



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

УТВЕРЖДАЮ
И. о. директора института
Электроэнергетики и
электроники

В.В. Максимов
«18» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.23 Физико-химические основы технологических процессов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Квалификация Бакалавр

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Инженерная экология и безопасность труда	д.т.н., зав. каф. к.х.н., доцент	Николаева Л.А. Сафина Г.Г.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ИЭ	13.02.2025	2	_____ Зав. кафедрой, д.т.н., проф. Николаева Л.А.
Согласована	Учебно- методический совет института	18.02.2025	6	_____ И.о. директора ИЭЭ, к.т.н., доцент Максимов В.В.
Одобрена	Ученый совет института	18.02.2025	8	_____ И.о. директора ИЭЭ, к.т.н., доцент Максимов В.В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью дисциплины «Физико-химические основы технологических процессов» является освоение студентами основных начал термодинамики, термохимии, законов фазового и химического равновесия, химической кинетики, а также теоретических основ и практического использования наиболее важных химических и физико-химических методов анализа, необходимых для подготовки обучающихся к изучению специальных дисциплин и решению задач профессиональной деятельности в области энергетики и нефтегазопереработки.

Задачи дисциплины:

- сформировать знание основных начал термодинамики, термохимии, законов фазового и химического равновесия, химической кинетики;
- научить студентов основам химических и физико-химических методов анализа;
- привить студентам навыки экспериментального определения качественного и количественного состава веществ.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических	ОПК-1.1 Изучает и анализирует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Демонстрирует знания положений, законов и методов естественных наук
	ОПК-2.4 Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний естественных наук
ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	ОПК-5.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, др.:

1. Химия.
2. Физика.
3. Математика.
4. Органическая химия.
5. Теоретические основы теплотехники.
6. Топливо и теория горения.

Последующие дисциплины (модули), практики, др.:

1. Химия нефти и газа.
2. Общая химическая технология.

3. Химические реакторы.
4. Технологии переработки нефти и газа.
4. Производственная практика.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр	
			5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252	108	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	4,08	147	58	89
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3,56	128	52	76
Лекции	1,78	64	34	30
Практические (семинарские) занятия	0,44	48	18	30
Лабораторные работы	0,44	16		16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,44	124	56	68
Проработка учебного материала	2,44	88	56	32
Курсовой проект		0	0	0
Курсовая работа		0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	0	36
Промежуточная аттестация:			3	Э

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. Основы химической термодинамики	48	18		10	20	ТК1	ОПК-2.2, ОПК-2.4
Раздел 2. Фазовые равновесия	26	6		4	16	ТК2	ОПК-2.2, ОПК-2.4
Раздел 3. Химическая кинетика	34	10		4	20	ТК3	ОПК-2.2, ОПК-2.4
Зачет	0				0	ОМ	ОПК-2.2, ОПК-2.4
Итого за 5 семестр	108	34		18	56		
Раздел 4. Предмет аналитической химии. Области применения	32	8	8	8	8	ТК4	ОПК-1.1, ОПК-2.2
Раздел 5. Химические методы анализа	32	8	8	8	8	ТК5	ОПК-2.4, ОПК-5.1

Раздел 6. Физико-химические и физические методы анализа	44	14	0	14	16	ТК6	ОПК-2.4, ОПК-5.1
Экзамен	36				36	ОМ	ОПК-1.1, ОПК-2.2, ОПК-2.4, ОПК-5.1
Итого за 6 семестр	144	30	16	30	68		
ИТОГО	252	64	16	48	124		

3.2. Содержание дисциплины

Раздел 1. Основы химической термодинамики.

Основные понятия термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Закон сохранения и превращения энергии. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Термохимия. Второй закон термодинамики. Энтропия. Третий закон термодинамики. Характеристические термодинамические функции. Химический потенциал. Химическое равновесие.

Раздел 2. Фазовые равновесия.

Растворы и растворимость. Правило фаз Гиббса. Виды фазовых равновесий. Фазовое равновесие однокомпонентных систем. Коллигативные свойства.

Раздел 3. Химическая кинетика.

Основные понятия и положения химической кинетики. Скорость, порядок и молекулярность химических реакций. Формальная кинетика реакций. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации. Каталитические реакции. Основные свойства и механизм действия катализатора.

Раздел 4. Предмет аналитической химии. Области применения.

Краткая характеристика и сущность методов анализа. Типы химических реакций и их применение в аналитической химии. Направление аналитических реакций. Основные положения теории растворов. Способы выражения состава растворов.

Раздел 5. Химические методы анализа.

Методы кислотно-основного титрования. Современное представление о кислотах и основаниях. Концентрация протонов в водных растворах электролитов. Буферные растворы. Сущность кислотно-основного титрования. Кривые титрования. Индикаторы кислотно-основного характера. Гравиметрический метод анализа. Теоретические основы гравиметрического метода анализа.

Раздел 6. Физико-химические и физические методы анализа.

Инструментальные методы анализа. Сравнительный анализ. Сущность фотоэлектроколориметрического, потенциометрического, кондуктометрического методов анализа. Основные лабораторные и автоматические приборы.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Расчёты, основанные на первом начале термодинамики.
2. Термохимия. Расчет тепловых эффектов химических реакций.
3. Характеристические термодинамические функции. Второе начало термодинамики. Энтропия.

4. Определение направления протекания химических реакций по изменению основных термодинамических потенциалов.
5. Химическое равновесие. Расчет константы равновесия.
6. Способы выражения и определения концентрации вещества в растворе.
7. Расчеты с использованием закона Рауля. Расчеты с использованием криоскопических данных.
8. Определение константы скорости и порядка химических реакций.
9. Определение энергии активации.
10. Качественные реакции обнаружения некоторых неорганических ионов в водном растворе.
11. Построение и расчет кривой титрования сильной кислоты сильным основанием.
12. Построение и расчет кривой титрования слабой кислоты сильным основанием.
13. Построение и расчет кривой титрования соли слабой кислоты сильной кислотой.
14. Применение гравиметрического метода анализа.
15. Инструментальные методы анализа.

3.3. Тематический план лабораторных работ

1. Приготовление растворов точной концентрации.
2. Определение хлоридов в природных и сточных водах.
3. Реакции обнаружения некоторых неорганических ионов.
4. Определение энергии активации химического процесса.

3.4. 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-1	ОПК-1.1	знать: основы теории строения вещества, природу химической связи, свойства различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов				
			знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, в полном объеме, без ошибок	знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, допускает незначительные ошибки	слабо знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, допускает грубые ошибки	Не знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, допускает грубейшие ошибки
		уметь: устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов				
			уверенно умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, в полном объеме, без ошибок	умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, допускает незначительные ошибки	неуверенно умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, допускает грубые ошибки	не умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, допускает грубейшие ошибки
		владеть: методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов				

			уверенно владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов	владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов	неуверенно владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов	не владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов
ОПК-2	ОПК-2.2	знать: основные законы термодинамики и характеристические функции; основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; термодинамику водных растворов, механизмы протекания химических реакций; основные законы химической кинетики, основы химических и физико-химических методов анализа				
			уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики, имеет место много негрубых ошибок	уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		уметь: применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции				
			продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции в полном объеме	продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции, но некоторые с недочетами	продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции, но не в полном объеме	не продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции
		владеть: навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка и константы скорости реакций				

			продемонстрированы навыки вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций некоторыми недочетами	имеется минимальный набор навыков вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций некоторыми недочетами	при вычислении тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций не ированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
ОПК-2	ОПК-2.4	знать: основные законы физической и аналитической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; пути определения важнейших характеристик химического равновесия и влияние различных факторов на смещение химического равновесия; условия установления фазовых равновесий в системах, термодинамику растворов, методы определения порядка реакции				

		уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик химического равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, термодинамики растворов, методов определения порядка реакции в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик химического равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, термодинамики растворов, методов определения порядка реакции в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик химического равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, термодинамики растворов, методов определения порядка реакции, имеет место много негрубых ошибок	уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик химического равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, термодинамики растворов, методов определения порядка реакции ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь: применять теоретические знания физической и аналитической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ			

			продемонстрировано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ в полном объеме	продемонстрировано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ в полном объеме	продемонстрировано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ в полном объеме	не показано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ
		владеть: методами физической и аналитической химии для решения конкретных задач; навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методами определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ				

			продемонстрированы навыки использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыки определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методы определения порядка, качественного и количественного состава веществ реакции без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыки определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методы определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ с некоторыми недочетами	имеется минимальный набор навыков использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыков определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методов определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ с некоторыми недочетами	не продемонстрированы базовые навыки использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыки определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методы определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ имеют грубые ошибки
ОПК-5	ОПК-5.1	знать: современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных				
			знает современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных в полном объеме, без ошибок	знает современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных, допускает незначительные ошибки	слабо знает современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных допускает грубые ошибки	не знает современные технологии и не пользуется методами статистической обработки экспериментальных данных
		уметь: самостоятельно, на основе заданных методик, получать правильные экспериментальные данные, обрабатывать их и интерпретировать				

			умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные и обрабатывать их	умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные и обрабатывать их, но допускает незначительные ошибки	слабо умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные, с трудом обрабатывает их	не умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные и обрабатывать их
		владеть: навыками самостоятельного определения состава вещества, обработки и интерпретации экспериментальных данных				
			умеет самостоятельно проводить эксперименты, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	проводит экспериментальное определение состава веществ, обрабатывает, но допускает незначительные ошибки	самостоятельно получает правильные экспериментальные данные, с трудом обрабатывает и интерпретирует их	не владеет навыками самостоятельного проведения экспериментов, обработки и интерпретации экспериментальных данных

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

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Свиридов, В. В. Физическая химия : Учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187778>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Билалов, А. В. Коллигативные свойства растворов : учебное пособие / А. В. Билалов, Г. В. Булидорова, С. В. Крупин. — Казань : КНИТУ, 2016. — 116 с. — ISBN 978-5-7882-1894-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102067>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Курамшин, Э. М. Избранные главы физической химии : учебное пособие / Э. М. Курамшин. — Уфа : УГНТУ, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-7831-1706-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166905>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Физическая химия: расчетные задания : учебное пособие / составитель Г. И. Остапенко. — Тольятти : ТГУ, 2010. — 42 с. — Текст : электронный // Лань :

электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139794>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Егоров, В. В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия : учебник / В. В. Егоров, Н. И. Воробьева, И. Г. Сильвестрова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-1602-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211559> (дата обращения: 16.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. 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> (дата обращения: 16.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Бондарева, Л. П. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / Л. П. Бондарева. — Воронеж : ВГУИТ, 2019. — 287 с. — ISBN 978-5-00032-409-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143258>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гриненко, Е. В. Химия. Физико-химические методы анализа. Физико-химические методы анализа органических соединений : учебное пособие / Е. В. Гриненко, Т. Г. Федупина, А. В. Васильев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 108 с. — ISBN 978-5-9239-1103-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117635> (дата обращения: 06.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Красникова, Е. М. Аналитическая химия : учебно-методическое пособие / Е. М. Красникова, Н. А. Копаева, Г. Ю. Андреева. — 2-е изд., доп. — Липецк : Липецкий ГПУ, 2019. — 127 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/146698> (дата обращения: 16.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии Росстандарт. Стандарты и регламенты, <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>.

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации — <https://minenergo.gov.ru/opendata>

«Гарант» — <http://www.garant.ru/>

«Консультант плюс» — <http://www.consultant.ru/>

Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» — <https://docs.cntd.ru/document/>

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное

обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Starter).
2. Браузер Chrome.
3. Браузер Firefox.
4. OpenOffice.
5. LMS Moodle

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 лекционного типа	Доска аудиторная, проектор мультимедийный, экран, переносное оборудование – ноутбук
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска аудиторная, проектор мультимедийный, экран, переносное оборудование – ноутбук
Лабораторные работы	Лаборатория физико-химических методов анализа водных сред для проведения лабораторных работ В-506 (504)	Доска распашная (1 шт.), стол антивибрационный (1 шт.), стол титровальный (1 шт.), стол лабораторный (3 шт.), стол химический (4 шт.), стол с надстройкой (4 шт.), шкаф для хим. реактивов (2 шт.), стол мойка (1 шт.), шкаф вытяжной (1 шт.), шкаф сушильный (1 шт.), устройство для сушки посуды ПЭ-0165 (1 шт.), весы электронные лабораторные АРА-520 (1 шт.), Фотометр фотоэлектрический КФК-2 (1 шт.), Экстрактор ПЭ-800 (1 шт.), Колбонагреватель ПЭ-04100М (1 шт.), Фотоколориметрический концентратометр ТехноФарм-002.3 печатающий (1 шт.), Баня лабораторная ЛАБ-ТБ-6/111 (1 шт.)
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет	Моноблок (30 шт.), проектор, экран
	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 межконфессиональной 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. реализующей	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



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

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Б1.О.23 Физико-химические основы технологических процессов

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Квалификация Бакалавр

Оценочные материалы по дисциплине, 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 5, 6

[illegible]

1. 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-1	ОПК-1.1	знать: основы теории строения вещества, природу химической связи, свойства различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов				
			знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, в полном объеме, без ошибок	знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, допускает незначительные ошибки	слабо знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, допускает грубые ошибки	Не знает основы теории строения вещества, свойства химических элементов и соединений, допускает грубейшие ошибки
		уметь: устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов				
			уверенно умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, в полном объеме, без ошибок	умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, допускает незначительные ошибки	неуверенно умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, допускает грубые ошибки	не умеет устанавливать взаимосвязь между строением вещества, природой химической связи, свойствами различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов, допускает грубейшие ошибки
		владеть: методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов				

			уверенно владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов	владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов	неуверенно владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов	не владеет методами анализа для изучения строения вещества, природы химической связи, свойств различных классов химических элементов, соединений веществ и материалов
ОПК-2	ОПК-2.2	знать: основные законы термодинамики и характеристические функции; основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; термодинамику водных растворов, механизмы протекания химических реакций; основные законы химической кинетики, основы химических и физико-химических методов анализа				
			уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики, имеет место много негрубых ошибок	уровень знаний основных законов термодинамики и характеристических функций; основных закономерностей протекания химических процессов и характеристик равновесного состояния; термодинамики водных растворов, механизмов протекания химических реакций; основных законов химической кинетики ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		уметь: применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции				
			продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции в полном объеме	продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции, но некоторые с недочетами	продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции, но не в полном объеме	не продемонстрировано умение применять физико-химические методы анализа различных сред; пользоваться основными термохимическими уравнениями и проводить соответствующие вычисления, рассчитывать химические равновесия и определять направление химической реакции, константу равновесия химической реакции, порядок и константу скорости реакции
		владеть: навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка и константы скорости реакций				

			продемонстрированы навыки вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций некоторыми недочетами	имеется минимальный набор навыков вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций некоторыми недочетами	при вычислении тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; определения концентрации растворов, порядка константы скорости реакций не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки
ОПК-2	ОПК-2.4	знать: основные законы физической и аналитической химии, взаимосвязь физических и химических характеристик процесса; пути определения важнейших характеристик химического равновесия и влияние различных факторов на смещение химического равновесия; условия установления фазовых равновесий в системах, термодинамику растворов, методы определения порядка реакции				

	уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик химического равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, методах термодинамики растворов, методов определения порядка реакции в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, методах термодинамики растворов, методов определения порядка реакции в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько негрубых ошибок	минимально допустимый уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, методах термодинамики растворов, методов определения порядка реакции, имеет место много негрубых ошибок	уровень знаний основных законов физической и аналитической химии, взаимосвязи физических и химических характеристик процесса; путей определения важнейших характеристик химического равновесия и влияния различных факторов на смещение химического равновесия; условий установления фазовых равновесий в системах, методах термодинамики растворов, методов определения порядка реакции ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
	уметь: применять теоретические знания физической и аналитической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ			

			продемонстрировано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ в полном объеме	продемонстрировано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ в полном объеме	продемонстрировано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ, но не в полном объеме	не показано умение применять теоретические знания физической химии при решении профессиональных задач; проводить термодинамические расчеты; находить оптимальные условия проведения химического процесса; определять константу равновесия реакции, соответствующие термодинамические и кинетические характеристики химической системы, проводить анализ веществ
		владеть: методами физической и аналитической химии для решения конкретных задач; навыками определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методами определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ				

		продемонстрированы навыки использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыки определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методы определения порядка, качественного и количественного состава веществ реакции без ошибок и недочетов	продемонстрированы базовые навыки использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыки определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методы определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ с некоторыми недочетами	имеется минимальный набор навыков использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыков определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методов определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ с некоторыми недочетами	не продемонстрированы базовые навыки использования методов физической химии для решения конкретных задач; навыки определения состояния равновесия и самопроизвольного направления химического процесса; методы определения порядка реакции, качественного и количественного состава веществ имеют место грубые ошибки
ОПК-5	ОПК-5.1	знать: современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных			
		знает современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных в полном объеме, без ошибок	знает современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных, допускает незначительные ошибки	слабо знает современные технологии и методы статистической обработки экспериментальных данных допускает грубые ошибки	не знает современные технологии и не пользуется методами статистической обработки экспериментальных данных
		уметь: самостоятельно, на основе заданных методик, получать правильные экспериментальные данные, обрабатывать их и интерпретировать			

			умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные и обрабатывать их	умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные и обрабатывать их, но допускает незначительные ошибки	слабо умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные, с трудом обрабатывает их	не умеет самостоятельно получать правильные экспериментальные данные и обрабатывать их
		владеть: навыками самостоятельного определения состава вещества, обработки и интерпретации экспериментальных данных				
			умеет самостоятельно проводить эксперименты, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные	проводит экспериментальное определение состава веществ, обрабатывает, но допускает незначительные ошибки	самостоятельно получает правильные экспериментальные данные, с трудом обрабатывает и интерпретирует их	не владеет навыками самостоятельного проведения экспериментов, обработки и интерпретации экспериментальных данных

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.*

2. 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 (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

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

Для текущего контроля ТК1:

Примеры тестовых заданий.

Энергия – это:

- 1) количественная оценка потенциального взаимодействия;
- 2) мера движения;
- 3) характеристическая функция;
- 4) мера силы в системе.

2. Обратимым в термодинамике называется процесс, который:

- 1) может идти как в прямом, так и в обратном направлении;
- 2) может идти только в обратном направлении;
- 3) можно развернуть в обратную сторону путем бесконечно малого изменения противодействующей силы;
- 4) можно развернуто обратить вокруг бесконечно малой переменной путем изменения противодействующей силы.

3. В изолированной системе самопроизвольно протекает процесс, значение энтропии которого:

- 1) отрицательное;
- 2) нулевое;
- 3) положительное.

4. При кипении теплоемкость вещества:

- 1) повышается;
- 2) понижается;
- 3) не меняется;
- 4) может как повышаться, так и понижаться.

5. Функцией состояния называют такую термодинамическую функцию, изменение которой в каком-либо процессе:

- 1) не зависит от пути процесса, а зависит только от начального и конечного состояния системы;
- 2) зависит от пути процесса;
- 3) равно нулю.

6. Параметры термодинамической системы, называемые интенсивными:

- 1) величина которых не зависит от числа частиц в системе;
- 2) величина которых зависит от числа частиц в системе;
- 3) величина которых зависит от агрегатного состояния системы.

7. Математическая запись первого закона термодинамики выглядит следующим образом:

- 1) $\delta Q = dU - \delta W$;
- 2) $\delta Q = dU + \delta W$;
- 3) $\delta Q = dU / \delta W$;
- 4) $dQ = dW - dU$.

8. Отрицательное значение величины ΔG реакции, проводимой в изобарно-изотермических условиях, означает, что реакция:

- 1) находится в положении равновесия;
- 2) самопроизвольно протекает в прямом направлении;
- 3) самопроизвольно протекает в обратном направлении;
- 4) при любых условиях протекание реакции невозможно.

9. В изолированной системе самопроизвольно протекает химическая реакция с образованием некоторого количества продукта. При этом энтропия системы:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Пример контрольной работы:

Дано уравнение реакции.

№ варианта	Реакция	№ варианта	Реакция
1	$2H_2 + CO = CH_3OH_{(ж)}$	13	$2SO_2 + O_2 = 2SO_{3(г)}$
2	$4HCl_{(г)} + O_2 = 2H_2O + 2Cl_2$	14	$SO_2 + Cl_2 = SO_2Cl_{2(г)}$
3	$NH_4Cl_{(тв)} = NH_3 + 3O_2$	15	$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O_{(г)}$
4	$2N_2 + 6H_2O_{(ж)} = 4NH_3 + 3O_2$	16	$2CO + SO_2 = S_{(ромб)} + 2CO_2$
5	$4NO + 6H_2O_{(ж)} = 4NH_3 + 5O_2$	17	$CO + Cl_2 = COCl_{2(г)}$
6	$2NO_2 = 2NO + O_2$	18	$CO_2 + H_2 = CO + H_2O_{(г)}$
7	$N_2O_4 = 2NO_2$	19	$CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O_{(ж)}$
8	$Mg(OH)_2 = MgO + H_2O_{(г)}$	20	$2CO_2 = 2CO + O_2$
9	$CaCO_3 = CaO + CO_2$	21	$CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$
10	$Ca(OH)_2 = CaO + H_2O_{(г)}$	22	$C_2H_6 = C_2H_4 + H_2$
11	$S_{(ромб)} + 2H_2O_{(ж)} = SO_2 + 2H_2$	23	$C_2H_5OH_{(ж)} = C_2H_4 + H_2O_{(ж)}$
12	$S_{(ромб)} + 2CO_2 = SO_2 + 2CO$	24	$CH_3CHO_{(г)} + H_2 = C_2H_5OH_{(ж)}$
		25	$C_6H_{6(ж)} + 3H_2 = C_6H_{12(ж)}$

Задание 1. По стандартным термодинамическим параметрам для химических соединений (справочные данные) уравнения реакции определите:

- 1) является ли данная реакция экзо- или эндотермической;

- 2) энтропию реакции;
- 3) направление протекания реакции при температуре 298 К.

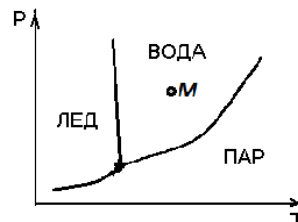
Задание 2. Найдите константу равновесия реакции при температуре 298 К.

Для текущего контроля ТК2:

Примеры тестовых заданий.

1. На рисунке приведена фазовая диаграмма воды. Определите число степеней свободы в точке М:

- 1) 0;
- 2) 1;
- 3) 2;
- 4) 3;
- 5) 4.



2. При добавлении растворимого вещества к растворителю химический потенциал растворителя:

- 1) остается неизменным;
- 2) уменьшается;
- 3) увеличивается;
- 4) может и увеличиться, и уменьшиться.

3. Метод определения молекулярной массы растворенного вещества, основанный на изменении температуры кипения раствора, называется:

- 1) эндоскопическим;
- 2) криоскопическим;
- 3) эбулиоскопическим.

4. Самопроизвольный переход растворителя в раствор через мембрану, непроницаемую для растворенного вещества, называется:

- 1) осмосом;
- 2) диализом;
- 3) фрезом;
- 4) электрофрезом.

5. Коллигативные свойства растворов – свойства, не зависящие:

- 1) от количества растворенного вещества;
- 2) от свойств растворителя;
- 3) от свойств растворенного вещества, а зависящие только от его количества;
- 4) от свойств растворенного вещества, а зависящие только от его свойств.

6. Движущей силой осмоса является:

1) разность химических потенциалов растворителя по обе стороны мембраны;

2) разность температур растворителя по обе стороны мембраны;

3) разность давлений растворителя по обе стороны мембраны.

7. Несколько вариантов ответов. При добавлении в растворитель «нелетучего» растворенного вещества происходит:

- 1) повышение температуры кипения;
- 2) повышение температуры кристаллизации;
- 3) понижение температуры кипения;
- 4) понижение температуры кристаллизации.

8. *Несколько вариантов ответов.* К коллигативным свойствам растворов относятся:

- 1) изменение температуры кипения растворов;
- 2) изменение температуры плавления растворов;
- 3) осмос;
- 4) растворимость.

Пример комплексного задания.

Задание 1. Фазовая диаграмма воды.

Задание 2. Определите молярную концентрацию водного раствора этилового спирта, полученного смешением 1 дм³ 40 % раствора спирта ($\rho = 0,94 \text{ г/см}^3$) и 1 дм³ 60 % раствора спирта ($\rho = 0,90 \text{ г/см}^3$), если полученный раствор имеет плотность 0,92 г/см³.

Задание 3. Давление пара раствора, содержащего анилин массой 0,5 г в эфире массой 100 г при температуре 20 °С равно 588 гПа. Давление пара над чистым эфиром при этой температуре равно 590 гПа. Определите относительную молекулярную массу анилина.

Для текущего контроля ТКЗ:

Примеры тестовых заданий.

1. Укажите, каким образом катализатор влияет на константу равновесия:

- 1) увеличивает;
- 2) уменьшает;
- 3) не оказывает влияния.

2. Зависимость скорости реакции $A + B \rightarrow C$ от концентрации веществ А и В описывается уравнением $V = kC_A C_B$. В этом случае порядок реакции:

- 1) нулевой;
- 2) первый;
- 3) второй;
- 4) третий.

3. Определите, как изменится скорость химической реакции при повышении температуры на 10 °С в соответствии с приближенным правилом Вант-Гоффа:

- 1) возрастет в 2 – 4 раза;
- 2) возрастет в 100 – 200 раз;
- 3) понизится в 2 – 4 раза;
- 4) понизится в 100 – 200 раз.

4. Лимитирующей стадией последовательной химической реакции называется:

- 1) стадия, протекающая под действием света;
- 2) самая быстро протекающая стадия;

3) вторая стадия;

4) самая медленная стадия.

5. Выберите несколько ответов. Энергия активации реакции зависит:

1) от температуры;

2) от теплового эффекта реакции;

3) от природы реагентов;

4) от присутствия катализатора.

6. Чтобы увеличить в 16 раз скорость реакции, температурный коэффициент которой равен 2, надо повысить температуру на:

1) 10 К;

2) 20 К;

3) 30 К;

4) 40 К.

Пример контрольной работы.

Задание 1. При повышении температуры на 30 °С скорость реакции увеличивается в 64 раза. Рассчитайте температурный коэффициент скорости этой реакции.

Задание 2. Определите порядок реакции омыления уксусно-метилового эфира щелочью на основе следующих данных:

Время, мин	3	5	10	25
$C(\text{NaOH})$, моль/л	0,0081	0,0062	0,0044	0,0021

Для текущего контроля ТК4:

Вариант №1

Качественные реакции: Fe^{3+} , Cu^{+2} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} .

Вариант №2

Качественные реакции: Fe^{2+} , Na^+ , K^+ , Al^{3+} .

Пример структуры отчета по лабораторной работе:

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

- название и цель лабораторной работы;
- сущность метода определения исследуемого показателя;
- краткое описание хода выполнения эксперимента;
- полученные экспериментальные данные и результаты их расчетной обработки (при необходимости);
- выводы;
- ответы на контрольные вопросы.

Для текущего контроля ТК5:

Вариант №1

1. Рассчитать %-ную концентрацию, титр, нормальность 0,45 М раствора SiCl_4 , ($\rho = 1,207 \text{ г/см}^3$).

2. Приготовить 121 мл 19 %-ного раствора ($\rho = 1,308 \text{ г/см}^3$) из 57 %-ного раствора ($\rho = 1,411 \text{ г/см}^3$).

3. Приготовить 97 мл 0,72 М раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

4. Что такое титр раствора?

Вариант №2

1. Рассчитать %-ную концентрацию, титр, нормальность 0,24 М раствора Na_3PO_4 , ($\rho = 1,407 \text{ г/см}^3$).

2. Приготовить 127 мл 11 %-ного раствора ($\rho = 1,305 \text{ г/см}^3$) из 67 %-ного раствора ($\rho = 1,523 \text{ г/см}^3$).

3. Приготовить 150 мл 0,73 М раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

4. Что такое титр раствора?

Пример структуры отчета по лабораторной работе:

Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

- название и цель лабораторной работы;
- сущность метода определения исследуемого показателя;
- краткое описание хода выполнения эксперимента;
- полученные экспериментальные данные и результаты их расчетной обработки (при необходимости);
- выводы;
- ответы на контрольные вопросы.

Для текущего контроля ТК6:

Вариант №1

Построение и расчет кривой титрования сильной кислотой сильным основанием.

Вариант №2

Построение и расчет кривой титрования слабой кислотой сильным основанием.

Для промежуточной аттестации ОМ1:

1. Предмет и задачи химической термодинамики.
2. Первое начало термодинамики. Связь между теплотой, внутренней энергией и работой системы.
3. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса.
4. Теплоёмкость, её виды и зависимость от температуры.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия как критерий обратимости процесса.
6. Понятие о самопроизвольных и несамопроизвольных процессах.
7. Физический смысл характеристических термодинамических функций.
8. Термодинамика равновесного состояния.
9. Понятие о степенях свободы системы. Правило фаз Гиббса.
10. Фазовая диаграмма воды.
11. Зависимость скорости химических реакций от температуры и давления.

12. Константа скорости и энергия активации химической реакции.
13. Свойства химического равновесия.
14. Классификация химических реакций.
15. Гомогенные и гетерогенные химические реакции. Три начала термодинамики.
16. Взаимосвязь между теплотой, внутренней энергией, работой системы и её энтальпией.
17. Закон Гесса. Определение тепловых эффектов химических реакций.
18. Вывод математического уравнения второго начала термодинамики.
19. Понятие о самопроизвольных и не самопроизвольных процессах.
20. Взаимосвязь между первым и вторым началами термодинамики и характеристическими термодинамическими функциями.
21. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах.
22. Скорости гомогенных и гетерогенных реакций.
23. Константа скорости и энергия активации химической реакции.
24. Уравнение Аррениуса.
25. Зависимость константы скорости химической реакции от величины энергии активации и температуры.
26. Основные стадии гетерогенных каталитических реакций.
27. Зависимость между скоростью гетерогенной реакции, температурой и областью её протекания.

Для промежуточной аттестации ОМ2:

1. Количественные методы анализа. Общая характеристика методов.
2. Осаждение кристаллических и аморфных осадков в гравиметрическом анализе. Понятие ПР.
3. Общие положения теории растворов. Способы выражения концентрации растворов.
4. Выбор величины навески вещества. Взятие навески. Взвешивание.
5. Отбор средней пробы вещества и подготовка ее к гравиметрическому анализу.
6. Построение и расчет кривой титрования слабой кислотой сильным основанием.
7. Предмет аналитическая химия. Краткая характеристика качественного и количественного методов анализа.
8. Построение и расчет кривой титрования сильной кислотой сильным основанием.
9. Качественный метод анализа. Общая характеристика качественного метода анализа.
10. Построение и расчет кривой титрования соли слабой кислоты слабой кислотой.
11. Раствор. Концентрация. Способы выражения состава раствора.
12. Построение и расчет кривой титрования слабой кислоты сильным основанием.
13. Качественные реакции обнаружения некоторых неорганических ионов.
14. Титриметрический метод анализа. Общие положения метода. Понятие

точки эквивалентности.

15. Основные типы химических реакций.
16. Построение и расчет кривой титрования сильной кислоты сильным основанием.
17. Гравиметрический метод анализа. Взятие навески и выбор величины навески при анализе.
18. Построение и расчет кривой титрования соли слабой кислоты сильной кислотой.
19. Способы выполнения качественного анализа.
20. Гравиметрический метод анализа. Фильтрование и промывание осадка.
21. Гравиметрический метод анализа. Растворение анализируемого вещества.
22. Построение и расчет кривой титрования слабой кислоты сильным основанием.
23. Гравиметрический метод анализа. Осаждение определяемого элемента (с пробой на полноту осаждения).
24. Титриметрический метод анализа. Общие положения метода. Понятие точки эквивалентности.
25. Раствор. Концентрация. Способы выражения концентрации растворов.
26. Построение и расчет кривой титрования соли слабой кислоты сильной кислотой.
27. Количественные методы анализа. Общая характеристика.
28. Качественные реакции обнаружения некоторых неорганических ионов.
29. Гравиметрический метод анализа. Сущность метода и область его применения.
30. Построение и расчет кривой титрования соли слабой кислоты сильной кислотой.
31. Реакции обнаружения Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{3+} .
32. Приготовить 250 мл 0,2 н. раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$.
33. Определение хлоридов в природных и сточных водах.
34. Реакции обнаружения Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , CO_3^{2-} .
35. Реакции обнаружения Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{3+} .
36. Приготовить 250 мл 0,25 н. раствора Na_2NO_3 .
37. Реакции обнаружения Ba^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} .
38. Приготовить 150 мл 0,25 н. раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$.
39. Приготовить 250 мл 0,1 н. раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$.
40. Реакции обнаружения Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{3+} .
41. Определение хлоридов в природных и сточных водах.
42. Реакции обнаружения Ba^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Na^+ .
43. Приготовить 300 мл 0,15 н. раствора $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$.
44. Реакции обнаружения Ba^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} .
45. Реакции обнаружения Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} .