



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Института теплоэнергетики
С.О. Гапоненко
«23» января 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.17 Аналитическая химия

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и)
(профиль(и)) Компьютерный инжиниринг в материаловедении
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
МВТМ	Зав. кафедрой, д.х.н., доцент	Давлетбаев Р.С.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	МВТМ	16.01.2024	6	_____ Заф.каф., д.х.н., доц. Давлетбаев Р. С.
Согласована	Учебно-методический совет института	23.01.2024	4	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	23.01.2024	8	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью изучения дисциплины «Аналитическая химия» является приобретение и формирование у будущих бакалавров знаний, умений и навыков в области применения методов, средств и общей методологии получения информации составе и природе веществ.

Задачи дисциплины являются:

- сформировать представление об основных понятиях аналитической химии и её месте в системе наук;
- изучить методы идентификации веществ (качественного анализа);
- изучить методы количественного анализа: химического, физико-химического и физического анализа;
- изучить метрологические основы анализа.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-6.2 Выбирает и применяет соответствующие физические, химические методы контроля, анализа веществ и материалов, технологических процессов их получения, модификации и переработки

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины: химия, физика, введение в инженерную деятельность.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: методы исследования и испытания материалов, химическое строение материалов и их свойства, неразрушающий контроль и диагностика материалов и изделий, производственная практика (преддипломная).

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	2,9	105	105
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,5	90	90
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	1	36	36
Лабораторные работы	1	36	36
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,5	90	90
Проработка учебного материала	1,5	54	54
Курсовой проект	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	22	3	4	4	11	ТК1	ОПК-6.2.3, У
Раздел 2	30	3	8	8	11		
Раздел 3	31	4	8	8	11		
Раздел 4	31	4	8	8	11	ТК2	ОПК-6.2.3, У, В
Раздел 5	30	4	8	8	10		
Экзамен	36				36	ОМ	ОПК-6.2.3, У, В
ИТОГО	180	18	36	36	90		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение:

Аналитическая химия. Цели и задачи дисциплины. Аналитический сигнал. Получение аналитического сигнала. Классификация методов аналитической химии по принципу получения аналитического сигнала. Классификация инструментальных методов анализа. Измерение аналитического сигнала.

Приёмы определения неизвестной концентрации в инструментальных методах анализа: прямые приёмы (метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок); косвенные приёмы (инструментальное титрование).

Метрологические характеристики методов анализа. Классификация погрешностей, среднее значение и стандартное отклонение, доверительная вероятность.

Раздел 2. Электрохимические методы анализа:

Основные узлы приборов электрохимических методов анализа.

Кондуктометрия. Кондуктометрический метод анализа. Кондуктометрическая ячейка. Удельная электропроводность. Эквивалентная электропроводность и подвижность ионов. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование, кривые кондуктометрического титрования.

Потенциометрия. Потенциометрический метод анализа. Способы проведения анализа в потенциометрии. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Электроды в потенциометрии. Назначение и принцип действия.

Вольтамперометрия. Сущность и особенности вольтамперометрии. Электрохимические ячейки. Качественный анализ. Количественный анализ. Амперометрическое титрование.

Раздел 3. Спектроскопические и другие оптические методы анализа:

Явления, обусловленные корпускулярной природой света. Явления, обусловленные волновой природой света. Общие принципы аналитической оптической спектроскопии. Классификация спектров.

Атомные эмиссионные спектры. Эмиссионная фотометрия пламени. Получение и регистрация атомных эмиссионных спектров. Аналитические возможности метода. Основные узлы приборов эмиссионной фотометрии пламени. Пламя, его

характеристики. Зависимость интенсивности излучения от концентрации. Катионный и анионный эффекты. Приёмы нахождения неизвестной концентрации в эмиссионной фотометрии пламени.

Молекулярные абсорбционные спектры. Методы молекулярного абсорбционного анализа. Общие сведения о спектрах поглощения. Представление спектров поглощения. Общие сведения о молекулярных спектрах. Происхождение молекулярных спектров поглощения и их использование в аналитической химии. Вид и характеристики полос поглощения. Основной закон светопоглощения (закон Бугера – Ламберта – Бера). Закон аддитивности светопоглощения. Классификация методов молекулярного абсорбционного анализа. Аналитические возможности и метрологические характеристики фотометрических методов анализа. Аналитические возможности и метрологические характеристики ИК-спектроскопии. Визуальная колориметрия. Основные этапы и выбор условий фотометрического определения. Фотометрический анализ двухкомпонентных смесей. Приёмы нахождения неизвестной концентрации в фотометрических методах анализа. Фотометрическое и спектрофотометрическое титрование.

Нефелометрия и турбидиметрия. Аналитические возможности и метрологические характеристики нефелометрии и турбидиметрии. Взаимодействие света с взвешенными частицами. Закон Рэлея. Зависимость аналитического сигнала от концентрации. Приёмы нахождения неизвестной концентрации в нефелометрии и турбидиметрии. Приборы для нефелометрических и турбидиметрических измерений.

Рефрактометрия. Аналитические возможности и метрологические характеристики метода. Факторы, влияющие на аналитический сигнал. Удельная и молярная рефракция. Приёмы нахождения неизвестной концентрации. Приборы для рефрактометрических измерений.

Раздел 4. Методы разделения и концентрирования.

Общие сведения о разделении и концентрировании. Классификация методов разделения и концентрирования. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Соосаждение как метод разделения и концентрирования. Сорбция как метод разделения и концентрирования.

Ионный обмен. Виды ионитов. Строение синтетических органических ионитов. Реакции ионного обмена. Основные физико-химические характеристики ионитов. Применение ионитов в аналитической химии.

Хроматографические методы анализа. Сущность хроматографических методов анализа. Классификация хроматографических методов анализа. Газовая хроматография. Основные теоретические подходы. Параметры хроматографических пиков. Принципиальная схема газового хроматографа и назначение основных узлов. Условия проведения хроматографического анализа. Качественный анализ. Количественный анализ.

Раздел 5. Специальные вопросы аналитической химии:

Химические сенсоры. Анализ объектов окружающей среды. Ферментативные и иммунохимические методы. Сверхкритическая флюидная хроматография. Оптоволоконные химические сенсоры и биосенсоры.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Техника безопасности и правила работы в аналитической лаборатории. Основные химические понятия и законы.

2. Химическое равновесие

3. Основные химические понятия и законы.

4. Энергетика химических процессов.

5. Кинетика химических реакций. Растворы. Способы выражения. Составы растворов.

6. Свойства растворов неэлектролитов.

7. Свойства растворов электролитов. Диссоциация воды. Водородный показатель (рН).

8. Буферные растворы.

9. Коллоидные растворы. Свойства растворов неэлектролитов и электролитов. Буферные растворы. Коллоидные растворы.

10. Окислительно-восстановительные реакции.

11. Спектральные методы анализа

12. Хроматографические и электрохимические методы анализа.

13. Титриметрические и физико-химические методы анализа.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Определение плотности жидкостей с помощью ареометра. Приготовление раствора хлорида натрия с заданной массовой долей соли (%) разбавлением концентрированного раствора. Приготовление раствора заданной концентрации смешиванием растворов более высокой и более низкой концентрации. Определение массовой доли и расчет навески хлорида натрия в приготовленном растворе.

2. Спектрометрическое определение концентрации сульфата меди методами добавок

3. Спектрометрическое определение концентрации сульфата меди методами стандартов.

4. Спектрофотометрическое определение концентрации сульфата меди методом градуировочного графика

5. Спектрометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии

6. Определение концентрации и молярной экстинкции вещества методом спектрометрии

7. Метод кислотно-основного титрования. Определение карбонатной жесткости воды.

8. Прямое потенциометрическое определение концентрации ионов водорода и рН раствора.

9. Определение содержания сульфат-ионов методом гравиметрии

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4.Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-6	ОПК-6.2	знать:				
		основные понятия, законы и модели взаимодействия в аналитической химии для использования их в исследованиях и расчетах свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		пользоваться принципами химического анализа для моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном	продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном	продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибок

			объеме	объеме, но некоторые с недочетами		
владеть:						
		основными приемами и методами при проведении анализа веществ	продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Вершинин, В. И. Аналитическая химия : учебник для вузов / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-9166-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187750>

2. Иванкин, А. Н., Аналитическая химия : учебное пособие / А. Н. Иванкин, Г. Л. Олиференко, А. В. Куликовский. — Москва : КноРус, 2024. — 298 с. — ISBN 978-5-406-11886-3. — URL: <https://book.ru/book/949924>

5.1.2.Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Химический анализ : учебник для вузов / И. Г. Зенкевич, С. С. Ермаков, Л. А. Карцова [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-9169-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187755>.

2. Вернигора, А. Н. Аналитическая химия: теоретические основы : учебное пособие / А. Н. Вернигора, Н. В. Волкова, О. В. Зорькина. — Пенза : ПГУ, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-907262-64-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322685>.

3. Аналитическая химия (аналитика) : учебник для вузов: в 2 книгах / Ю.Я.Харитонов. - 4-е изд., стер. - М. : Высш. шк.2008 .

Кн. 1 : Общие теоретические основы. Качественный анализ. - 2008. - 615 с.

4. Аналитическая химия (аналитика) : учебник для вузов: в 2 книги / Ю.Я.Харитонов. - 4-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008.

Кн. 2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2008. - 559 с.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
3	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Nano	nano.nature.com
2	Платформа SpringerLink	www.link.springer.com
3	SpringerMaterials	www.materials.springer.com
4	КиберЛенинка	В https://cyberleninka.ru/

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Комплекс компьютерных имитационных тренажеров "Соппротивление материалов"	Комплекс тренажеров по теме сопротивления материалов	ООО "Инфотех" №21/19 Неискл. право. Бессрочно
2	Комплекс компьютерных имитационных тренажеров "Материаловедение"	Комплекс тренажеров по теме материаловедение	ООО "Инфотех" №21/19 Неискл. право. Бессрочно
3	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционно-	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для

	го типа	представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Лабораторные работы и практические занятия	Учебная лаборатория «Металловедения», А-217	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Доска аудиторная; мультимедийный экран; проектор; моноблок (15 шт.); бинокулярный микроскоп; микроскринер; камера цифровая к бинокулярному микроскопу; набор металлографических образцов, комплект плакатов: правила концентраций и отрезков, испытания на ударный изгиб, испытания на растяжение (3 шт.), диаграмма условных напряжений, измерение твердости по Роквеллу, измерение твердости по Бринеллю
	Учебная лаборатория «Материаловедения», А-210	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Лабораторный стол; электронагреватель СНОЛ-1; печь лабораторная ЭКПС; проектор, экран; комплекс «Мобильный менеджер»; металлографический микроскоп МИМ-7; микроскоп бинакулярный (5 шт.); отрезной станок; микроскоп металлографический; шлифовально-полировальный станок двухдисковый с прижимными кольцами; комплекты для выполнения лабораторных работ (2 шт.); стационарный твердомер по Роквеллу (2 шт.); комплект образцов (6 шт.)
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного

корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с

ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и меж-

конфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализую- щей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факульте- та), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.О.17 Аналитическая химия

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2024

Оценочные материалы по дисциплине аналитическая химия, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 2

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели					
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1 «Введение»	ТК1	10	0-10			0-10	
Тест или письменный опрос		3					
Защита лабораторной работы		5					
Отчет по самостоятельной работе		2					
Раздел 2 «Электрохимические методы анализа»		10	0-10			0-10	
Тест или письменный опрос		3					
Защита лабораторной работы		5					
Отчет по самостоятельной работе		2					
Раздел 3 «Спектроскопические и другие оптические методы анализа»		10	0-10			0-10	
Тест или письменный опрос		3					
Защита лабораторной работы		5					
Отчет по самостоятельной работе		2					
Раздел 4 «Методы разделения и концентрирования»		ТК2			15		0-15
Тест или письменный опрос				5			
Защита лабораторной работы				5			
Отчет по самостоятельной работе				5			
Раздел 5 «Специальные вопросы аналитической химии»				10		0-10	
Тест или письменный опрос				3			
Защита лабораторной работы				5			
Отчет по самостоятельной работе			2				
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ						0-45
Задание промежуточной аттестации							0-15
В письменной форме по билетам							0-40

2.Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-6	ОПК-6.2	знать:				
		основные понятия, законы и модели взаимодействия в аналитической химии для использования их в исследованиях и расчетах свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		пользоваться принципами химического анализа для моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами,	продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в	продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибок

			выполнены все задания в полном объеме	полном объеме, но некоторые с недочетами		
владеть:						
		основными приемами и методами при проведении анализа веществ	продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий.*

3.Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов	Перечень заданий и вопросов для защиты

	лабораторной работы по отчету	лабораторной работы, перечень требований к отчету
--	-------------------------------	---

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция:

ОПК-6Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Индикатор:

ОПК-6.2Выбирает и применяет соответствующие физические, химические методы контроля, анализа веществ и материалов, технологических процессов их получения, модификации и переработки

Контрольная работа (КнТР)

1. Современная дефиниция науки аналитической химии.
2. Повышение роли аналитической химии в решении проблем наук о жизни.
3. Связь аналитической химии с другими естественно-научными дисциплинами.
4. Основные методы аналитической химии: классификация. Классические и физические методы анализа.
5. Основные методы разделения и идентификации соединений.
6. Аналитические характеристики реакций.
7. Периодический закон и аналитические классификации ионов металлов.
8. Систематический и дробный анализ.
9. Основные типы реакций, применяемые в аналитической химии.
10. Термодинамические и концентрационные константы. Факторы, влияющие на химическое равновесие в растворах.
11. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Ее отличительные особенности от других теорий.
12. Роль растворителей и их кислотно-основные свойства. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований.
13. Константы кислотности и основности. Константа автопротолиза.
14. Шкала рН, понятие о "нейтральности" растворов.
15. Свойства буферных растворов. Наиболее часто используемые буферные смеси.
16. Механизм действия буферных растворов. Расчет рН в растворах буферных смесей -уравнение Гендерсона-Хассельбаха.
17. Буферная емкость. Зависимость от различных факторов.

18. Сильные и слабые кислоты и основания. Учет диссоциации воды.
19. Реакция гидролиза как частный случай протолитических равновесий в растворах.
20. Равновесие в насыщенных растворах малорастворимых соединений. Термодинамические и концентрационные константы растворимости (произведение растворимости).
21. Типы комплексных соединений, используемые в аналитических целях. Свойства комплексных соединений.
22. Равновесия в растворах комплексных соединений: ступенчатое комплексобразование. Общие и ступенчатые константы равновесия.
23. Константы устойчивости комплексных соединений. Условные константы устойчивости. Влияние рН на равновесие реакций комплексобразования.
24. Гравиметрия. Сущность метода и границы его применимости.
25. Сущность титриметрических методов анализа.
26. Способы выражения концентраций в титриметрии. Молярная масса эквивалента и ее расчет в различных типах реакций.
27. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, метод замещения.
28. Первичные и вторичные стандарты, способы приготовления растворов с точно известной концентрацией.
29. Общие подходы к построению кривых титрования.
30. Особенности кислотно-основного титрования. Возможность титрования сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот.

Отчет по лабораторной работе (ОЛР)

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1

«Определение плотности жидкостей с помощью ареометра. Приготовление раствора хлорида натрия с заданной массовой долей соли (%) разбавлением концентрированного раствора. Приготовление раствора заданной концентрации смешиванием растворов более высокой и более низкой концентрации. Определение массовой доли и расчет навески хлорида натрия в приготовленном растворе»

1. Устройство и принцип работы ареометра.
2. Почему верхняя часть ареометра узкая и имеет постоянное сечение, а нижняя широкая и может иметь ряд утолщений и сужений?
3. Как зависит глубина погружения цилиндрического ареометра от плотности жидкости? Какие ограничения накладывает эта зависимость на изготовление ареометров?
4. Что такое раствор и насыщенный раствор? Механизм растворения. Чем определяется степень насыщения растворов?
5. Зависимость плотности жидкостей от температуры и аномалии в этой зависимости.
6. Единицы концентрации растворов и их соотношение.
7. Ареометр отградуирован при комнатной температуре. Каковы погрешности при использовании его при повышенных температурах?

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2
«Спектрометрическое определение концентрации сульфата меди методами добавок»**

1. В чем разница между фотоколориметрией и спектрофотометрией?
2. Что служит аналитическим сигналом в фотометрических методах?
3. Назовите единицы измерения длины волны.
4. Какие значения оптической плотности являются оптимальными для проведения анализа и почему?
5. Дайте определение следующим понятиям: пропускание, коэффициент пропускания, оптическая плотность, молярный коэффициент светопоглощения.
6. Дайте формулировку следующих законов: закон Бера, закон Бугера – Ламберта и закон Бугера – Ламберта – Бера. Какой из этих законов лежит в основе фотометрических методов анализа?

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3
«Спектрометрическое определение концентрации сульфата меди методами стандартов»**

1. Чему равна оптическая плотность раствора при соблюдении основного закона светопоглощения?
2. Что такое спектр поглощения вещества?
3. Назовите причины отклонения от основного закона светопоглощения.
4. Почему у приборов для фотометрии шкала значений оптической плотности неравномерна, а шкала светопропускания равномерна?
5. Почему воду не всегда используют в качестве раствора сравнения в фотометрии?
6. Чем отличаются одно- и двухлучевая схемы приборов для фотометрического анализа?
7. Каким образом осуществляется выбор интервала концентраций стандартных растворов при построении калибровочной зависимости?

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 4
«Спектрофотометрическое определение концентрации сульфата меди методом градуировочного графика»**

1. В каких случаях использование калибровочной зависимости для определения концентрации исследуемого раствора недопустимо?
2. Какие преимущества имеет метод градуировочного графика по сравнению с другими фотометрическими методами анализа?
3. На чем основано определение концентрации с помощью метода добавок? Назовите преимущества и недостатки этого метода.
4. Как выбрать оптимальные условия фотометрического определения?
5. Как влияет рН растворов на правильность фотометрического определения?
6. Какие фотометрические методы определения концентрации двух веществ в растворе вы знаете?

Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 5
«Спектрометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии»

1. Что называют коэффициентом пропускания T и оптической плотностью A ? В каких пределах изменяются эти величины?
2. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? Факторы, влияющие на его величину.
3. Что служит критерием соблюдения основного закона светопоглощения? Какие причины вызывают отклонения от этого закона?
4. Что называется спектром поглощения и каких координатах его можно представить?
5. Какие величины входят в уравнение, характеризующее полосу поглощения?
6. Какова природа светопоглощения в ультрафиолетовом и видимом частях спектра?
7. Основные количественные методы фотометрического анализа.
8. В каких случаях используют метод дифференциальной фотометрии и каковы особенности этого метода?
9. Чем обусловлено повышение точности спектрофотометрического определения веществ при дифференциальных измерениях?
10. Что представляет собой метод отношения пропусканий и метод полной дифференциальной спектроскопии?
11. Что используют в качестве раствора сравнения в методах дифференциальном спектрофотометрическом методе.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция:

ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Индикатор:

ОПК-6.2 Выбирает и применяет соответствующие физические, химические методы контроля, анализа веществ и материалов, технологических процессов их получения, модификации и переработки

Контрольная работа (КнР)

1. Кислотно-основные индикаторы: хромофорно-ионная теория индикаторов. Выбор индикаторов.
2. Окислительно-восстановительные реакции в титриметрии. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста, влияние различных факторов на окислительно-восстановительный потенциал.
3. Константа равновесия окислительно-восстановительных процессов.
4. Особенности построения кривых окислительно-восстановительного титрования.

5. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании.
6. Важнейшие методы, основанные на реакциях окисления-восстановления: перманганатометрия, иодометрия.
7. Использование реакций комплексообразования в титриметрии. Комплексонометрическое титрование.
8. Комплексоны I, II, III. Свойства ЭДТА. Использование условных констант.
9. Сущность комплексонометрического титрования, особенности построения кривых титрования.
10. Индикаторы в комплексонометрии. Металлохромные индикаторы. Интервал перехода окраски индикаторов.
11. Прямое, обратное титрование и титрование по методу замещения в комплексонометрии.
12. Характеристика осадительного титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования: метод Мора, Фольгарда, равного помутнения.
13. Общие принципы классификации инструментальных методов анализа.
14. Сравнительная характеристика чувствительности инструментальных методов анализа.
15. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.
16. Классификация спектроскопических методов анализа.
17. Спектрофотометрия - общая характеристика. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Правило аддитивности.
18. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Интенсивность излучения. Уравнение Ломакина-Шайбе.
19. Общая характеристика атомно-абсорбционной спектроскопии.
20. Общая характеристика хроматографических методов анализа.
21. Эффективность и селективность хроматографического разделения. Число теоретических тарелок. Критерии эффективности разделения.
22. Критерии выбора метода анализа конкретного объекта.
23. Метрологические основы количественного анализа. Случайные и систематические погрешности.
24. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок.
25. Представление результатов количественного анализа.

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 6
«Определение концентрации и молярной экстинкции вещества методом
спектрометрии»**

1. Характеристики электромагнитного излучения. Волновые и корпускулярные свойства электромагнитного излучения.
2. Укажите диапазон электромагнитного излучения, используемый в молекулярно-абсорбционном анализе. Какие процессы происходят в веществе при облучении его излучением данного диапазона длин волн?
3. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением. Типы электронных переходов ($\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$, $d \rightarrow d^*$, $f \rightarrow f^*$).

4. Спектры поглощения молекул. Причины избирательного поглощения молекул. Понятие об изобестической точке.

5. Хромофоры и ауксохромы в органических соединениях. Батохромный и гипсохромный сдвиги.

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 7
«Метод кислотно-основного титрования. Определение карбонатной жесткости воды»**

1. Что называют жесткостью воды?
2. Как классифицируют виды жесткости воды ?
3. Единицы измерения жесткости воды.
4. Как определяют общую жесткость воды?
5. На какой реакции основан метод комплексонометрического титрования?
6. На изменение какой характеристики раствора реагируют металлоиндикаторы?
7. Как определяют карбонатную жесткость воды?
8. Какие ионы в воде обуславливают карбонатную жесткость воды?
9. Какие ионы в воде обуславливают некарбонатную жесткость воды?

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 8
«Прямое потенциометрическое определение концентрации ионов водорода и pH раствора»**

1. Сущность потенциометрического метода анализа.
2. Зависимость потенциала электрода от концентрации ионов.
3. Устройство и работа стеклянного электрода.
4. Виды и работа металлических электродов в потенциометрии.
5. Электроды сравнения, применяемые в потенциометрии.
6. Прямая потенциометрия: принцип, применение, достоинства метода.
7. Способы экспериментального установления зависимости потенциала электрода от концентрации.
8. Потенциометрическое титрование: сущность и преимущества метода.
9. Способы нахождения точки эквивалентности при потенциометрическом титровании.
10. Возможность дифференцированного определения компонентов пробы при потенциометрическом титровании.

**Отчет по лабораторной работе (ОЛР)
Контрольные вопросы к лабораторной работе № 9
«Определение содержания сульфат-ионов методом гравиметрии»**

1. Сущность гравиметрического анализа: растворимость осадков и ее влияние на анализ, свойства осадков, разделение фаз.
2. Расчет растворимости (моль/л, г/л) исходя из величины ПР.
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы; требования, предъявляемые к

осаждаемой форме.

4. Факторы, влияющие на полноту осаждения и выбор осаждающего реагента (произведение растворимости и произведение активностей, константа равновесия гетерогенной реакции).

5. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков, механизм образования осадков.

6. Виды загрязнений осадков и способы их очистки, фильтрование и промывка осадков.

7. Получение гравиметрической формы и требования, предъявляемые к ней.

8. Техника гравиметрического анализа, конкретные примеры определений.

9. Вычисления в гравиметрии. Аналитические возможности метода.

Для промежуточной аттестации:

1) Аналитическая химия. Цели и задачи дисциплины. Классификация методов анализа.

2) Метрологические характеристики методов анализа. Классификация погрешностей, среднее значение и стандартное отклонение, доверительная вероятность.

3) Метрологические характеристики методов анализа. Правильность, воспроизводимость, точность анализа.

4) Этапы химического анализа.

5) Электрохимические методы анализа. Сущность, классификация.

6) Потенциометрия. Основы метода. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование.

7) Классификация электродов. Электроды 1 рода, 2 рода, ионоселективные. Уравнение Нернста.

8) Потенциометрическое титрование. Графические методы нахождения точки эквивалентности. Виды титрования. Электроды.

9) Спектральные методы анализа. Классификация. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Основной закон светопоглощения.

10) Колориметрия. Фотометрия. Спектрофотометрия. Электромагнитная шкала длин волн. Спектры поглощения. Основные характеристики спектров.

11) Основные узлы фотоэлектроколориметров. Оптимальные условия определений оптической плотности.

12) Способы определения концентраций – метод сравнения, градуировочного графика, метод добавок.

13) Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Фотометрическое титрование.

14) Хроматография. Основы метода. Теории хроматографического процесса.

15) Классификация методов хроматографии.

16) Элюентный метод определения смесей веществ. Хроматограмма и ее характеристики.

17) Газовая хроматография. Основы метода. Качественный и количественный анализ.

18) Жидкостная адсорбционная хроматография. ВЭЖХ. Теоретические основы метода.

19) Бумажная хроматография.

20) Тонкослойная хроматография.

21) Ионная хроматография. Методы ионной хроматографии. Применение.

22) Ионообменная хроматография. Основы метода. Катиониты.

23) Ионообменная хроматография. Основы метода. Аниониты