

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____/Ж.В. Мацулевич/

подпись ФИО

“ ” _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.22 Физическая химия

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2022

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 360/10

Промежуточная аттестация: экзамен

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Соколова Т.Н. д.х.н., профессор; Темнова М.В. к.х.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2022

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 07 августа 2020 г. № 922 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 06.04.2023 г. № 16.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 15.03.2023 г. № 5.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.03.2023 № 7.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 18.03.01-х-15

Начальник МО

_____/Н.Р. Булгакова/
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____/Н.И. Кабанина/
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	13
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	24
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	31
7. Информационное обеспечение дисциплины	33
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	35
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	36
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	37
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	39

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины «Физическая химия» является формирование у студентов основных понятий, знаний и навыков в области теоретических основ физической химии, системных знаний, необходимых при рассмотрении физико-химических процессов, происходящих в естественных и моделированных системах, формирование умений выполнять необходимые термодинамические и кинетические расчеты параметров химических реакций, выполнять расчеты для фазовых переходов, анализировать механизмы химических реакций и электрохимических процессов, грамотно оформлять результаты экспериментов и развить навыки практического использования теоретических знаний для решения конкретных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучить основные понятия термодинамики; химического равновесия в химических реакциях и системах; законы растворов неэлектролитов; гальванические элементы; основные постулаты химической кинетики и кинетические уравнения простых и сложных реакций;
- рассмотреть термодинамические, кинетические, электрохимические закономерности в протекании процессов в химических системах;
- дать представление о современном состоянии и путях развития физической химии, ее роли в науке и технике;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Физическая химия» включена в обязательный перечень дисциплин базовой части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», где они приобретают необходимые знания по строению веществ и направленности химических процессов, вводится понятие скорости химических реакций. Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией; понимать смысл химических формул и символов, индексов и коэффициентов в химических уравнениях реакций; иметь представления об основных классах неорганических и органических соединений; понимать различие между химическими и физическими явлениями; иметь представление об атомно-молекулярном учении; иметь навыки решения простейших расчетных задач.

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения ряда общенаучных и специальных дисциплин, связанных с химией. Примерами таких дисциплин являются: «Коллоидная химия», «Коррозия и защита металлов», «Общая химическая технология», где используются умения и навыки, полученные студентами при изучении физической химии, решения расчетных задач, и сформированные компетенции в определении возможности и особенностей протекания химических процессов.

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Физическая химия» будут необходимы для освоения последующих курсов базового и профессионального цикла «Коллоидная химия», «Коррозия и защита металлов», «Общая химическая технология» и др., а также при подготовке, выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работ, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Связь данной дисциплины со специализацией обучающегося реализуется при рассмотрении химических реакций и процессов с учетом условий, и механизмов их протекания, свойств отдельных систем и методов исследования и анализа физико-химических процессов.

Особенностью дисциплины является проведение лабораторных работ, что позволяет приобрести студентам умения работать с химическими реагентами, посудой и приборами, осуществлять химический эксперимент и проводить первичные научные исследования. В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного исследования, в эти лабораторные работы введены элементы научного исследования, как-то: а) самостоятельно выбрать реактивы для проведения реакции, оценить и объяснить полученный результат; б) объяснить протекание одной реакции и не протекание другой, на первый взгляд подобной, реакции; в) предсказать практическое значение той или иной реакции, сопровождающейся необычным эффектом, и т.д.

К активным методам обучения относится сдача письменного отчета по лабораторной работе в форме обсуждения, поскольку такая работа предполагает выполнение творческих заданий (задач). Учащийся вступает в диалог с преподавателем в ходе обсуждения результатов эксперимента и его интерпретации.

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Физическая химия» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология»:

а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-1, 2, 5.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
Общая и неорганическая химия (Б1.Б.4)	✓							
Экология (Б1.Б.7)	✓							

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Химия элементов (Б1.Б.11)		✓						
Органическая химия (Б1.Б.15)			✓	✓				
Органическая химия II (Б1.Б.16)			✓	✓				
Введение в специальность (Б1.Б.17)				✓				
Физическая химия (Б1.Б.22)				✓	✓			
Лакокрасочные покрытия (Б1.Б.24)					✓			
Общая химическая технология (Б1.Б.27)						✓		
Коллоидная химия (Б1.Б.10)							✓	
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓
ОПК-2								
Информатика (Б1.Б.2)	✓							
Математика (Б1.Б.3)	✓	✓						
Общая и неорганическая химия (Б1.Б.4)	✓							
Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б.8)		✓	✓					
Инженерная графика (Б1.Б.9)		✓						
Химия элементов (Б1.Б.11)		✓						
Физика (Б1.Б.12)		✓	✓					
Органическая химия (Б1.Б.15)			✓	✓				
Органическая химия II (Б1.Б.16)			✓	✓				
Информационные технологии (Б1.Б.18)				✓				
Прикладная механика (Б1.Б.20)				✓				
Процессы и механические аппараты химических производств				✓	✓			

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
(Б1.Б.21)								
Физическая химия (Б1.Б.22)				✓	✓			
Лакокрасочные покрытия (Б1.Б.24)					✓			
Электротехника и промышленная электроника (Б1.Б.26)					✓			
Общая химическая технология (Б1.Б.27)						✓		
Коллоидная химия (Б1.Б.10)							✓	
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓
ОПК-5								
Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.Б.8)		✓	✓					
Химия элементов (Б1.Б.11)		✓						
Физика (Б1.Б.12)		✓	✓					
Органическая химия (Б1.Б.15)			✓	✓				
Органическая химия II (Б1.Б.16)			✓	✓				
Прикладная механика (Б1.Б.20)				✓				
Процессы и механические аппараты химических производств (Б1.Б.21)				✓	✓			
Физическая химия (Б1.Б.22)				✓	✓			
Электротехника и промышленная электроника (Б1.Б.26)					✓			
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
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 элементов, соединений, веществ и материалов	<i>ИОПК-1.1. Изучает механизмы химических реакций, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</i>	ЗНАТЬ: - основные понятия термодинамики, первое и второе начала термодинамики, тепловые эффекты, закон Гесса, уравнение Кирхгофа, термодинамические функции U, H, A, G , химический потенциал, свойства химического потенциала	УМЕТЬ: - определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций	ВЛАДЕТЬ: - навыками решения типовых задач по определению термодинамических величин ($Q, \Delta U, \Delta H, \Delta G$) в системе идеальный газ и в химических реакциях	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	Вопросы для устного собеседования на экзамене В каждом билете есть задача.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	ИОПК-1.2. Анализирует механизмы химических реакций происходящих в технологических процессах и окружающем мире	ЗНАТЬ: - условия направленности и равновесия в химических реакциях, уравнение изотермы химической реакции, константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения, связь K_p , K_c , K_x , K_p , принцип Ле-Шателье, термодинамические условия равновесия между фазами, правило фаз Гиббса, диаграмма состояния для однокомпонентной системы, равновесие жидкий раствор – пар в двухкомпонентных системах, законы Гиббса-Коновалова, законы растворов неэлектролитов, диаграммы плавкости	УМЕТЬ: - рассчитывать равновесный состав химических реакций по термодинамическим данным, определять влияние внешних факторов на выход продукта, строить фазовые диаграммы в одно- и двухкомпонентных системах, решать практические задачи по фазовым диаграммам; применять законы растворов неэлектролитов	ВЛАДЕТЬ: - навыками решения нетиповых задач по расчету равновесного состава химической реакции; навыками выполнения расчетнографических работ по фазовым равновесиям в одно- и двухкомпонентных системах	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	ИОПК-1.3. Использует полученные знания для решения задач профессиональной деятельности	ЗНАТЬ: - гальванические элементы, Э.Д.С. гальванического элемента с термодинамическими величинами химической реакции, скорость химической реакции, постулаты химической кинетики, кинетические уравнения простых и сложных реакций, уравнение Аррениуса, теорию активированного комплекса	УМЕТЬ: - использовать электрохимические данные для расчета термодинамических величин редокс-реакций; анализировать кинетические схемы химических реакций приближенными методами, определять кинетические характеристики простых и сложных реакций	ВЛАДЕТЬ: - навыками расчета термодинамических величин в равновесной электрохимии и растворах неэлектролитов; интегральными и дифференциальными методами анализа скоростей химических реакций	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<i>ИОПК-2.4. Использует химические методы для решения задач профессиональной деятельности</i>	ЗНАТЬ: - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; - основные законы химии	УМЕТЬ: - анализировать энергетические эффекты в физических процессах и химических реакциях на основе химических законов и понятий	ВЛАДЕТЬ: - основными законами дисциплины для описания химических и фазовых равновесий, процессов в растворах неэлектролитов и электролитов, скоростей химических реакций	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	
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	<i>ИОПК-5.1. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные</i>	ЗНАТЬ: - поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические, электрохимические методы получения физико-химических данных при решении термодинамических, кинетических и других задач физической химии	УМЕТЬ: - планировать эксперимент, пользоваться стандартной лабораторной посудой; - использовать поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические методы проведения эксперимента	ВЛАДЕТЬ: - навыками проведения химических экспериментов по определению теплоты растворения солей калориметрическим методом; построению диаграммы жидкость – пар в двойной системе эбуллиоскопическим методом; - скорости инверсии сахарозы поляриметрическим методом	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
	<i>ИОПК-5.2. Проводит необходимые наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности</i>	ЗНАТЬ: - основные методы и приемы проведения эксперимента; - лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней	УМЕТЬ: - пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории	ВЛАДЕТЬ: - навыками безопасной работы в химической лаборатории	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	
	<i>ИОПК-5.3. Обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные</i>	ЗНАТЬ: - методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; - правила представления экспериментальных данных	УМЕТЬ: - обрабатывать полученные экспериментальные данные; - представлять полученные данные, высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов	ВЛАДЕТЬ: - навыками обработки и анализа экспериментальных данных	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	360	360
1. Контактная работа:	27	27
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	20	20
занятия лекционного типа (Л)	8	8
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	12	12
1.2. Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	324	324
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа	+	+
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	324	324
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 СЕМЕСТР									
ОПК-1: ИОПК-1.1; ИОПК-1.2; ИОПК-1.3 ОПК-2: ИОПК-2.4 ОПК-5: ИОПК-5.1; ИОПК-5.2; ИОПК-5.3	Раздел 1 Основы химической термодинамики								
	Тема 1.1. Основные понятия термодинамики. Уравнения состояния				6	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 7-15, [2.1] стр. 7-32	групповая консультация, вебинар		
	Тема 1.2. Первое начало термодинамики. Приложение первого начала термодинамики к идеальным газам	0,5			6	подготовка к лекциям [1.1] стр. 15-19, [2.1] стр. 32-39	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 1.1. Первое начало термодинамики. Приложение первого начала термодинамики к идеальным газам		2		6	подготовка к занятию [3.1] стр. 3-13	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 1.3. Термохимия: тепловые эффекты, стандартная реакция, вычисление тепловых эффектов в стандартных реакциях, закон Гесса	0,5			6	подготовка к лекциям [1.1] стр. 19-21	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 1.2. Вычисление тепловых эффектов в стандартных реакциях, закон Гесса. Контрольная работа.		2		6	подготовка к занятию [3.1] стр. 14-19 подготовка к КР [3.1] стр. 3-19	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Лабораторная работа 1.3. Лабораторная работа «Определение энтальпии гидратообразования соли»		1		6	оформление отчета [3.2] стр. 3-10	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 1.4. Зависимость теплоемкости и теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.				6	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 22-26	групповая консультация, вебинар		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа 1.4. Зависимость теплоемкости и теплого эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.		1		6	подготовка к занятию [3.1] стр. 19-23	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 1.5. Принцип Карно и обобщение Клаузиуса. Второе начало термодинамики.	0,5			6	подготовка к лекциям [1.1] стр. 21-22, 26-28, [2.1] стр. 39-41	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 1.5. Второе начало термодинамики. Расчет энтропии в обратимых физических процессах и в химических реакциях		0,5		6	подготовка к занятию [3.3] стр. 3-19, 28-35	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Лабораторная работа 1.6. Расчет энтропии в необратимых физических процессах.		0,5		6	подготовка к занятию [3.3] стр. 19-28, 28-35	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 1.6. Статистическая природа энтропии. Термодинамическая вероятность. Энтропия системы как мера неупорядоченности системы. Постулат Планка.				6	самостоятельное изучение темы [1.2] стр. 31-39, [2.1] стр. 41-55	групповая консультация, вебинар		
	Тема 1.7. Объединенное выражение первого и второго законов термодинамики. Термодинамические функции U,H,A,G. Основные дифференциальные уравнения для термодинамических функций				6	самостоятельное изучение темы [1.2] стр. 39-45	групповая консультация, вебинар		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: домашняя контрольная работа				6	выполнение домашних КР (по выбору преподавателя) [3.1] стр. 14-23, [3.3] стр. 28-35			
	Итого по 1 разделу	1,5	7		84				
ОПК-1: ИОПК-1.1; ИОПК-1.2; ИОПК-1.3 ОПК-2:	Раздел 2 Приложения химической термодинамики. Химическое равновесие в многокомпонентных системах								
	Тема 2.1. Условия направленности и равновесия в химических реакциях.				8	самостоятельное изучение темы [1.2] стр. 57-61, [2.1] стр. 61-68	групповая консультация, вебинар		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИОПК-2.4 ОПК-5: ИОПК-5.1; ИОПК-5.2; ИОПК-5.3	Лабораторная работа 2.1. Условия направленности и равновесия в химических реакциях.		1		6	подготовка к занятию [3.4] стр. 3-9, 16-23	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 2.2. Уравнение изотермы химической реакции. Константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения.	0,5			6	подготовка к лекциям [1.2] стр. 61-63, [2.1] стр. 68-70	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.3. Способы выражения константы равновесия. Связь K_p , K_c , K_x , K_n . Методы вычисления и экспериментального определения константы равновесия. Особенности химического равновесия в гетерогенной реакции	0,5			6	подготовка к лекциям [1.2] стр. 64-67	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.4. Принципы расчета равновесного состава гомогенной химической реакции по термодинамическим данным.	0,5			6	подготовка к лекциям [1.2] стр. 65-67, [2.1] стр. 70-74	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа 2.2. Расчет равновесного состава химической реакции по термодинамическим данным		1		8	подготовка к занятию [3.4] стр. 9-11, 23-26	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 2.5. Влияние давления и температуры на положение равновесия и равновесный выход продуктов. Принцип Ле-Шателье. Зависимость константы равновесия от температуры.				6	самостоятельное изучение темы [1.2] стр.63-64, 67-69	групповая консультация, вебинар		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: домашняя контрольная работа				6	выполнение домашних КР (по выбору преподавателя) [3.4] стр. 26, 29-32			
	Итого по 2 разделу	1,5	2		52				
ОПК-1: ИОПК-1.1; ИОПК-1.2; ИОПК-1.3 ОПК-2: ИОПК-2.4 ОПК-5:	Раздел 3 Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах								
	Тема 3.1. Равновесие жидкий раствор - пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные растворы. Физико- химические основы разделения жидких смесей на чистые вещества.	1			12	подготовка к лекциям [1.1] стр. 76-81	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИОПК-5.1; ИОПК-5.2; ИОПК-5.3	Лабораторная работа № 3.1 Фазовые равновесия жидкость-пар в двойной системе		2		6	подготовка к ЛР [3.8] стр. 3-19	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 3.2. Равновесие жидкий раствор - пар в двухкомпонентных системах с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии, с отсутствием растворимости в жидком состоянии. Теоретические основы перегонки с водяным паром.	1			8	подготовка к лекциям [1.2] стр. 130-136	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.3. Кристаллизация растворов. Кривые охлаждения растворов. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем по кривым охлаждения. Диаграммы плавкости	0,5			6	подготовка к лекциям [1.2] стр. 130-139, [1.1] стр. 93-98	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.4. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем по кривым охлаждения. Диаграммы плавкости. Контрольная работа.	0,5			6	подготовка к занятию [3.9] стр. 22-31 подготовка к КР [3.9] стр. 3-16	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: домашняя контрольная работа				16	выполнение домашних КР [3.9] стр. 17-31 (по выбору преподавателя)			
	Итого по 3 разделу	3	2		54				
ОПК-1: ИОПК-1.1; ИОПК-1.2; ИОПК-1.3 ОПК-2: ИОПК-2.4 ОПК-5: ИОПК-5.1; ИОПК-5.2; ИОПК-5.3	Раздел 4 Химическая кинетика								
	Тема 4.1. Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, основной постулат химической кинетики для элементарной реакции, основное кинетическое уравнение химического процесса				10	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 128-132	групповая консультация, вебинар		
	Тема 4.2. Дифференциальные методы определения общего и частного порядков реакции	0,5			8	подготовка к лекциям [1.1] стр. 133-135	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 4.3. Интегральные кинетические уравнения простых реакций первого, второго, третьего порядков. Интегральный метод определения общего порядка сложной реакции.	0,5			8	подготовка к лекциям [1.1] стр. 135-149	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.4. Методы определения порядков химических реакций	0,5			6	подготовка к занятию [3.11] стр. 3-12	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 4.5. Последовательная реакция первого порядка. Метод Боденштейна.	0,5			6	подготовка к лекциям [1.1] стр. 149-151	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 4.1Кинетика гомогенных химических реакций. Изучение кинетики йодирования ацетона		1		12	подготовка к ЛР [3.13] стр. 3-27	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 4.6. Кинетика параллельной реакции первого порядка, обратимой реакции первого порядка. Метод квазиравновесного приближения				16	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 143-146	групповая консультация, вебинар		
	Тема 4.7. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, ее определение				16	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 159-161	групповая консультация, вебинар		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 4.8. Теории химической кинетики. Основное кинетическое уравнение теории активированного комплекса. Параметры активации. Уравнение Эйринга				12	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 161-174	групповая консультация, вебинар		
	Тема 4.9. Основные положения гомогенного катализа				16	самостоятельное изучение темы [1.1] стр. 183-187	групповая консультация, вебинар		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: домашняя контрольная работа				24	выполнение домашних КР [3.11] стр. 3-26 (по выбору преподавателя)			
	Итого по 4 разделу	2	1		134				
ИТОГО по дисциплине		8	12		324				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим и лабораторным занятиям [3.1 – 3.13], представленных в п. 6.3.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле (экзамен) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Отлично «5» – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

Хорошо «4» – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

Удовлетворительно «3» – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

Неудовлетворительно «2» – студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
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 элементов, соединений, веществ и материалов	<i>ИОПК-1.1. Изучает механизмы химических реакций, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</i>	Не знает основные понятия термодинамики, первое и второе начала термодинамики, тепловые эффекты, закон Гесса, уравнение Кирхгофа, термодинамические функции U, H, A, G, химический потенциал, свойства химического потенциала. Не умеет определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций. Не владеет навыками решения типовых задач по определению термодинамических величин (Q, ΔU, ΔH, ΔG) в системе идеальный газ и в химических реакциях	Частично знает основные понятия термодинамики, первое и второе начала термодинамики, тепловые эффекты, закон Гесса, уравнение Кирхгофа, термодинамические функции U, H, A, G, химический потенциал, свойства химического потенциала. Частично умеет определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций. Слабо владеет навыками решения типовых задач по определению термодинамических величин (Q, ΔU, ΔH, ΔG) в системе идеальный газ и в химических реакциях	Хорошо знает основные понятия термодинамики, первое и второе начала термодинамики, тепловые эффекты, закон Гесса, уравнение Кирхгофа, термодинамические функции U, H, A, G, химический потенциал, свойства химического потенциала. Хорошо умеет определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций. Хорошо владеет навыками решения типовых задач по определению термодинамических величин (Q, ΔU, ΔH, ΔG) в системе идеальный газ и в химических реакциях	Отлично знает основные понятия термодинамики, первое и второе начала термодинамики, тепловые эффекты, закон Гесса, уравнение Кирхгофа, термодинамические функции U, H, A, G, химический потенциал, свойства химического потенциала. Отлично умеет определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций. Отлично владеет навыками решения типовых задач по определению термодинамических величин (Q, ΔU, ΔH, ΔG) в системе идеальный газ и в химических реакциях

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИОПК-1.2. Анализирует механизмы химических реакций происходящих в технологических процессах и окружающем мире</i>	Не знает условия направленности и равновесия в химических реакциях, уравнение изотермы химической реакции, константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения, связь Кр, Кс, Кх, Кп, принцип Ле-Шателье, термодинамические условия равновесия между фазами, правило фаз Гиббса, диаграмма состояния для однокомпонентной системы, равновесие жидкий раствор – пар в двухкомпонентных системах, законы Гиббса-Коновалова, законы растворов неэлектролитов, диаграммы плавкости. Не умеет рассчитывать равновесный состав химических реакций по термодинамическим данным, определять влияние внешних факторов на выход продукта, строить фазовые диаграммы в одно- и двухкомпонентных системах, решать практические задачи по фазовым диаграммам; применять законы растворов неэлектролитов. Не владеет навыками решения нетиповых задач по расчету равновесного состава химической реакции; навыками выполнения расчетнографических работ по фазовым равновесиям в одно- и двухкомпонентных системах	Частично знает условия направленности и равновесия в химических реакциях, уравнение изотермы химической реакции, константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения, связь Кр, Кс, Кх, Кп, принцип Ле-Шателье, термодинамические условия равновесия между фазами, правило фаз Гиббса, диаграмма состояния для однокомпонентной системы, равновесие жидкий раствор – пар в двухкомпонентных системах, законы Гиббса-Коновалова, законы растворов неэлектролитов, диаграммы плавкости. Частично умеет рассчитывать равновесный состав химических реакций по термодинамическим данным, определять влияние внешних факторов на выход продукта, строить фазовые диаграммы в одно- и двухкомпонентных системах, решать практические задачи по фазовым диаграммам; применять законы растворов неэлектролитов. Слабо владеет навыками решения нетиповых задач по расчету равновесного состава химической реакции; навыками выполнения расчетнографических работ по фазовым равновесиям в одно- и двухкомпонентных системах	Хорошо знает условия направленности и равновесия в химических реакциях, уравнение изотермы химической реакции, константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения, связь Кр, Кс, Кх, Кп, принцип Ле-Шателье, термодинамические условия равновесия между фазами, правило фаз Гиббса, диаграмма состояния для однокомпонентной системы, равновесие жидкий раствор – пар в двухкомпонентных системах, законы Гиббса-Коновалова, законы растворов неэлектролитов, диаграммы плавкости. Хорошо умеет рассчитывать равновесный состав химических реакций по термодинамическим данным, определять влияние внешних факторов на выход продукта, строить фазовые диаграммы в одно- и двухкомпонентных системах, решать практические задачи по фазовым диаграммам; применять законы растворов неэлектролитов. Хорошо владеет навыками решения нетиповых задач по расчету равновесного состава химической реакции; навыками выполнения расчетнографических работ по фазовым равновесиям в одно- и двухкомпонентных системах	Отлично знает условия направленности и равновесия в химических реакциях, уравнение изотермы химической реакции, константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения, связь Кр, Кс, Кх, Кп, принцип Ле-Шателье, термодинамические условия равновесия между фазами, правило фаз Гиббса, диаграмма состояния для однокомпонентной системы, равновесие жидкий раствор – пар в двухкомпонентных системах, законы Гиббса-Коновалова, законы растворов неэлектролитов, диаграммы плавкости. Отлично умеет рассчитывать равновесный состав химических реакций по термодинамическим данным, определять влияние внешних факторов на выход продукта, строить фазовые диаграммы в одно- и двухкомпонентных системах, решать практические задачи по фазовым диаграммам; применять законы растворов неэлектролитов. Отлично владеет навыками решения нетиповых задач по расчету равновесного состава химической реакции; навыками выполнения расчетнографических работ по фазовым равновесиям в одно- и двухкомпонентных системах

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИОПК-1.3. Использует полученные знания для решения задач профессиональной деятельности</i>	Не знает гальванические элементы, Э.Д.С. гальванического элемента с термодинамическими величинами химической реакции, скорость химической реакции, постулаты химической кинетики, кинетические уравнения простых и сложных реакций, уравнение Аррениуса, теорию активированного комплекса. Не умеет использовать электрохимические данные для расчета термодинамических величин редокс-реакций; анализировать кинетические схемы химических реакций приближенными методами, определять кинетические характеристики простых и сложных реакций. Не владеет навыками расчета термодинамических величин в равновесной электрохимии и растворах неэлектролитов; интегральными и дифференциальными методами анализа скоростей химических реакций	Частично знает гальванические элементы, Э.Д.С. гальванического элемента с термодинамическими величинами химической реакции, скорость химической реакции, постулаты химической кинетики, кинетические уравнения простых и сложных реакций, уравнение Аррениуса, теорию активированного комплекса. Частично умеет использовать электрохимические данные для расчета термодинамических величин редокс-реакций; анализировать кинетические схемы химических реакций приближенными методами, определять кинетические характеристики простых и сложных реакций. Слабо владеет навыками расчета термодинамических величин в равновесной электрохимии и растворах неэлектролитов; интегральными и дифференциальными методами анализа скоростей химических реакций	Хорошо знает гальванические элементы, Э.Д.С. гальванического элемента с термодинамическими величинами химической реакции, скорость химической реакции, постулаты химической кинетики, кинетические уравнения простых и сложных реакций, уравнение Аррениуса, теорию активированного комплекса. Хорошо умеет использовать электрохимические данные для расчета термодинамических величин редокс-реакций; анализировать кинетические схемы химических реакций приближенными методами, определять кинетические характеристики простых и сложных реакций. Хорошо владеет навыками расчета термодинамических величин в равновесной электрохимии и растворах неэлектролитов; интегральными и дифференциальными методами анализа скоростей химических реакций	Отлично знает гальванические элементы, Э.Д.С. гальванического элемента с термодинамическими величинами химической реакции, скорость химической реакции, постулаты химической кинетики, кинетические уравнения простых и сложных реакций, уравнение Аррениуса, теорию активированного комплекса. Отлично умеет использовать электрохимические данные для расчета термодинамических величин редокс-реакций; анализировать кинетические схемы химических реакций приближенными методами, определять кинетические характеристики простых и сложных реакций. Отлично владеет навыками расчета термодинамических величин в равновесной электрохимии и растворах неэлектролитов; интегральными и дифференциальными методами анализа скоростей химических реакций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<i>ИОПК-2.4. Использует химические методы для решения задач профессиональной деятельности</i>	Не знает начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; основные законы химии. Не умеет анализировать энергетические эффекты в физических процессах и химических реакциях на основе химических законов и понятий. Не владеет основными законами дисциплины для описания химических и фазовых равновесий, процессов в растворах неэлектролитов и электролитов, скоростей химических реакций	Частично знает начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; основные законы химии. Частично умеет анализировать энергетические эффекты в физических процессах и химических реакциях на основе химических законов и понятий. Слабо владеет основными законами дисциплины для описания химических и фазовых равновесий, процессов в растворах неэлектролитов и электролитов, скоростей химических реакций	Хорошо знает начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; основные законы химии. Хорошо умеет анализировать энергетические эффекты в физических процессах и химических реакциях на основе химических законов и понятий. Хорошо владеет основными законами дисциплины для описания химических и фазовых равновесий, процессов в растворах неэлектролитов и электролитов, скоростей химических реакций	Отлично знает начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; основные законы химии. Отлично умеет анализировать энергетические эффекты в физических процессах и химических реакциях на основе химических законов и понятий. Отлично владеет основными законами дисциплины для описания химических и фазовых равновесий, процессов в растворах неэлектролитов и электролитов, скоростей химических реакций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
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	<i>ИОПК-5.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике</i>	Не знает поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические, электрохимические методы получения физико-химических данных при решении термодинамических, кинетических и других задач физической химии. Не умеет планировать эксперимент, пользоваться стандартной лабораторной посудой; использовать поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические методы проведения эксперимента. Не владеет навыками проведения химических экспериментов по определению теплоты растворения солей калориметрическим методом; построению диаграммы жидкость – пар в двойной системе эбуллиоскопическим методом; скорости инверсии сахарозы поляриметрическим методом	Частично знает поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические, электрохимические методы получения физико-химических данных при решении термодинамических, кинетических и других задач физической химии. Частично умеет планировать эксперимент, пользоваться стандартной лабораторной посудой; использовать поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические методы проведения эксперимента. Слабо владеет навыками проведения химических экспериментов по определению теплоты растворения солей калориметрическим методом; построению диаграммы жидкость – пар в двойной системе эбуллиоскопическим методом; скорости инверсии сахарозы поляриметрическим методом	Хорошо знает поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические, электрохимические методы получения физико-химических данных при решении термодинамических, кинетических и других задач физической химии. Хорошо умеет планировать эксперимент, пользоваться стандартной лабораторной посудой; использовать поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические методы проведения эксперимента. Хорошо владеет навыками проведения химических экспериментов по определению теплоты растворения солей калориметрическим методом; построению диаграммы жидкость – пар в двойной системе эбуллиоскопическим методом; скорости инверсии сахарозы поляриметрическим методом	Отлично знает поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические, электрохимические методы получения физико-химических данных при решении термодинамических, кинетических и других задач физической химии. Отлично умеет планировать эксперимент, пользоваться стандартной лабораторной посудой; использовать поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические методы проведения эксперимента. Отлично владеет навыками проведения химических экспериментов по определению теплоты растворения солей калориметрическим методом; построению диаграммы жидкость – пар в двойной системе эбуллиоскопическим методом; скорости инверсии сахарозы поляриметрическим методом

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
	<i>ИОПК-5.2. Проводит необходимые наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности</i>	Не знает основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Не умеет пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории. Не владеет навыками безопасной работы в химической лаборатории	Частично знает основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Частично умеет пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории. Слабо владеет навыками безопасной работы в химической лаборатории	Хорошо знает основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Хорошо умеет пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории. Хорошо владеет навыками безопасной работы в химической лаборатории	Отлично знает основные методы и приемы проведения эксперимента; лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней. Отлично умеет пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории. Отлично владеет навыками безопасной работы в химической лаборатории
	<i>ИОПК-5.3. Обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные</i>	Не знает методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; правила представления экспериментальных данных. Не умеет обрабатывать полученных экспериментальные данные; представлять полученные данные, высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов. Не владеет навыками обработки и анализа экспериментальных данных	Частично знает методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; правила представления экспериментальных данных. Частично умеет обрабатывать полученных экспериментальные данные; представлять полученные данные, высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов. Слабо владеет навыками обработки и анализа экспериментальных данных	Хорошо знает методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; правила представления экспериментальных данных. Хорошо умеет обрабатывать полученных экспериментальные данные; представлять полученные данные, высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов. Хорошо владеет навыками обработки и анализа экспериментальных данных	Отлично знает методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; правила представления экспериментальных данных. Отлично умеет обрабатывать полученных экспериментальные данные; представлять полученные данные, высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов. Отлично владеет навыками обработки и анализа экспериментальных данных

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Касаткина И.В. Физическая химия: Учеб.пособие / И.В. Касаткина, Т.М. Прохорова, Е.В. Федоренко. - М.: РИОР, 2016. - 250 с.

1.2 Тимакова Е.В. Физическая химия. Химическая термодинамика: Учеб.пособие / Е.В. Тимакова, Е.М. Турло, Н.Ф. Уваров; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 165с.

1.3. Кудряшева, Н.С. Физическая химия: Учебник / Н.С. Кудряшева, Л.Г. Бондарева. - М.: Юрайт, 2014. 341 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература

2.1 Карташов В.Р. Физическая химия. Избранные главы: Учеб. пособие/ В.Р. Карташов. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2018. - 225 с.

2.2 Карташов В.Р. Физическая химия растворов: Учеб. пособие/ В.Р. Карташов, Т.Н. Соколова, А.А. Калинина; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2016. - 137 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных и практических учебных занятий по данной дисциплине:

6.3.1 Методические указания, разработанные преподавателями:

3.1 Первое начало термодинамики. Термохимия: Учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Биотехнология" и "Химическая технол." дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Т.Н. Соколова, Е.П. Комова, М.В. Темнова. Н. Новгород, 2020. - 31 с.

3.2 Определение энтальпии гидратообразования соли: Учебно-метод. пособие к лаб. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Т.Н. Соколова, М.В. Темнова. Н. Новгород, 2021. - 13 с.

3.3 Второй принцип термодинамики: Метод. указания к практ. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технол.", "Биотехнология", "Электроника и наноэлектроника", "Материаловедение и технол. материалов", "Металлургия", всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева /, В.Р. Карташов, Т.Н. Соколова, А.А. Калинина, М.В. Челнокова, Е.П. Комова. Н. Новгород, 2013. - 36 с.

3.4 Химическое равновесие в идеально-газовых реакциях: Учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям

"Химическая технол." и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Т.Н. Соколова, Е.П. Комова, М.В. Темнова. Н. Новгород, 2020. - 45 с.

3.5 Гетерогенные равновесия в однокомпонентной системе: Учебно-метод. пособие по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технол." и "Биотехнология" всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Е.П. Комова, Т.Н. Соколова, С.В. Плохов. Н. Новгород, 2021. - 29 с.

3.6 Растворы неэлектролитов: Метод.пособие к практ. занятиям по дисц. "Физическая химия", для студ., обучающихся по направлениям "Биотехнология", "Химическая технол.", "Электроника и нанoeлектроника", "Материаловедение и технол. материалов", "Металлургия", всех форм обучения/НГТУ им. Р.Е. Алексеева/Т.Н. Соколова, Г.М. Мочалов, Е.П. Комова, О.В. Кузина, А.А. Калинина, В.Р. Карташов. Н. Новгород, 2016. - 43 с.

3.7 Исследование равновесия гомогенной химической реакции в растворе: Учебно-метод. пособие к лаб. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Т.Н. Соколова, М.В. Темнова. Н. Новгород, 2021. - 10 с.

3.8 Фазовые равновесия жидкость-пар в двойной системе: Учебно-метод. пособие к лаб. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Т.Н. Соколова, Е.П. Комова. Н. Новгород, 2021. - 22 с.

3.9 Фазовые равновесия в двойной системе: Учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технол." и "Биотехнология" дневной формы обучения/НГТУ им. Р.Е. Алексеева/ Г.М. Мочалов, Т.Н. Соколова, Е.П. Комова, О.В. Кузина, В.Р. Карташов. Н. Новгород, 2015. - 37с.

3.10 Определение констант химического равновесия и величины ΔG окислительно-восстановительной реакции по значению ЭДС гальванического элемента: Метод. указания к практ. занятиям по дисц. "Физическая химия", для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технол." и "Биотехнология", всех форм обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева/ В.Р. Карташов, Т.Н.Соколова, С.В. Плохов, Т.А. Аникина, А.А. Калинина, В.М. Прохоров. Н. Новгород, 2014. - 20 с.

3.11 Кинетика химических реакций: Учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц."Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям " Химическая технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Т.Н.Соколова, М.В.Темнова. Н.Новгород, 2021. - 39 с.

3.12 Поляриметрическое исследование кинетики кислотной инверсии сахарозы: Метод. указания к лаб. занятиям по дисц."Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Хим.технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Т.Н. Соколова, С.Ю. Радостин, А.А. Калинина, В.Р. Карташов. Н. Новгород, 2014. - 27 с.

3.13 Кинетика йодирования ацетона в кислой среде: Учебно-метод. пособие к лаб. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева / Т.Н. Соколова, М.В. Темнова. Н. Новгород, 2021. - 29 с.

6.3.2 Методические указания, разработанные НГТУ

3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.

Дата обращения 23.09.2015.

3.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20.

3.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elibrary.ru/defaultx.asp) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.*
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.*
8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.*

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1331 учебная аудитория для проведения практических и	1. Аквадистиллятор ДЭ-4-02-"ЭМО" 2. Весы электронные лабораторные 3. Шкафы сушильные различных	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	модификаций и стран-изготовителей 4. Шкафы вытяжные 5. Рефрактометр 6. Баня водяная 7. Термостаты разных производителей 8. Фотоэлектроколориметр КФК–2МП 9. Хроматограф 10. Генератор водорода 11. Калориметр фотоэлектрический концентрационный КФК 12. Спектрофотометры различных производителей и модификаций 13. Магнитные мешалки 14. Механические мешалки 15. Вакуумные насосы 16. Центрифуги 17. Химическая лабораторная посуда 18. Химические реактивы для проведения лабораторных работ	
2	1247 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. ПК, с выход. на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium Dual-Core 2.80 ГГц, 3 Гб ОЗУ, 160 Гб HDD, монитор 15” – 1 шт. 2. Доска меловая – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор Panasonic – 1 шт. 5. Рабочих мест преподавателя – 1 6. Рабочее место студента – 112	1. Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) 2. Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732) 3. Dr.Web (с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22) 4. Mathcad 15 (лицензияPKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13) 4. Adobe Reader (проприетарное ПО)

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *контрольная работа;*
- *тест;*
- *отчет по лабораторным работам.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (экзамену).

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Лабораторные работы позволяют приобрести студентам умения работать с химическими реагентами, посудой и приборами, осуществлять химический эксперимент и проводить первичные научные исследования. В лабораторные работы введены элементы, повышающие интерес студентов к ним и их познавательную активность. Для повышения познавательной активности студентов и приобретения ими первичных навыков научного исследования, в эти классические лабораторные работы введены элементы научного исследования, как-то:

- а) выбрать один из предложенных реактивов для проведения реакции и оценить результат;
- б) объяснить протекание одной реакции и не протекание другой, на первый взгляд подобной, реакции;
- в) предсказать практическое значение той или иной реакции, сопровождающейся необычным эффектом, и т.д.

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы.

После выполнения каждой лабораторной работы студент оформляет отчет, в котором указываются цели работы, ход работы, дается рисунок и описание установки, таблица численных результатов, графики, вычисления и выводы.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
 - качество оформления отчета по работе;
 - качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.
- при выполнении ими контрольных заданий.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.5. Методические указания для выполнения контрольных работ

При изучении курса «Физическая химия» проводятся 4 контрольных работы по разделам дисциплины.

В контрольную работу № 1 входят вопросы по первому началу термодинамики, термохимии, закону Гесса и закону Кирхгофа: задание 1- 30 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Первое начало термодинамики. Термохимия: Учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Биотехнология" и "Химическая технол." дневной формы обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Т.Н.Соколова, Е.П.Комова, М.В.Темнова. Н.Новгород, 2020. - 31 с.

В контрольную работу № 2 входят вопросы по направленности химических реакций, вычислению константы равновесия, влияние различных факторов на состояние равновесия: задача 1-25 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Химическое равновесие

в идеально-газовых реакциях: Учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технол." и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Т.Н.Соколова, Е.П.Комова, М.В.Темнова. Н.Новгород, 2020. - 45 с.

В контрольную работу № 3 входят вопросы по гетерогенным равновесиям и фазовым переходам в однокомпонентной системе: вариант 1-24 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Гетерогенные равновесия в однокомпонентной системе: Учебно-метод. пособие по дисц. "Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям "Химическая технол." и "Биотехнология" всех форм обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Е.П.Комова, Т.Н.Соколова, С.В. Плохов. Н.Новгород, 2021. - 29 с.

В контрольную работу № 4 входят вопросы по кинетики простых и сложных химических реакций, определение их порядков интегральными и дифференциальными методами, зависимости скорости реакции от температуры: вариант 1-20 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Кинетика химических реакций : Учебно-метод.пособие к практ. занятиям по дисц."Физ.химия" для студ., обучающихся по направлениям " Химическая технология" и "Биотехнология" дневной формы обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева / Т.Н.Соколова, М.В.Темнова. Н.Новгород, 2021. - 39 с.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Вопросы, индивидуальные задания и задачи представлены в методических указаниях к практическим и лабораторным занятиям [3.1 – 3.13], представленных в п. 6.3.

Примеры типовых заданий:

11.1.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

Тема 1.1. Первое начало термодинамики. Приложение первого начала термодинамики к идеальным газам

- Первый закон термодинамики для идеального газа имеет следующий вид:

$$\delta Q = c_v dT + \frac{RT}{V} dV.$$

Вычислите количество теплоты Q_1 , если система из состояния T_1V_1 переходит изотермически в состояние T_1V_2 ; количество теплоты Q_2 при переходе системы из состояния T_1V_2 в состояние T_2V_2 ; количество теплоты Q_3 при переходе системы из состояния T_1V_1 в состояние T_2V_1 ; количество теплоты Q_4 при переходе системы из состояния T_2V_1 в состояние T_2V_2 . При расчетах полагать, что $c_v = \text{const}$. Покажите графически сумму теплот $Q_1 + Q_2$ и $Q_3 + Q_4$. Покажите, что $Q_1 + Q_2 \neq Q_3 + Q_4$. Какой вывод из этого следует? Вычислите теплоту циклического процесса.

- Вычислите работу идеального газа ($\delta W = PdV$) по пути

$$\begin{array}{ll} L_1(P_1V_1 \rightarrow P_1V_2), & L_2(P_1V_2 \rightarrow P_2V_2), \\ L_3(P_1V_1 \rightarrow P_2V_1), & L_4(P_2V_1 \rightarrow P_2V_2) \end{array}$$

и по пути

$$\begin{array}{ll} L_1^I(T_1V_1 \rightarrow T_1V_2), & L_2^I(T_1V_2 \rightarrow T_2V_2), \\ L_3^I(T_1V_1 \rightarrow T_2V_1), & L_4^I(T_2V_1 \rightarrow T_2V_2). \end{array}$$

Охарактеризуйте с точки зрения термодинамики пути L_1, L_2, L_3, L_4 и $L_1^I, L_2^I, L_3^I, L_4^I$. Покажите графически количество работы на пути $(L_1 + L_2), (L_3 + L_4), (L_1^I + L_2^I), (L_3^I + L_4^I)$. Какой вывод следует из полученных результатов? Покажите, что $W(L_1 + L_2) \neq W(L_3 + L_4)$ и $W(L_1^I + L_2^I) \neq W(L_3^I + L_4^I)$. Вычислите W в круговом процессе $T_1V_1 \rightarrow T_1V_2 \rightarrow T_2V_1 \rightarrow T_1V_1$.

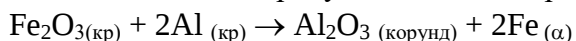
- Один моль одноатомного идеального газа переводится из состояния со следующими параметрами: $P_1 = 2 \cdot 10^5$ Па, $V_1 = 22,4$ л, $T_1 = 596,3$ К, в состояние, характеризующееся параметрами: $P_2 = 2 \cdot 10^5$ Па, $V_2 = 12,2$ л, $T_2 = 298,15$ К. Вычислите работу, количество теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии в этом процессе.

Тема 1.4. Вычисление тепловых эффектов в стандартных реакциях, закон Гесса

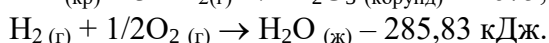
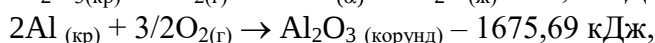
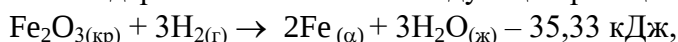
Аудиторные задачи:

- Вычислите энтальпию гидратообразования $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, если энтальпия растворения этой соли равна $1,58$ кДж/моль, а энтальпия растворения безводной соли NaH_2PO_4 равна $-23,62$ кДж/моль.

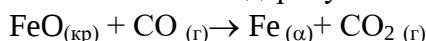
- Вычислите стандартную энтальпию при 298 К реакции



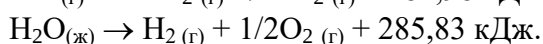
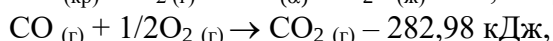
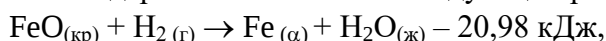
по стандартным энтальпиям следующих реакций:



- Вычислите стандартную энтальпию при 298 К реакции



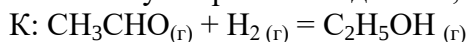
по стандартным энтальпиям следующих реакций:



Тема 1.5. Зависимость теплоемкости и теплового эффекта реакции от температуры.

Уравнение Кирхгоффа

- Используя справочные данные, вычислить стандартный тепловой эффект реакции при 750



ацетальдегид

этанол

Тема 1.7. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии

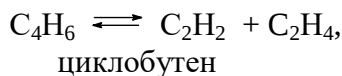
- На основании нижеперечисленных данных вычислить энтропию SO_2 при $263,08$ К и $1,0131 \cdot 10^5$ Па.

$T, \text{ К}$	15,20	25,67	34,87	47,16	60,85	76,98	98,30	120,37
C_P^0 , Дж/моль·К	3,612	12,028	20,248	29,106	36,653	42,462	47,710	52,164
$T, \text{ К}$	140,92	162,03	192,03	201,74	240,09	260,86		
C_P^0 , Дж/моль·К	55,944	60,732	67,872	88,074	87,318	86,898		

Температура плавления SO_2 равна $197,64$ К, $\Delta H_{\text{пл}}^0 = 7,4298$ Дж/моль, температура кипения $263,08$ К, теплота испарения $24,9336$ Дж/моль.

Тема 2.2. Расчет равновесного состава химической реакции по термодинамическим данным

- Вычислите состав равновесной смеси в реакции



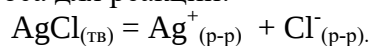
протекающей при $T = 1000 \text{ K}$ и общем давлении $P = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Па}$, если в исходном состоянии все участники реакции взяты в стехиометрических соотношениях.

Тема 6.1. Определение термодинамических характеристик окислительно-восстановительной реакции по электрохимическим данным

- Рассчитайте активность электролита и среднюю ионную активность в $0,1m$ растворе хлорида кальция при 25°C , если средний ионный коэффициент активности равен $0,518$.

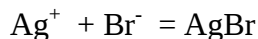
- Рассчитайте моляльность раствора Na_2SO_4 , имеющего ионную силу $0,24 \text{ моль/кг}$.

- Растворимость AgCl в воде при 25°C равна $1,33 \cdot 10^{-5} \text{ моль/кг}$. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса для реакции:



Рассчитайте растворимость AgCl в $0,01m$ растворе нитрата калия.

- Составьте схему гальванического элемента, в котором протекает реакция:



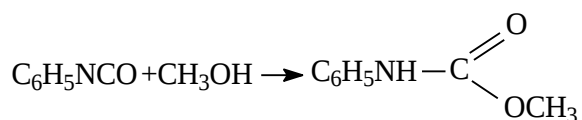
Рассчитайте стандартную ЭДС элемента при 25°C , изменение стандартной функции Гиббса, константу равновесия и растворимость AgBr в воде.

Тема 7.1. Методы определения порядков химических реакций

- Определите интегральным методом порядок и константу скорости реакции, протекающей при 30°C и начальных концентрациях реагентов, равных $0,068 \text{ М}$, по следующим данным:

$t, \text{ с}$	$C_t, \text{ М}$	$t, \text{ с}$	$C_t, \text{ М}$
1222	0,056	3720	0,041
2083	0,050	5340	0,036
2695	0,045	7200	0,030

- Определите частный порядок по фенилизотиоцианату в реакции:



При проведении опытов с начальной концентрацией спирта $1,5 \text{ М}$ были получены следующие значения начальных скоростей при концентрациях фенилизотиоцианата:

$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NCO}]_0, \text{ М}$	0,02	0,03	0,06
$V_0, \text{ моль/л·с}$	0,296	0,456	0,756.

Домашнее задание (задача 1.2.10; 1.2.27 из методических указаний: Соколова Т.Н., Комова Е.П., Челнокова М.В., Калинина А.А., Прохоров В.М., Карташов В.Р. «Кинетика химических реакций» НГТУ, 2012. 37 с.).

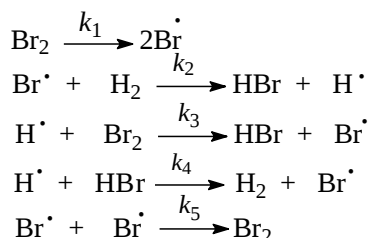
Тема 7.2. Кинетика сложных химических реакций. Последовательные реакции.

Приближенные методы анализа кинетических схем.

- При изучении реакции $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$ экспериментально установили, что скорость образования HBr в интервале температур 501-575 К выражается кинетическим уравнением:

$$V = \frac{d[\text{HBr}]}{dt} = \frac{k' [\text{H}_2][\text{Br}_2]^{1/2}}{1 + k'' [\text{HBr}]/[\text{Br}_2]}$$

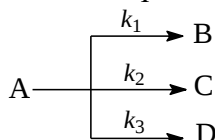
Для реакции был предложен следующий механизм реакции:



Используя метод квазистационарных концентраций, определите соответствие предлагаемого механизма экспериментально найденному кинетическому уравнению и выразите константы скорости k' и k'' через константы элементарных стадий реакции.

Параллельные реакции

- Реакция разложения вещества А протекает параллельно по трем направлениям:



Концентрации продуктов в смеси через 5 мин после начала реакции равны $[\text{B}] = 3,2$ моль/л, $[\text{C}] = 1,8$ моль/л, $[\text{D}] = 4,0$ моль/л. Определите константы скорости k_1 , k_2 , k_3 , если период полураспада вещества А равен 10 мин.

Домашнее задание (задача 2.2.10 из методических указаний: Соколова Т.Н., Комова Е.П., Челнокова М.В., Калинина А.А., Прохоров В.М., Карташов В.Р. «Кинетика химических реакций» НГТУ, 2012. 37 с.).

Обратимые реакции

- Используя экспериментальные данные зависимости текущей концентрации β -оксикротонового эфира от времени для реакции изомеризации β -оксикротонового эфира (А) в ацетоуксусный эфир (В) при 25°C, найдите константы скорости прямой (k_1) и обратной (k_{-1}) реакции, если известно, что конечная, не изменяющаяся концентрация β -оксикротонового эфира составила 0,078 М:

t , ч	0	71,8	145,5	215,8	264,3	333,3	383,5	506,6
$[\text{A}]$, М	0,366	0,277	0,215	0,174	0,152	0,130	0,121	0,100.

Тема 7.3. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса

- Энергия активации реакции иодирования 3,3-диметилциклопропена в метаноле равна 11,44 ккал·М⁻¹, константа скорости при 5°C равна $3,49 \cdot 10^{-2}$ л/моль·с. Определите константу скорости при 15°C и величину предэкспоненциального множителя.

Тема 7.4. Определение параметров активации. Уравнение Эйринга

- При исследовании кинетики реакции роданирования *n*-Cl-стирола были получены следующие данные:

$t, ^\circ\text{C}$	40	50	60
$k \cdot 10^3, \text{ л/моль} \cdot \text{с}$	0,99	2,02	3,97.

Найдите аналитически и графически энергию активации, $\Delta H^\ddagger$, $\Delta S^\ddagger$, $\Delta G^\ddagger$ этой реакции.

11.1.2. Типовые задания для лабораторных работ

Лабораторная работа «Определение энтальпии гидратообразования соли»

Контрольные вопросы:

1. Работа и теплота как формы передачи внутренней энергии. Первый принцип термодинамики.
2. Тепловой эффект химической реакции, теоретические основы закона Гесса.
3. Использование энтальпий образования веществ и энтальпий сгорания для расчета тепловых эффектов химических реакций
4. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
5. Схема установки.
6. Принцип определения теплоты растворения.
7. Использование закона Гесса для определения теплоты гидратообразования соли по теплотам растворения.
7. Расчетные формулы.
8. Порядок выполнения работы.
9. Расчет навесок солей для выполнения работы.

Лабораторная работа «Исследование равновесия гомогенной химической реакции в растворе»

Контрольные вопросы:

1. Цель работы.
2. Термодинамическое условие равновесия (с выводом).
3. Как выражается химический потенциал компонентов раствора.
4. Как Вы понимаете гипотетическое состояние.
5. Как определить равновесные концентрации реагентов.
6. Порядок выполнения работы.
7. Обработка экспериментальных данных.
8. Анализ задания.

Лабораторная работа «Фазовые равновесия жидкость-пар в однокомпонентной системе»

Контрольные вопросы:

1. Что называют фазой?
2. В чем заключаются условия стабильности фаз? (пояснить на зависимости химического потенциала от температуры).
3. Правило фаз Гиббса.
4. Вывод уравнения Клаузиуса-Клапейрона.
5. Определение термодинамических функций для перехода ж→п
6. Методы определения зависимости давления насыщенного пара жидкости от температуры.
7. Схема установки статического метода.
8. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа «Фазовые равновесия жидкость-пар в двойной системе»

Контрольные вопросы:

1. Что называется, раствором? Классификация растворов.
2. Признаки идеального раствора.
3. Химические потенциалы компонентов растворов идеальных и совершенных
4. Закон Рауля.
5. Диаграмма состояния совершенный раствор-пар. Отклонения от закона Рауля.
6. Диаграммы состояния реальный раствор-пар. Азеотропные точки.
7. Принцип построения диаграмм состояния.
8. Порядок выполнения работы.
9. Расчет объемов компонентов раствора заданного состава (с проверкой).

Лабораторная работа «Кинетика гомогенных химических реакций. Изучение кинетики йодирования ацетона»

Контрольные вопросы

1. Что называют скоростью химической реакции?
2. Как экспериментально определяется скорость химической реакции?
3. Основной постулат химической кинетики
4. Основное кинетическое уравнение.
5. Физико-химический смысл константы скорости реакции, молекулярности.
6. Порядок сложной реакции, методы определения общего порядка, частного порядка.
7. Дифференциальный метод определения частного порядка по ацетону? Йоду?
8. Интегральный метод определения общего порядка реакции?
9. Интегральное уравнение реакции первого порядка, второго, третьего?
10. Метод Боденштейна в анализе кинетических схем.
11. Вывод кинетического уравнения йодирования ацетона по предлагаемой схеме?
12. Какой порядок по йоду следует ожидать, исходя из полученного кинетического уравнения?
13. Какой вид будет иметь кинетическая зависимость текущей концентрации йода от времени?
14. Что называют катализатором? Почему реакцию относят к автокаталитическим?
15. Зависит ли скорость реакции от концентрации катализатора?
16. Почему в работе используется избыток HCl?
17. Как скорость реакции зависит от температуры?
18. Уравнение Аррениуса.
19. Уравнение Эйринга. Определение активационных параметров.
20. Порядок выполнения работы.

11.1.3. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

ЛЕКЦИЯ № 2

Первое начало термодинамики. Приложение первого начала термодинамики к идеальным газам

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ:

1. Система участвовала в сложном физико-химическом процессе. В каком случае можно утверждать, что суммарная работа, совершенная над системой, будет эквивалентна выделившейся теплоте?

2. Исходя из первого принципа термодинамики, покажите, что при адиабатном расширении идеального газа в пустоту температура газа не меняется.

3. Почему при адиабатном расширении реального газа в пустоту температура газа не остается постоянной?
4. Чему равно изменение энтальпии для любого чистого вещества в процессе, протекающем при постоянном объеме.
5. Чему равно изменение внутренней энергии и энтальпии в изолированной системе?
6. Студент сделал ошибку в рабочем журнале, описывая опыт по калориметрии в бомбе: «Поскольку $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$, а опыт проводился при постоянном объеме, то $\Delta H = \Delta U$ ». Какую ошибку допустил студент?
7. В изолированной системе протекает реакция сгорания водорода с образованием жидкой воды. Изменяется ли внутренняя энергия и энтальпия системы? Чему равна теплота процесса?
8. Теплота – функция процесса. По закону Гесса тепловой эффект реакции не зависит от пути процесса. Есть ли здесь противоречие? Дайте объяснение.
9. Какова связь между энтальпией и внутренней энергией химической реакции? В каких случаях можно пренебречь разницей между энтальпией и внутренней энергией?

11.1.4. Типовые задания для контрольной работы

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

ТЕМА «ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В ИДЕАЛЬНО-ГАЗОВЫХ РЕАКЦИЯХ»

ВАРИАНТ 1.

1. Изобразите схематически график зависимости константы равновесия K_p от температуры, если в данном интервале температур тепловой эффект реакции равен нулю.
2. Константа равновесия идеальной газовой реакции

$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$$
 при 970 К равна 1. Сделайте вывод о том, в какую сторону пойдёт реакция, если исходная реакционная смесь имеет следующий состав (в мольных процентах): 50% CO, 15% H₂O, 20% CO₂ и 15% H₂.
3. Зависимость константы равновесия идеальной газовой реакции

$$2\text{C}_3\text{H}_6 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_4\text{H}_8$$
 от температуры между 300 К и 600 К описывается уравнением

$$\ln K = -1,04 - 1088/T + 1,51 \cdot 10^5/T^2$$
 Рассчитайте ΔG^0 , ΔH^0 , ΔS^0 при 400 К.
4. Теплота образования $\text{PCl}_{5(\text{тв})}$ в стандартных условиях при 298 К равна - 456,6 кДж/моль. Как нужно изменить давление и температуру, чтобы увеличить равновесный выход PCl_5 в реакции его образования?

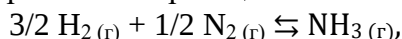
ВАРИАНТ 2.

1. Для реакции $\text{PCl}_{5(\text{г})} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})}$ при 523 К эффективная константа равновесия равна $1,8 \cdot 10^5$ Па. Чему равна степень диссоциации PCl_5 при этой температуре и общем давлением в системе $1,8 \cdot 10^5$ Па?
2. Концентрационная константа равновесия реакции

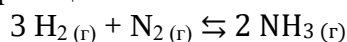
$$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{тв})} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$$

при 772 К равна $0,4 \cdot 10^5$ Па, а при 807 К - $0,8 \cdot 10^5$ Па. Считая величину теплового эффекта реакции постоянной, найдите константу равновесия этой реакции при 750 К.

3. Величина K_p' есть константа равновесия реакции

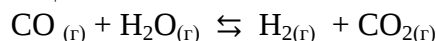


а K_p'' есть константа равновесия реакции



Будет ли разница в величинах K_p' и K_p'' при одинаковой температуре? Напишите количественное соотношение между K_p' и K_p'' .

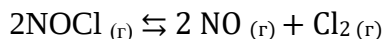
4. Константа равновесия K_p реакции



равна 1 при 930 К. Какого состава нужно взять исходную смесь, чтобы при 930 К равновесная смесь содержала по 20% мол. CO_2 и H_2 .

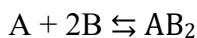
ВАРИАНТ 3.

1. После того как некоторое количество молей $\text{NOCl}(\text{г})$ было введено в сосуд при 500 К, в системе установилось равновесие:



Общее давление в сосуде $1,01325 \cdot 10^5$ Па, а парциальное равновесное давление NOCl равно $0,64 \cdot 10^5$ Па. Не используя справочные данные, рассчитайте величину ΔG_{500}^0 .

2. При смешении 1 моля вещества А с 1 молем вещества В в результате химической реакции



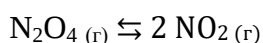
в равновесной смеси образовалась 0,2 моль вещества AB_2 . Определите численное значение эффективной константы равновесия этой реакции при общем давлении $1,01325 \cdot 10^5$ Па, если все вещества находятся в идеально-газовом состоянии.

3. Константа равновесия газофазной реакции изомеризации изоборнеола ($\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{OH}$) в борнеол равна 9,43 при 503 К. Смесь 7,5 г борнеола и 14 г изоборнеола поместили в сосуд объемом 5 л и выдерживали при 503 К до достижения равновесия. Рассчитайте мольные доля и массы борнеола и изоборнеола в равновесной смеси.

4. При 298 К теплота образования $\text{CH}_3\text{Cl}(\text{г})$ равна -82,0 кДж/моль, а теплота образования $\text{CH}_3\text{Br}(\text{г})$ равна -35,6 кДж/моль. Укажите, как зависит от температуры константа равновесия той и другой реакции; для какой из реакций константа равновесия сильнее изменяется при изменении температуры вблизи 298 К.

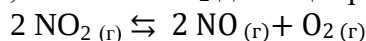
ВАРИАНТ 4.

1. Для реакции



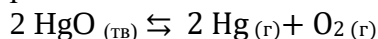
при 328 К концентрационная константа равновесия равна $1,38 \cdot 10^5$ Па. Сколько молей N_2O_4 следует поместить в сосуд емкостью 10 л для того, чтобы при наступлении равновесия концентрация NO_2 в нем стала равной 0,1 моль/л.

2. При 767 К и общем давлении $0,99 \cdot 10^5$ Па NO_2 диссоциирована по уравнению:



на 56,5%. Рассчитайте, при каком давлении степень диссоциации двуокиси азота будет равно 80%.

3. Оксид ртути диссоциирует по реакции:



при 420⁰С давление газов равно 5,16·10⁵ Па, а при 450⁰С - 10,8·10⁵ Па. Рассчитайте константы равновесия при этих температурах и энтальпию диссоциации на 1 моль HgO.

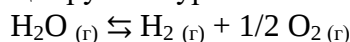
4. При изменении температуры от 500 до 1000 К при постоянном давлении равновесный выход CO в реакции



увеличился. Какой знак теплового эффекта этой реакции?

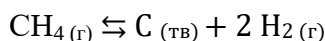
ВАРИАНТ 5.

1. Один моль водяного пара диссоциирует по уравнению



Выразите константу равновесия K_p через степень диссоциации и общее давление P в системе. Как изменится константа равновесия K_p, если давление увеличить вдвое?

2. Константа равновесия реакции

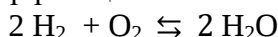


выражается уравнением

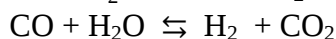
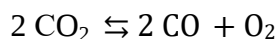
$$\ln K_p = -3853/T + 3,562 \ln T - 1,5 \cdot 10^{-3} T - 1,207 \cdot 10^{-7} T^2 - 4,216$$

Выведите уравнение зависимости стандартной энтальпии реакции от температуры и рассчитайте энтальпию реакции при 500 К.

3. Выразите константу равновесия K_p реакции

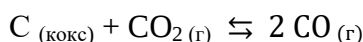


через константы равновесия реакций



Все вещества находятся в идеальном газовом состоянии.

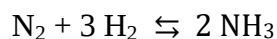
4. Вычислите для реакции



при 800⁰С и P=1 атм равновесный выход CO, если K_p при данной температуре равна 6,6. В исходном состоянии находились только реагенты в стехиометрических соотношениях.

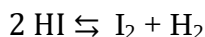
ВАРИАНТ 6.

1. Константа равновесия реакции



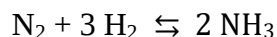
при 400⁰С равно 1,64·10⁻⁴. Какое общее давление необходимо приложить к эквимолярной смеси N₂ и H₂, чтобы 10% N₂ превратилось в NH₃? Газы считать идеальными.

2. Для идеально-газовой реакции



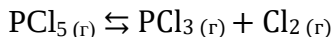
константа равновесия равна 1,83·10⁻² при 698,6 К. Сколько грамм HI образуется при нагревании до этой температуры 10г I₂ и 0,2г H₂ в трехлитровом сосуде? Чему равны равновесные парциальные давления HI, I₂ и H₂?

3. Для реакции



при 298 К константа равновесия K_p равна $6,05 \cdot 10^5$, а $\Delta_f H^\circ(\text{NH}_3) = -46,1$ кДж/моль. Оцените значение константы равновесия при 500 К. Газы считать идеальными.

4. Сосуд объемом 1 л, содержащий 0,341 моль PCl_5 и 0,233 моль N_2 , нагрели до 250°C . Общее давление в сосуде при равновесии оказалось равным 29,33 атм. Считая все газы идеальными, рассчитайте константу равновесия при 250°C для протекающей в сосуде реакции:



11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в устно-письменной форме по всему материалу изучаемого курса «Физическая химия»

Экзаменационный билет содержит 2 вопроса из разных тем курса и одну задачу.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Экзаменационный билет № 1

1. Физический смысл характеристических функций. Функции Гиббса и Гельмгольца как критерии направленности и равновесия.

2. Реальные растворы. Активность, коэффициент активности. Химический потенциал компонентов реального раствора неэлектролитов.

3. Задача: Константа равновесия реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ при 693 К равна 50. Образуется ли иодид водорода при идеально обратимом проведении процесса при $P=1$ атм, если исходные концентрации равны:

- А) H_2 - 2 моль, I_2 - 5 моль, HI - 10 моль.
- В) H_2 - 1,5 моль, I_2 - 0,25 моль, HI - 5 моль.
- С) H_2 - 1,0 моль, I_2 - 2,0 моль, HI - 10 моль.

Экзаменационный билет № 2

1. Уравнения Гиббса – Гельмгольца

2. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ.

3. Задача: Рассчитать теплоту образования безводной CuCl_2 используя следующие данные:

$\text{CuO}(\text{т}) + \text{HCl}(\text{р}) = \text{CuCl}_2(\text{р}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	-63,89 кДж/моль
$\text{CuCl}_2(\text{т}) = \text{CuCl}_2(\text{р})$	-46,36 кДж/моль
$\text{Cu}(\text{т}) + 1/2\text{O}_2 = \text{CuO}(\text{т})$	-155,2 кДж/моль
$\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{HCl}(\text{р})$	-328,9 кДж/моль
$\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	-285,8 кДж/моль

Экзаменационный билет № 3

1. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения термодинамики для открытых систем.

2. Реальные растворы. Активность, коэффициент активности. Химический потенциал компонентов реального раствора неэлектролитов.

3. Задача: Теплота растворения $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{т})$ при 18°C равна $-11,3$ кДж/моль, а теплота гидратации этой соли при переходе в $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{т})$ $-58,16$ кДж/моль. Определите теплоту растворения $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{т})$.

Экзаменационный билет № 4

1. Критерий направленности и равновесия в химических реакциях по Гиббсу
2. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ
3. Задача: Один моль ксенона при 298 К и давлении 2 атм расширяется адиабатически:
а – обратимо до $P_2 = 1$ атм;
б – необратимо при $P_{\text{внеш.}} = 1$ атм
Найдите конечную температуру в каждом процессе.

Экзаменационный билет № 5

1. Уравнение изотермы Вант-Гоффа для идеально-газовых реакций. Условия применения.
2. Закон распределения Нернста. Экстракция
3. Задача: Рассчитайте изменение энтропии при добавлении 200г льда, находящегося при температуре 0°C , к 200 г воды при 90°C в изолированном сосуде. Теплота плавления льда равна 6,0 кДж/моль, удельную теплоемкость воды принять равной 4,184 Дж/К г

Экзаменационный билет № 6

1. Химическое равновесие в идеально-газовых реакциях. Связь между K_p и ΔG°_T реакции. Влияние знака и значения ΔG°_T на положение равновесия.
2. Закон Генри
3. Задача: Зависимость мольной энтальпии диоксида олова от температуры выражается уравнением: $\Delta H = 73,89 T + 5,021 \cdot 10^{-3} T^2 + 21,59 \cdot 10^5 T^{-1}$ Дж/моль.
Получите выражение зависимости мольной теплоемкости c_p от температуры. Вычислите c_p при 500°C и результат сопоставьте со значением 71,077 Дж/моль·К

Экзаменационный билет № 7

1. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии вещества.
2. Закон Рауля.
3. Задача. Сколько воды может испариться с 1 м^2 поверхности озера в день, если предположить, что лимитирующим фактором является солнечное тепло $4 \text{ Дж/мин} \cdot \text{см}^2$ за 8 часовой день? Предполагается, что температура воздуха и воды остаются постоянными, равными 40°C . Когда солнце садится, температура воздуха падает до 20°C . Предполагая, что избыток водяного пара выпадет в виде дождя, вычислите количество дождевой воды и количество теплоты, выделившейся при конденсации. Определите, как изменится температура. Считать, что $\Delta h_{\text{исп. уд.}}(\text{H}_2\text{O}) = 2404 \text{ кДж/кг}$, удельная теплота конденсации водяного пара равна -2257 кДж/кг

Экзаменационный билет № 8

1. Объединенное выражение I и II принципов термодинамики. Понятие характеристической функции. Внутренняя энергия и энтальпия как характеристические функции.
2. Классификация растворов неэлектролитов
3. Задача. При 298 К теплота образования $\text{CH}_3\text{Cl}_{(г)}$ равна $-82,0 \text{ кДж/моль}$, а теплота образования $\text{CH}_3\text{Br}_{(г)}$ равна $-35,6 \text{ кДж/моль}$. Укажите, как зависит от температуры

константа равновесия той и другой реакции и, для какой из реакций константа равновесия сильнее изменяется при изменении температуры.

Экзаменационный билет № 9

1. Функция Гиббса и Гельмгольца как характеристические функции
2. Чистые химические реакции
3. Задача: Проба нелетучей жирной кислоты общей формулы $C_nH_{2n-3}COOH$ массой 1,263 г растворена в 500 г CCl_4 . Температура кипения раствора составила $76,804^\circ C$. Определите, какая это кислота, если температура кипения чистого CCl_4 равна $76,76^\circ C$, эбуллиоскопическая постоянная равна $4,88$ град kg/mol

Экзаменационный билет № 10

1. Зависимость функции Гиббса от температуры.
2. Химическое равновесие в гетерогенных реакциях с участием газов
3. Задача: Вычислить тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом, используя следующие данные:

$FeO (г) + CO (г) = Fe (г) + CO_2 (г)$	-13,18 кДж/моль
$CO (г) + 1/2O_2(г) = CO_2(г)$	- 283,0 кДж/моль
$H_2(г) + 1/2O_2(г) = H_2O (г)$	- 241,8 кДж/моль

Экзаменационный билет № 11

1. Физический смысл энтропии. Энтропийный критерий направленности процессов.
2. Равновесный процесс
3. Задача: Вычислите для реакции $C_{\text{кокс}} + CO_2 = 2CO$ при $800^\circ C$ и давлении 1 атм равновесный выход CO , если K_p при данной температуре равна 6,6. В исходном состоянии находились только реагенты в стехиометрических соотношениях.

Экзаменационный билет № 12

1. Определение изменения энтропии в изобарном, изохорном процессах.
2. Использование энтальпий образования веществ и энтальпий сгорания для расчета тепловых эффектов химических реакций.
3. Задача: При 767 К и общем давлении $0,99 \cdot 10^5\text{ Па}$ NO_2 диссоциирована по уравнению: $2NO_2 = 2NO + O_2$ на $56,5\%$. Рассчитайте, при каком давлении степень диссоциации двуокиси азота будет равна 80% .

Экзаменационный билет № 13

1. Изменение энтропии химической реакции в зависимости от температуры.
2. Энтальпия образования ионов в растворе
3. Задача: Для реакции $N_2O_4 = 2NO_2$ при 328 К концентрационная константа равновесия равна $1,38 \cdot 10^5\text{ Па}$. Сколько молей N_2O_4 следует поместить в сосуд емкостью 10 л для того, чтобы при наступлении равновесия концентрация NO_2 в нем стала равной $0,1\text{ моль/л}$

Экзаменационный билет №14

1. Цикл Карно. Понятие энтропии. Второй принцип термодинамики
2. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Закон

Кирхгофа.

3. Задача: Для реакции $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ при 930 К $K_p=1$. Какого состава нужно взять исходную смесь, чтобы при 930К равновесная смесь содержала по 20% мол. CO_2 и H_2

Экзаменационный билет № 15

1. Термодинамическая система, классификация термодинамических систем, термодинамические параметры, уравнения состояния, функции состояния, функции процесса.

2. Константы равновесия K_x , K_c , K_p , их связь с K_p

3. Задача. Вычислить изменение энтропии при нагревании 11,2 л азота от 0°C до 50°C и одновременном уменьшении давления от 1 атм до 0,01 атм.

Экзаменационный билет № 16

1. Внутренняя энергия, ее составляющие, внутренняя энергия идеального газа, внутренняя энергия как функция состояния

2. Расчет равновесного состава химической реакции по значению константы равновесия (через ξ).

3. Задача. Давления пара чистых CHCl_3 и CCl_4 при 25 °C равны 26,54 и 15,27 кПа. Полагая, что они образуют идеальный раствор, рассчитайте давление пара и состав пара над раствором, состоящим из 1 моля CHCl_3 и 1 моля CCl_4 .

Экзаменационный билет № 17

1. Работа и теплота как формы передачи внутренней энергии. Первый принцип термодинамики.

2. Принцип Ле-Шателье. Влияние давления и объема на положение равновесия.

3. Задача: При 57,2 °C и давлении 1 атм мольная доля ацетона в паре над раствором ацетон-метанол с мольной долей ацетона в растворе 0,4 равна 0,516. Рассчитайте активности и коэффициент активности ацетона в этом растворе на основе закона Рауля. Давление насыщенного пара чистого ацетона равно 786 мм рт. ст.

Экзаменационный билет № 18

1. Тепловой эффект химической реакции. Теоретические основы закона Гесса.

2. Влияние температуры на константу равновесия и положение равновесия.

3. Задача: Два моля гелия нагревают от 373 К до 473К при давлении 1 атм. Вычислите изменение энергии Гиббса в этом процессе, если известно значение энтропии гелия при 373К, равное 131,7 Дж/моль К. Можно ли считать этот процесс самопроизвольным

Экзаменационный билет № 19

1. Применение первого принципа термодинамики в изобарном и изотермическом процессах идеальных газов.

2. Уравнение изобары Вант-Гоффа. Определение теплового эффекта химической реакции по температурной зависимости константы равновесия.

3. Задача: Определите, в каком из равновесных процессов с участием 1 моля идеального газа изменение энтропии будет наибольшим:

а) изобарическое нагревание от 300 до 400 К; б) изохорическое нагревание от 300 до 400К; в) изотермическое расширение от 300 до 400 м³; г) адиабатическое расширение от 300 до 400 м³.

Экзаменационный билет № 20

1. Применение первого принципа термодинамики в изохорном и адиабатическом процессах идеальных газов.
2. Химический потенциал идеального газа.
3. Задача: Для реакции $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ при 298 К $K_p = 6,0 \times 10^5$, ΔH_f^0 аммиака равна - 46,1 кДж/моль. Оцените значение константы равновесия при 500К.

Экзаменационный билет № 21

1. Определение изменения энтропии в необратимом процессе.
2. Термодинамические закономерности образования идеальных растворов неэлектролитов
3. Задача: Рассчитайте константу равновесия для реакции $CO(g) + 2H_2(g) = CH_3OH(g)$ при 500 К, если $\Delta_f G^0$ для $CO(g)$ и $CH_3OH(g)$ при 500 К равны -155,41 кДж/моль и -134,20 кДж/моль соответственно

Экзаменационный билет № 22

1. Зависимость функции Гиббса от давления
2. Химический потенциал компонентов идеальных растворов неэлектролитов. Особенности стандартного состояния растворенного вещества в бесконечно разбавленном растворе.
3. Задача: Для реакции $N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(g)$ при 298 К значение $K_p = 6 \cdot 10^5$, а $\Delta_f H^0(NH_3)_{(g)} = - 46,1$ кДж/моль. Оцените значение константы равновесия при 500К.

Экзаменационный билет № 23

1. Расчет равновесного состава химической реакции по значению константы равновесия (через θ).
2. Парциальные мольные величины. Метод отрезков в определении парциальных мольных величин.
3. Задача: Рассчитайте изменение внутренней энергии гелия при изобарном расширении от 5 до 10 л под давлением 196 кПа.

Экзаменационный билет № 24

1. Межмолекулярные взаимодействия в растворах неэлектролитов
2. Определение изменения энтропии в изотермическом процессе.
3. Задача: Теплота образования $PCl_5(тв)$ в стандартных условиях при 298 К равна - 456,6 кДж/моль. Как нужно изменить давление и температуру, чтобы увеличить равновесный выход PCl_5 в реакции его образования

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ОПК-1: ИОПК-1.1, ИОПК-1.2, ИОПК-1.3; ОПК-2: ИОПК-2.4; ИОПК-5: ИОПК-5.1, ИОПК-5.2, ИОПК-5.3):

1. Термодинамическая система, классификация термодинамических систем, термодинамические параметры, уравнения состояния, функции состояния, функции процесса.
2. Внутренняя энергия, ее составляющие, внутренняя энергия идеального газа, внутренняя энергия как функция состояния

3. Работа и теплота как формы передачи внутренней энергии. Первый принцип термодинамики.
4. Равновесный процесс.
5. Применение первого принципа термодинамики в изобарном и изотермическом процессах идеальных газов.
6. Применение первого принципа термодинамики в изохорном и адиабатическом процессах идеальных газов.
7. Тепловой эффект химической реакции, теоретические основы закона Гесса.
8. Использование энтальпий образования веществ и энтальпий сгорания для расчета тепловых эффектов химических реакций
9. Энтальпия образования ионов в растворе
10. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Закон Кирхгофа
11. Цикл Карно. Понятие энтропии. Второй принцип термодинамики
12. Физический смысл энтропии. Энтропийный критерий направленности процессов.
13. Определение изменения энтропии в изобарном и изохорном процессах.
14. Определение изменения энтропии в изотермических процессах.
15. Определение изменения энтропии в необратимых процессах.
16. Изменение энтропии химической реакции в зависимости от температуры.
17. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии вещества.
18. Объединенное выражение I и II принципов термодинамики. Понятие характеристической функции. Внутренняя энергия и энтальпия как характеристические функции.
19. Функция Гиббса и Гельмгольца как характеристические функции
20. Зависимость функции Гиббса от температуры.
21. Зависимость функции Гиббса от давления
22. Физический смысл характеристических функций. Функции Гиббса и Гельмгольца как критерии направленности и равновесия.
23. Уравнения Гиббса – Гельмгольца
24. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения термодинамики для открытых систем.
25. Химический потенциал идеального газа
26. Критерий направленности и равновесия в химических реакциях по Гиббсу
27. Уравнение изотермы Вант-Гоффа для идеально-газовых реакций. Условия применения.
28. Химическое равновесие в идеально-газовых реакциях. Связь между K_p и ΔG°_T реакции. Влияние знака и значения ΔG°_T на положение равновесия.
29. Константы равновесия K_x , K_c , K_p , их связь с K_p
30. Расчет равновесного состава химической реакции по значению константы равновесия (через θ).
31. Расчет равновесного состава химической реакции по значению константы равновесия (через ξ).
32. Принцип Ле-Шателье. Влияние давления и объема на положение равновесия.
33. Влияние температуры на константу равновесия и положение равновесия.
34. Уравнение изобары Вант-Гоффа. Определение теплового эффекта химической реакции по температурной зависимости константы равновесия.
35. Химическое равновесие в гетерогенных реакциях с участием газов.
36. Растворы неэлектролитов. Способы выражения состава растворов. Связь между мольной долей и молярностью (моляльностью) раствора
37. Межмолекулярные взаимодействия в растворах неэлектролитов
38. Парциальные мольные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема

- 39. Метод отрезков в определении парциальных мольных величин
- 40. Классификация растворов неэлектролитов.
- 41. Химический потенциал компонентов идеальных растворов неэлектролитов. Особенности стандартного состояния растворенного вещества в бесконечно разбавленном растворе.
- 42. Термодинамические закономерности образования идеальных растворов неэлектролитов.
- 43. Закон Рауля.
- 44. Закон Генри.
- 45. Закон распределения Нернста. Экстракция.
- 46. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа
- 47. Коллигативные свойства растворов нелетучих веществ. Криоскопия. Эбулиоскопия.
- 48. Реальные растворы. Активность, коэффициент активности. Химический потенциал компонентов реального раствора неэлектролитов. Способы определения коэффициента активности.