

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

Дзержинский политехнический институт (филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

А.М. Петровский

“__26__” марта ____2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.12 Физическая химия

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Направленность: Химическая технология органических веществ

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра Химические и пищевые технологии

Кафедра-разработчик Химические и пищевые технологии

Объем дисциплины 360/10
 часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик: к.х.н., доцент А.В. Шишулина

Дзержинск
2025

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 07августа 2020 года № 922 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 20.03.2025 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Химические и пищевые технологии

протокол от 21.03.2025 № 8

Зав. кафедрой д.х.н, профессор _____ О.А.Казанцев
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой Химические и пищевые технологии
д.х.н, профессор _____ О.А.Казанцев

Начальник ОУМБО _____ И.В. Старикова

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО № 18.03.01 - 12

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	9
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	26
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	39
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	40
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	41
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	42
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	43
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	45

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины является изучение физико-химических закономерностей технологических процессов химической технологии

Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ их результатов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физическая химия» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1, установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей направления подготовки.

Дисциплина «Физическая химия» базируется на следующих дисциплинах: физика, математика, общая и неорганическая химия, органическая химия.

Дисциплина «Физическая химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Теория химико-технологических процессов органического синтеза и нефтепереработки, Теоретические основы катализа органических реакций.

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, по их личному заявлению.

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

Таблица 1

Формирование компетенций ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5 дисциплинами

Компетенция	Названия учебных дисциплин, модулей, практик, участвующих в формировании компетенции вместе с данной дисциплиной	Семестры формирования компетенции							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		семестр		семестр		семестр		семестр	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1	Общая и неорганическая химия	х	х						
	Органическая химия		х	х	х				
	Физическая химия		х	х					
	Коллоидная химия				х				
	Общая химическая технология						х		
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								х

ОПК-2	Математика	х							
	Информатика	х	х						
	Физика		х	х					
	Органическая химия		х	х	х				
	Физическая химия		х	х					
	Прикладная механика			х	х				
	Электротехника и электроника				х				
	Коллоидная химия				х				
	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа			х					
	Техническая термодинамика и теплотехника				х				
	Общая химическая технология						х		
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								х
ОПК-5	Органическая химия		х	х	х				
	Физическая химия		х	х					
	Электротехника и электроника				х				
	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа			х					
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								х

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.	ИОПК-1.1. Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	Знать: начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах, основы теории растворов, уравнения формальной кинетики и кинетики, основы катализа	Уметь: выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения для решения профессиональных задач	Владеть: навыками вычисления энергетических эффектов химических реакций	Вопросы для письменного опроса. Тесты. Контрольные задания. Тестирование в системе MOODLE. 100 вопросов),	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-2.2. Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности:	Знать: термодинамический метод исследования химических систем, методы формальной кинетики	Уметь: прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных условиях, составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически сложных реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.	Владеть: численными методами физико-химического анализа	Вопросы для письменного опроса. Тесты. Контрольные задания. Тестирование в системе MOODLE. 100 вопросов),	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)
--	--	---	---	---	---	--

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.	ИОПК-5.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные	Знать: термодинамику фазовых равновесий, растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного катализа.	Уметь: определять энергетические эффекты химических превращений, устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; исследовать кинетику химических реакций.	Владеть: экспериментальными методами физико-химического анализа	Тестирование в системе MOODLE. (100 вопросов), собеседование и отчеты при сдаче лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования: билеты (30 билетов)
--	--	---	--	---	--	--

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 10 зач.ед./360 часа, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в табл.3 и 4.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	144	72	72
1.1. Аудиторные занятия (всего)* в том числе:	136	68	68
- лекции (Л)	68	34	34
- лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
- практические занятия (ПЗ)	34	17	17
- практикумы	-	-	-
1.2. Внеаудиторные занятия (всего)), в том числе:	8	4	4
групповые консультации по дисциплине	4	2	2
групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	4	2	2
индивидуальная работа преподавателя с обучающимися: - по индивидуальному заданию			
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	144	72	72
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен 72	36 Экзамен	36 Экзамен
Общая трудоемкость, ч.зачетные единицы	360/10	180/5	180/5

Таблица 4

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ
для студентов заочной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Курс 3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	41	41
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	31	31
- лекции (Л)	9	9
- лабораторные работы (ЛР)	12	12
- практические занятия (ПЗ)	10	10
- практикумы (П)	-	-
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	10	10
- групповые консультации по дисциплине	4	4
- групповые консультации по промежуточной аттестации (экзамен)	4	4
- индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата, доклада, эссе	2	2
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	301	301
Вид промежуточной аттестации(зачет/экзамен)	Экзамен 18	Экзамен 18
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	360/10	360/10

4.2Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины, структурированное по темам, приведено в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
2 семестр									
Раздел 1.Основы химической термодинамики							Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций
ОПК-1, ИОПК-1.1, ОПК-2, ИОПК-2,2, ОПК-5, ИОПК - 5.1.	Тема 1.1 Введение. Начала термодинамики	7			12	Подготовка к лек- циям 6.1.1.(с.60-83), 6.1.3.(с.180-218),тестированию 6.2.10.			
	Лабораторная работа №1 Определение энтальпии гидратообразования соли калориметрическим методом		5			подготовка к лабораторной работе 6.2.2. оформление отчета	Собеседование		
	Практическое занятие №1. Начала термодинамики. Термохимия			6		Подготовка к практическому			

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания 6.2.3, 6.1.4.			
	Тема 1.2. Термодинамические функции.	6			12	Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с.87- 100), 6.1.3. (с. 218- 248), тестированию 6.2.10.			
	Практическое занятие №2. Термодинамические функции			3		Подготовка к практическому занятию 6.1.2. выполнение индивидуального задания 6.2.4., 6.1.4.			
	Тема 1.3.Химический потенциал и общие условия равновесия систем	2			8	Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с.100- 110),6.2.8.,тестиров анию6.2.10.			
	Тема 1.4.Термодинамические свойства газов и газовых смесей	2			8	Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с104- 107), 6.1.5.,			

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						6.2.8.,тестированию 6.2.10.			
	Раздел 2.Фазовые равновесия и свойства растворов							Тестирование в системе MOODLE	
	Тема 2.1. Фазовое равновесие.	6			12	Подготовка к лекциям 6.1.1. (с.153-178),6.1.5, 6.1.3. (с. 224-228), тестированию 6.2.10.			
	Лабораторная работа №2 Термический анализ		6			подготовка к лабораторной работе 6.2.6., оформление отчета	Собеседование		
	Практическое занятие №3. Фазовое равновесие			4		Подготовка к практическому занятию 6.1.2, 6.1.5., выполнение индивидуального задания 6.2.5.	Собеседование		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.2. Термодинамические свойства растворов	4			8	Подготовка к лек- циям 6.1.1.(с.182- 214), тестированию 6.2.10.			
	Практическое занятие №4. Термодинамические свойства растворов			2		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	Тема 2.3. Равновесия раствор – пар в двухкомпонентных системах	7			12	Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с.214- 235), 6.1.3.(с. 341- 399),тестированию 6.2.10.			
	Практическое занятие №5. Равновесия раствор-пар в двухкомпонентных системах			2		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа №3 Исследование равновесия жидкость – пар в двойной системе		6			подготовка к лабораторной работе 6.2.7., оформление отчета	Собеседование		
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	17	17	72				
	3 семестр								
	Раздел 3. Химическое равновесие						Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций
	Тема 3.1.Термодинамическая теория химического сродства.	11			15	Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с110- 125), 6.1.3. (270- 283), 6.2.8. тестированию 6.2.10.			
	Лабораторная работа №4Определение константы равновесия реакции образования железосалицилатного комплекса в кислой среде		5			подготовка к лабораторной работе 6.2.8. оформление отчета			

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	фотоэлектроколориметрическим методом.								
	Практическое занятие №6 Направленность химических реакций. Константа химического равновесия. Влияние различных факторов на положение равновесия			6		Подготовка к практическому занятию 6.2.8., выполнение индивидуального задания			
	Практическое занятие №7 Расчет состава равновесной смеси и выхода продукта в идеально-газовых реакциях			4		Подготовка к практическому занятию 6.2.8., выполнение индивидуального задания			
	Тема 3.2. Равновесие в растворах электролитов.	2			10	Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с 226- 248), 6.1.3.(454- 498), тестированию 6.2.10.			
	Тема 3.3. Термодинамическая теория ЭДС.	2			10	Подготовка к лек- циям 6.1.1.(с.248-			

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовке (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						282), 6.1.3.(с.498-521), тестированию 6.2.10.			
	Практическое занятие № 8 Гальванические элементы. Электродные потенциалы			2		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	Раздел 4. Химическая кинетика и катализ.								Конспект лекций
	Тема 4.1.Формальная кинетика гомогенных, гетерогенных, цепных, фотохимических реакций.	13			17	Подготовка к лек-циям 6.1.1.(с.284-362), 6.1.3.(с.521-551), тестированию 6.2.10.			
	Лабораторная работа №5. Кинетика химических реакций		12			подготовка к лабораторной работе 6.2. 10, оформлениe отчета	Собеседовани е		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие №9 Кинетика сложных химических реакций			5		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	Тема 4.2. Гомогенный катализ.	4			10	Подготовка к лек- циям 6.1.1.(427-454) , тестированию 6.2.10.			
	Тема 4.3. Гетерогенный катализ.	2			10	Подготовка к лек- циям 6.1.1(с..454- 483), тестированию 6.2.10.			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	17	17	72				
	ИТОГО по дисциплине	68	34	34	144				

Таблица 6

Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочной формы обучения

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 курс									
Раздел 1.Основы химической термодинамики						Подготовка к лек- циям 6.1.2. (с.60- 107), 6.1.3. (с.180- 270),6.1.5., тестированию 6.2.10., выполнение контрольной работы 6.2.11., 6.1.4.	Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций
ОПК-1, ИДК-1- 1,ОПК-2, ИОПК-2,2, ОПК-5, ИДК-1.	Тема 1.1 Введение. Начала термодинамики	1			34				
	Лабораторная работа №1 Определение энтальпии гидратообразования соли калориметрическим методом		2			подготовка к лабораторной работе 6.2.2. оформление отчета	Собеседование		
	Практическое занятие №1. Начала термодинамики. Термохимия			2		Подготовка к практическому			

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
						занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания 6.2.3, 6.1.4.			
	Тема 1.2. Термодинамические функции.	1			23				
	Практическое занятие №2. Термодинамические функции			1		Подготовка к практическому занятию 6.1.2. выполнение индивидуального задания 6.2.4., 6.1.4			
	Тема 1.3.Химический потенциал и общие условия равновесия систем	0.5			16				
	Тема 1.4.Термодинамические свойства газов и газовых смесей	0.5			16				
	Раздел 2.Фазовые равновесия и свойства растворов					Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с.153- 222), 6.1.3. (с.319- 429), 6.1.5., тестированию 6.2.10	Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.1. Фазовое равновесие.	0.5			23				
	Лабораторная работа №2 Термический анализ		3			подготовка к лабораторной работе 6.2.6., оформление отчета	Собеседование		
	Практическое занятие №3. Фазовое равновесие			1		Подготовка к практическому занятию 6.1.2, 6.1.5., выполнение индивидуального задания 6.2.5.	Собеседование		
	Тема 2.2. Термодинамические свойства растворов	0.5			23				
	Практическое занятие №4. Термодинамические свойства растворов			1		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	Тема 2.3. Равновесия раствор – пар в двухкомпонентных системах	1			23				

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)	
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час					
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час						
	Практическое занятие №5. Равновесия раствор-пар в двухкомпонентных системах			1		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания				
	Лабораторная работа №3 Исследование равновесия жидкость – пар в двойной системе		2			подготовка к лабораторной работе 6.2.7., оформление отчета	Собеседование			
	Раздел 3. Химическое равновесие					Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с.110- 128), 6.1.3. (с.270- 283),6.1.5.,тестиров анию 6.2.10.	Тестирование в системе MOODLE		Конспект лекций	
	Тема 3.1.Термодинамическая теория химического сродства.	1			33					
	Лабораторная работа №4 Определение константы равновесия реакции образования		2			подготовка к лабораторной				

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовке (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	железосалицилатного комплекса в кислой среде фотоэлектроколориметрическим методом.					работе 6.2.8. оформление отчета			
	Практическое занятие №6 Направленность химических реакций. Константа химического равновесия. Влияние различных факторов на положение равновесия			1		Подготовка к практическому занятию 6.2.8., выполнение индивидуального задания			
	Практическое занятие №7 Расчет состава равновесной смеси и выхода продукта в идеально-газовых реакциях			1		Подготовка к практическому занятию 6.2.8., выполнение индивидуального задания			
	Тема 3.2. Равновесие в растворах электролитов.	0.5			23				
	Тема 3.3. Термодинамическая теория ЭДС.	0.5			13				

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие № 8 Гальванические элементы. Электродные потенциалы			1		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	Раздел 4. Химическая кинетика и катализ.					Подготовка к лек- циям 6.1.1. (с.284- 434), 6.1.3. (с.521- 616), тестированию 6.2.10., выполнение контрольной работы 6.2.12.			Конспект лекций
	Тема 4.1.Формальная кинетика гомогенных, гетерогенных, цепных, фотохимических реакций.	1			33				
	Лабораторная работа №5. Кинетика химических реакций		3			подготовка к лабораторной работе 6.2. 10, оформление отчета	Собеседовани е		

Планируемые (контролируемы е) результаты освоения: кодУК;ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактив- ных образователь- ных технологий	Реализация в рамках практичес- кой подготовки (трудоем- кость в часах)	Наименован ие разработан- ного электронног о курса (трудоемкост ь в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа обучающихся (СРС). час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Практическое занятие №9 Кинетика сложных химических реакций			1		Подготовка к практическому занятию 6.1.2., выполнение индивидуального задания			
	Тема 4.2. Гомогенный катализ.	0.5			23				
	Тема 4.3. Гетерогенный катализ.	0.5			18				
	ИТОГО по дисциплине	9	12	10	301				

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

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

Тесты, проводимые на электронной платформе Moodle на сайте ДПИ НГТУ по адресу: <http://dpingtu.ru/Moodle>.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО КОМПЕТЕНЦИЯМ

Планируемые результаты обучения	Комплекс заданий для оценки компетенций	Ключи правильных ответов
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.	
ИОПК1.1 Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире Знать: начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах Уметь: выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ; использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения для решения профессиональных задач Владеть: навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянного давления	Образец тестового задания 1. Термодинамическая система – это а) группа атомов, находящихся во взаимодействии между собой; б) группа молекул, находящихся во взаимодействии между собой; в) группа молекул, не находящихся во взаимодействии между собой; г) тело или группа тел, находящихся во взаимодействии между собой и мысленно обособляемых от окружающей среды. 2. Соотношение изобарной и изохорной теплоемкостей для 1 моль идеального газа: а) $C_p + C_v = R$; б) $C_p - C_v = R$; в) $C_v - C_p = R$. 3. В каких случаях для химических реакций можно пренебречь разницей между ΔH и ΔU? а) во всех случаях; б) для газовых реакций; в) для конденсированных систем. 4. Математическое выражение второго начала термодинамики для обратимого равновесного процесса: а) $dS \geq \delta Q/T$; б) $dS = \delta Q/T$; в) $\Delta S < 0$. 5. Укажите условие, при котором реакция может протекать самопроизвольно в прямом направлении: а) $\Delta G = 0$; б) $\Delta S = 0$; в) $\Delta G < 0$; г) $\Delta S < 0$; д) $\Delta G > 0$. 6. Константа скорости реакции показывает: а) среднюю скорость процесса; б) скорость реакции в начальный момент времени; в) скорость реакции при концентрации реагентов 1 моль/л. 7. Формула для вычисления изотонического коэффициента: а) $i = 1 + \alpha(\kappa - 1)$; б) $i = 1 + \alpha(\kappa + 1)$; в) $i = 1 - \alpha(\kappa - 1)$;	г б в б в в

или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давлении насыщенного пара над индивидуальным веществом; состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах	г) $i = 1 - \alpha(k+1)$. 8. Выражение для расчета общего давления над смесью двух летучих жидкостей, подчиняющиеся законам идеальных растворов: а) $P_{\text{общ}} = P_1^0 x_1 + P_2^0 x_2$; б) $P_{\text{общ}} = P_1^0 x_2 + P_2^0 x_1$; в) $P_{\text{общ}} = P_1^0 + P_2^0 (x_1 + x_2)$; г) $P_{\text{общ}} = P_1^0 / x_1 + P_2^0 / x_2$. 9. Что называется электродным потенциалом? а) разность электрических потенциалов между электродом и находящимся с ним в контакте электролитом; б) разность электрических потенциалов между электродом и точкой, находящейся на бесконечном удалении от него; в) разность электрических потенциалов между двумя электродами. 10. Автокаталитической называется реакция, в которой роль катализатора выполняет: а) материал стенки реактора; б) один из реагентов; в) специально вводимый в систему реагент; г) один из продуктов реакции; д) ингибитор.	а а а г
	Пример практического задания Вычислите стандартную энтальпию и изменение внутренней энергии при 1000 К реакции $\text{SO}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{S}(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}).$ Решение. В соответствии с законом Кирхгофа $\Delta H_{1000}^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^{1000} \Delta c_p^0 dT, \text{ где}$ $\Delta H_{298}^0 = 2\Delta H_{f,298}^0(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) + \Delta H_{f,298}^0(\text{H}_2\text{S}(\text{г})) - 3\Delta H_{f,298}^0(\text{H}_2(\text{г})) - \Delta H_{f,298}^0(\text{SO}_2(\text{г})),$ $\Delta c_p^0 = \Delta a + \Delta bT + \Delta c'T^2.$ Справочные данные: $c_p^0(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) = 30,00 + 10,71 \cdot 10^{-3}T + 0,33 \cdot 10^{-5}T^2;$ $c_p^0(\text{H}_2\text{S}(\text{г})) = 29,37 + 15,40 \cdot 10^{-3}T;$ $c_p^0(\text{H}_2(\text{г})) = 27,28 + 3,26 \cdot 10^{-3}T + 0,50 \cdot 10^{-5}T^2;$ $c_p^0(\text{SO}_2(\text{г})) = 46,19 + 7,87 \cdot 10^{-3}T - 7,7 \cdot 10^{-5}T^2;$ $\Delta H_{f,298}^0(\text{H}_2(\text{г})) = 0;$ $\Delta H_{f,298}^0(\text{SO}_2(\text{г})) = -296,9 \text{ кДж/моль};$ $\Delta H_{f,298}^0(\text{H}_2\text{S}(\text{г})) = -20,6 \text{ кДж/моль};$ $\Delta H_{f,298}^0(\text{H}_2\text{O}(\text{г})) = -241,81 \text{ кДж/моль}.$ $\Delta H_{298}^0 = 2(-241,81) - 20,6 + 296,9 = -207,32 \text{ кДж};$ $\Delta a = 2 \cdot 30,00 + 29,37 - 3 \cdot 27,28 - 46,19 = -38,66 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)};$ $\Delta b = (2 \cdot 10,71 + 15,40 - 3 \cdot 3,26 - 7,87) \cdot 10^{-3} = 19,17 \cdot 10^{-3},$ $\text{Дж/(моль} \cdot \text{К}^2);$ $\Delta c' = (2 \cdot 0,33 - 3 \cdot 0,50 + 7,7) \cdot 10^{-5} = 6,86 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} \cdot \text{К/моль};$ $\Delta c_p^0 = -38,99 + 19,17 \cdot 10^{-3}T + 6,86 \cdot 10^{-5}T^2 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}.$ С учетом вычислений имеем $\Delta H_{1000}^0 = -207320 - 38,66 \int_{298}^{1000} dT +$	$\Delta H_{1000}^0 = -224,14 \text{ кДж}.$ $\Delta U_{1000}^0 = -215,826 \text{ кДж}.$

	$19,17 \int_{298}^{1000} TdT \cdot 10^{-3} + 6,86 \int_{298}^{1000} T^2 dT \cdot 10^5 = -207320 - 38,66(1000 - 298) + 19,17 \frac{1}{2} (1000^2 - 298^2) 10^{-3} + 6,86(\frac{1}{298} - \frac{1}{1000}) 10^5.$ $\Delta H^0_{1000} = -207320 - 38,66 \cdot 702 + 19,17 \cdot 454 + 0,686 \cdot 2352;$ $\Delta H^0_{1000} = -224,14 \text{ кДж};$ $\Delta U^0_{1000} = \Delta H^0_{1000} - \Delta nRT; \Delta n = 3 - 4 = -1;$ $\Delta U^0_{1000} = -224140 + 8,314 \cdot 1000 = -215826 \text{ Дж};$ $\Delta U^0_{1000} = -215,826 \text{ кДж}.$	
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	
ИОПК-2.2 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности Знать: термодинамический метод исследования химических систем, методы формальной кинетики Уметь: прогнозировать влияние различных факторов на равновесие химических реакций; определять направленность процесса заданных условиях, составлять кинетические уравнения дифференциальной и интегральной форм для кинетически сложных реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса. Владеть: численными методами химического анализа	Образец тестового задания 1. Чему равна энтальпия гидратообразования $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, если энтальпия растворения этой соли составляет 1,58 кДж/моль, а энтальпия растворения безводной соли NaH_2PO_4 равна -23,62 кДж/моль? а) 25,20 кДж/моль; б) -25,20 кДж/моль; в) -22,04 кДж/моль; г) 22,04 кДж/моль. 2. Укажите химическую реакцию, тепловой эффект которой следует рассматривать как стандартную энтальпию сгорания вещества CH_3Cl: а) $2\text{CH}_3\text{Cl} + 3,5 \text{ O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{Cl}_2$; б) $\text{CH}_3\text{Cl} + 1,5 \text{ O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + \text{HCl}$; в) $2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{O}_2 = \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{HCl}$; г) $\text{CH}_3\text{Cl} + 0,5 \text{ O}_2 = \text{C} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + \text{HCl}$. 3. Соотношение между энтропией жидкого и газообразного бензола: а) $S_{\text{ж}} < S_{\text{газ}}$; б) $S_{\text{ж}} > S_{\text{газ}}$; в) $S_{\text{ж}} = S_{\text{газ}}$. 4. Максимальный выход продукта в реакции $2\text{H}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$ при $\Delta H < 0$ соответствует условиям: а) высокое давление, низкая температура; б) низкое давление, высокая температура; в) низкое давление, низкая температура; г) давление не влияет на процесс, низкая температура; д) давление не влияет на процесс, высокая температура. 5. $\Delta H_{\text{возг.}}$ и $\Delta H_{\text{исп.}}$ определяют графическим путем в системе координат: а) $P = f(T)$; б) $P = f(1/T)$; в) $\ln P = f(T)$; г) $\ln P = f(1/T)$; д) $1/P = f(1/T)$. 6. Выражение для скорости одностадийной реакции $A + 2B = C$: а) $W = K[A]$; б) $W = K[B]^2$; в) $W = K[A][B]$; г) $W = K[A][B]^2$. 7. Период полураспада для необратимой реакции первого порядка: а) $t = \ln 2/K$; б) $t = 1/Kc_0$; в) $t = 1/Kc^2$. 8. Укажите положение, на котором базируется вывод закона	б б а а Г Г

	распределения вещества между двумя несмешивающимися жидкостями: а) равенство химического потенциала распределяемого вещества в двух фазах; б) равенство химического потенциала всех участников фазового равновесия; в) равенство химических потенциалов растворителей. 9. На диаграмме состояния равновесия «жидкость – пар» графическая зависимость температуры от состава имеет вогнутую кривую. Какой тип раствора ей соответствует? а) идеальный раствор; б) раствор с положительным отклонением от закона Рауля; в) раствор с отрицательным отклонением от закона Рауля. 10. С какой целью в теории активных соударений в уравнение для расчета константы скорости вводится стерический множитель P? а) для учета реального распределения сталкивающихся молекул по энергиям; б) для учета того, что к реакции приводит только активное столкновение молекул; в) для учета взаимной пространственной ориентации молекул при активном соударении; г) для учета возможности протекания реакции в обратном направлении. Пример практического задания Константа равновесия реакции $\text{CO} + 2 \text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$ при 500 К равна $K_p = 6,09 \cdot 10^{-3}$. Реакционная смесь, состоящая из 1 моль СО, 2 моль H_2 и 1 моль инертного газа (N_2) нагрета до 500 К и общего давления 100 атм. Рассчитайте состав равновесной смеси. <i>Решение.</i> Пусть прореагировало α моль СО. Тогда <table> <tr> <td>исходное</td> <td>количество,</td> <td>моль</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>равновесное</td> <td>количество,</td> <td>моль</td> </tr> <tr> <td>$1 - \alpha$</td> <td>$2 - 2\alpha$</td> <td>α</td> </tr> </table> Всего в реакционной смеси ($3 - 2\alpha$) моль компонентов + 1 моль $\text{N}_2 = (4 - 2\alpha)$ моль. Равновесная мольная доля СО: $\frac{1-\alpha}{4-2\alpha}$, доля H_2: $\frac{2-2\alpha}{4-2\alpha}$, доля CH_3OH: $\frac{\alpha}{4-2\alpha}$. Следовательно, $K_x = \frac{X_{\text{CH}_3\text{OH}}}{X_{\text{CO}} \cdot X_{\text{H}_2}^2} = \frac{\alpha(4-2\alpha)^2}{(1-\alpha)(2-2\alpha)^2}$ и $K_p = K_x P^{-2} = \frac{\alpha(4-2\alpha)^2}{(1-\alpha)(2-2\alpha)^2 \cdot P^2}.$ Таким образом, $6,09 \times 10^{-3} = \frac{\alpha(4-2\alpha)^2}{(1-\alpha) \cdot (2-2\alpha)^2 \cdot (100)^2}.$ Решая это уравнение, получаем $\alpha = 0.732$. Соответственно, мольные доли веществ в равновесной смеси равны $X_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,288$, $X_{\text{CO}} = 0,106$, $X_{\text{H}_2} = 0,394$.	исходное	количество,	моль	1	2	0	равновесное	количество,	моль	$1 - \alpha$	$2 - 2\alpha$	α	а а в в Мольные доли веществ в равновесной смеси равны $X_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,288$, $X_{\text{CO}} = 0,106$, $X_{\text{H}_2} = 0,394$.
исходное	количество,	моль												
1	2	0												
равновесное	количество,	моль												
$1 - \alpha$	$2 - 2\alpha$	α												
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.	
ИОПК-5.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные Знать: термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментного катализа. Уметь: прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных, гетерогенных системах, составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса. Владеть: методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента, установления кинетического уравнения и зависимости скорости	Образец тестового задания 1. Если температурный коэффициент скорости химической реакции равен 2, то при повышении температуры от 20°C до 50°C скорость реакции: а) увеличится в 8 раз; б) увеличится в 6 раз; в) уменьшится в 2 раза; г) уменьшится в 4 раза. 2. При стандартных условиях для реакции $2\text{HCl}_{(г)} + \text{Ca}_{(т)} = \text{CaCl}_{2(т)} + \text{H}_{2(г)}$ изобарно-изотермический потенциал равен ..., если $\Delta G^0_{\text{обр.}}(\text{HCl}_{(г)}) = 94,9 \text{ кДж/моль}$, $\Delta G^0_{\text{обр.}}(\text{CaCl}_{2(т)}) = 749,5 \text{ кДж/моль}$: а) 654,6 кДж/моль; б) – 559,76 кДж/моль; в) 559,76 кДж/моль. 3. Прибор для измерения количества теплоты, выделяемой или поглощаемой в химических, физических или биологических процессах, называется: а) колориметр; б) калориметр; в) калорифер; г) ваттметр. 4. Число степеней свободы для системы $S_{(ж)} \rightleftharpoons S_{(пар)}$: а) 0; б) 1; в) 2; г) 3. 5. В точке эвтектики система: а) бивариантна; б) моновариантна; в) инвариантна; г) тривариантна. 6. Для экспериментального определения скорости химической реакции необходимо: а) иметь данные об изменении концентрации исходных либо конечных веществ во времени; б) знать строение исходных веществ и образующихся продуктов; в) знать подробный механизм химической реакции; г) знать количество выделившейся или поглощенной в ходе реакции теплоты. 7. Кинетическое уравнение необратимой реакции второго порядка: а) $Kt = \ln \frac{c_0}{c}$; б) $Kt = \frac{1}{c} - \frac{1}{c_0}$; в) $Kt = \ln \frac{c_0}{c}$; г) $Kt = \frac{1}{c_0} - \frac{1}{c}$. 8. Прибор для определения температуры кипения вещества называется: а) эбуллиоскоп; б) стетоскоп; в) калориметр; г) спектрометр. 9. К каким электродам относится хлорсеребряный электрод? а) газовым; б) металлическим; в) индикаторным;	а в б б в а б а

реакции от температуры	г) сравнения.																									
	10. Повышение температуры начала кипения разбавленного раствора нелетучего растворенного вещества в летучем растворителе по сравнению с температурой кипения растворителя выражается формулой $\Delta T = iEt$. Буквой t в этой формуле обозначена:	Г																								
	а) масса растворителя; б) масса растворенного вещества; в) молярная концентрация растворенного вещества; г) моляльная концентрация растворенного вещества.	Г																								
	Пример практического задания																									
	Рассчитать константу равновесия K_p для реакции $C + CO_2 = 2CO$ при $T = 1200 \text{ K}$.																									
	<i>Решение.</i> Решим эту задачу по методу Темкина-Шварцмана, согласно которому																									
	$\Delta G_T^\circ = -RT \ln K_p = \Delta H_{298}^\circ - T\Delta S_{298}^\circ - T(M_0\Delta a + M_1\Delta b + M_2\Delta c + M_{-2}\Delta c')$																									
	Необходимые для решения задачи данные выписываем из справочной литературы и заносим в табл.	$K_p = 50,8$.																								
	Термодинамические данные для участников реакции																									
	<table><tr><th>Вещество</th><th>$\Delta H_{f,298,i}^\circ$ кДж/моль</th><th>S_{298}° Дж/моль К</th><th>a</th><th>$b \cdot 10^3$</th><th>$c' \cdot 10^{-5}$</th></tr><tr><td>CO₂ (г)</td><td>-393,5</td><td>213,6</td><td>44,14</td><td>9,04</td><td>-8,53</td></tr><tr><td>CO (г)</td><td>-110,5</td><td>197,4</td><td>28,41</td><td>4,10</td><td>-0,46</td></tr><tr><td>C (т)</td><td>0</td><td>5,7</td><td>17,15</td><td>4,27</td><td>-8,79</td></tr></table>	Вещество	$\Delta H_{f,298,i}^\circ$ кДж/моль	S_{298}° Дж/моль К	a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	CO ₂ (г)	-393,5	213,6	44,14	9,04	-8,53	CO (г)	-110,5	197,4	28,41	4,10	-0,46	C (т)	0	5,7	17,15	4,27	-8,79	
Вещество	$\Delta H_{f,298,i}^\circ$ кДж/моль	S_{298}° Дж/моль К	a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$																					
CO ₂ (г)	-393,5	213,6	44,14	9,04	-8,53																					
CO (г)	-110,5	197,4	28,41	4,10	-0,46																					
C (т)	0	5,7	17,15	4,27	-8,79																					
	$\Delta H_{298}^\circ = 2 \Delta H_{298}^\circ(\text{CO}) - \Delta H_{298}^\circ(\text{CO}_2) - \Delta H_{298}^\circ(\text{C}) = 2(-110,5) - (-393,5) - 0 = 172,5 \text{ кДж.}$																									
	Значение ΔS_{298}° определим по уравнению																									
	$\Delta S_{298}^\circ = 2S_{298}^\circ(\text{CO}) - S_{298}^\circ(\text{CO}_2) - S_{298}^\circ(\text{C}) = 2 \cdot 197,4 - 213,6 - 5,7 = 175,5 \text{ Дж/К.}$																									
	$\Delta a = 2 \cdot 28,41 - 44,14 - 17,15 = -4,47.$																									
	$\Delta b = (2 \cdot 4,10 - 9,04 - 4,27) \cdot 10^{-3} = -5,11 \cdot 10^{-3}. \Delta c' = [-2 \cdot 0,46 - (-8,53) - (-8,79)] \cdot 10^5 = 16,4 \cdot 10^5.$																									
	Из справочной литературы выписываем коэффициенты Темкина-Шварцмана для $T = 1200 \text{ K}$: $M_0 = 0,6410$; $M_1 = 0,3389 \cdot 10^3$; $M_{-2} = 0,3176 \cdot 10^{-5}$.																									
	Подставляем найденные значения в уравнение Темкина-Шварцмана и получаем $K_p = 50,8$.																									

Образец теста по теме 1. «Основные понятия и определения»

T3 1.1. (открытое)

Задание: Численные значения универсальной газовой постоянной, R , равно (в Дж/моль·К с точностью до второго знака после запятой)

Ответ: 8,31

T3 1.2. (открытое)

Задание: Термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией и её объём не постоянен, называется

Ответ: открытой

T3 1.3. (открытое)

Задание: Термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой энергией, а веществом – нет, называется

Ответ: закрытой

T3 1.4. (открытое)

Задание: Термодинамическая система, которая не обменивается с окружающей средой веществом и энергией и её объём постоянен, называется

Ответ: изолированной

T3 1.5. (открытое)

Задание: Закрытая система, которая не может обмениваться с окружающей средой теплотой, называется

Ответ: адиабатой

T3 1.6. (открытое)

Задание: Изменение состояния системы в результате изменения термодинамических параметров называется

Ответ: термодинамическим процессом

T3 1.7. (закрытое)

Задание: Законы термодинамики применяются к ... системам:

Варианты ответов

закрытым

изолированным

адиабатным

открытым

T3 1.8. (закрытое)

Задание: в химической термодинамике стандартные параметры:

Варианты ответов

$P=1$ атм., $T=298$ К

$P=1$ атм., $T=273$ К

$P=780$ мм. рт. ст., $T=0$ °С

T3 1.9. (открытое)

Задание: Термодинамический процесс протекает в результате изменения термодинамических ...

Ответ: параметров

T3 1.10. (открытое)

Задание: Уравнение, связывающие между собой термодинамические параметры в равновесном состоянии, называется

Ответ: уравнение состояния.

Перечень вопросов к экзамену

1. Химическая термодинамика. Основные понятия и определения (термодинамическая система, термодинамические параметры, состояние системы, уравнения состояния).
2. Физические величины как свойство системы. Функции состояния и функции процесса.

3. Энергия, теплота, работа.
4. Вычисление объемной работы в различных процессах.
5. Первое начало термодинамики. Математическое выражения первого начала термодинамики.
6. Частные случаи первого начала термодинамики.
7. Теплоемкость. Связь между C_p и C_v . Зависимость теплоемкости от температуры.
8. Внутренняя энергия и энтальпия индивидуальных веществ. Стандартные параметры и стандартные состояния.
9. Энтальпия химических реакций. Закон Гесса. Следствия из закона Гесса.
10. Стандартные энтальпии образования и сгорания. Вычисление энтальпий химических реакций в стандартных условиях.
11. Связь между ΔH и ΔU (Q_p и Q_U).
12. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Закон Кирхгоффа. Его дифференциальные и интегральные формы.
13. Равновесный (обратимый) процесс. Работа и теплота равновесного процесса.
14. Второе начало термодинамики, его формулировки и математические выражения.
15. Обобщение Клаузиуса. Математическое выражение второго начала термодинамики. Энтропия.
16. Энтропия как критерий направленности процессов и равновесия. Энтропийный принцип.
17. Физический смысл энтропии. Формула Больцмана. Статистическая природа энтропии.
18. Вычисление энтропии (изменения энтропии в различных равновесных процессах).
19. Характеристические термодинамические функции. Доказать, что функция G является характеристической при переменных P и T .
20. Доказать, что функция Гельмгольца является характеристической при переменных V и T .
21. Объединенные выражения первого и второго начал термодинамики.
22. Физический смысл изменения характеристических функций.
23. Характеристические функции в качестве критерия самопроизвольности процесса и состояния равновесия.
24. Термодинамические соотношения общего значения. Зависимость функций G , S и H от переменных T и P .
25. Зависимость функций A , S и U от переменных V и T .
26. Вычисление термодинамических функций Гиббса и Гельмгольца.
27. Уравнение Гиббса и Гельмгольца, их применение.
28. Постулат Планка. Его значение.
29. Расчет абсолютных энтропий чистых веществ.
30. Показать, что внутренняя энергия и энтальпия не зависят от объема и давления.
31. Вычисление изменений термодинамических функций в химических реакциях.
32. Химический потенциал. Его основные свойства. Химический потенциал чистого вещества. Методы определения химических потенциалов.
33. Зависимость химического потенциала от температуры, давления и состава.
34. Химический потенциал как критерий направленности самопроизвольных процессов и равновесия.
35. Фазовые равновесия. Понятия «фаза», «компонент», «степень свободы».
36. Правило фаз Гиббса.
37. Диаграммы состояний однокомпонентной системы.
38. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
39. Применение правила фаз Гиббса и уравнения Клаузиуса-Клапейрона к однокомпонентной системе.
40. Диаграмма плавокости двойных систем с простой эвтектикой.

41. Диаграмма плавкости двойных систем с неограниченной растворимостью компонентов как в жидком, так и твердом состояниях.
42. Диаграмма плавкости двойных систем с образованием устойчивого химического соединения и соединения, плавящегося с разложением.
43. Критерий направленности и равновесия в химических реакциях.
44. Критерий направленности в гомогенных идеально-газовых реакциях. Химическое сродство.
45. Равновесие в гомогенных идеально-газовых реакциях. Изотерма химической реакции.
46. Константа химического равновесия. Влияние величины ΔG_T^0 на константу химического равновесия K_p .
47. Различные способы выражения константы химического равновесия.
48. Методы определения константы химического равновесия.
49. Зависимость константы химического равновесия K_x от давления.
50. Зависимость константы химического равновесия K от температуры. Метод Вант-Гоффа.
51. Зависимость константы химического равновесия K от температуры. Метод энтропий.
52. Смещение равновесия. Принцип ЛеШателье.
53. Парциальные молярные величины, их физический смысл и основные свойства.
54. Общая характеристика растворов. Основные понятия и определение. Типы межмолекулярных взаимодействий и их физико-химическая природа. Термодинамические параметры состояния раствора.
55. Стандартные состояния в термодинамике жидких растворов. Классы растворов.
56. Совершенные растворы.
57. Бесконечно – разбавленные растворы.
58. Неидеальные (реальные) растворы. Активность и коэффициент активности. Причины отклонения свойств реальных растворов от идеальных.
59. Термодинамические условия образования раствора.
60. Распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Закон распределения.
61. Применение закона распределения. Экстракция.
62. Растворимость твердых веществ в жидкости. Уравнение Шредера-ЛеШателье.
63. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.
64. Понижение температуры кристаллизации растворителя в разбавленных растворах. Креоскопия.
65. Равновесие жидкость-пар в двойных системах. Равновесие совершенный раствор-пар. Закон Рауля.
66. Равновесие бесконечно разбавленный раствор-пар. Закон Генри.
67. Равновесие реальный раствор-пар.
68. Диаграммы состояния равновесия жидкость-пар в двойных системах.
69. Физико-химические основы разделения двойных смесей перегонкой. Законы Коновалова.
70. Теория электролитической диссоциации Аррениуса.
71. Основные положения теории сильных электролитов. Ионные силы раствора.
72. Возникновение потенциала на границе раздела двух фаз. ЭДС гальванического элемента.
73. Электродные потенциалы. Определение ЭДС по стандартным электродным потенциалам. Уравнение Нернста.
74. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для гальванического элемента.
75. Скорость химических реакций, ее зависимость от концентрации реагентов. Константа скорости реакции. Кинетические кривые.

- 76.Постулаты химической кинетики.
 77.Порядок реакции, молекулярность реакции.
 78.Кинетика необратимых реакции различных порядков.
 79.Кинетика сложных химических реакций.
 80.Теории химической кинетики.
 81.Катализ.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7

Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы	баллы	за подвид	Штрафные баллы
		1	2	3	За нарушение сроков сдачи
2 семестр					
Тестирование	3	10	10	10	
Выполнение лабораторных работ	3	5	5	5	
- оформление отчетов		5			-1
Выполнение заданий практических занятий	5	5			
Выполнений заданий для самостоятельной работы	2	5			
Посещение занятий	17				
3 семестр					
Тестирование	3	10	10	10	
Выполнение лабораторных работ	2	5			
- оформление отчетов	2	5			-1
Выполнение заданий практических занятий	5	5			
Выполнений заданий для самостоятельной работы	2	5			
Посещение занятий	17				

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» 0-54% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от тах 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.	ИОПК-1.1. Анализирует и использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире:	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ физической химии, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания по основам физической химии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-2-2. Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности:	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ физической химии, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала.	Поверхностные знания по основам физической химии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при использовании методов количественной обработки.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. Может произвести математическую обработку полученных результатов	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании. Уверенно использует численные методы количественного анализа
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.	ИОПК-5.1. Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывает и интерпретирует экспериментальные данные	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не знает основ физической химии, не может использовать их в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала. Не может провести эксперимент и произвести расчеты по предложенной методике.	Поверхностные знания по основам физической химии. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании основных положений и их применении. Понимает задание, может производить необходимые расчеты	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения. Может провести эксперимент и произвести расчеты по предложенной методике, объяснить полученные результаты и сделать	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании. Может составить план эксперимента, объяснить полученные результаты, сделать

			и провести эксперимент по предложенной методике.	выводы.оценить погрешности	выводы, оценить погрешности.
--	--	--	--	----------------------------	------------------------------

Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

- 6.1.1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М. Высшая школа. 1988.— 496 с.
- 6.1.2. Киселева Е.В., Каретников Г.С., Кудряшов И.В. Сборник примеров и задач по физической химии. Учебное пособие для химико-технологических вузов. - М. Высшая школа. 1983. – 456 с.
- 6.1.3. Физическая химия. Учебник для вузов. Мин.обр. РФ/ Под ред. Краснова К.С. в 2 кн. М. Высшая школа.1982. – 687 с..
- 6.1.4. Краткий справочник физико-химических величин/ Под ред. Равдель А.А., Пономарева А.М. Химия Л. 1983. – 232 с.
- 6.1.5. Карякин Н. Химическая термодинамика. 1 Основные понятия. Фазовые равновесия. Учебное пособие для вузов Н.Новгород.1991. - 196 с.

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

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- 6.2.1. 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_samocht_rab.pdf?20.
- 6.2.2. Определение энтальпии гидратообразования соли: Методические указания / Сост. Акимкина Н.Ф., Бочкарева Н.Н., Шишулина А.В. - НГТУ, 2005.
- 6.2.3. Первое начало термодинамики. Термохимия: Методические указания/Сост. Шишулина А.В. - НГТУ, 2017.

- 6.2.4. Второй принцип термодинамики и характеристические термодинамические функции: Методические указания/ Сост. Шишулина А.В. - НГТУ, 2016.
- 6.2.5. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе: Методические указания/ Сост. Акимкина Н.Ф., Шишулина А.В. - НГТУ, 2014.
- 6.2.6. Термический анализ: Методические указания/Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф., Бочкарева Н.Н. - НГТУ, 2008.
- 6.2.7. Исследование равновесия жидкость – пар в двойной системе: Методические указания/ Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф. - НГТУ, 2012.
- 6.2.8. Шишулина А.В., Белоусов А.С. Направленность и равновесие в химических системах. Учебное пособие. - НГТУ, 2019.
- 6.2.9. Кинетика химических реакций: Методические указания. Сост. Шишулина А.В. - НГТУ, 2018.
- 6.2.10. Шишулина А.В., Лазарева Л.Г. Тестовые задания по физической химии. Учебное пособие. – НГТУ, 2020.
- 6.2.11. Химическая термодинамика: Методические указания/ Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф. – НГТУ, 2013.
- 6.2.12. Кинетика химических реакций. Растворы: Методические указания/ Сост. Шишулина А.В., Акимкина Н.Ф. - НГТУ, 2012.

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 информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 10

Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Виртуальная книжная полка НТБ НГТУ	http://cdot-nntu.ru/электронная библиотека
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/

7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 11

Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSpark Premium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice https://www.openoffice.org/ru/
4	КонсультантПлюс	PTC Mathcad Express https://www.mathcad.com/ru

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 12 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 12

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 13

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

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с

ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 14 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 14

Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1343 Аудитория для лекционных занятий Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	2213 Лаборатория «Физическая химия» Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Колориметр – 6 шт. Рефрактометр – 3 шт. Термостат – 2 шт. Шкаф сушильный – 4 шт. Весы аналитические – 1 шт. Милливольтметр – 4 шт. Электрические плитки – 4 шт. Фотоэлектроколориметр – 3 шт. Потенциометр – 1 шт. Весы технические электрические – 2 шт.	
3	1234 Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе IntelPentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20' – 1 шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт;	• MicrosoftWindows 10 Домашняя (поставка с ПК) • LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО) • FoxitReader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО)

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	
4	1443а компьютерный класс - помещение для СРС, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе IntelCeleron 2.67 ГГц, 2 Гб ОЗУ, монитор Acer 17" – 4 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium) • Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО); • Mozilla Firefox(свободное ПО); • Adobe Acrobat Reader (свободное ПО); • 7-zip для Windows (свободное ПО); • КонсультантПлюс(ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018);

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: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- текущий контроль знаний в форме тестирования в среде MOODLE.

При преподавании дисциплины «Физическая химия», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе MOODLE и могут быть получены до чтения лекций и проработаны обучающимися в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе, над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся 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, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

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

Результат обучения считается несформированным, если обучающийся 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 5 и 6). 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.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

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.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы 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 обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (таблица 14). 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 контрольной работы обучающимися заочной формы обучения

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;

- тестирование на сайте преподавателя по различным разделам курса
- проведение контрольных работ для обучающихся заочной формы;
- выполнение заданий для самостоятельной работы для обучающихся очной формы;

11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ приведены в методических указаниях по проведению лабораторных работ (6.2.2., 6.2.7., 6.2.7., 6.2.8., 6.2.9.).

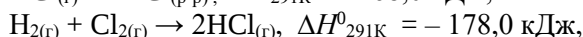
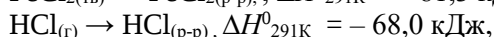
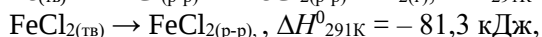
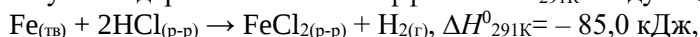
11.1.2. Типовые тестовые задания

Типовые тестовые задания приведены в учебном пособии «Тестовые задания по физической химии» (6.2.10.).

11.1.3. Типовые задания для контрольной работы обучающихся заочной формы

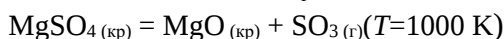
Пример задания для контрольной работы № 1.

1. Стандартная энтальпия образования жидкого нитробензола $C_6H_5NO_2$ при 298 К равна 11,2 кДж/моль. Напишите уравнение реакции, к которой относится эта величина.
2. Один моль идеального газа можно перевести из первого состояния ($P_1 = 4 \cdot 10^5$ Н/м², $V_1 = 3$ м³) во второе ($P_2 = 2 \cdot 10^5$ Н/м², $V_2 = 1$ м³) двумя различными путями. Первый путь: переход совершался сначала по изобаре, потом – по изохоре; второй путь: сначала – по изохоре, потом – по изобаре. Вычислите, при каком переходе выделится большее количество теплоты.
3. Используя стандартные тепловые эффекты ΔH_{291K}^0 следующих реакций:



вычислите для процесса образования $FeCl_{2(тв)}$ стандартную энтальпию образования при 291 К, изменение внутренней энергии при образовании $FeCl_2$ при 291 К.

4. Вычислите энтальпию ΔH_T^0 и изменение внутренней энергии реакции



при указанной температуре и давлении 1 атм.

5. В каком из четырех обратимых процессов с одним моль идеального газа изменение энтропии будет наибольшим:

- а) при изобарическом нагревании от 300 до 400 К,
- б) при изохорическом нагревании от 300 до 400 К,
- в) при изотермическом расширении от 300 до 400 м³,
- г) при адиабатическом расширении от 300 до 400 м³?

6. Найдите изменение энтропии в процессе $Ag_{(тв)} + 1/2 Cl_{2(г)} = AgCl_{(тв)}$, если проведению этой реакции в гальваническом элементе при 298 К и $1,0133 \cdot 10^5$ Па соответствует ЭДС, равная 1,1362 В; теплота образования $AgCl_{(тв)}$ равна -126,8 кДж/моль.

7. Вычислите ΔG_{1000}^0 и ΔA_{1000}^0 для реакции



8. Вычислите выход этанола в реакции $C_2H_4 + H_2O = C_2H_5OH$, если процесс проводить $T = 298$ К и общем давлении $P = 1,01325 \cdot 10^6$ Па. В исходном состоянии находятся 1 моль воды и 0,2 моля этилена.

9. Какое влияние на теоретический выход меди в реакции



окажет:

- а) увеличение объема реактора, в котором протекает реакция при $T = \text{const}$,
 - б) увеличение давления при $T, V = \text{const}$,
 - в) увеличение температуры при $P = \text{const}$?
10. Вычислите константу равновесия химической реакции при указанной температуре.
 $HBr = 1/2 H_2 + 1/2 Br_2, T = 1100 \text{ К}.$

11.1.4. Типовые задания для самостоятельной работы обучающихся очной формы

Тема «Первое начало термодинамики. Термохимия»

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. Исходя из выражения для энтальпии $H = U + PV$, покажите, что в изохорном процессе для идеального газа $dH = c_p dT$. Покажите, что данное выражение справедливо для изменения энтальпии в изотермическом, адиабатическом и изобарном процессах. Почему этот результат можно было предвидеть? Откуда это следует?
4. Чему равно изменение внутренней энергии и энтальпии в изолированной системе?
5. При каких условиях протекания процесса справедливо выражение

$$\Delta H = \Delta U + V\Delta P?$$

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?

Тема «Второе начало термодинамики и характеристические термодинамические функции»

1. Для каких систем неравенство $\Delta S_{\text{сист}} > 0$ является условием самопроизвольного протекания процесса?
2. Как записать математическое выражение второго начала термодинамики для бесконечно малого изменения состояния в обратимых и необратимых процессах в изолированной системе?
3. Как изменяется энтропия изолированной системы, в которой обратимо кристаллизуется вещество? Как меняется энтропия вещества при его нагревании?
4. В каком соотношении находятся молярные энтропии трех агрегатных состояний одного вещества: газа, жидкости, твердого тела? Что больше?
5. В каком случае по знаку изменения энтропии изучаемой системы можно судить о направлении самопроизвольного протекания процесса в ней и о равновесии?

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

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен, по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования для обучающихся очной формы и в форме компьютерного тестирования для обучающихся заочной формы.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ОПК-1; ИОПК-1-1.ОПК-5, ИОПК-5-1.):

Примерный тест для итогового тестирования:

Тема 1.1. Если энтальпия образования SO_2 равна -297 кДж/моль, то количество теплоты, выделяемое при сгорании 16 г серы равно, кДж:

- а) 148,5; б) 297; в) 74,25; г) 594.

Тема 1.2. Функция Гиббса G является характеристикой при условии постоянства параметров:

а) P, T ; б) V, T ; в) S, P ; г) S, V .

Тема 1.3. Какое из записанных ниже выражений не является химическим потенциалом i -компонента:

а) $\mu_i = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i} \right)_{S, P, n_j (j \neq i)} ;$

б) $\mu_i = \left(\frac{\partial A}{\partial n_i} \right)_{T, V, n_j (j \neq i)} ;$

в) $\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{P, T, n_j (j \neq i)} ;$

г) $\mu_i = \left(\frac{\partial S}{\partial n_i} \right)_{P, T, n_j (j \neq i)} ;$

д) $\mu_i = \left(\frac{\partial U}{\partial n_i} \right)_{S, V, n_j (j \neq i)} .$

Тема 1.4. Уравнение состояния для 1 моль реального газа:

а) $(P + a/V^2)(V - b) = RT;$

б) $(P + aV^2)(V - b) = RT;$

в) $(P + a/V^2)(V + b) = RT.$

Тема 2.1. Кривая охлаждения – это график в координатах:

а) температура – состав;

б) температура – давление;

в) температура – время;

г) температура – объем.

Тема 2.2. Химический потенциал компонента совершенного раствора выражается уравнением:

а) $\mu_i(T, P) = \mu_i^0(T, P) + RT \ln x_i ;$

б) $\mu_i(T, P) = \mu_i^\theta(T, P) + RT \ln x_i ;$

в) .

Тема 2.3. Осмотическое давление раствора глюкозы с молярной концентрацией 0,1 моль/л при 25°C равно, кПа:

а) 247,6; б) 62,9; в) 51,6; г) 123,8.

Тема 3.1. Для смещения равновесия в системе

$\text{SO}_2(\text{газ}) + \text{Cl}_2(\text{газ}) \leftrightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{газ}) \quad \Delta H < 0$ в сторону продуктов реакции необходимо:

а) понизить давление

б) ввести катализатор

в) понизить температуру

г) понизить концентрацию SO_2 .

Тема 3.2. Как зависит молярная электрическая проводимость от разбавления?

а) с ростом разбавления увеличивается, а затем уменьшается;

б) с ростом разбавления стремится к максимальному значению;

в) не зависит от разбавления.

Тема 3.3. Какова ЭДС концентрационного гальванического элемента, имеющего цинковые электроды, если у одного из электродов концентрация ионов цинка Zn^{2+} равна 1 моль/л, у другого – 0,0001 моль/л:

а) 0,122В; б) – 0,122В; в) 1,544В; г) –1,544 В.

Тема 4.1. Если температурный коэффициент скорости химической реакции равен 2, то при повышении температуры от 20°C до 50°C скорость реакции:

а) увеличится в 8 раз; б) увеличится в 6 раз; в) уменьшится в 2 раза; г) уменьшится в 4 раза.

Тема 4.2. Катализатор ускоряет химическую реакцию т.к.

- а) увеличивается теплота реакции;
- б) уменьшается энергия активации;
- в) увеличивается частота соударений молекул.

Тема 4.3. Выберите верные утверждения:

- а) катализатор не участвует в элементарном акте реакции;
- б) катализатор расходуется в ходе протекания реакции;
- в) катализатор образует активированный комплекс со всеми реагирующими веществами в случае протекания одностадийного процесса;
- г) катализатор не образует активированный комплекс со всеми реагирующими веществами в случае протекания одностадийного процесса;
- д) катализатор образует промежуточное соединение с каким-либо участником реакции в случае протекания многостадийного процесса;
- е) катализатор не образует промежуточное соединение с каким-либо участником реакции в случае протекания многостадийного процесса;
- ж) катализатор по истечении реакции остается химически неизменным

Регламент проведения текущего контроля в форме компьютерного тестирования

Кол-во заданий в банке вопросов	Кол-во заданий, предъявляемых обучающемуся	Время на тестирование, мин.
200	10	15

Полный фон оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования размещен в банке вопросов данного курса дисциплины в СДО MOODLE.