



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

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИТЭ  
протокол №8 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Института теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ С.О. Гапоненко  
«30» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.02. Физическая химия

---

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) \* (профиль(и)) Автономные энергетические системы

Квалификация \_\_\_\_\_ Бакалавр  
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ХВ	Доцент, к.х.н.	Сироткина Л.В.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ХВ	10.05.23	№ 10	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичиров А. А.
Согласована	ХВ	10.05.23	№ 10	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичиров А. А.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.23	№ 9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	30.05.23	№ 9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является изучение специальных разделов физической химии для последующего применения полученных знаний при разработке технологии создания функциональных материалов в автономных энергетических системах.

Задачами дисциплины являются:

- изучение понятийного аппарата дисциплины физической химии, основных теоретических положений и экспериментальных методов химии;
- определение взаимосвязи между свойствами химической системы, природой веществ и их реакционной способностью;
- привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач, умений проведения простейших химических экспериментов

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1. Способен участвовать в разработке и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, проектировать и внедрять современные автономные энергоустановки и системы	ПК-1.1. Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики, и теплотехники
	ПК-1.3. Выполняет эксперименты и расчеты по физико-химическим параметрам, характеристикам и условиям эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники
ПК-2. Способен к организации технического и материального обеспечения по эксплуатации автономных энергетических систем и ее компонентов	ПК-2.2. Осуществляет контроль норм расхода всех видов энергоресурсов автономных энергетических систем; проводит входной контроль полученных товаров и материалов на их соответствие техническим условиям, государственным стандартам и сертификатам

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. – «Химия», «Введение в инженерную деятельность», «Материаловедение и технология конструкционных материалов».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. – «Электрохимия», «Инженерное проектирование электрохимических энергоустановок», «Научные исследования в области электрохимической энергетики».

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			1
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА*</b>	<b>-</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
<b>АУДИТОРНАЯ РАБОТА</b>	<b>1,38</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16
Лабораторные работы	0,44	16	16
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ</b>	<b>1,61</b>	<b>58</b>	<b>58</b>
Проработка учебного материала	1,61	58	58
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
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. Химическая термодинамика	35	6	4	5	20	ТК1	ПК-1.1. 3, ПК-1.2 3
Раздел 2. Фазовые равновесия. Растворы	36	6	4	6	20	ТК2	ПК-2.2. 3, У
Раздел 3. Химическая кинетика. Катализ.	37	6	8	5	18	ТК3	ПК 1.2, 3, У, ПК-2.2 3, У, В
Экзамен	36				0	ОМ 1	ПК 1.1, ПК 1.3, ПК-2.2 3, У, В
<b>Итого за 7 семестр</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>58</b>		

#### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Химическая термодинамика.

Тема 1.1. Основы химической термодинамики. Основные понятия. 1-ый и 2-ой законы термодинамики. Термохимия.

Тема 1.2. Фундаментальное уравнение Гиббса. Характеристические функции.

Химический потенциал идеального и неидеального газа. Элементы статистической термодинамики.

Тема 1.3. Химическое равновесие. Закон действия масс. Влияние температуры на константу равновесия.

Раздел 2. Фазовые равновесия. Растворы

Тема 2.1. Фазовые равновесия (основные понятия). Гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса и его вывод. Диаграммы состояния различных систем.

Тема 2.2. Растворы неэлектролитов. Коллигативные свойства растворов. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа, его термодинамический вывод.

Раздел 3. Химическая кинетика. Катализ.

Тема 3.1. Основные понятия химической кинетики. Методы определения порядка реакции. Кинетика простых реакций.

Тема 3.2. Сложные реакции. Принцип независимости элементарных стадий. Цепные реакции.

Тема 3.3. Теории химической кинетики. Теория переходного состояния (статистический и термодинамический аспект). Теория соударений в применении к бимолекулярным и мономолекулярным реакциям.

Тема 3.4. Катализ. Гомогенный катализ. Фотохимические реакции. Гетерогенный катализ. Ферментативный катализ.

### **3.4. Тематический план практических занятий**

1. Термохимические расчеты.
2. Химическое равновесие. Расчет константы равновесия.
- 3,4. Изучение фазовых диаграмм одно- и многокомпонентных систем.
- 5,6. Растворы неэлектролитов
- 7,8. Изучение кинетики простых и сложных реакций.

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

1. Определение теплоты растворения соли
2. Изучение равновесия гомогенной химической реакции
3. Определение коэффициента распределения
4. Изучение скорости разложения оксалата марганца

### **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	
ПК-1	ПК-1.1	знать: особенности протекания химического процесса и механизма химической реакции				
		основные понятия и законы общей химии, химической термодинамики и кинетики; критерии, определяющие направление и глубину самопроизвольного протекания различных процессов.	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов не допускает ошибок	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов но допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает закономерности протекания процессов допускает множество негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь: использовать современные методики при изучении различных химических процессов; видеть конкретные задачи и намечать пути их исследования				
		самостоятельно решать конкретные задачи из различных разделов химии, пользоваться современной научной и производственной аппаратурой для проведения инженерных измерений и научных исследований.	решать типовые задачи и задания в полном объеме без ошибок	решать типовые задачи и задания в полном объеме с недочетами	Решать типовые задачи с негрубыми ошибками или выполнять задания в полном объеме	При решении типовых задач не продемонстрированы основные умения, имеются грубые ошибки
		владеть: техникой лабораторного эксперимента, правилами				

		выполнения лабораторного практикума с соблюдением требований техники безопасности				
		информацией о назначении и областях применения основных химических веществ	методикой проведения химического эксперимента без ошибок и недочетов.	методикой проведения химического эксперимента с минимальными ошибками и недочетами.	базовыми навыками проведения химического эксперимента, имеются негрубые ошибки	При решении экспериментальных задач имеются грубые ошибки
ПК-1	ПК-1.3	знать: теорию экспериментального исследования физико-химических систем				
		Знает теоретические аспекты основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой; не делает ошибок.	В целом сформированное знание теоретических аспектов основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой; имеются недочеты.	Неполное знание теоретических аспектов основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой, делает много негрубых ошибок	Фрагментарное знание теоретических аспектов основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой, делает грубые ошибки.	Знает теоретические аспекты основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой; не делает ошибок.
		уметь: проводить поиск и обработку научно и научно-технической информации на базовом уровне; умеет планировать и проводить химический эксперимент на базовом уровне				
		использовать	Использую	Использую	Использую	Использую

		современные методики при изучении различных химических процессов; видеть конкретные задачи и намечать пути их исследования;	ет знание физико-химических для оптимизации и совершенствования технологических процессов, не делает ошибок	ет знание физико-химических для оптимизации и совершенствования технологических процессов, имеются недочеты	ет знание физико-химических для оптимизации и совершенствования технологических процессов, делает негрубые ошибки	ет знание физико-химических для оптимизации и совершенствования технологических процессов, делает грубые ошибки
		владеть: методикой проведения экспериментальной работы				
		информацией о назначении и областях применения основных химических веществ	Навыками применения знаний свойств физических их практической деятельности; без ошибок и недочетов	Навыками применения знаний свойств физических их практической деятельности; есть недочеты	Навыками применения знаний свойств физических их практической деятельности; есть негрубые ошибки	Навыками применения знаний свойств физических их практической деятельности; есть грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.2	знать: количественные законы химической кинетики, основные положения химической термодинамики				
		основные понятия и законы общей химии, химической термодинамики и кинетики; критерии, определяющие направление и глубину самопроизвольного протекания химических и электрохимических процессов.	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов не допускает ошибок	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов но допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает закономерности протекания процессов допускает множество негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь: выполнять химический эксперимент; обрабатывать и анализировать результаты лабораторных исследований.				



		Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; не делает ошибок	Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; имеются недочеты	Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; делает негрубые ошибки	Не умеет применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; делает много ошибок	Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; не делает ошибок
владеть: приёмами работы на физико-химической аппаратуре и дополнительных лабораторных установках						
		информацией о назначении и областях применения основных химических веществ	Самостоятельно выполняет научные проекты, без ошибок и недочетов	Самостоятельно выполняет научную работу, имеются недочеты	Представлены навыки самостоятельной научной исследовательской работы, имеются негрубые ошибки	Выполняет научно-исследовательский проект с грубыми ошибками

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 кафедре разработчика.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под ред. А. Г. Стромберга. - 6-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 527 с. : ил. - ISBN 5-06-003627-8. - Текст : непосредственный.

2. Физическая химия : учебник для вузов / Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков. - М. : Академия, 2005. - 448 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1456-6. - Текст : непосредственный.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Физическая химия : лаб. практикум / Л.В. Сироткина. - Казань : КГЭУ, 2005. - 72 с. - Текст : непосредственный.

2. Сироткина Л.В. Основы химической термодинамики. Теория и задачи : метод. указания к практ. занятиям / сост.: Л.В. Сироткина. - Казань : КГЭУ, 2010. - 59 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - 3852. - Текст : непосредственный.

3. Сироткина Л.В. Основы химической кинетики. Теория и задачи : учебно - методическое пособие по дисциплине " Физическая химия " / Л. В. Сироткина. - Казань : КГЭУ, 2012. - 56 с. - 4388. - Текст : непосредственный.

4. Справочник по химии : справочник / сост. : Л. В. Сироткина, Р. О. Сироткин. - Казань : КГЭУ, 2015. - 99 с., 2,63 МБ. - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - ~Б. ц. - Текст : электронный.

5. Сироткина Л.В. Химия. Физическая и коллоидная химия : учебно-методическое пособие / Л. В. Сироткина. - Казань : КГЭУ, 2020. - 176 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст : электронный.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань», <https://e.lanbook.com/>

Энциклопедии, словари, справочники, <http://www.rubricon.com>

2. Портал "Открытое образование", <http://nploed.ru>

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам, <http://window.edu.ru>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Справочная правовая система «Консультант Плюс», <http://consultant.ru>

2. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, <http://fgosvo.ru>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Браузер Chrome. Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет), <https://www.google.com/intl/ru/chrome/>
2. Adobe Acrobat. Пакет программ, <https://get.adobe.com/ru/reader/>
3. LMS Moodle. Современное программное обеспечение <https://download.moodle.org/releases/latest/>

## 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	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (ноутбук), экран, доска аудиторная, таблица Менделеева, "Стандартный ряд электродных потенциалов", таблица по ТБ.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория В-510, В-519.	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические, химические реактивы (от 10 г до 1 кг в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда, таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электродных потенциалов", доска аудиторная.
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](http://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 дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



*Приложение к  
рабочей  
программе дисциплины*



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.В.ДЭ.01.01.02. Физическая химия

Направление  
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификаци  
я

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023



## 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	
ПК-1	ПК-1.1	знать: особенности протекания химического процесса и механизма химической реакции				
		основные понятия и законы общей химии, химической термодинамики и кинетики; критерии, определяющие направление и глубину самопроизвольного протекания химических и электрохимических процессов.	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов не допускает ошибок	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов но допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает закономерности протекания процессов допускает множество негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь: использовать современные методики при изучении различных химических процессов; видеть конкретные задачи и намечать пути их исследования				
		самостоятельно решать конкретные задачи из различных разделов химии, пользоваться современной научной и производственной аппаратурой	решать типовые задачи и задания в полном объеме без ошибок	решать типовые задачи и задания в полном объеме с недочетами	Решать типовые задачи с негрубыми ошибками или выполнять задания не в полном объеме	При решении типовых задач не продемонстрированы основные умения, имеются грубые ошибки

		для проведения инженерных измерений и научных исследований.				
		владеть: техникой лабораторного эксперимента, правилами выполнения лабораторного практикума с соблюдением требований техники безопасности				
		информацией о назначении и областях применения основных химических веществ	методикой проведения химического эксперимента без ошибок и недочетов.	методикой проведения химического эксперимента с минимальными ошибками и недочетами.	базовыми навыками проведения химического эксперимента, имеются негрубые ошибки	При решении экспериментальных задач имеются грубые ошибки
ПК-1	ПК-1.3	знать: теорию экспериментального исследования физико-химических систем				
		Знает теоретические аспекты основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой; не делает ошибок.	В целом сформированное знание теоретических аспектов основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой; имеются недочеты.	Неполное знание теоретических аспектов основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой, делает много негрубых ошибок	Фрагментарное знание теоретических аспектов основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой, делает грубые ошибки.	Знает теоретические аспекты основных разделов физической химии. и экспериментального исследования физико-химических систем в соответствии с программой; не делает ошибок.

		<p>уметь: проводить поиск и обработку научно и научно-технической информации на базовом уровне;  умет планировать и проводить химический эксперимент на базовом уровне</p>				
		использовать современные методики при изучении различных химических процессов; видеть конкретные задачи и намечать пути их исследования;	Использу ет знание физико-химическ их для оптимиза ции и совершен ствования технологи ческих процессов , не делает ошибок	Использу ет знание физико-химическ их для оптимиза ции и совершен ствования технологи ческих процессов , имеются недочеты	Использу ет знание физико-химическ их для оптимиза ции и совершен ствования технологи ческих процессов , делает негрубые ошибки	Использу ет знание физико-химическ их для оптимиза ции и совершен ствования технологи ческих процессо в, делает грубые ошибки
		<p>владеть: методикой проведения экспериментальной работы</p>				
		информацией о назначении и областях применения основных химических веществ	Навыками применен ия знаний свойств физическ их практичес кой деятельно сти; без ошибок и недочетов	Навыками применен ия знаний свойств физическ их практичес кой деятельно сти; есть недочеты	Навыками применен ия знаний свойств физическ их практичес кой деятельно сти; есть негрубые ошибки	Навыкам и применен ия знаний свойств физическ их практичес кой деятельн ости; есть грубые ошибки
ПК-2	ПК-2.2	<p>знать: количественные законы химической кинетики, основные положения химической термодинамики</p>				
		основные понятия и законы общей химии, химической термодинамики и кинетики; критерии, определяющие направление и глубину самопроизволь ного протекания	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов не допускает ошибок	Знает основные понятия и законы общей химии, закономерности протекания процессов но допускает несколько	Плохо знает закономерности протекания процессов допускает множество негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		химических и электрохимических процессов.		негрубых ошибок		
		уметь: выполнять химический эксперимент; обрабатывать и анализировать результаты лабораторных исследований.				
		Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; не делает ошибок	Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; имеют недочеты	Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; делает негрубые ошибки	Не умеет применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; делает много ошибок	Применять знания основных физико-химических процессов, происходящих в них; не делает ошибок
		владеть: приемами работы на физико-химической аппаратуре и дополнительных лабораторных установках				
		информацией о назначении и областях применения основных химических веществ	Самостоятельно выполняет научные работы, без ошибок и недочетов	Самостоятельно выполняет научную работу, имеются недочеты	Представлены навыки самостоятельной научной работы, имеются негрубые ошибки	Выполняет научные исследования с проектными ошибками

Оценка **«Отлично»** выставляется студенту, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой.

Оценка **«Хорошо»** выставляется студенту, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендуемой учебной программой.

Оценка **«Удовлетворительно»** выставляется студенту, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимом для дальнейшей учебы, справился с выполнением заданий, знаком с основной литературой.

Оценка **«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы

### 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
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
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

**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:

ПК-1. Способен участвовать в разработке и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, проектировать и внедрять современные автономные энергоустановки и системы.

ПК-1.1. Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики, и теплотехники

ПК-1.3. Выполняет эксперименты и расчеты по физико-химическим параметрам, характеристикам и условиям эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы к комплексному заданию *ТК1*

Контрольная работа (контрольные вопросы и задачи)

На основании данных справочника при 298 К и давлении 101,1 к Па:

1. Определите  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta U^\circ$ ,  $\Delta A^\circ$ ,  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$  для нижеприведенных реакций (табл. П. 1).

2. Выведите аналитическую зависимость теплового эффекта (Дж) реакции А от температуры, если известен тепловой эффект реакции при 298 К. Уравнение  $C_p^0 = f(T)$  зависимости возьмите из справочника (см Приложение).

3. Вычислите тепловой эффект указанной реакции при постоянном давлении и при температуре  $T$ .

4. Постройте графики зависимости  $\sum_1^i n_i (C_p^0)_{\text{исх}} = f(T)$  и  $\sum_1^i n_i (C_p^0)_{\text{кон}} = f(T)$ ,  $\Delta H_T^0 = f(T)$  в том интервале температура, для которого справедливо уравнение зависимости  $\Delta H_T^0 = f(T)$ .

5. Определите графически температурный коэффициент теплового эффекта реакции А при температуре  $T_1$ .

6. Рассчитайте  $\Delta C_p^0$  при температуре  $T_1$ .

7. Определите изменение энтропии при изменении давления от 101,3 кПа до  $P_2$  при температуре 298 К.

8. Определите  $\Delta G$  при изобарном нагревании от 298 К до  $T_1$ .

Необходимые для решения задачи данные возьмите из табл. П. 1.



Таблица П. 1.

## Данные для расчета

№ вар.	Реакция	$A$	$T, K$	$T_1, K$	$P_2 \cdot 10^{-2}, Pa$
1.	$2H_2 + CO = CH_3OH_{(ж)}$	$H_2$	800	350	250
2.	$O_2 + 4HCl = 2H_2O_{(ж)} + 2Cl_2$	$O_2$	750	650	13,33
3.	$2N_2 + H_2O_{(ж)} = 4NH_3 + 3O_2$	$N_2$	455	450	506,25
4.	$4NO + 6H_2O_{(ж)} = 4NH_3 + 5O_2$	$NO$	1000	900	405,3
5.	$2CO_2 + S_{(ромб)} = SO_2 + 2CO$	$CO_2$	400	250	650
6.	$3H_2 + CO = CH_4 + H_2O_{(ж)}$	$H_2$	500	350	350
7.	$2CO + SO_2 = S_{(ромб)} + 2CO_2$	$CO$	900	700	133,3
8.	$CO + Cl_2 = COCl_2_{(г)}$	$CO$	400	350	266,6
9.	$S O_2 + O_2 = SO_3 (г)$	$S O_2$	700	600	565,3
10.	$CO_2 + H_2 = CO + H_2O_{(ж)}$	$CO_2$	1200	1000	700
11.	$3H_2 + C_6H_6_{(ж)} = C_6H_{12}$	$H_2$	600	500	400
12.	$CH_3CHO_{(г)} + H_2 = C_2H_5OH_{(ж)}$	$CH_3CHO$	500	450	172,25
13.	$CO_2 + CaO = CaCO_3$	$CO_2$	1000	600	133,3
14.	$S O_2 + Cl_2 = SO_2 Cl_2_{(г)}$	$S O_2$	400	300	506,6
15.	$C_2H_4 + H_2O_{(ж)} = C_2H_5OH_{(ж)}$	$C_2H_4$	400	300	1333

## Вопросы для собеседования

1. Дайте определения следующим понятиям:

а) термодинамическая система (изолированная, закрытая, открытая);

б) свойства системы (экстенсивные, интенсивные);

в) состояние системы, уравнение состояния;

г) процесс, циклический процесс;

д) внутренняя энергия системы;

е) теплота;

ж) работа;

з) теплоемкость (истинная, средняя, общая, удельная, мольная).

2. Что такое параметры состояния? Являются ли теплота, работа, температура, давление, внутренняя энергия функциями состояния?

3. Приведите уравнение состояния системы на примере

идеального газа. Каков физический смысл универсальной газовой постоянной  $R$ ? Запишите ее значение в различных системах единиц (Дж/(моль·К), кал/(моль·К), л·атм/(моль·К)).

4. Сформулируйте первое начало термодинамики. Запишите аналитическое выражение. Поясните принятую систему знаков.

5. Выведите соотношения для вычисления теплоты, работы, изменения внутренней энергии для системы из  $n$  молей идеального газа в частных процессах (изотермическом, изохорическом, изобарическом, адиабатическом).

6. Каково соотношение между  $c_p$  и  $c_v$  для идеального газа?

7. Что называется тепловым эффектом реакции? Охарактеризуйте эндотермический, экзотермический эффекты. Что значит тепловой эффект реакции образования, сгорания вещества?

8. Сформулируйте эмпирический закон Гесса. Покажите, что он является следствием первого начала термодинамики.

9. Выведите следствия закона Гесса, применяемые для практических расчетов тепловых эффектов реакций, с использованием теплот образования и сгорания веществ.

10. Как соотносятся тепловые эффекты реакции, проведенной при постоянном объеме и постоянном давлении? Может ли тепловой эффект при постоянном давлении равняться тепловому эффекту при постоянном объеме?

#### Отчет по лабораторной работе

При оформлении отчета по лабораторной работе студент должен включить следующие пункты:

1. Название работы.
2. Краткая теоретическая часть по теме работы.
3. Цель работы.
4. Протокол записи экспериментальных данных в виде таблиц.
5. Основные формулы, необходимые для расчета.
6. Иллюстрации расчетных данных в виде схем, рисунков, таблиц.
7. Расчет погрешностей определения экспериментальных данных.
8. Обсуждение полученных результатов. Объяснение возможных расхождений экспериментальных величин со справочными данными.

#### Вопросы для защиты работы

1. Принцип калориметрического определения тепловых эффектов процессов, протекающих при растворении веществ.
2. Что такое константа калориметра? Как экспериментально определяется константа калориметра?
3. Что такое интегральная молярная теплота растворения соли? От чего она зависит?
4. Первый закон термодинамики, его формулировка и запись.
5. Дайте определения теплоты, работы, внутренней энергии,

энтальпии, теплового эффекта реакции.

6. Закон Гесса и его следствия. Что называется стандартными теплотами образования и сгорания?

7. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.

8. Что такое теплоемкость? Виды теплоемкости.

### **Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция:

ПК-2. Способен к организации технического и материального обеспечения по эксплуатации автономных энергетических систем и ее компонентов

ПК-2.2. Осуществляет контроль норм расхода всех видов энергоресурсов автономных энергетических систем; проводит входной контроль полученных товаров и материалов на их соответствие техническим условиям, государственным стандартам и сертификатам

### Контрольная работа

Гетерогенная реакция протекает при постоянной температуре  $T$  (табл. П. 2);

- 1) определите стандартное сродство веществ  $A$  и  $B$  при 298 К;
- 2) вычислите константы равновесия реакции  $K_p$  и  $K_c$ ;
- 3) определите массу прореагировавшего твердого вещества  $A$ , если объем системы  $V \text{ м}^3$ , а исходное давление газа  $B$  равно  $P_1$  объемом твердой фазы можно пренебречь;
- 4) определите изменение энергии Гиббса, отнесенное к началу реакции, если исходные давления газообразных веществ  $B$  и  $C$  соответственно равны  $P_2$  и  $P_3$ , реакция протекает при температуре  $T$ ,  $K$  идеально обратимо.

## Данные для расчета

№ вар.	Реакция	T, К	$P_1 \cdot 10^{-2}$ , Па	$P_2 \cdot 10^{-2}$ , Па	$P_3 \cdot 10^{-2}$ , Па	$V \cdot 10^3$ , м <sup>3</sup>
1.	$C + 2H_2 = CH_4$	600	600	186	100	8
2.	$C + 2H_2 = CH_4$	700	700	84	50	10
3.	$2C + 2H_2 = C_2H_4$	1000	68400	480	300	7
4.	$2C + O_2 = 2CO$	773	10	705	800	2
5.	$SnO_2 + 2H_2 = 2H_2O + Sn$	1073	500	0152	200	3
6.	$2C + 2H_2 = C_2H_4$	2000	68400	2050	1000	11
7.	$SnO_2 + 2H_2 = 2H_2O + Sn$	973	400	167	200	8
8.	$SnO_2 + 2CO = 2CO_2 + Sn$	1173	700	580	100	6
9.	$SnS + H_2 = H_2S + Sn$	783	10	745	900	2
10.	$Sn + 2H_2O = 2H_2 + SnO_2$	1073	50	690	800	3
11.	$PbS + H_2 = H_2S + Pb$	783	5	755	900	7
12.	$PbS + H_2 = H_2S + Pb$	973	10	745	800	3
13.	$SnS + H_2 = H_2S + Sn$	1196	50	670	700	5
14.	$2C + 2H_2 = C_2H_4$	1800	68400	1290	800	9
15.	$2C + O_2 = 2CO$	773	10	705	800	2

## Вопросы для собеседования

1. Как определить направленность химической реакции?
2. Как, сравнивая значения энергии Гиббса  $\Delta G$  для различных реакций, определить, какая из них является спонтанной (самопроизвольной)?
3. Сформулируйте основные условия устойчивого равновесия.
4. Что характеризует химическое равновесие?
5. Сформулируйте принцип Ле Шателье.
6. Как он помогает предсказать влияние изменения температуры и давления на состояние равновесия химической реакции?
7. Используя принцип Ле Шателье, проанализируйте для приведенных реакций все возможные способы смещения равновесия вправо:



8. Выведите уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента А по известной величине  $K_c$  (для реакции  $2A = R$ ).
9. Выведите уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента А по известным значениям  $K_p$  и давления  $p$  в системе для реакции  $A + B = R$ .
10. Найдите константу равновесия при температурах 500 и 2000 К для реакции  $H_2O + CO = H_2 + CO_2$ , если  $\Delta G = 20,2$  кДж/моль и  $\Delta G = 25,3$  кДж/моль.
11. Почему можно исключить из выражения для константы равновесия концентрации компонентов, являющихся чистыми твердыми веществами или жидкостями?

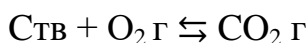
#### Отчет по лабораторной работе

При оформлении отчета по лабораторной работе студент должен включить следующие пункты:

1. Название работы.
2. Краткая теоретическая часть по теме работы.
3. Цель работы.
4. Протокол записи экспериментальных данных в виде таблиц.
5. Основные формулы, необходимые для расчета.
6. Иллюстрации расчетных данных в виде схем, рисунков, таблиц.
7. Расчет погрешностей определения экспериментальных данных.
8. Обсуждение полученных результатов. Объяснение возможных расхождений экспериментальных величин со справочными данными.

#### Вопросы для защиты работы

1. Что такое константа химического равновесия? От чего она зависит?
2. Назовите признаки химического равновесия.
3. Связь констант равновесия  $K_p$  и  $K_c$ .
4. Как зависит константа равновесия  $K_p$  от температуры?
5. Сформулируйте принцип Ле Шателье. Способы смещения химического равновесия.
6. В чем заключается фотометрический метод определения константы равновесия химической реакции?
7. Для реакции



запишите константу равновесия  $K_p$ . Реакция является гомогенной или гетерогенной? Укажите, как будет влиять на равновесный выход продукта:

- а) увеличение общего давления в системе;
- б) повышение температуры ( $\Delta H^\circ > 0$ );
- в) увеличение парциального давления участника реакции  $CO_2$  при  $V = const$ ;
- г) введение в систему газообразных инертных примесей при постоянном общем давлении.

**Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция:

ПК-1. Способен участвовать в разработке и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, проектировать и внедрять современные автономные энергоустановки и системы

ПК-1.1. Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики, и теплотехники

ПК-2. Способен к организации технического и материального обеспечения по эксплуатации автономных энергетических систем и ее компонентов

ПК-2.2. Осуществляет контроль норм расхода всех видов энергоресурсов автономных энергетических систем; проводит входной контроль полученных товаров и материалов на их соответствие техническим условиям, государственным стандартам и сертификатам.

Контрольная работа

Определите порядок и константу скорости реакции, протекающей при заданной температуре  $T$ , К, пользуясь данными о ходе процесса во времени  $t$  (с начала реакции).

Необходимые для решения данные возьмите из таблицы

Таблица

№ варианта	Реакция	Время, мин	Результат контроля за ходом реакции	$T$ , К
1	$2\text{NCl}_3(\text{ж}) \longrightarrow \text{N}_2 + 3\text{Cl}_2$ $a$ -объем $\text{N}_2 \cdot 10^{-6}$ , м <sup>3</sup> ; $\text{Cl}_2$ поглощается	4	$a$ 10	298
		6	13	
		32	26	
		$\infty$	28,5	
2	$\text{C}_9\text{H}_5\text{O}_2\text{Na} + \text{I}_2 \longrightarrow \text{C}_7\text{H}_5\text{IO}_2\text{Na}$ $a$ – объем 0,1 н. $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , израсходованный на титрование $25 \cdot 10^{-7}$ м <sup>3</sup> пробы, см <sup>3</sup>	0	24,29	298
		29	8,32	
		0	21,00	
		34,5	7	
3	$\text{Ru} \longrightarrow \text{RaA}$ $a$ -объем газа $\text{Ra} \cdot 10^{-6}$ , м <sup>3</sup> ;	0	0,102	293
		70	0,062	
		110	0,044	
		140	0,033	
		165	0,025	
		200	0,019	
		250	0,016	

		360	0,007	
4	$2C_2H_5OH + Br_2 \rightarrow$ $CH_3COOC_2H_5 + 4HBr$ Спирт в большом избытке	0	4,24	298
		4	3,14	
		6	2,49	
		10	2,24	
		15	1,78	
	<i>a</i> -концентрация брома · 10 <sup>3</sup> , моль/л	0	8,14	
		4	6,10	
		10	4,45	
		15	3,73	
5	$H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$ В водном растворе: <i>a</i> – объем 0,01 н. Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , израсходованный на титрование 25 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> пробы, см <sup>3</sup>	0	23,89	303
		11,5	19,30	
		27,1	14,50	
		42,6	10,95	
6	$K_2S_2O_8 + KI = 2K_2SO_4 + I_2$ <i>a</i> – объем 0,01 н. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , израсходованный на титрование 25 · 10 <sup>-6</sup> м <sup>3</sup> пробы, см <sup>3</sup>	9	<i>a</i> 4,52	298
		16	7,80	
		52	14,19	
		∞	20,05	
7	Раствор N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в CCl <sub>4</sub> разлагается с выделением O <sub>2</sub> ; <i>a</i> – объем O <sub>2</sub> , см <sup>3</sup>	20	11,4	313
		40	19,9	
		60	23,9	
		80	27,2	
		100	29,5	
		∞	34,75	
8	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в присутствии коллоидной платины разлагается с выделением O <sub>2</sub>	10	3,3	303
		30	8,1	
		∞	15,6	
9	$N_2O_5 = N_2O_4 + \frac{1}{2}O_2$	0	<i>a</i> 2,33	298
		184	2,08	
		319	1,91	
		526	1,67	
		867	1,36	
		1198	1,11	
		1877	0,72	
		2315	0,55	
		3144	0,34	

10	$C_{12}H_{22}O_{22} + H_2O = C_6H_{12}O_6 +$		$c/c_0$	298
	$C_6H_{12}O_6$	0	1	
	$c$ -концентрация сахара в данный момент, моль/л;	1435	1,081	
		4315	1,266	
	$c_0$ – начальная концентрация-0,65 моль/л	7070	1,464	
		11360	1,830	
		14170	2,117	
		16935	2,466	
		19815	2,857	
	29925	4,962		

В

опросы для собеседования

1. Чем различаются определения скорости гомогенной и гетерогенной химических реакций?
2. Как взаимосвязаны между собой реальные скорости образования или расходования отдельных участников реакции  $aA + bB = rR + sS$ ?
3. В чем заключается различие между микрокинетикой и макрокинетикой?
4. Что такое частный порядок реакции по компоненту? Как взаимосвязаны частные порядки по разным компонентам и общий порядок реакции?
5. Какие реакции называют простыми, формально простыми, сложными?
6. Как составляют кинетические уравнения простых реакций?
7. Как составляют кинетические уравнения сложных реакций:
  - а) с известным механизмом реакции;
  - б) с неизвестным механизмом реакции?
8. От каких микрокинетических факторов зависит скорость химической реакции?
9. В гомогенной химической реакции участвуют два реагента А и В. Реакция имеет первый порядок по реагенту А и второй порядок по реагенту В. Увеличение концентрации какого реагента даст больший эффект увеличения скорости реакции?
10. Выведите уравнение зависимости дифференциальной селективности от концентрации реагента А для параллельных реакций, имеющих разный порядок по реагенту А.
11. Запишите уравнение Аррениуса в дифференциальной, интегральной и логарифмической формах. В чем суть уравнения Аррениуса?
12. Определите энергию активации реакции, если при изменении температуры с 450 до 500 °С ее скорость возрастет в 2,73 раза.

Отчет по лабораторной работе

При оформлении отчета по лабораторной работе студент должен включить



следующие пункты:

1. Название работы.
2. Краткая теоретическая часть по теме работы.
3. Цель работы.
4. Протокол записи экспериментальных данных в виде таблиц.
5. Основные формулы, необходимые для расчета.
6. Иллюстрации расчетных данных в виде схем, рисунков, таблиц.
7. Расчет погрешностей определения экспериментальных данных.
8. Обсуждение полученных результатов. Объяснение возможных расхождений экспериментальных величин со справочными данными.

Вопросы для защиты работы

1. Дайте определение скорости химической реакции. От чего зависит скорость реакции?
2. Связь скорости реакции по веществу и скорости реакции в целом.
3. Сформулируйте основной постулат химической кинетики.
4. Методы определения порядка реакции.
5. Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант – Гоффа. Уравнение Аррениуса.
6. Что такое энергия активации? Как ее можно определить экспериментально?
7. Каким образом можно определить константу скорости химической реакции?
8. На чем основан колориметрический метод определения константы скорости реакции?

**Для промежуточной аттестации:**

1. Физическая химия как наука, объекты изучения, задачи курса, основные разделы.
2. Основные понятия и определения химической термодинамики: термодинамическая система, параметры состояния, экстенсивные и интенсивные величины.
3. Равновесные (квазистатические) и неравновесные термодинамические процессы. Работа квазистатического процесса.
4. Теплота и работа, внутренняя энергия системы. Первый закон термодинамики, формулировки, математическая запись.
5. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Связь между тепловыми эффектами при постоянных давлении и объеме.
6. Следствия из закона Гесса, расчет тепловых эффектов по теплотам образования и сгорания.

7. Теплоемкость вещества, способы ее выражения, температурные ряды теплоемкости для органических и неорганических веществ.

8. Вывод и анализ уравнения Кирхгоффа, температурный коэффициент теплового эффекта химической реакции.

9. Расчет тепловых эффектов химической реакции по интегральным уравнениям Кирхгоффа и высокотемпературным составляющим энтальпии.

10. Понятие и свойства энтропии. Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов.

11. Расчет изменения энтропии для фазовых превращений, процессов с участием идеальных газов.

12. Постулат Планка. Расчет абсолютного значения энтропии для индивидуальных веществ и химической реакции.

13. Объединенное выражение 1-го и 2-го законов термодинамики. Энергия Гиббса, уравнения Гиббса-Гельмгольца.

14. Критерии равновесия и направления термодинамических процессов при постоянстве различных параметров.

15. Химический потенциал. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процессов в системах с переменным количеством компонентов.

16. Химические потенциалы идеального и реального газов. Фугитивность, коэффициент фугитивности.

17. Термодинамический закон действующих масс. Константа равновесия для газофазных реакций.

18. Взаимосвязь между константами равновесия, выраженными через различные величины.

19. Вывод и анализ уравнения изотермы химической реакции.

20. Влияние давления и добавки инертного газа на равновесие химической реакции. Принцип смещения равновесия.

21. Химическое равновесие в гетерогенной реакции, выражение для константы равновесия, уравнение изотермы.

22. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары химической реакции, его анализ, приближенный расчет теплового эффекта.

23. Определение изменения энергии Гиббса и константы равновесия по методу Темкина-Шварцмана и приведенным энергия Гиббса.

24. Использование закона действующих масс для расчета состава равновесной газовой смеси.

25. Фазовые равновесия, основные понятия, условия фазового равновесия в термодинамических системах.

26. Правило фаз Гиббса, расчет числа термодинамических степеней свободы.

27. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе, вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса.

28. Принципы непрерывности и соответствия. Анализ диаграммы состояния однокомпонентной системы.

29. Зависимости давления насыщенного пара от концентрации компонентов в идеальных и неидеальных растворах. Закон Рауля, причины

отклонения от него, активность и коэффициент активности компонентов раствора.

30. Равновесие в двухкомпонентной системе пар-жидкость. Виды диаграмм кипения. Законы Гиббса-Коновалова.

31. Расчеты по диаграммам кипения. Разделение неограниченно смешивающихся жидкостей методом перегонки.

32. Анализ диаграмм плавкости двухкомпонентных систем, их типы.

33. Термический анализ, кривые охлаждения, расчеты по диаграммам плавкости.

34. Типовые задачи