2).
5. Проводить лабораторные опыты, объяснять сущность конкретных реакций и их аналитические эффекты, оформлять результаты экспериментальной работы в виде отчета (ОПК-1, ПК-2, ПК-8).

Владеть:

1. Владеть основными приемами и техникой выполнения экспериментов, иметь навыки работы с физико-химическими приборами и установками (ОПК-1, ПК-2).
2. Навыками обработки результатов эксперимента и формулирования практических выводов (ОПК-1, ПК-2, ПК-8).

Общим средством контроля является введенная в университете балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов специалитета и направлений бакалавриата.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Для этого используется проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, а также материалы на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Количество баллов		Литература
		л	лаб	Содержание	Часы		min	max	
1-2	**Введение в аналитическую химию** Основные разделы современной аналитической химии. Краткий исторический очерк развития аналитической химии. **Теоретические основы химического качественного анализа** Качественный анализ катионов и анионов. Аналитическая классификация катионов по группам и их связь с периодической системой. Аналитическая классификация анионов. Дробный и систематический анализ. ТБ и правила работы в химической лаборатории. Посуда, оборудование, реактивы. **Лаб. работа № 1.** Техника выполнения аналитических реакций	2	4	Общие теоретические основы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Общая схема аналитического определения. Общий ход анализа вещества (обнаружение катионов и анионов). Применение некоторых положений теории растворов электролитов, закон действующих масс в аналитической химии. Сильные и слабые электролиты.	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы	**0**	**6**	**[1]-[12]**
3-4	**Теоретические основы химического количественного анализа**	2	4	Подготовка образца к анализу. Средняя проба, отбор средней пробы жидкости, твердого тела (однородной и неоднородной).	6		**0**	**6**	**[1]-[12]**

	Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Гравиметрический анализ. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, отгонки). Статистическая обработка результатов количественного анализа. **Лаб. работа № 2.** Основы качественного анализа катионов и анионов			Масса пробы. Растворение пробы или её сплавление с солями. Классификация погрешностей (ошибок) количественного анализа. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Произведение растворимости. Условие образования осадков малорастворимых электролитов. Влияние различных факторов на полноту осаждения и растворение осадков.		Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы			
5-6	**Теоретические основы титриметрических методов анализа** Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа. Способы и методы титрования. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы приготовления и установки концентрации рабочих растворов. Расчеты в титриметрическом анализе. **Лаб. работа № 3.** Основы гравиметрического анализа	2	4	Измерительная посуда. Способы выражения состава растворов и вычисление в различных методах титриметрического анализа. Титрование. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Стандартные и стандартизированные растворы. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Точность титриметрического анализа.	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы	**0**	**6**	**[1]-[12]**
7-8	**Теоретические основы кислотно-основного титрования** Сущность кислотно-основного титрования. Первичные стандарты для растворов кислот и щелочей.	2	4	Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии. Понятие о протолитической теории кислот и оснований. Протолитические равновесия в	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы	**0**	**7**	**[1]-[12]**

	Стандартизация растворов кислот и щелочей. Кривые титрования. Индикаторы в методе нейтрализации. **Лаб. работа № 4.** Количественное определение кислот и оснований методом кислотно-основного титрования			воде. Константы кислотности и основности, их показатели. Расчет pH в растворах протолитов. Гидролиз и его использование в аналитической химии. Константа и степень гидролиза. Буферные системы.					
9	**1 РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ**			Подготовка к 1 рубежной аттестации	5	Компьютерное тестирование	**0**	**25**	**[1]-[12]**
9-10	**Теоретические основы методов окислительно-восстановительного титрования** Сущность окислительно-восстановительного титрования. Реакции окисления-восстановления. Скорость и механизм реакций окисления-восстановления. Редокс-индикаторы. Молярная масса эквивалента в реакциях окисления-восстановления. Кривые титрования. Индикаторы. Перманганатометрия. Иодометрия. Дихроматометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение. **Лаб. работа № 5.** Основы перманганатометрического и дихроматометрического методов анализа	2	4	Применение в анализе окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительные потенциалы. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, используемые в анализе. Количественная характеристика полноты протекания окислительно-восстановительных реакций.	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы	**0**	**5**	**[1]-[12]**
11-12	**Теоретические основы методов комплексонометрического титрования** Общая характеристика метода	2	4	Комплексные соединения и органические реагенты. Свойства комплексных соединений, используемые в аналитической	6	Конспект, устный опрос, подготовка и	**0**	**5**	**[1]-[12]**

	использования реакций комплексообразования в аналитической химии. Равновесие реакций комплексообразования. Константы устойчивости. Сущность метода комплексонометрии. Рабочие растворы. Кривые титрования. Индикаторы. **Теоретические основы методов осадительного титрования** Сущность осадительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения. Классификация методов. Способы проведения осадительного титрования, кривые титрования, индикаторы метода осадительного титрования. Аргентометрия. Сущность метода. Применение аргентометрии. **Лаб. работа № 6.** Основы комплексонометрического и аргентометрического методов анализа			химии. Использование комплексообразования для определения, маскирования ионов, для растворения осадков, для изменения потенциала и др. Особенности комплексообразующих органических реагентов. Комплексоны, их применение в химическом анализе.		оформление лаб. работы			
13-14	**Введение в физико-химические методы анализа** Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА. Понятие об аналитическом сигнале в физико-химическом анализе. Особенности аналитических сигналов в спектральных, электрохимичесих и хроматографических методах. Оптические методы анализа. Классификация оптических методов	2	4	Способы регистрации аналитических сигналов. Линейные и экспоненциальные связи между концентрацией и аналитическим сигналом. Метод спектрофотометрии, его сущность. Принципиальная схема спектрофотометра. Назначение основных узлов (источника излучения, монохроматора, кюветы, фотометра). Рефрактометрия: сущность метода и принципиальная схема	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы	**0**	**5**	**[1]-[12]**

	анализа. Основной закон фотометрии. Фотометрия. Спектрофотометрия. Рефрактометрия. **Лаб. работа № 7.** Фотометрическое определение содержания меди в растворе. Основы рефрактометрии			рефрактометров. Область аналитического применения рефрактометрии.					
15-16	**Электрохимические методы анализа** Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрический анализ. Потенциометрическое титрование. Кондуктометрический анализ. Прямая кондуктометрия. Основные понятия. Полярографический анализ. Уравнение Ильковича. **Лаб. работа № 8.** Потенциометрическое определение концентрации ионов водорода в водных растворах. Кондуктометрия. Определение величины удельной электропроводности в минеральных водах	2	4	Физические основы потенциометрического метода анализа: закон Нернста. Электроды, применяемые в ионометрии. Определение pH растворов. Сущность кондуктометрического метода анализа: закон Ома. Применение метода кондуктометрии в аналитических целях. Сущность метода полярографии.	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. работы	**0**	**5**	**[1]-[12]**
17-18	**Общая характеристика методов разделения и концентрирования Хроматографические методы. Экстракция** Классификация методов разделения и концентрирования. Основные характеристики разновидностей хроматографии (газовая, жидкостная, тонкослойная).	2	2	История открытия метода хроматографии. Основные типы сорбентов. Способы получения хроматограмм. Графическое изображение хроматограмм и их расшифровка Аналитические возможности метода хроматографии, круг решаемых задач. Применение	6	Конспект, устный опрос, подготовка и оформление лаб. Работы	**0**	**5**	**[1]-[12]**

	Ионнообменная хроматография. Газовая (газо-жидкостная и газоадсорбционная). Экстракция. Классификация экстракционных процессов. Теория экстракционных методов. Закон распределения. **Лаб. работа № 9.** Хроматографическое и экстракционное разделение ионов			метода хроматографии. Экстракция. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Основные органические реагенты, используемые в экстракции элементов.					
18	**2 РУБЕЖНАЯ АТТЕСТАЦИЯ**		2	Подготовка к 2 рубежной аттестации	4	Компьютерное тестирование	**0**	**25**	**[1]-[12]**
	ИТОГО	**18**	**36**		**63**		**0**	**100**	

6. Образовательные технологии

Лекции, лекции-беседы, практические занятия, самостоятельная работа студентов (доклады, презентации).

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии,* направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при подготовке к практическим занятиям, обеспечивающим возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

Используется анализ, сравнение методов исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем безопасности жизнедеятельности на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении поисковых работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, решении олимпиадных задач, на еженедельных консультациях.

Инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе, основаны на использовании современных достижений науки и информационных технологий. Направлены на повышение качества подготовки путем развития у студентов творческих способностей и самостоятельности (методы проблемного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, рейтинговые системы обучения и контроля знаний и др.). Нацелены на активизацию творческого потенциала и самостоятельности студентов и могут реализовываться на базе инновационных структур (научных лабораторий, центов, предприятий и организаций и др.).

В процессе обучения используются интерактивные методы обучения: творческие задания, разработка проектов, работа в малых группах, исследовательский метод обучения, деловые и ролевые игры, круглые столы, диспуты, семинары.

Традиционные лекции и лабораторные занятия проводятся в форме с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Используются балльно-рейтинговая система оценки знаний, технологии с применением дистанционного обучения на платформе «Moodle» http://lms.nosu.ru/.

Примечания:

1. Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
2. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Cisco Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью (для очной формы обучения 63 часа) и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературных данных и электронных источников информации по заданной теме;
- оформления лабораторных работ;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического материала для подготовки к практическим и лабораторным занятиям;
- решения расчетных задач;
- выполнения химических упражнений по теме занятия;
- работы с тестами и вопросами для самопроверки;
- подготовки к рубежным аттестациям и экзамену.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Самостоятельная работа студентов должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

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

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д. Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернет-источниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ на платформе Moodle (http://dist-edu.nosu; http://lms.nosu.ru).

Критерии формирования оценок при представлении конспектов или лабораторных работ

1. Конспект соответствует предложенной теме, имеет вступление, основную часть и заключение; в лабораторной работе представлены цель работы, ее ход с описанием экспериментальной работы, сделаны выводы по работе – 2 б.
2. Тема раскрыта полностью, студент продемонстрировал способность анализировать разные представленные результаты теоретических и экспериментальных исследований, правильно выполнены все расчеты и приведены уравнения реакций, дана полная характеристика полученных химических соединений – 2 б.

Максимальное количество баллов – 4.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения заданий к практическим и лабораторным занятиям, а также устных ответов, решения задач, выполнения химических упражнений, выступлений с докладами и рефератами, оценки подготовленных студентами презентаций.

8.1. Методика формирования результирующей оценки

Минимальное количество баллов, которое студент может набрать в ходе изучения курса для получения экзамена, – 56; максимальное – 100. Баллы складываются из следующих показателей: за регулярные выступления и работу на лабораторных и практических занятиях, решение задач и выполнение самостоятельной работы – до 25 баллов за каждый рубеж; за тестирование – до 25 баллов на каждой рубежной контрольной, до 50 баллов на устном ответе.

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ

Форма контроля	Мин. кол-во баллов	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из: • ***Работы на лекциях*** • ***Выполнения заданий на лабораторных занятиях*** • ***Выполнения домашних заданий*** • ***Самостоятельных работ***	**0** **0** **0** **0** **0**	**25** **4** **7** **8** **6**
1-я рубежная аттестация	**0**	**25**
Текущая оценка студента в течение 9-17 недели состоит из: • ***Работы на лекциях*** • ***Выполнения заданий на лабораторных занятиях*** • ***Выполнения домашних заданий*** • ***Самостоятельных работ***	**0** **0** **0** **0** **0**	**25** **4** **7** **8** **6**
2-я рубежная аттестация	**0**	**25**
Итого	**0**	**100**

Паспорт

фонда оценочных средств по дисциплине

«Аналитическая химия»

№	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1. **Введение в аналитическую химию**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
2.	Тема 2. **Теоретические основы химического качественного анализа**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
3.	Тема 3. **Теоретические основы химического количественного анализа**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
4.	Тема 4. **Гравиметрический анализ**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
5.	Тема 5. **Теоретические основы титриметрических методов анализа**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
6.	Тема 6. **Способы приготовления и установки концентрации рабочих растворов**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э

7.	Тема 7. **Теоретические основы кислотно-основного титрования**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
8.	Тема 8. **Кривые титрования. Индикаторы в методе нейтрализации**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
9.	Тема 9. **Теоретические основы методов окислительно-восстановительного титрования**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
10.	Тема 10. **Перманганатометрия. Иодометрия. Дихроматометрия**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
11.	Тема 11. **Теоретические основы методов комплексонометрического титрования**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
12.	Тема 12. **Теоретические основы методов осадительного титрования**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
13.	Тема 13. **Введение в физико-химические методы анализа**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
14.	Тема 14. **Оптические методы анализа**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
15.	Тема 15. **Электрохимические методы анализа, их классификация**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
16.	Тема 16. **Потенциометрический, кондуктометрический и полярографический методы анализа**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
17.	Тема 17. **Общая характеристика методов разделения и концентрирования Хроматографические методы**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э
18.	Тема 18. **Экстракция. Классификация экстракционных процессов**	ОПК-1, ПК-2, ПК-8	Сб, К, УО, РЗ, ВУ, ТК, Э

Форма оценочного средства: проверка конспектов К, устный опрос УО, собеседование Сб; решение задач РЗ, выполнение упражнений ВУ тестирование компьютерное ТК; экзамен Э.

8.2. Типовые задания оценочных средств

8.2.1. Лабораторные и практические занятия

Критерии формирования оценок

Лабораторные и практические занятия призваны научить студента самостоятельно работать с учебными текстами, интернет-ресурсами, анализировать материал, самостоятельно делать выводы.

Целью лабораторных и практических занятий для студентов, приступающих к изучению курса, является:

1) знакомство с базовыми понятиями курса;
2) приобретение навыков анализа полученной на лекциях и самостоятельно найденной информации;
3) выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу;
4) формирование навыков устного выступления и участия в дискуссиях;
5) формирование навыков решения задач и выполнения упражнений;
6) формирование навыков работы с химической аналтитческой посудой и реактивами;
7) формирование навыков работы с физико-химическими приборами и установками;
8) формирование навыков обработки результатов эксперимента и формулирования практических выводов.

8.2.2. Типовые задания для лабораторных и практических занятий

ТЕМА № 1: ТБ и правила работы в химической аналитической лаборатории. Посуда, оборудование, реактивы. Техника выполнения аналитических реакций.

(лабораторно-практическое занятие, 4 часа)

Цель занятия:

Ознакомиться с правилами техники безопасности и работы в химической аналитической лаборатории.

Ознакомиться с химической посудой, приборами и реактивами, используемыми в лабораторном практикуме.

Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради для лабораторно-практических работ.

Лаб. работа № 1. Техника выполнения аналитических реакций.

ТЕМА № 2: Качественный анализ катионов и анионов. Дробный и систематический анализ.

(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:

Рассмотреть теоретические основы химического качественного анализа катионов и анионов, их классификацию, аналитические реакции, используемые в качественном анализе катионов и анионов.

Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради для лабораторно-практических работ.

Лаб. работа № 2. Основы качественного анализа катионов и анионов.

Вопросы для обсуждения:

1. Введение в аналитическую химию.
2. Основные разделы современной аналитической химии.
3. Краткий исторический очерк развития аналитической химии.
4. Теоретические основы химического качественного анализа
5. Качественный анализ катионов и анионов.
6. Аналитическая классификация катионов по группам и их связь с периодической системой. Аналитическая классификация анионов.
7. Дробный и систематический анализ.
8. Применение некоторых положений теории растворов электролитов, закон действующих масс в аналитической химии. Сильные и слабые электролиты.

Решить задачи:

1. Вычислить массу кристаллогидрата $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, необходимую для приготовления 250 мл 0,1 М раствора соли сульфата меди.
2. В 1 л раствора содержится 10,6 г карбоната натрия. Рассчитать молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента раствора и титр раствора.
3. Для приготовления раствора взяли 5,6 г гидроксида калия и 500 г воды. Вычислить массовую долю гидроксида калия в растворе, молярную концентрацию раствора и титр, если плотность раствора 1,12 г/мл.
4. Вычислить массу сульфата цинка, содержащегося в 150 мл 0,05 М раствора.
5. Вычислить массу гидроксида бария, содержащегося в 80 мл 0,2 н. раствора.

ТЕМА № 3: Теоретические основы химического количественного анализа. Гравиметрический анализ.

(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:

Рассмотреть классификацию методов количественного анализа и требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Изучить основы гравиметрического анализа, классификацию методов гравиметрического анализа. Рассмотреть статистическую обработку результатов количественного анализа.

Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради для лабораторно-практических работ.

Лаб. работа № 3. Основы гравиметрического анализа.

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация методов количественного анализа.
2. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
3. Подготовка образца к анализу. Средняя проба, отбор средней пробы жидкости, твердого тела (однородной и неоднородной). Масса пробы. Растворение пробы (в воде, водных растворах кислот, в других растворителях), обработка пробы насыщенными растворами соды, поташа или их сплавление с солями.
4. Гравиметрический анализ, классификация методов.
5. Основные этапы гравиметрического определения по методу осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к этим формам.

6. Понятие о механизме образования осадков. Условия образования кристаллических и аморфных осадков.
7. Классификация погрешностей (ошибок) анализа.
8. Статистическая обработка результатов количественного анализа.
9. Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа.
10. Способы и методы титрования. Требования к реакциям, используемым в титриметрии.
11. Стандартные и стандартизированные растворы. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы.

Решить задачи:

1. Как изменится растворимость оксалата кальция в одном литре раствора в присутствии 0,10 моль/л раствора хлорида калия по сравнению с его растворимостью в чистой воде? ПР оксалата кальция = $2,3 \cdot 10^{-9}$.
2. Образуется ли осадок хлорида серебра при смешивании равных объемов раствора хлорида калия и нитрата серебра, если их исходные молярные концентрации составляют $5 \cdot 10^{-4}$ моль/л.
3. Рассчитайте во сколько раз растворимость хлорида серебра в 0,001 н. растворе хлорида натрия меньше по сравнению с растворимостью его в чистой воде?
4. Рассчитать массовую долю (%) серебра в сплаве, если для анализа взята навеска массой 0,4368 г, которая переведена в раствор объемом 300,0 мл, а из аликвоты 125,0 мл получено 0,0958 г осадка Ag_2CrO_4.
5. Рассчитать массовую долю (%) алюминия в сплаве, если для анализа взята навеска сплава массой 8,5191 г, которую растворили в мерной колбе вместимостью 200мл , и из аликвоты 25 мл получили 0,1783 г Al_2O_3 гравиметрической формы.
6. Из пяти параллельных определений содержания марганца в образце требуется рассчитать стандартное отклонение единичного анализа и доверительный интервал среднего значения содержания Mn, %: 0,69; 0,68; 0,70; 0,67; 0,66.

ТЕМА № 4: Теоретические основы методов кислотно-основного титрования

(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:

Рассмотреть сущность кислотно-основного титрования, кривые титрования, индикаторы в методе нейтрализации.

Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради.

Лаб. работа № 4. Количественное определение кислот и оснований методом кислотно-основного титрования.

Вопросы для обсуждения:

1. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии.
2. Понятие о протолитической теории кислот и оснований.
3. Протолитические равновесия в воде.
4. Константы кислотности и основности, их показатели.
5. Расчет pH в растворах протолитов.
6. Гидролиз и его использование в аналитической химии. Константа и степень гидролиза.
7. Буферные системы.
8. Сущность кислотно-основного титрования.
9. Первичные стандарты для растворов кислот и щелочей.
10. Стандартизация растворов кислот и щелочей.

11. Кривые титрования.
12. Индикаторы в методе нейтрализации.

Решить задачи:

1. Вычислить pH раствора, полученного при сливании 20,0 мл 0,1 М раствора NaOH и 16,0 мл 0,08 М раствора HCl.
2. Вычислить pH раствора, полученного при сливании 20,0 мл 0,1 М раствора NH_4OH и 16,0 мл 0,08 М раствора HCl.
3. Вычислить pH 0,1 М раствора уксусной кислоты. Ка $CH_3COOH = 1,74 \cdot 10^{-5}$.
4. Вычислить pH 0,5 М раствора хлорида аммония. $K_в$ $NH_4OH = 1,76 \cdot 10^{-5}$. Составить уравнение реакции гидролиза соли в молекулярной и ионной форме.
5. Навеску технического гидроксида натрия массой 0,6502 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 25,0 мл раствора с фенолфталеином израсходовали 18,4 мл 0,2000 М HCl, Вычислить массовую долю (%) NaOH в образце.
6. Аликвоту 15,0 мл азотной кислоты разбавили водой до 500,0 мл. На титрование 20,0 мл этого раствора с метиловым оранжевым израсходовали 12,8 мл 0,09560 М раствора KOH. Вычислить концентрацию кислоты в исходной смеси.
7. Навеску мела массой 0,2675 г растворили в 50,0 мл 0,1545 М раствора HCl. Избыток кислоты оттитровали 22,8 мл 0,1354 М раствора NaOH. Найти массовую долю (%) $CaCO_3$ и CaO в образце.

ТЕМА № 5: Теоретические основы методов окислительно-восстановительного титрования

(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:
Рассмотреть применение в анализе окислительно-восстановительных реакций, сущность окислительно-восстановительного титрования, кривые титрования и редокс-индикаторы.
Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради.

Лаб. работа № 5. Основы перманганатометрического и дихроматометрического методов анализа.

Вопросы для обсуждения:

1. Применение в анализе окислительно-восстановительных реакций.
2. Окислительно-восстановительные потенциалы.
3. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
4. Основны
5. е неорганические и органические окислители и восстановители, используемые в анализе. Количественная характеристика полноты протекания окислительно-восстановительных реакций.
6. Сущность окислительно-восстановительного титрования.
7. Скорость и механизм реакций окисления-восстановления.
8. Редокс-индикаторы.
9. Молярная масса эквивалента в реакциях окисления-восстановления.
10. Кривые титрования.
11. Перманганатометрия. Иодометрия. Дихроматометрия. Индикаторы. Рабочие растворы.

Выполнить упражнения:

1. Закончить уравнения реакций и уравнять методом ионно-электронного баланса:

   $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \ldots$

   $KMnO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + KOH \rightarrow \ldots$

   $FeSO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow \ldots$

   $Mn(NO_3)_2 + PbO_2 + HNO_3 \rightarrow \ldots$

   $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow \ldots$

2. Составить уравнение Нернста для следующей окислительно-восстановительной пары: CrO_4^{2-} / Cr^{3+}.
3. Можно ли с помощью дихромата калия в кислой среде окислить: а) Fe (II) в Fe(III); б) Mn^{2+} в MnO_4^-. Ответ подтвердить расчетами.
4. Составить уравнение Нернста для следующей окислительно-восстановительной пары: MnO_4^- / Mn^{2+}.

Решить задачи:

1. Вычислить потенциал серебряного электрода при температуре 25°С, опущенного в раствор его соли с активностью ионов Ag^+ 0,001 моль/л.
2. В мерную колбу объемом 50,0 мл поместили 20,0 мл раствора пероксида водорода и довели содержимое колбы до метки дистиллированной водой. На титрование 10,0 мл этого раствора израсходовано 10,2 мл раствора $KMnO_4$ с $T(KMnO_4)$ = 0,001538 г/мл. Найти массовую концентрацию пероксида водорода в исходном растворе (г/л).
3. Из навески технической $H_2C_2O_4$ массой 0,6500 г приготовили 250,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл полученного раствора израсходовали 13,1 мл раствора $KMnO_4$ с $T(KMnO_4)$ = 0,001287 г/мл. Вычислить массовую долю (%)$H_2C_2O_4$ в техническом образце.

ТЕМА № 6: Теоретические основы методов комплексонометрического и осадительного титрования

(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:
Рассмотреть свойства комплексных соединений и их использование в аналитической химии. Изучить теоретические основы методов комплексонометрического и осадительного титрования.
Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради.

Лаб. работа № 6. Основы комплексонометрического и аргентометрического методов анализа.

Вопросы для обсуждения:

1. Комплексные соединения и органические реагенты.
2. Свойства комплексных соединений, используемые в аналитической химии.

3. Использование комплексообразования для определения, маскирования ионов, для растворения осадков, для изменения потенциала и др.
4. Особенности комплексообразующих органических реагентов.
5. Комплексоны, их применение в химическом анализе.
6. Общая характеристика метода использования реакций комплексообразования в аналитической химии.
7. Равновесие реакций комплексообразования. Константы устойчивости.
8. Сущность метода комплексонометрии. Рабочие растворы. Кривые титрования. Индикаторы.
9. Сущность осадительного титрования.
10. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения.
11. Классификация методов.
12. Способы проведения осадительного титрования, кривые титрования, индикаторы метода осадительного титрования.
13. Аргентометрия. Сущность метода. Применение аргентометрии.

Выполнить упражнения:

1. Назвать данные комплексные соединения, указать комплексообразователь и лиганды, координационное число и заряд комплексообразователя, внешнюю и внутреннюю сферы, тип гибридизации и строение комплексного иона. Как протекает процесс диссоциации этих комплексных соединений в растворе? Написать выражение для константы нестойкости комплексного иона.

   $Na[AuBr_4]$, $K[Pt(NH_3)Cl_5]$, $K[Co(CN)_4(H_2O)_2]$, $[Cd(NH_3)_4](OH)_2$, $Na_3[Co(NO_2)_6]$.

2. Составить формулы следующих соединений:
   гексацианоферрат (II) калия,
   нитрат динитрохлоротриамминплатины (IV),
   хлорид хлородиамминаквапалладия (II),
   тетранитродиамминкобальтат (II) калия,
   трибромотриамминкобальт.

Решить задачи:

1. Вычислить массу 10% раствора гидроксида калия, необходимого для растворения 7,8 г гидроксида алюминия.
2. Определить равновесные концентрации ионов меди (II) и молекул аммиака в 0,1 М растворе сульфата тетраамминмеди (II).
3. Вычислить массу серебра, образующегося при действии избытка цинка на 300 мл раствора хлорида диамминсеребра (I) с концентрацией 0,2 моль/л.
4. Вычислить объем 0,1 М раствора тиосульфата натрия $Na_2S_2O_3$, необходимый для растворения 3,76 г бромида серебра.
5. На титрование 10,00 мл 0,05000 моль/л раствора $MgS0_4$ затрачено 12,50 мл раствора комплексона III. Какова молярная концентрация титранта (моль/л)?
6. Вычислить общую жесткость воды (Ca^{2+} и Mg^{2+} на 1 л) в тысячных долях эквивалентной массы, если на титрование 100,0 мл природной воды пошло в среднем 17,60 мл 0,0502 моль-экв/л раствора комплексона. (Ответ: 8,84 мг-экв-л).
7. Рассчитайте навеску трилона Б, необходимую для приготовления 250 мл 0,05 М раствора трилона Б.

ТЕМА № 7: Введение в физико-химические методы анализа.

Оптические методы анализа
(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:
Рассмотреть общую характеристику инструментальных методов анализа, классификацию ФХМА, понятие об аналитическом сигнале в физико-химическом анализе, оптические методы анализа.
Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради.

Лаб. работа № 7. Фотометрическое определение содержания меди в растворе. Основы рефрактометрии.

Вопросы для обсуждения:

1. Общая характеристика инструментальных методов анализа.
2. Классификация ФХМА.
3. Понятие об аналитическом сигнале в физико-химическом анализе.
4. Особенности аналитических сигналов в спектральных, электрохимичесих и хроматографических методах.
5. Способы регистрации аналитических сигналов. Линейные и экспоненциальные связи между концентрацией и аналитическим сигналом.
6. Оптические методы анализа.
7. Классификация оптических методов анализа.
8. Фотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
9. Оптическая плотность.
10. Молярный и удельный коэффициенты светопоглощения, их физический смысл.
11. Графический и расчетный способы нахождения концентрации веществ.
12. Метод спектрофотометрии, его сущность.
13. Принципиальная схема спектрофотометра. Назначение основных узлов (источника излучения, монохроматора, кюветы, фотометра).
14. Рефрактометрия: сущность метода и принципиальная схема рефрактометров.
15. Область аналитического применения рефрактометрии.

Решить задачи:

1. При фотометрическом определении ионов меди (II) с гидроксидом аммония стандартный раствор концентрации 1мг/л в кювете на 2 см имеет оптическую плотность 0,26. Оптическая плотность исследуемого раствора в той же кювете равна 0,51. Рассчитайте молярный коэффициент светопоглощения и концентрацию ионов меди (II) (мг/л) в исследуемом растворе.
2. Поглощение окрашенного комплекса кобальта состава 1:1, содержащего 3 мкг/мл кобальта при 490 нм и l=1см равно 0,33. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса.
3. Молярный коэффициент поглощения комплекса висмута(III) с тиомочевиной равен $9{,}3\cdot10^{3}$ л.см$^{-1моль}$ при $\lambda = 470$ нм.
   а) какова оптическая плотность $6{,}2\cdot10^{-5}$ М раствора комплекса, измеренная при данной длине волны в кювете толщиной 1,00 см?
   б) каково пропускание этого раствора в процентах?

ТЕМА № 8: Электрохимические методы анализа
(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:
Рассмотреть классификацию электрохимических методов анализа, основы потенциометрии, кондуктометрии и полярографии.
Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради.

Лаб. работа № 8. Потенциометрическое определение концентрации ионов водорода в водных растворах. Кондуктометрия. Определение величины общей минерализации в минеральных водах.

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация электрохимических методов анализа.
2. Потенциометрический анализ.
3. Физические основы потенциометрического метода анализа: уравнение Нернста.
4. Электроды, используемые в методе потенциометрии.
5. Индикаторные электроды. Теория стеклянного электрода.
6. Электроды сравнения, устройство хлорсеребряного электрода.
7. Схема установки для потенциометрического титрования.
8. Определение pH растворов.
9. Сущность потенциометрического титрования.
10. Построение кривых титрования.
11. Нахождение точки эквивалентности по кривой титрования.
12. Преимущества и недостатки потенциометрического титрования по сравнению с визуальным способом определения точки эквивалентности.
13. Кондуктометрический анализ. Основные понятия.
14. Сущность кондуктометрического метода анализа: закон Ома.
15. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.
16. Применение метода кондуктометрии в аналитических целях.
17. Полярографический анализ. Уравнение Ильковича.
18. Сущность метода полярографии.
19. Основы качественного полярографического анализа.
20. Методы количественного определения, используемые в полярографии.

ТЕМА № 9: Общая характеристика методов разделения и концентрирования. Хроматографические методы. Экстракция

(лабораторное занятие, 4 часа)

Цель занятия:
Рассмотреть классификацию методов разделения и концентрирования, основные характеристики разновидностей хроматографии, сущность и применение экстракционных процессов.
Выполнить лабораторную работу и оформить ее в тетради.

Лаб. работа № 9. Хроматографическое и экстракционное разделение ионов.

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация методов разделения и концентрирования.

2. Хроматография: общая характеристика метода, перспектива применения в аналитической практике.
3. Классификация методов хроматографического анализа:
   - по механизму разделения;
   - по методике проведения процесса;
   - по агрегатному состоянию фаз;
   - по форме проведения процесса.
4. Основные типы сорбентов. Способы получения хроматограмм.
5. Графическое изображение хроматограмм и их расшифровка Аналитические возможности метода хроматографии, круг решаемых задач.
6. Теоретические основы хроматографии в тонком слое сорбента.
7. Основные сорбенты, применяемые в тонкослойной хроматографии, их характеристики,
8. Оборудование и аппаратура, используемая в тонкослойной хроматографии.
9. Техника выполнения основных аналитических операций при проведении тонкослойной хроматографии.
10. Ионнообменная хроматография. Теоретические основы ионообменной хроматографии. Классификация ионитов и их основные аналитические характеристики.
11. Оборудование и аппаратура, используемая в ионообменной хроматографии.
12. Газовая хроматография, сущность, разновидности метода газовой хроматографии.
13. Общая характеристика метода газожидкостной хроматографии (ГЖХ).
14. Зависимость степени разделения веществ от их коэффициентов распределения.
15. Основные блоки газового хроматографа, их устройство.
16. Газы носители, применяемые в газовой хроматографии.
17. Типы колонок, используемых в газовой хроматографии.
18. Твердые носители, их виды. Требования, предъявляемые к ним.
19. Неподвижные жидкие фазы (НЖФ), требования, предъявляемые к ним,
20. Селективность НЖФ. Выбор НЖФ и ее количества.
21. Детекторы, их типы. Принцип работы катарометра и детектора ионизации в пламени (ДИП).
22. Эффективность колонки. Факторы, влияющие на нее. Зависимость характера хроматограммы бинарной системы от эффективности колонки.
23. Качественный анализ веществ методом газовой хроматографии.
24. Параметры удерживания как основные качественные характеристики вещества.
25. Количественный анализ веществ методом газовой хроматографии.
26. Экстракция. Классификация экстракционных процессов. Теория экстракционных методов. Закон распределения.
27. Условия экстракции неорганических и органических соединений.
28. Основные органические реагенты, используемые в экстракции элементов.

8.3. Рубежный контроль знаний

ЗАДАНИЯ
к проведению 1-ой рубежной аттестации

1. Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии как науки.
2. Определение понятий: качественный, количественный анализы; элементный, функциональный, молекулярный, фазовый анализ вещества; дробный, систематический анализы смеси ионов, макро-, полумикро-, микро-, субмикро-, ультрамикро- анализы.

3. Способы выполнения химических реакций «мокрым» и «сухим» путем. Понятие о контрольной пробе, холостом опыте.
4. Аналитические реакции, их классификации. Чувствительность аналитической реакции, параметры чувствительности. Общие, характерные, групповые, специфические, селективные реагенты. Примеры.
5. Классификация катионов. Принцип распределения катионов по группам.
6. Групповые реагенты, используемые в качественном анализе на основе кислотно-основной классификации катионов.
7. Классификация анионов, основанная на способности анионов образовывать малорастворимые соединения. Аналитические группы, групповые реагенты, условия их действия.
8. Классификация, основанная на окислительно-восстановительных свойствах анионов. Аналитические группы. Групповые реагенты, условия их действия.
9. Применение некоторых положений теории растворов электролитов, закон действующих масс в аналитической химии. Сильные и слабые электролиты.
10. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии.
11. Понятие о протолитической теории кислот и оснований. Протолитические равновесия в воде. Константы кислотности и основности, их показатели.
12. Расчет pH в растворах протолитов. Гидролиз и его использование в аналитической химии. Константа и степень гидролиза.
13. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Произведение растворимости.
14. Условие образования осадков малорастворимых электролитов. Влияние различных факторов на полноту осаждения и их растворение. Дробное осаждение.
15. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
16. Гравиметрический анализ. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, отгонки).
17. Статистическая обработка результатов количественного анализа.
18. Сущность и классификация титриметрических методов анализа.
19. Способы и методы титрования.
20. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы приготовления и установки концентрации рабочих растворов.
21. Расчеты в титриметрическом анализе.
22. Измерительная посуда.
23. Способы выражения состава растворов и вычисление в различных методах титриметрического анализа.
24. Титрование. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
25. Стандартные и стандартизированные растворы. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Точность титриметрического анализа.
26. Сущность кислотно-основного титрования.
27. Первичные стандарты для растворов кислот и щелочей. Стандартизация растворов кислот и щелочей.
28. Кривые кислотно-основного титрования. Индикаторы в методе нейтрализации.

ЗАДАНИЯ
к проведению 2-ой рубежной аттестации

1. Сущность окислительно-восстановительного титрования.
2. Реакции окисления-восстановления. Скорость и механизм реакций окисления-восстановления.

3. Окислительно-восстановительные потенциалы.
4. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
5. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, используемые в анализе.
6. Количественная характеристика полноты протекания окислительно-восстановительных реакций.
7. Применение в анализе окислительно-восстановительных реакций.
8. Молярная масса эквивалента в реакциях окисления-восстановления.
9. Кривые титрования.
10. Редокс-индикаторы.
11. Перманганатометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение.
12. Иодометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение.
13. Дихроматометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение.
14. Теоретические основы методов комплексонометрического титрования.
15. Равновесие реакций комплексообразования. Константы устойчивости.
16. Комплексные соединения и органические реагенты.
17. Свойства комплексных соединений, используемые в аналитической химии.
18. Использование комплексообразования для определения, маскирования ионов, для растворения осадков, для изменения потенциала и др.
19. Особенности комплексообразующих органических реагентов.
20. Сущность метода комплексонометрии. Рабочие растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Комплексоны, их применение в химическом анализе.
21. Теоретические основы методов осадительного титрования.
22. Сущность осадительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения. Классификация методов.
23. Способы проведения осадительного титрования, кривые титрования, индикаторы метода осадительного титрования.
24. Аргентометрия. Сущность метода. Применение аргентометрии.
25. Введение в физико-химические методы анализа. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА.
26. Понятие об аналитическом сигнале в физико-химическом анализе. Особенности аналитических сигналов в спектральных, электрохимических и хроматографических методах.
27. Оптические методы анализа. Классификация оптических методов анализа.
28. Спектрофотометрия и фотоколориметрия. Принципиальная схема спектрофотометра. Назначение основных узлов (источника излучения, монохроматора, кюветы, фотометра).
29. Электронные спектры поглощения. Их характеристика: координаты построения, качественная и количественная составляющие.
30. Закон Бугера-Ламберта-Бера, его трактовка.
31. Рефрактометрия: сущность метода и принципиальная схема рефрактометров. Область аналитического применения рефрактометрии.
32. Электрохимические методы анализа, их классификация.
33. Потенциометрический анализ. Потенциометрическое титрование.
34. Физические основы потенциометрического метода анализа: закон Нернста.
35. Электроды, применяемые в ионометрии. Определение pH растворов.
36. Кондуктометрический анализ. Прямая кондуктометрия. Основные понятия.
37. Применение метода кондуктометрии в аналитических целях.
38. Полярографический анализ. Сущность метода полярографии. Уравнение Ильковича.
39. Общая характеристика методов разделения и концентрирования, их классификация.
40. Хроматографические методы. Основные характеристики разновидностей хроматографии (газовая, жидкостная, тонкослойная).
41. Ионообменная хроматография.

42. Газовая (газо-жидкостная и газоадсорбционная).
43. Графическое изображение хроматограмм и их расшифровка.
44. Аналитические возможности метода хроматографии, круг решаемых задач. Применение метода хроматографии.
45. Экстракция. Классификация экстракционных процессов. Теория экстракционных методов. Закон распределения.
46. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Основные органические реагенты, используемые в экстракции элементов.

Примеры тестовых заданий для контроля знаний, подготовки к рубежным аттестациям

Выберите один правильный ответ

1. В титриметрическом анализе используют реакции, которые протекают
   1) медленно;
   2) практически в прямом направлении;
   3) обратимо;
   4) с достаточно высокой скоростью.

2. Возможность точного фиксирования точки эквивалентности при титровании:
   1) желательна;
   2) необходима.

3. Вещества, которые используют в титриметрическом анализе для фиксирования точки эквивалентности, называются
   1) установочным;
   2) эталонами;
   3) индикаторами;
   4) рабочими.

4. Комплексоны являются рабочими веществами в методах
   1) нейтрализации;
   2) окисления-восстановления;
   3) осаждения;
   4) комплексонометрии.

5. В методе нейтрализации в качестве рабочих веществ используют
   1) $KMnO_4$, I_2
   2) трилон Б, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
   3) HCI, KOH
   4) $AgNO_3$, NaCI

6. Рабочим веществом в перманганатометрии является:
   1) H_2SO_4
   2) I_2
   3) $KBrO_3$
   4) $KMnO_4$

7. Перманганатометрия относится к методам
   1) нейтрализации;
   2) окисления-восстановления;

3) осаждения;
4) комплексонометрии.

8. В методе нейтрализации использовать уксусную кислоту в качестве титранта:
1) можно;
2) нельзя.

9. Если в методе нейтрализации в качестве титранта используют NaOH или KOH, то такое определение относится к:
1) ацидиметрии;
2) алкалиметрии.

10. В редоксиметрии используют такие окислительно-восстановительные реакции, для которых выполняется условие
1) $E_{ОКС}^0 > E_{ВОС}^0$ минимум на 1В;
2) $E_{ОКС}^0 > E_{ВОС}^0$ минимум на 0,4В;
3) $E_{ОКС}^0 = E_{ВОС}^0$.

11. При титровании в кислой среде $KMnO_4$ восстанавливается до Mn^{2+}:
$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$. Уравнение Нернста для этой системы имеет вид:

1) $E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5}\lg\frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-]\cdot[H^+]^8}$

2) $E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5}\lg\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$

3) $E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{5}\lg\frac{[MnO_4^-]\cdot[H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$

4) $E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0,059}{2}\lg\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$

12. В комплексонометрии определение жесткости воды проводят в среде:
1) кислой;
2) щелочной;
3) нейтральной.

13. Молярная масса эквивалента серной кислоты в реакции $H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$ рассчитывается:
1) $\frac{1}{2} \cdot M(H_2SO_4)$
2) $\frac{1}{1} \cdot M(H_2SO_4)$
3) $2 \cdot M(H_2SO_4)$

14. Молярная масса эквивалента перманганата калия при его восстановлении по реакции: $MnO_4 + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ рассчитывается:
1) $\frac{1}{1} \cdot M(KMnO_4)$

2) $\frac{1}{2} \cdot M\ (KMnO_4)$

3) $\frac{1}{5} \cdot M\ (KMnO_4)$

15. Молярная масса эквивалента трилона Б (Na_2H_2Y) в реакции с ионом двухвалентного металла (Me^{2+}) по схеме: $Me^{2+} + Na_2H_2Y \rightarrow Na_2Me\ Y + 2H^+$ рассчитывается:

1) $\frac{1}{1} \cdot M\ (Na_2H_2Y)$

2) $\frac{1}{2} \cdot M\ (Na_2H_2Y)$

3) $2 \cdot M\ (Na_2H_2Y)$

16. Молярная масса эквивалента I_2 при его восстановлении по реакции $I_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2I^-$ равна:

1) 254 г/моль
2) 127 г/моль

17. Раствор NaOH готовят:

1) по точной навеске
2) по приблизительной навеске
3) из фиксанала
4) разбавлением концентрированного раствора

18. Раствор HCI можно приготовить

1) по точной навеске;
2) по приблизительной навеске;
3) из фиксанала;
4) разбавлением концентрированного раствора

19. Приготовить раствор $KMnO_4$ по точной навеске:

1) можно
2) нельзя.

20. Раствор трилона Б готовят

1) по точной навеске
2) по приблизительной навеске
3) из фиксанала
4) разбавлением концентрированного раствора

21. Для установления точной концентрации растворов кислот в ацидиметрии используют Na_2CO_3 или $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$. Их раствор готовят

1) по точной навеске
2) по приблизительной навеске
3) из фиксанала
4) разбавлением концентрированного раствора

22. Установочным веществом в перманганатометрии может быть:

1) $K_2Cr_2O_7$
2) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$
3) $Na_2C_2O_4$
4) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

23. Если точную концентрацию раствора КОН устанавливают по результатам титрования раствором КОН раствора щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$, то $C_{ЭКВ}$(КОН) рассчитывают по формуле:

1) $C_{"ЭКВ}(KOH) = \dfrac{C_{ЭКВ}(H_2C_2O_4) \cdot V(KOH)}{V(H_2C_2O_4)}$;

2) $C_{"ЭКВ}(KOH) = \dfrac{V(KOH)}{C_{ЭКВ}(H_2C_2O_4) \cdot V(H_2C_2O_4)}$;

3) $C_{"ЭКВ}(KOH) = \dfrac{C_{ЭКВ}(H_2C_2O_4) \cdot V(H_2C_2O_4)}{V(KOH)}$.

24. При определении аммиака в солях аммония рабочими растворами являются:

1) HCI, NaOH
2) $KMnO_4$, $Na_2C_2O_4$
3) трилон Б, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

25. При определении общей жесткости воды в качестве рабочего вещества используют

1) $KMnO_4$
2) HCI
3) трилон Б
4) $MgSO_4 \cdot 7H_2O$

26. При определении аммиака в солях аммония используют способ титрования:

1) прямой
2) обратный
3) замещения

27. Установление $C_{ЭКВ}$ ($KMnO_4$) по установочному веществу $Na_2C_2O_4$ (оксалату натрия) проводят способом титрования:

1) прямого;
2) заместительного;
3) обратного.

28. Определение общей жесткости воды проводят способом титрования :

1) прямого;
2) обратного;
3) заместительного.

29. Метиловый оранжевый относится к индикаторам:

1) окислительно-восстановительным;
2) металлохромным;
3) кислотно-основным.

30. Фиксирование точки эквивалентности при титровании по реакции $NaOH + HCI \rightarrow NaCI + H_2O$ возможно способом:

1) индикаторным;
2) индикаторным и безиндикаторным.

31. Кислотно-основные индикаторы - это вещества, окраска которых зависит от:

1) концентрации индикатора;
2) окислительно-восстановительного потенциала раствора;

V

I

3) константы диссоциации индикатора;
4) pH раствора.

32. Изменение окраски окислительно-восстановительного индикатора происходит

~~1) при достижении~~ опре~~деленного значения~~ pH раствора

2) при достижении определенного значения окислительно-восстановительного потенциала раствора

3) при использовании концентрированных растворов индикатора

33. Безиндикаторное титрование используют в лабораторном практикуме

1) для «Определения аммиака методом нейтрализации»
2) для «Определения железа (II) методом перманганатометрии»
3) для «Определения жесткости воды»

34. Скачок на кривой кислотно-основного титрования находится в области 6,75 - 10 pH. Выберите индикаторы для фиксирования точки эквивалентности с учетом их интервала перехода окраски:

1) 0,2 - 1,8;
2) 3,7 - 5,2;
3) 5,6 - 7,6;
4) 6,8 - 8,4;
5) 10 - 12,1.

35. Скачок на кривой окислительно-восстановительного титрования находится в области 0,94 - 1,48 В. Выберите индикаторы для фиксирования точки эквивалентности с учетом справочных значений стандартного окислительно-восстановительного потенциала индикатора (E^0):

V

1) + 0,76 В
2) + 1,00 В
3) + 0,97 В
4) + 0,84 В
5) + 1,33 В

36. Скачок на кривой кислотно-основного титрования находится в области 6,24 - 4 pH, pH в точке эквивалентности равен 5,12. Выберите индикаторы для фиксирования точки эквивалентности с учетом показателя титрования индикатора (pT):

1) 3,0
2) 5,5
3) 7,3
4) 4,7
5) 5,2

37. Для определения содержания аммиака в соли аммония использовали способ титрования

1) прямой
2) обратный
3) замещения

38. Жесткость воды определяли способом ..... титрования:

1) прямого;
2) обратного;

3) заместительного.

39. Общую жесткость воды рассчитывают по формуле:

1) $Ж(H_2O) = \frac{C_{ЭКВ}(трилонБ) \cdot V(трилонБ)}{1000}$;

2) $Ж(H_2O) = \frac{C_{ЭКВ}(трилонБ) \cdot V(трилонБ)}{V(H_2O)} \cdot 1000$;

3) $Ж(H_2O) = \frac{C_{ЭКВ}(трилонБ) \cdot V(H_2O)}{V(ЭДТА)}$.

40. Жесткость воды измеряется в:

1) %;
2) ммоль/г;
3) ммоль/дм^3;
4) г/см^3.

41. Перед заполнением бюретки раствором титранта для анализа ее ополаскивают:

1) минимум два раза дистиллированной водой;
2) минимум два раза рабочим раствором;
3) минимум по два раза дистиллированной водой и рабочим раствором.

42. При ~~повторении~~ опытов бюретку перед каждым титрованием заполнять до нулевой отметки шкалы

1) желательно
2) необходимо

43. При подготовке к анализу колбу для титрования ополаскивают

1) анализируемым раствором
2) раствором титранта
3) дистиллированной водой

44. Доводить уровень раствора в мерной колбе до кольцевой метки горячей или теплой дистиллированной водой

1) можно
2) нельзя

45. Пипетку перед отбором аликвотной части анализируемого раствора ополаскивают

1) дистиллированной водой;
2) раствором титранта;
3) сначала дистиллированной водой, а затем анализируемым раствором.

46. Концентрация раствора, приготовленного из фиксанала, является

1) точной
2) приблизительной

47. Концентрация раствора, полученного разбавлением концентрированного раствора, является:

1) точной;
2) приблизительной.

48. При титровании получены результаты, перечисленные ниже. Укажите, какой из них нельзя брать в расчет среднего значения объема титранта:

1) 9,30;
2) 9,20;
3) 8,50;
4) 9,40.

49. Для точного измерения объемов растворов предназначены

1) мерные стаканы
2) мерные колбы
3) мерные цилиндры
4) пипетки
5) бюретки

50. Для приблизительного измерения объемов растворов предназначены

1) мерные стаканы;
2) мерные колбы;
3) мерные цилиндры;
4) пипетки;
5) бюретки.

51. Аликвотную часть анализируемого раствора отмерить для анализа мерным цилиндром:

1) нельзя;
2) можно.

52. Метод кислотно-основного титрования в пищевой промышленности определяют

1) массовую долю влаги
2) массовую долю поваренной соли
3) массовую долю сахара
4) титруемую кислотность
5) общую жесткость воды

53. Методом окислительно-восстановительного титрования в пищевой промышленности определяют

1) массовую долю сухих веществ
2) массовую долю поваренной соли
3) массовую долю сахара
4) общую жесткость воды
5) содержание нитрит-ионов

54. Методом комплексонометрии в пищевой промышленности определяют
1) содержание олова в консервированных продуктах
2) массовую долю поваренной соли
3) массовую долю сахара
4) титруемую кислотность
5) общую жесткость воды

8.4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

1. Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии как науки.

2. Определение понятий: качественный, количественный анализы; элементный, функциональный, молекулярный, фазовый анализ вещества; дробный, систематический анализы смеси ионов, макро-, полумикро-, микро-, субмикро-, ультрамикро- анализы.
3. Способы выполнения химических реакций «мокрым» и «сухим» путем. Понятие о контрольной пробе, холостом опыте.
4. Аналитические реакции, их классификации. Чувствительность аналитической реакции, параметры чувствительности. Общие, характерные, групповые, специфические, селективные реагенты. Примеры.
5. Классификация катионов. Принцип распределения катионов по группам.
6. Групповые реагенты, используемые в качественном анализе на основе кислотно-основной классификации катионов.
7. Классификация анионов, основанная на способности анионов образовывать малорастворимые соединения. Аналитические группы, групповые реагенты, условия их действия.
8. Классификация, основанная на окислительно-восстановительных свойствах анионов. Аналитические группы. Групповые реагенты, условия их действия.
9. Применение некоторых положений теории растворов электролитов, закон действующих масс в аналитической химии. Сильные и слабые электролиты.
10. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии.
11. Понятие о протолитической теории кислот и оснований. Протолитические равновесия в воде. Константы кислотности и основности, их показатели.
12. Расчет pH в растворах протолитов. Гидролиз и его использование в аналитической химии. Константа и степень гидролиза.
13. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии. Произведение растворимости.
14. Условие образования осадков малорастворимых электролитов. Влияние различных факторов на полноту осаждения и их растворение. Дробное осаждение.
15. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
16. Гравиметрический анализ. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, отгонки).
17. Статистическая обработка результатов количественного анализа.
18. Сущность и классификация титриметрических методов анализа.
19. Способы и методы титрования.
20. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы приготовления и установки концентрации рабочих растворов.
21. Расчеты в титриметрическом анализе.
22. Измерительная посуда.
23. Способы выражения состава растворов и вычисление в различных методах титриметрического анализа.
24. Титрование. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
25. Стандартные и стандартизированные растворы. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Точность титриметрического анализа.
26. Сущность кислотно-основного титрования.
27. Первичные стандарты для растворов кислот и щелочей. Стандартизация растворов кислот и щелочей.
28. Кривые кислотно-основного титрования. Индикаторы в методе нейтрализации.
29. Сущность окислительно-восстановительного титрования.
30. Реакции окисления-восстановления. Скорость и механизм реакций окисления-восстановления.
31. Окислительно-восстановительные потенциалы.
32. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.

33. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, используемые в анализе.
34. Количественная характеристика полноты протекания окислительно-восстановительных реакций.
35. Применение в анализе окислительно-восстановительных реакций.
36. Молярная масса эквивалента в реакциях окисления-восстановления.
37. Кривые титрования.
38. Редокс-индикаторы.
39. Перманганатометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение.
40. Иодометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение.
41. Дихроматометрия. Индикаторы. Рабочие растворы. Практическое применение.
42. Теоретические основы методов комплексонометрического титрования.
43. Равновесие реакций комплексообразования. Константы устойчивости.
44. Комплексные соединения и органические реагенты.
45. Свойства комплексных соединений, используемые в аналитической химии.
46. Использование комплексообразования для определения, маскирования ионов, для растворения осадков, для изменения потенциала и др.
47. Особенности комплексообразующих органических реагентов.
48. Сущность метода комплексонометрии. Рабочие растворы. Кривые титрования. Индикаторы. Комплексоны, их применение в химическом анализе.
49. Теоретические основы методов осадительного титрования.
50. Сущность осадительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения. Классификация методов.
51. Способы проведения осадительного титрования, кривые титрования, индикаторы метода осадительного титрования.
52. Аргентометрия. Сущность метода. Применение аргентометрии.
53. Введение в физико-химические методы анализа. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация ФХМА.
54. Понятие об аналитическом сигнале в физико-химическом анализе. Особенности аналитических сигналов в спектральных, электрохимичесих и хроматографических методах.
55. Оптические методы анализа. Классификация оптических методов анализа.
56. Спектрофотометрия и фотоколориметрия. Принципиальная схема спектрофотометра. Назначение основных узлов (источника излучения, монохроматора, кюветы, фотометра).
57. Электронные спектры поглощения. Их характеристика: координаты построения, качественная и количественная составляющие.
58. Закон Бугера-Ламберта-Бера, его трактовка.
59. Рефрактометрия: сущность метода и принципиальная схема рефрактометров. Область аналитического применения рефрактометрии.
60. Электрохимические методы анализа, их классификация.
61. Потенциометрический анализ. Потенциометрическое титрование.
62. Физические основы потенциометрического метода анализа: закон Нернста.
63. Электроды, применяемые в ионометрии. Определение pH растворов.
64. Кондуктометрический анализ. Прямая кондуктометрия. Основные понятия.
65. Применение метода кондуктометрии в аналитических целях.
66. Полярографический анализ. Сущность метода полярографии. Уравнение Ильковича.
67. Общая характеристика методов разделения и концентрирования, их классификация.
68. Хроматографические методы. Основные характеристики разновидностей хроматографии (газовая, жидкостная, тонкослойная).
69. Ионообменная хроматография.
70. Газовая (газо-жидкостная и газо-адсорбционная).
71. Графическое изображение хроматограмм и их расшифровка.

72. Аналитические возможности метода хроматографии, круг решаемых задач. Применение метода хроматографии.
73. Экстракция**.** Классификация экстракционных процессов. Теория экстракционных методов. Закон распределения.
74. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Основные органические реагенты, используемые в экстракции элементов.

Образец билета по дисциплине «Аналитическая химия»

Форма проведения экзамена - смешанная

Министерство науки и высшего образования РФ
Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова
Кафедра общей и неорганической химии. Курс аналитической химии
Направление бакалавриата 03.03.02 «Физика»
1 курс, 2 семестр
ЭКЗАМЕН

БИЛЕТ № 1

1. Гравиметрический анализ. Классификация методов гравиметрического анализа (метод осаждения, отгонки).
2. Основы потенциометрического анализа. Потенциометрическое титрование.
3. На титрование 10,00 мл 0,05000 моль/л раствора $MgS0_4$ затрачено 12,50 мл раствора комплексона III. Какова молярная концентрация титранта (моль/л)?

Зав. кафедрой общей и неорганической химии — Л.М. КУБАЛОВА

Доцент кафедры, к.х.н. — О.В. НЕЕЛОВА

8.6. Оценивание ответа студента на экзамене

Форма проведения экзамена: смешанная – письменная и устная.

Характеристика ответа	***Баллы***
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	46-50

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	41-45
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	36-40
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	31-35
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	26-30
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	21-25
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	1-20
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

Результирующая оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов.

Методика формирования результирующей оценки:

В ходе текущего и рубежного контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

1 –я рубежная аттестация - максимально 50 баллов, из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – компьютерное тестирование или письменная контрольная работа;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на лабораторных и практических занятиях.

2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов, из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – компьютерное тестирование или письменная контрольная работа;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на лабораторных и практических занятиях.

Промежуточный контроль:

Зачет или экзамен:

За ответ на зачете или экзамене студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают соответствующую экзаменационную оценку или зачет. Если студент не набирает 56 баллов для зачета (экзамена), или он хочет повысить свою оценку на экзамене, то он может сдавать зачет или экзамен в период экзаменационной сессии.

Результирующая оценка рассчитывается по соответствующей формуле с учетом текущей успеваемости, результатов рубежных аттестаций и устного ответа на экзамене или зачете.

Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Форма контроля	**Сумма баллов**	**Оценка**
Экзамен	86 - 100	отлично
	71-85	хорошо
	56-70	удовлетворительно
Зачёт	**56-100**	**зачтено**
	0-55	**не зачтено**

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)	**«Минимальный уровень» (56-70 баллов)**	**«Средний уровень» (71-85 баллов)**	**«Высокий уровень» (86-100 баллов)**
Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	*Компетенции сформированы.* Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой,	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь

практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
Оценка «неудовлетворительно» /не зачтено	**Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»**	**Оценка «хорошо» / «зачтено»**	**Оценка «отлично» / «зачтено»**

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература
а) основная литература:

1. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов/ В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; Под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа. Учебник. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2005. – 366 с.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.2. Физико-химические методы анализа. Учебник. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2012. – 384 с.
4. Васильев В.П., Кочергин Л.А. и др. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач: пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2003. – 350 с.

5. Основы аналитической химии. Т. 1, 2 /Под ред. Ю.А. Золотова.– М.: Высшая школа, 2012. – 359 с., 504 с.
6. Дорохова Е.Н. Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир. 2001. - 267 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии /Ю.Ю. Лурье. 6-е издание, перераб. и доп. - М.: Альянс, 2013. -448 с.

б) дополнительная литература

8. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. Учебник для вузов. - 3-е изд. испр. - М.: Высш. шк., 2005. - 615 с.
9. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. Учебник для вузов. - 3-е изд. испр. - М.: Высш. шк., 2005. - 559 с.
10. Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. Аналитическая химия: Учебник. – СПб: Издательство «Лань», 2017. – 428 с.
11. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. - 551 с. - ISBN 978-5-9916-6057-0. - https://www.biblio-online.ru/book/0FA5271D-D78B-4716-8461-3E877250AAF5.
12. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. – М.: Издательство Юрайт, 2016. -355 с. – ISBN 978-5-9916-6059-4. - https://www.biblio-online.ru/book/930D773D-F7F8-4F62-AAA4-4C66F3EC1BA2

в) современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (требуется регистрация в библиотеке СОГУ):

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (https://dvs.rsl.ru).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (https://biblioclub.ru).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (http://elibrary.ru.)
4. Универсальная баз данных East View (https://dlib.eastview.com). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». http://www.studentlibrary.ru
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям (www.biblio-online.ru)
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (http://www.garant.ru/).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (http://www.consultant.ru/).

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)
1.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от

		04.2016 г.
3.	Антивирусное программное обеспечение KasperksyTotalSecurity	№ 17E0-180222-130819-587-185 от 26.02.2018 до 14.03.2019 г., продлена до 2021 г.
4.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)
5.	CiscoWebex- Система проведения вебинаров.	ООО Айстекдоговор № Д83-2020 от 10.08.2020-10.08.2021 г.
6.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ 795 от 26.12.2020 г. (действителен до 30.12.2021 г.) с ЗАО «Анти-Плагиат»
7.	Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw	Свободное программное обеспечение (бессрочно)
8.	Система тестирования Sunrav WEB Class	№ 468 от 03.12.2013 г. ИП Сунгатулин Р.Т. (бессрочно)

г) методические указания, разработанные составителями Рабочей программы

1. Неёлова О.В. Лабораторные работы по аналитической химии. Количественный анализ. – Владикавказ: СОГУ, 1999. – 79 с.
   http://dist-edu.nosu; http://lms.nosu.ru

10. Материально-техническое оснащение дисциплины

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым: лабораторным оборудованием, приборами, материалами, оперативным доступом к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечивает возможность свободного использования компьютерных технологий. Все компьютерные классы университета объединены в локальную сеть, со всех учебных компьютеров имеется выход в Интернет.

Обеспечивается доступ к информационным ресурсам, к базам данных, в читальных залах к справочной и научной литературе, к периодическим изданиям в соответствии с направлением подготовки. Компьютеры оснащены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска.
Оборудование: мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Лаборатория Общей, физической и коллоидной химии для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся:
преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска.
Оборудование: Мультимедийный проектор с экраном (Мультимедийный проектор OPTOMA projector DX32, с потолочным креплением и наб. кабелей – 1 шт. Компьютер д/комп. класса Pentium 4-506 Foxconn 915 GL7MH-S 512 Mb ОЗУ+/клавиат – 1шт. с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).
Лабораторное оборудование: Вытяжной шкаф - 1 шт. Иономер И-510 стандартный – 2 шт. Колориметр КФК-2МП – 1 шт. Калориметр КЛ-5 – 1шт. Рефрактометр ИРФ 454Б-2М с подсветкой – 1 шт. Поляриметр круговой СМ3 – 1 шт. Кондуктометр МАРК-603/1 – 1 шт. Весы лабораторные CAS MW120 – 1 шт. Весы лабораторные прецизионные ЕТ-300П – 1 шт. Анализатор «Эксперт-001» – 1 шт. Термостат HUBER – 1 шт. pH-метр «Анион-4100» - 1 шт. pH-метр-милливольтметр pH-150 МИ- 1 шт. Весы AND HL- 1 шт. Весы WT-250- 1 шт. Магнитная мешалка ПЭ-6110- 1шт. Баня водяная - 1 шт. Микроскоп «Мир 2» - 1 шт. pH-метр pH-340 – 1 шт. Центрифуга ОПН-3 - 1 шт. Необходимый набор химической посуды и реактивов.

Компьютерный класс для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:
преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска.
Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ; источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).

Библиотека, в том числе читальный зал: столы и стулья для обучающихся, компьютеры в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.
Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex.

ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» https://biblioclub.ru
ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru
ЭБС «Юрайт» www.biblio-online.ru

11. Лист обновления/актуализации

1. Программа актуализирована (2018-2019 учебный год).

1. Актуализирован список основной и дополнительной литературы.
2. Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.
3. Внесены дополнения в раздел «Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)».
4. Учтены изменения, внесенные в «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов».
5. Учтены изменения, внесенные в связи со сменой учредителя (принят новый Устав Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.11.2018 г. № 1069).
6. Изменен макет РПД, обновлены образовательные технологии дисциплин профиля, учебно-методическое и программное обеспечение образовательного процесса (Положение о разработке и реализации основных профессиональных образовательных программ СОГУ (приказ № 382 от 28.12.2018 г.).

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 14/17-18 от «28» июня 2018 г.)

Зав. кафедрой_____ Кубалова Л.М.

Одобрены советом физико-технического факультета (протокол № от «__ » _____ 2017 г.)

Председатель_____ Тваури И.В.

2. Программа актуализирована (2019-2020 учебный год).

1. Актуализирован список основной и дополнительной литературы.
2. Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.
3. Внесены дополнения в раздел «Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)».
4. Внесены изменения, с учетом установленного в СОГУ внутреннего регламента электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (Положение об электронном обучении и дистанционных образовательных технологиях в ФГБОУ ВО «СОГУ» (пр.№ 49 от 25.02.19 г.). Начало работы портала дистанционного обучения СОГУ на новой образовательной платформе (lms.nosu.ru).

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 15/18-19 от «28» июня 2019 г.)

Зав. кафедрой_____ Кубалова Л.М.

Одобрены советом физико-технического факультета (протокол № от «__ » _____ 2017 г.)

Председатель_____ Тваури И.В.

3. Программа актуализирована (2020-2021 учебный год).

1. Актуализирован список основной и дополнительной литературы.
2. Актуализирован перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.
3. Внесены дополнения в раздел «Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)».

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 13/19-20 от «17» июня 2020 г.)

Зав. кафедрой_____ Кубалова Л.М.

Одобрены советом физико-технического факультета (протокол № от «__ » _____ 2017 г.)

Председатель_____ Тваури И.В.