

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)



Мацулевич Ж.В.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.15 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: «Технология электрохимических производств»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2020

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик НБ

Объем дисциплины: 432/12

Промежуточная аттестация: экзамен, 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, 2020

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 11 августа 2016 г. № 1005 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 17.12.2019 г. № 3.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 09.12.2020 г. № 4.

И.О. зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 17.12.2020 № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный №

Начальник МО

(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.....	12
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	17
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	26
7. Информационное обеспечение дисциплины	27
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	29
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	30
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	31
11.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	33
12. Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	66

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 развивать 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;

б) профессионально-специализированных (ПСК): ПСК-1.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
Математика (Б1.Б.8)	✓	✓						
Инженерная графика (Б1.Б.10)		✓						

<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>
Физическая химия (Б1.Б.15)				✓	✓			
Электротехника и промышленная электроника (Б1.Б.17)					✓			
Общая химическая технология (Б1.Б.18)						✓		
Химия элементов (Б1.В.ОД.1)		✓						
Прикладная механика (Б1.В.ОД.3)				✓				
Введение в специальность (Б1.В.ОД.5)				✓				
Химические реакторы (Б1.В.ОД.6)							✓	
Коллоидная химия (Б1.В.ДВ.3.1)							✓	
Физическая химия поверхностных явлений (Б1.В.ДВ.3.2)							✓	
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓
<i>ПСК-1</i>								
Физика (Б1.Б.9)		✓	✓					
Общая и неорганическая химия (Б1.Б.13)	✓							
Органическая химия (Б1.Б.14)			✓	✓				
Физическая химия (Б1.Б.15)				✓	✓			
Химия элементов (Б1.В.ОД.1)		✓						
Теоретическая электрохимия (Б1.В.ОД.8)					✓	✓		
Физико-химические методы исследования металлов и сплавов (Б1В.ОД.11)								✓
Органическая химия II (Б1.В.ДВ.1.1)			✓	✓				
Основы биохимии (Б1.В.ДВ.1.2)			✓	✓				

<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>
Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (Б1.В.ДВ.2.1)		✓	✓					
Аналитическая химия (Б1.В.ДВ.2.2)		✓	✓					
Коллоидная химия (Б1.В.ДВ.3.1)							✓	
Физическая химия поверхностных явлений (Б1.В.ДВ.3.2)							✓	
Химическая технология природных энергоносителей (ФТД.1)					✓			
Научно-исследовательская работа (Б2.П.2)						✓	✓	✓
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	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	
		Текущего контроля	Промежуточной аттестации

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
				Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1. Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	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; - 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; - 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: - определять по справочным данным энергетические характеристики и геометрию молекул, термодинамические характеристики химических реакций; - 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; - 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 решения типовых задач по определению термодинамических величин ($Q, \Delta U, \Delta H, \Delta G$) в системе идеальной газ и в химических реакциях; - навыками решения нетиповых задач по расчету равновесного состава химической реакции; навыками выполнения расчетнографических работ по фазовым равновесиям в одно- и двухкомпонентных системах; - 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	Вопросы для устного собеседования на экзамене (48 вопросов - 4 семестр, 42 вопроса - 5 семестр): билеты (24 билета 4 семестр, 21 билет 5 семестр). В каждом семестре в билетах задача.

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
				Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПСК-1 Способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку полученных результатов и оценивать погрешности измерений, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ЗНАТЬ: - поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические, электрохимические методы получения физико-химических данных при решении термодинамических, кинетических и других задач физической химии; - основные методы и приемы проведения эксперимента; - лабораторную посуду, в том числе измерительную, и правила работы с ней; - методы обработки экспериментальных данных, в том числе статистические; - правила представления экспериментальных данных	УМЕТЬ: - планировать эксперимент, пользоваться стандартной лабораторной посудой; - использовать поляриметрические, эбуллиоскопические, калориметрические методы проведения эксперимента; - пользоваться правилами безопасной работы в химической лаборатории; - обрабатывать полученных экспериментальные данные; - представлять полученные данные, высказывать свою точку зрения в обсуждении результатов	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; - навыками безопасной работы в химической лаборатории; - навыками обработки и анализа экспериментальных данных	- Контрольные вопросы к отчетам по лабораторным работам - Задания к письменным контрольным работам по разделам	Вопросы для устного собеседования на экзамене (48 вопросов - 4 семестр, 42 вопроса - 5 семестр): билеты (24 билета 4 семестр, 21 билет 5 семестр). В каждом семестре в билетах задача.

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	
		4 сем	5 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	432	180	252
1. Контактная работа:	197	73	124
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	187	85	85
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)			
лабораторные работы (ЛР)	102	51	51
1.2.Внеаудиторная, в том числе	10	5	5
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)			
текущий контроль, консультации по дисциплине	10	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	144	36	108
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.)	144	36	108
Подготовка к экзамену (контроль)	108	54	54

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					
4 СЕМЕСТР									
ОПК-1 ПСК-1	Раздел 1 Основы химической термодинамики								
	Тема 1.1. Основные понятия термодинамики. Уравнения состояния	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 7-15, [2.1] стр. 7-32			
	Тема 1.2. Первое начало термодинамики. Приложение первого начала термодинамики к идеальным газам	2			1	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		1	подготовка к занятию [3.1] стр. 3-13			
	Тема 1.3. Термохимия: тепловые эффекты, стандартная реакция, вычисление тепловых эффектов в стандартных реакциях, закон Гесса	2			1	подготовка к лекциям [1.1] стр. 19-21			

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 1.2. Вычисление тепловых эффектов в стандартных реакциях, закон Гесса. Контрольная работа.		2		1	подготовка к занятию [3.1] стр. 14-19 подготовка к КР [3.1] стр. 3-19	Коллоквиум		
	Лабораторная работа 1.3. Лабораторная работа "Определение энтальпии гидратообразования соли"		3		1	оформление отчета [3.2] стр. 3-10	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.4. Зависимость теплоемкости и теплого эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 22-26			
	Лабораторная работа 1.4. Зависимость теплоемкости и теплого эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа.		2		1	подготовка к занятию [3.1] стр. 19-23			
	Тема 1.5. Принцип Карно и обобщение Клаузиуса. Второе начало термодинамики.	2				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		2		1	подготовка к занятию [3.3] стр. 3-19, 28-35	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 1.6. Расчет энтропии в необратимых физических процессах.		2		1	подготовка к занятию [3.3] стр. 19-28, 28-35			

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.	2			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 31-39, [2.1] стр. 41-55	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 1.7. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии		2		1	подготовка к занятию [3.3] стр. 28-35			
	Тема 1.7. Объединенное выражение первого и второго законов термодинамики. Термодинамические функции U, H, A, G. Основные дифференциальные уравнения для термодинамических функций	2			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 39-45			
	Лабораторная работа 1.8. Влияние давления и температуры на функции Гиббса и Гельмгольца		2		1	подготовка к занятию [3.1] стр. 19-20, [3.3] стр. 28-35	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.8. Использование основных термодинамических уравнений. Термодинамические функции как критерий направленности в самопроизвольных процессах и состояния равновесия.	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 29-31, [2.1] стр. 55-61	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 1.9. Химический потенциал. Основные термодинамические уравнения для открытых систем. Зависимость химического потенциала идеального газа и компонента в смеси идеальных газов от температуры и давления.	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 31-39, [1.2] стр. 48-50			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: домашняя контрольная работа					выполнение домашних КР (по выбору преподавателя) [3.1] стр. 14-23, [3.3] стр. 28-35			
	Итого по 1 разделу	18	17		12				
ОПК-1 ПСК-1	Раздел 2 Приложения химической термодинамики. Химическое равновесие в многокомпонентных системах								
	Тема 2.1. Условия направленности и равновесия в химических реакциях.	2			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 57-61, [2.1] стр. 61-68			
	Лабораторная работа 2.1. Условия направленности и равновесия в химических реакциях.		5		1	подготовка к занятию [3.4] стр. 3-9, 16-23	Практическое занятие 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 2.2. Уравнение изотермы химической реакции. Константа равновесия для гомогенной реакции в идеальной газовой смеси и способы ее выражения.	2			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 61-63, [2.1] стр. 68-70			
	Тема 2.3. Способы выражения константы равновесия Связь K_p , K_c , K_x , K_p . Методы вычисления и экспериментального определения константы равновесия. Особенности химического равновесия в гетерогенной реакции	2			1	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.	2			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 65-67, [2.1] стр. 70-74			
	Лабораторная работа 2.2. Расчет равновесного состава химической реакции по термодинамическим данным		6		1	подготовка к занятию [3.4] стр. 9-11, 23-26	практическое занятие 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 2.5. Влияние давления и температуры на положение равновесия и равновесный выход продуктов. Принцип Ле-Шателье. Зависимость константы равновесия от температуры.	2			2	подготовка к лекциям [1.2] стр.63-64, 67-69	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 2.3. Влияние давления и температуры на положение равновесия и равновесный выход продуктов. Принцип Ле-Шателье. Зависимость константы равновесия от температуры. Контрольная работа.		6		2	подготовка к занятию [3.4] стр.11-13, 27-29 подготовка к КР [3.4] стр. 3-15, 33-35	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: домашняя контрольная работа				2	выполнение домашних КР (по выбору преподавателя) [3.4] стр. 26, 29-32			
	Итого по 2 разделу	10	17		12				
	Раздел 3 Фазовые равновесия в однокомпонентной системе								

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					
ОПК-1 ПСК-1	Тема 3.1. Понятия "фаза", "компонент", "степень свободы". Термодинамические условия равновесия между фазами и фазовых переходов. Правило фаз Гиббса. Вывод и интегрирование уравнения Клаузиуса - Клапейрона. Диаграмма состояния для однокомпонентной системы.	2			2	подготовка к лекциям [1.2] стр. 113-119			
	Тема 3.2. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона, его применение для определения термодинамики фазовых переходов жидкость-пар, твердое тело-пар. Диаграмма состояния для однокомпонентной системы.	2			2	подготовка к лекциям [1.2] стр. 119-124			
	Лабораторная работа 3.1. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Фазовые равновесия в однокомпонентной системе		13		2	подготовка к занятию [3.5] стр. 3-23			
	Тема 3.3. Полиморфизм в однокомпонентной системе. Монотропные и энантиотропные полиморфные превращения.	2			2	подготовка к лекциям [1.1] стр. 83-94			

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		4		4	выполнение домашних КР [3.5] стр. 24-28 (по выбору преподавателя)			
	Итого по 3 разделу	6	17		12				
ИТОГО по дисциплине за 4 семестр		34	51		36				
5 СЕМЕСТР									
ОПК-1 ПСК-1	Раздел 4 Термодинамика растворов неэлектролитов								
	Тема 4.1. Классификация растворов неэлектролитов. Химический потенциал компонентов совершенного, бесконечно разбавленного растворов. Понятие гипотетического стандартного состояния компонента в растворе. Термодинамические условия образования идеальных растворов.	2			1	подготовка к лекциям [1.1] стр. 52-55			
	Тема 4.2. Основные законы растворов неэлектролитов: Закон Рауля, Закон Генри. Закон распределения вещества между несмешивающимися жидкостями. Экстракция.	1			1	подготовка к лекциям [1.1] стр. 55-59, [1.2] стр. 80-88, [2.1] стр. 81-140	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 4.1. Основные законы растворов неэлектролитов		7	4	2	подготовка к занятию [3.6] стр. 3-39			

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 рабога студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа № 4.1 Исследование равновесия гомогенной химической реакции в растворе		8		4	подготовка к ЛР [3.7] стр. 3-8	практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 4.2 Сдача отчетов. Контрольная работа		2		2	оформление отчета ЛР [3.7] стр. 6-9	Коллоквиум		
	Тема 4.3. Коллигативные свойства растворов.	1			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 91-95, [1.1] стр. 72-74			
	Тема 4.4. Реальные растворы неэлектролитов. Активность, коэффициент активности. Способы определения коэффициента активности.	2			1	подготовка к лекциям [2.1] стр. 143-150, [1.1] стр. 59-63			
	Итого по 4 разделу	6	17		12				
	Раздел 5 Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах								
ОПК-1 ПСК-1	Тема 5.1. Равновесие жидкий раствор - пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные растворы. Физико-химические основы разделения жидких смесей на чистые вещества.	2			1	подготовка к лекциям [1.1] стр. 76-81			
	Лабораторная работа № 5.1 Фазовые равновесия жидкость-пар в двойной системе		3		2	подготовка к ЛР [3.8] стр. 3-19	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 5.2 Сдача отчетов. Контрольная работа		4		2	оформление отчета ЛР [3.8] стр. 18-21	Коллоквиум		

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 рабога студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5.2. 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.	2			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 130-136	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 5.1. Равновесие жидкий раствор - пар в двухкомпонентных системах		5		2	подготовка к занятию [3.9] стр. 3-21	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 5.3. Кристаллизация растворов. Кривые охлаждения растворов. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем по кривым охлаждения. Диаграммы плавкости	4			1	подготовка к лекциям [1.2] стр. 130-139, [1.1] стр. 93-98	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 5.2. Построение диаграмм состояния двухкомпонентных систем по кривым охлаждения. Диаграммы плавкости. Контрольная работа.		5		2	подготовка к занятию [3.9] стр. 22-31 подготовка к КР [3.9] стр. 3-16	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: домашняя контрольная работа				1	выполнение домашних КР [3.9] стр. 17-31 (по выбору преподавателя)			
	Итого по 5 разделу	8	17		12				

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					
ОПК-1 ПСК-1	Раздел 6 Термодинамика растворов электролитов. Электрохимические цепи.								
	Тема 6.1. Понятие электрохимического потенциала. Химический потенциал ионов электролита, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора электролита. Предельный закон Дебая-Хюккеля.	2			0,5	подготовка к лекциям [2.1] стр. 150-199, [1.1] стр. 211-222			
	Тема 6.2. Электродные потенциалы. Классификация электродов. Гальванический элемент. Связь ЭДС гальванического элемента с изменением энергии Гиббса химической реакции.	2			0,5	подготовка к лекциям [2.1] стр. 199-209, [1.1] стр. 223-227			
	Лабораторная работа № 6.1 Определение константы равновесия и термодинамических характеристик окислительно-восстановительных реакций по электрохимическим данным		3		1	подготовка к ЛР [3.10] стр. 3-18	практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 6.2 Сдача отчетов. Контрольная работа		2		2	оформление отчета ЛР [3.10] стр. 18-21	коллоквиум		
	Тема 6.3. Определение термодинамических характеристик окислительно-восстановительной реакции по электрохимическим данным.	1			0,5	подготовка к лекциям [2.1] стр. 209-220	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 6.3. Определение термодинамических характеристик окислительно-восстановительной реакции по электрохимическим данным		2		0,5	подготовка к занятию [3.10] стр. 3-15			
	Тема 6.4. Определение стандартного электродного потенциала по экспериментальным данным	1			1	подготовка к лекциям [2.1] стр. 220-225			
	Итого по 6 разделу	6	7		6				
ОПК-1 ПСК-1	Раздел 7 Химическая кинетика								
	Тема 7.1. Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, основной постулат химической кинетики для элементарной реакции, основное кинетическое уравнение химического процесса	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 128-132	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 7.2. Дифференциальные методы определения общего и частного порядков реакции	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 133-135			
	Тема 7.3. Интегральные кинетические уравнения простых реакций первого, второго, третьего порядков. Интегральный метод определения общего порядка сложной реакции.	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 135-149			

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 7.1. Методы определения порядков химических реакций		1			подготовка к занятию [3.11] стр. 3-12	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 7.2 Поляриметрическое исследование кинетики кислотной инверсии сахарозы		1			подготовка к ЛР [3.12] стр. 3-26	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 7.3 Сдача отчетов. Контрольная работа		2		1	оформление отчета ЛР [3.12] стр. 25-27	Коллоквиум		
	Тема 7.4. Последовательная реакция первого порядка. Метод Боденштейна.	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 149-151			
	Лабораторная работа № 7.4 Кинетика гомогенных химических реакций. Изучение кинетики йодирования ацетона		1			подготовка к ЛР [3.13] стр. 3-27	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа № 7.5 Сдача отчетов. Контрольная работа		1		2	оформление отчета ЛР [3.5] стр. 25-29	Коллоквиум		
	Тема 7.5. Кинетика параллельной реакции первого порядка, обратимой реакции первого порядка. Метод квазиравновесного приближения	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 143-146	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 7.6. Кинетика сложных химических реакций. Приближенные методы анализа кинетических схем. Контрольная работа		1		1	подготовка к занятию [3.11] стр. 12-22 подготовка к КР [3.11] стр. 3-22			

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 7.6. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, ее определение	1				подготовка к лекциям [1.1] стр. 159-161			
	Лабораторная работа 7.7. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса		1			подготовка к занятию [3.11] стр. 22-26	Практическое занятие с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 7.7. Теории химической кинетики. Основное кинетическое уравнение теории активированного комплекса. Параметры активации. Уравнение Эйринга	1				подготовка к лекциям [1.1] стр. 161-174			
	Лабораторная работа 7.8. Определение параметров активации. Уравнение Эйринга. Контрольная работа		2		1	подготовка к занятию [3.11] стр. 22-26 подготовка к КР [3.11] стр.22-26			
	Тема 7.8. Основные положения гомогенного катализа	2				подготовка к лекциям [1.1] стр. 183-187			
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела: домашняя контрольная работа				1	выполнение домашних КР [3.11] стр. 3-26 (по выбору преподавателя)			
	Итого по 7 разделу	14	10		6				
ИТОГО по дисциплине за 5 семестр		34	51		36				
ИТОГО по дисциплине		68	102		144				

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине для текущего контроля в семестре (первая и вторая контрольная неделя) применяется **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Таблица 5 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Экзамен
41-50	Отлично
31-40	Хорошо
21-30	Удовлетворительно
0-20	Неудовлетворительно

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

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

Код и наименование 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. Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Не знает основные понятия термодинамики, первое и второе начала термодинамики, тепловые эффекты, закон Гесса, уравнение Кирхгоффа, 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 Кирхгоффа, 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 Кирхгоффа, 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 Кирхгоффа, 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	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
	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	Критерии оценивания результатов обучения			
	Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
	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	Критерии оценивания результатов обучения			
	Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ПСК-1. Способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку полученных результатов и оценивать погрешности измерений, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	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
	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

Код и наименование компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
	Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
	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.tolgaz.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 (договор № 31704840788 от 20.03.2017)	
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
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система	доступ из локальной сети

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
	«КонсультантПлюс»	
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.ntnu.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 лабораторных занятий, групповых и индивидуальных	1. Аквадистиллятор ДЭ-4-02-"ЭМО" 2. Весы электронные лабораторные 3. Шкафы сушильные различных модификаций и стран-изготовителей 4. Шкафы вытяжные	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	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		

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:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания (при наличии);*
- *коллоквиум;*
- *контрольная работа;*
- *тест;*
- *отчет по лабораторным работам.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с 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» проводится 5 контрольных работ 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 гетерогенным равновесиям и фазовым переходам в однокомпонентной системе: вариант 1-24 (по выбору преподавателя) из методических указаний: Гетерогенные равновесия в однокомпонентной системе: 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.

В контрольную работу № 5 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

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

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 $T_1V_1 \rightarrow T_1V_2 \rightarrow T_2V_1 \rightarrow T_1V_1$.

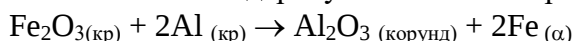
- Один моль одноатомного идеального газа переводится из состояния со следующими параметрами: $P_1 = 2 \cdot 10^5$ Па, $V_1 = 22,4$ л, $T_1 = 596,3$ К, в состояние, характеризующееся параметрами: $P_2 = 2 \cdot 10^5$ Па, $V_2 = 12,2$ л, $T_2 = 298,15$ К. Вычислите работу, количество теплоты, изменения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

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

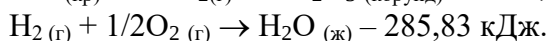
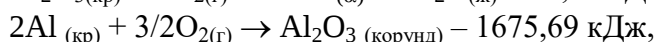
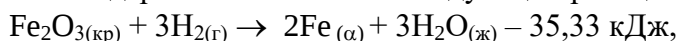
Аудиторные задачи:

- 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.

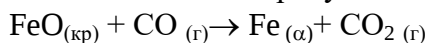
- Вычислите стандартную энтальпию при 298 К реакции



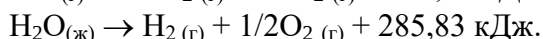
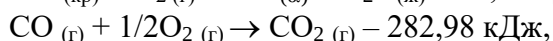
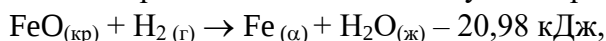
по стандартным энтальпиям следующих реакций:



- 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 К: $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{г})}$

ацетальдегид

этанол

Тема 1.7. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии

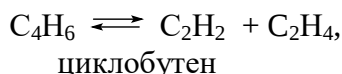
- На основании нижеперечисленных данных вычислить энтропию SO_2 при $263,08$ К и $1,0131 \cdot 10^5$ Па.

$T, \text{ К}$	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



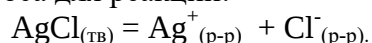
протекающей при $T = 1000$ К и общем давлении $P = 1,01325 \cdot 10^5$ Па, если в исходном состоянии все участники реакции взяты в стехиометрических соотношениях.

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

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

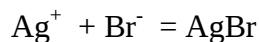
- Рассчитайте моляльность раствора Na_2SO_4 , имеющего ионную силу 0,24 моль/кг.

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



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

- Составьте схему гальванического элемента, в котором протекает реакция:



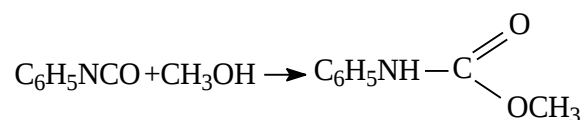
Рассчитайте стандартную ЭДС элемента при 25 °С, изменение стандартной функции Гиббса, константу равновесия и растворимость AgBr в воде.

Тема 7.1. Методы определения порядков химических реакций

- Определите интегральным методом порядок и константу скорости реакции, протекающей при 30 °С и начальных концентрациях реагентов, равных 0,068 М, по следующим данным:

t , с	C_t , М	t , с	C_t , 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 М были получены следующие значения начальных скоростей при концентрациях фенилизотиоцианата:

$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NCO}]_0$, М	0,02	0,03	0,06
V_0 , 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.).

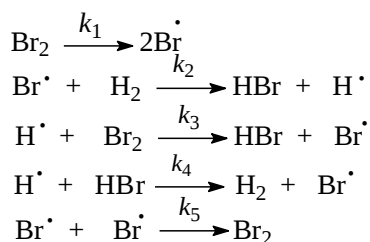
Тема 7.2. Кинетика сложных химических реакций. Последовательные реакции.

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:

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

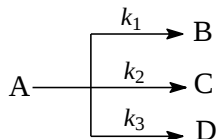
Для реакции был предложен следующий механизм реакции:



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
[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 $11,44 \text{ ккал} \cdot \text{М}^{-1}$, константа скорости при 5°C равна $3,49 \cdot 10^{-2} \text{ л/моль} \cdot \text{с}$. 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 «Определение константы химического равновесия и величины ΔG окислительно-восстановительных реакций по значению ЭДС гальванического элемента»

Контрольные вопросы:

1. Какое устройство называют гальваническим элементом? Схема гальванического элемента. Способ записи.
2. Термодинамические различия химического и электрохимического в гальваническом элементе способа проведения окислительно-восстановительной реакции.
3. Что называют эдс гальванического элемента?
4. Условия определения равновесной эдс гальванического элемента.
5. При каких условиях эдс гальванического элемента может быть использована для определения термодинамических характеристик окислительно-восстановительной реакции?
6. Определения через эдс гальванического элемента константы равновесия, свободной энергии Гиббса, энтальпии и энтропии окислительно-восстановительной реакции
7. Порядок выполнения работы.

6. Лабораторная работа «Поляриметрическое исследование кинетики кислотной инверсии сахарозы»

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, интегральный метод определения.
7. Метод Боденштейна в анализе кинетических схем
8. Механизм реакции инверсии сахарозы при кислотном катализе.
9. Вывод уравнения реакции методом Боденштейна. Какой порядок реакции следует ожидать? Согласуется ли это с химией реакции?
10. Интегральное уравнение реакции первого порядка.
11. Поляриметрический метод проведения кинетического эксперимента.
12. Что понимают под термином инверсия? Почему угол вращения изменяет свой знак?
13. Устройство и принцип работы поляриметра.
14. Как определяется константа скорости через углы вращения?

15. Порядок выполнения работы.

7. 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?

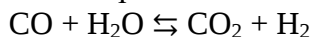
11.1.4. Типовые задания для контрольной работы

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 идеально-газовой реакции



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



от температуры между 300 К и 600 К описывается уравнением

$$\ln K = -1,04 - 1088/T + 1,51 \cdot 10^5/T^2$$

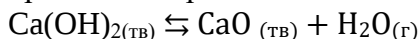
Рассчитайте ΔG^0 , ΔH^0 , ΔS^0 при 400 К.

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.

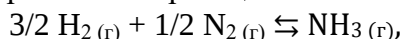
1. Для реакции $\text{PCl}_{5(\text{г})} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})}$ при 523 К эффективная константа равновесия равна $1,8 \cdot 10^5$ Па. Чему равна степень диссоциации PCl_5 при этой температуре и общем давлении в системе $1,8 \cdot 10^5$ Па?

2. Концентрационная константа равновесия реакции

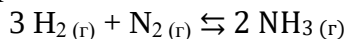


при 772 К равна $0,4 \cdot 10^5$ Па, а при 807 К - $0,8 \cdot 10^5$ Па. Считая величину теплового эффекта реакции постоянной, найдите константу равновесия этой реакции при 750 К.

3. Величина K_p' есть константа равновесия реакции

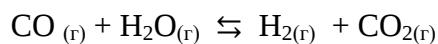


а K_p'' есть константа равновесия реакции



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

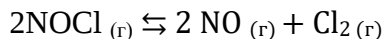
4. Константа равновесия K_p реакции



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 .

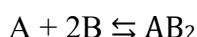
ВАРИАНТ 3.

1. После того как некоторое количество молей $\text{NOCl}_{(г)}$ 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^0_{500} .

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



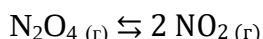
в равновесной смеси образовалась 0,2 моль вещества AB_2 . Определите численное значение эффективной константы равновесия этой реакции при общем давлении $1,01325 \cdot 10^5$ Па, если все вещества находятся в идеально-газовом состоянии.

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 5л 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 $\text{CH}_3\text{Cl}_{(г)}$ равна -82,0 кДж/моль, а теплота образования $\text{CH}_3\text{Br}_{(г)}$ 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 298К.

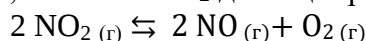
ВАРИАНТ 4.

1. Для реакции



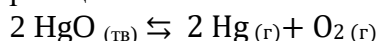
при 328 К концентрационная константа равновесия равна $1,38 \cdot 10^5$ Па. Сколько молей N_2O_4 следует поместить в сосуд емкостью 10 л для того, чтобы при наступлении равновесия концентрация NO_2 в нем стала равной 0,1 моль/л.

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 420°C давление газов равно $5,16 \cdot 10^5$ Па, а при 450°C - $10,8 \cdot 10^5$ Па. Рассчитайте константы равновесия при этих температурах и энтальпию диссоциации на 1 моль HgO .

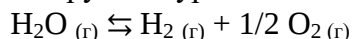
4. При изменении температуры от 500 до 1000 К при постоянном давлении равновесный выход CO в реакции



увеличился. Какой знак теплового эффекта этой реакции?

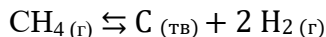
ВАРИАНТ 5.

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

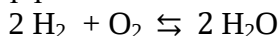


выражается уравнением

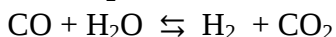
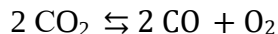
$$\ln K_p = -3853/T + 3,562 \ln T - 1,5 \cdot 10^{-3} T - 1,207 \cdot 10^{-7} T^2 - 4,216$$

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

3. Выразите константу равновесия K_p реакции

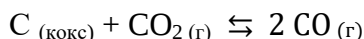


через константы равновесия реакций



Все вещества находятся в идеальном газовом состоянии.

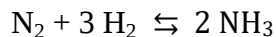
4. Вычислите для реакции



при 800°C 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.

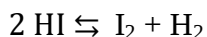
ВАРИАНТ 6.

1. Константа равновесия реакции



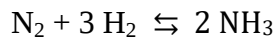
при 400°C равно $1,64 \cdot 10^{-4}$. Какое общее давление необходимо приложить к эквимолярной смеси N_2 и H_2 , чтобы 10% N_2 превратилось в NH_3 ? Газы считать идеальными.

2. Для идеально-газовой реакции



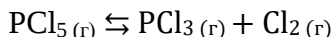
константа равновесия равна $1,83 \cdot 10^{-2}$ при 698,6 К. Сколько грамм HI образуется при нагревании до этой температуры 10г I_2 и 0,2г H_2 в трехлитровом сосуде? Чему равны равновесные парциальные давления HI , I_2 и H_2 ?

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 500К. 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 4 семестр

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:

$\text{CuO (т)} + \text{HCl(р)} = \text{CuCl}_2(\text{р}) + \text{H}_2\text{O (ж)}$ -63,89 кДж/моль

$\text{CuCl}_2(\text{т}) = \text{CuCl}_2(\text{р})$ -46,36 кДж/моль

$\text{Cu(т)} + 1/2\text{O}_2 = \text{CuO (т)}$ -155,2 кДж/моль

$\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{HCl(р)}$ -328,9 кДж/моль

$\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O (ж)}$ -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 Na_2SO_3 (т) при 18⁰С равна -11,3 кДж/моль, а теплота гидратации этой соли при переходе в $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (т) -58,16 кДж/моль. Определите теплоту растворения $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (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 $P_{\text{внеш.}} = 1 \text{ атм}$
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 Дж/мин·см² 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 кДж/моль, а теплота образования $\text{CH}_3\text{Br}_{(г)}$ равна -35,6 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 $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\text{COOH}$ массой 1,263 г растворена в 500 г CCl_4 . Температура кипения раствора составила $76,804^{\circ}\text{C}$.

Определите, какая это кислота, если температура кипения чистого CCl_4 равна $76,76^\circ\text{C}$, эбуллиоскопическая постоянная равна $4,88$ град кг/моль

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:
 $\text{FeO (т)} + \text{CO (г)} = \text{Fe (т)} + \text{CO}_2 (\text{г})$ $-13,18 \text{ кДж/моль}$
 $\text{CO (г)} + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$ $- 283,0 \text{ кДж/моль}$
 $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O (г)}$ $- 241,8 \text{ кДж/моль}$

Экзаменационный билет № 11

1. Физический смысл энтропии. Энтропийный критерий направленности процессов.
2. Равновесный процесс
3. Задача: Вычислите для реакции $\text{C}_{\text{кокс}} + \text{CO}_2 = 2\text{CO}$ при 800°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: $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$ 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 $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$ при 328К 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_r
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 $57,2^\circ\text{C}$ 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 геля нагревают от 373 К до 473 К при давлении 1 атм. Вычислите изменение энергии Гиббса в этом процессе, если известно значение энтропии гелия при 373 К, 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 400 К; 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 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ при 298 К $K_p = 6,0 \times 10^5$, ΔH_f° аммиака равна - 46,1 кДж/моль. Оцените значение константы равновесия при 500 К.

Экзаменационный билет № 21

1. Определение изменения энтропии в необратимом процессе.
2. Термодинамические закономерности образования идеальных растворов неэлектролитов
3. Задача: Рассчитайте константу равновесия для реакции $\text{CO(г)} + 2\text{H}_2\text{(г)} = \text{CH}_3\text{OH(г)}$ при 500 К, если $\Delta_f G^0$ для CO(г) и $\text{CH}_3\text{OH(г)}$ 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 $\text{N}_2\text{(г)} + 3\text{H}_2\text{(г)} = 2\text{NH}_3\text{(г)}$ при 298 К значение $K_p = 6 \cdot 10^5$, а $\Delta_f H^0(\text{NH}_3) = -46,1$ 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 молярные величины. Метод отрезков в определении парциальных молярных 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 $\text{PCl}_5(\text{тв})$ 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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ 5 семестр

Экзаменационный билет № 1

1. Правило фаз Гиббса (понятия фазы, вариантности системы, компонента системы).
2. Кинетическое уравнение простой реакции третьего порядка с равными начальными концентрациями реагентов. Интегральный метод определения общего порядка реакции.
3. Средний коэффициент активности KCl в водном растворе при $m = 0.01$ моль/кг равен 0.992. Средний коэффициент активности KNO_3 при $m = 0.01$ моль/кг равен 0.916. Определите коэффициент активности ионов NO_3^- , если $\gamma_{\text{K}^+} = \gamma_{\text{Cl}^-}$.

Экзаменационный билет № 2

1. Термодинамическое условие стабильности фаз и фазового равновесия.
2. Обратимая реакция первого порядка
3. Задача. Для 0,1 моляльного раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ вычислите ионную силу, активность электролита, среднюю ионную активность, моляльность отдельных ионов, если

$$\gamma_{\pm} = 0,035 \text{ при } 298 \text{ К.}$$

Экзаменационный билет № 3

1. Диаграммы состояния в однокомпонентной системе. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

2. Параллельная реакция первого порядка с общим реагентом

3. Задача. ЭДС элемента $\text{Pt, H}_2 (1 \text{ атм}) | \text{HCl}_{\text{p-p}} | \text{AgCl, Ag}$

Измерялась при разных концентрациях HCl:

m , моль/кг	0,1238	0,02563	0,009138	0,005619	0,003215
E , мВ	341,99	418,24	468,60	492,57	520,53

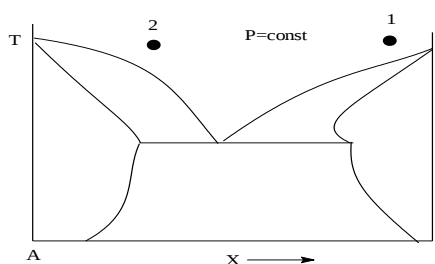
Определите значение стандартного электродного потенциала хлорсеребряного электрода.

Экзаменационный билет № 4

1. Фазовый переход жидкость $\rightarrow$ пар в однокомпонентной системе, расчет энтальпии испарения, определение температуры нормального кипения, энтропии испарения. Критические явления.

2. Кинетическое уравнение простой реакции первого и второго порядка с равными начальными концентрациями реагентов.

3. Задача.



Нарисовать кривые охлаждения для указанных на диаграмме плавления точек

Экзаменационный билет № 5

1. Термодинамика фазового перехода твердое тело $\rightarrow$ пар. Определение энтальпии сублимации, температуры сублимации.

2. Последовательная реакция первого порядка.

3. Задача. Рассчитайте моляльность раствора сульфата натрия, имеющего ионную силу 0,24 моль/кг.

Экзаменационный билет № 6

1. Энантиотропные полиморфные превращения в однокомпонентных системах.

2. Понятие электрохимического потенциала, ионной силы раствора электролитов, уравнение Дэбая-Хюккеля.

3. Задача. Вещество А реагирует с образованием продукта Р. Зависимость обратной концентрации вещества А от времени – прямая линия. Обнаружено, что период полураспада при начальной концентрации $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ М}$ составляет 20 мин. Каков порядок реакции? Напишите уравнение реакции, совместимое с кинетикой. Как изменится период полураспада при начальной концентрации А, равной $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ М}$?

Экзаменационный билет № 7

1. Теоретические основы фракционной перегонки в бинарных системах. Законы Гиббса-Коновалова

2. Электродный потенциал на межфазной границе «Металл-ион металла в растворе». Причины образования.

3. Задача. Гидролиз этилацетата протекает по реакции

$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. За реакцией можно следить по исчезновению OH^- . При 25 °С были получены следующие экспериментальные данные:

$[\text{OH}^-]_0$, моль/л	$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_0$, моль/л	период полураспада, с
0,005	0,005	2000
0,01	0,01	1000

Определить общий кинетический порядок реакции. Рассчитать значение константы скорости. Сколько времени потребуется для достижения концентрации OH^- , равной 0,0025 моль/л в каждом эксперименте?

Экзаменационный билет № 8

1. Монотропные полиморфные превращения в однокомпонентных системах.

2. Приближенные методы в анализе кинетических схем химических реакций. Метод квазистационарного приближения (метод Боденштейна).

3. Элемент $\text{Pt}, \text{H}_2 (1 \text{ атм}) | \text{HCl}_{\text{p-p}} | \text{AgCl}, \text{Ag}$ имеет ЭДС, равную 0,332 В при 298 К. Каково значение рН раствора? $E^0 = 0,222 \text{ В}$.

Экзаменационный билет № 9

1. Диаграмма плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и отсутствием растворимости в твердом, без образования химических соединений и твердых растворов.

2. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Приближенное правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса.

4. Рассчитайте ЭДС элемента $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cd}^{2+} | \text{Cd}$, если $a(\text{Zn}^{2+}) = 5 \cdot 10^{-4}$, $a(\text{Cd}^{2+}) = 0,2$, $E^0(\text{Zn}^{2+}, \text{Zn}) = -0,763 \text{ В}$, $E^0(\text{Cd}^{2+}, \text{Cd}) = -0,403 \text{ В}$.

Экзаменационный билет № 10

1. Диаграммы плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и отсутствием растворимости в твердом, с образованием химических соединений, плавящихся конгруэнтно и инконгруэнтно.

2. Энергия активации. Определение энергии активации по температурной зависимости константы скорости химической реакции.

3. Задача. Рассчитайте изменение давления, необходимое для изменения температуры плавления льда на 1 °С. При 0 °С энтальпия плавления льда равна 333,5 Дж/г, Удельные объемы жидкой воды и льда равны 1,0002 и 1,0908 см³/г соответственно.

Экзаменационный билет № 11

1. Диаграммы плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и ограниченной растворимостью в твердом состоянии с образованием эвтектики или перитектики (по выбору).

2. Поверхность потенциальной энергии. Энергетический профиль химической реакции. Путь химической реакции.

3. Задача. Давление пара жидкости (мм рт. ст.) в интервале температур 200-260 К описывается уравнением:

$$\ln P = 16,255 - 2501,8/T$$

Рассчитайте энтальпию испарения и нормальную точку кипения жидкости.

Экзаменационный билет № 12

1. Диаграммы плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и неограниченной растворимостью в твердом состоянии.

2. Основные положения теории активированного комплекса. Основное уравнение теории активированного комплекса (без вывода). Термодинамическая форма уравнения теории активированного комплекса. Определение параметров активации.

3. Задача. Давление пара (мм рт.ст.) твердого и жидкого SO_2 выражается уравнениями:

$$\lg P_{\text{тв}} = 10,5916 - 1871,2/T$$

$$\lg P_{\text{ж}} = 8,3186 - 1425,7/T$$

Рассчитайте температуру, давление и $\Delta H_{\text{пл}}$ в тройной точке.

Экзаменационный билет № 13

1. Диаграммы состояния жидкость $\rightarrow$ пар в бинарной системе летучих неограниченно смешивающихся жидкостей (идеальные и реальные растворы)

2. Кинетическое уравнение простой реакции второго порядка с разными начальными концентрациями реагентов.

3. Задача. Вычислите ЭДС и изменение энергии Гиббса для гальванического элемента, составленного магнием и цинком, погруженными в растворы их солей с концентрациями ионов (моль/кг) $1,8 \cdot 10^{-5}$ и $2,5 \cdot 10^{-2}$ соответственно для соли магния и цинка. $E^0(\text{Mg}^{2+}, \text{Mg}) = -2,363 \text{ В}$; $E^0(\text{Zn}^{2+}, \text{Zn}) = -0,763 \text{ В}$

Экзаменационный билет № 14

1. Теоретические основы фракционной перегонки в бинарных системах без азеотропа. Законы Гиббса-Коновалова.

2. Экспериментальный метод определения стандартного условного электродного потенциала (на примере хлорсеребряного электрода)

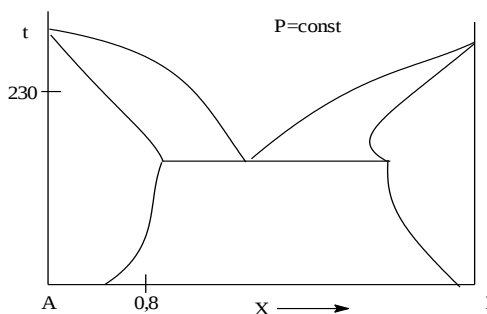
3. Разложение пероксида ди-трет-бутила, $(\text{CH}_3)_3\text{COO}(\text{CH}_3)_3$, в газовой фазе является реакцией первого порядка в температурном диапазоне от 110 до 280 $^{\circ}\text{C}$ с константой скорости $3,2 \cdot 10^{16} \exp[-164000/RT] \text{ с}^{-1}$. Определить энтальпию и энтропию активации этой реакции при 110 $^{\circ}\text{C}$.

Экзаменационный билет № 15

1. Зависимость электродного потенциала от концентрации электролита. Уравнение Нернста.

2. Скорость химической реакции, ее определение, основное кинетическое уравнение.

3. Задача. Сколько вещества А (г) будет в твердом растворе и расплаве, если 200 г расплава, содержащего 20 % мол. вещества В охладить до температуры 230 $^{\circ}\text{C}$. Принять молекулярные массы вещества А и В равными 120 и 150 г/моль соответственно.



Экзаменационный билет № 16

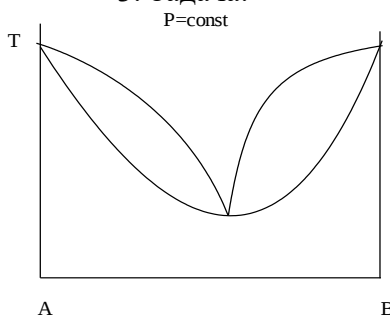
1. Определение ΔG и константы химического равновесия окислительно-восстановительных реакций через ЭДС гальванического элемента.
2. Дифференциальный метод определения частного и общего порядков реакции
3. Задача. Рассчитайте давление, при котором графит и алмаз находятся в равновесии при 298 К. Значение $\Delta_f G^0$ алмаза равно 2,9 кДж/моль, графита – 0 кДж/моль. Примите плотности графита и алмаза равными 2,25 и 3,51 г/см³ соответственно и независимыми от давления.

Экзаменационный билет № 17

1. Катализ. Общие закономерности катализа
 2. Электродвижущая сила гальванического элемента. Термодинамические условия ее формирования. ЭДС гальванического элемента как критерий направленности окислительно-восстановительных реакций.
 3. Задача. Определите интегральным методом порядок реакции $A_{(r)} \rightarrow B_{(r)} + C_{(r)} + D_{(r)}$ по изменению давления в ходе реакции. Вычислите среднее значение константы скорости реакции ($V = \text{const}$, $T = 298 \text{ K}$), если
- | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|
| t, мин | 0 | 6,5 | 13,0 | 19,9 |
| $P \cdot 10^{-3}$, Па | 41,6 | 54,5 | 63,7 | 74,2 |

Экзаменационный билет № 18

1. Способы определения константы химического равновесия окислительно-восстановительных реакций.
2. Постулаты химической кинетики. Период полураспада. Определение порядка реакции по периоду полураспада
3. Задача:



Какой компонент и в каком количестве нужно добавить к 200 г смеси, содержащей 80 % мол. вещества А, чтобы получить азеотропную смесь. Принять молекулярные массы компонентов А и В равными 125 и 200 г/моль соответственно.

Экзаменационный билет № 19

1. Кинетическая схема односубстратной ферментативной реакции. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен методом квазистационарного приближения.

2. Понятие гальванического элемента, особенности протекания в нем окислительно-восстановительной реакции.

3. Задача Бимолекулярная реакция $A + B \rightarrow \text{продукты}$, для которой $[A]_0=[B]_0$, протекает за 10 минут на 25%. Сколько потребуется времени, чтобы реакция прошла на 50% при той же температуре.

Экзаменационный билет № 20

1. Понятие гальванического элемента, особенности протекания в нем окислительно-восстановительной реакции.

2. Кинетическое уравнение простой реакции второго порядка с разными начальными концентрациями реагентов.

Задача. Рассчитайте изменение давления, необходимое для изменения температуры плавления льда на 1°C . При 0°C энтальпия плавления льда равна 333,5 Дж/г,

Удельные объемы жидкой воды и льда равны 1,0002 и 1.0908 $\text{cm}^3/\text{г}$ соответственно.

Экзаменационный билет № 21

1. Период полураспада. Определение порядка реакции по периоду полураспада

2. Химический потенциал ионов, активность электролита как молекулярного соединения.

3. Задача: ΔG_f° жидкой и газообразной воды при 25°C равны $-237,129$ и $-228,572$ кДж/моль соответственно. Рассчитайте давление пара воды при 25°C

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):

4 семестр:

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.

5 семестр:

1. Правило фаз Гиббса (понятия фазы, вариантности системы, компонента системы).
2. Термодинамическое условие стабильности фаз и фазового равновесия.
3. Диаграммы состояния в однокомпонентной системе. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
4. Фазовый переход жидкость $\rightarrow$ пар в однокомпонентной системе, расчет энтальпии испарения, определение температуры нормального кипения, энтропии испарения. Критические явления.
5. Термодинамика фазового перехода твердое тело $\rightarrow$ пар. Определение энтальпии сублимации, температуры сублимации.
6. Энантиотропные полиморфные превращения в однокомпонентных системах.
7. Моноотропные полиморфные превращения в однокомпонентных системах.
8. Диаграмма плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и отсутствием растворимости в твердом, без образования химических соединений и твердых растворов.
9. Диаграммы плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и отсутствием растворимости в твердом, с образованием химических соединений, плавящихся конгруэнтно и инконгруэнтно.
10. Диаграммы плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и ограниченной растворимостью в твердом состоянии с образованием эвтектики и перитектики.
11. Диаграммы плавкости бинарной системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и неограниченной растворимостью в твердом состоянии.
12. Диаграммы состояния жидкость $\rightarrow$ пар в бинарной системе летучих неограниченно смешивающихся жидкостей (идеальные и реальные растворы)
13. Теоретические основы фракционной перегонки в бинарных системах. Законы Гиббса-Коновалова.
14. Скорость химической реакции, ее определение, основное кинетическое уравнение.
15. Постулаты химической кинетики.
16. Дифференциальный метод определения частного порядка реакции
17. Дифференциальный метод определения общего порядка реакции
18. Кинетическое уравнение простой реакции первого и второго порядка с равными начальными концентрациями реагентов.
19. Кинетическое уравнение простой реакции второго порядка с разными начальными концентрациями реагентов.
20. Кинетическое уравнение простой реакции третьего порядка с равными начальными концентрациями реагентов. Интегральный метод определения общего порядка реакции.
21. Период полураспада. Определение порядка реакции по периоду полураспада.
22. Обратимая реакция первого порядка
23. Параллельная реакция первого порядка с общим реагентом
24. Последовательная реакция первого порядка.
25. Приближенные методы в анализе кинетических схем химических реакций. Метод Боденштейна.
26. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Приближенное правило Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса.
27. Энергия активации. Определение энергии активации по температурной зависимости константы скорости химической реакции.
28. Поверхность потенциальной энергии. Энергетический профиль химической реакции. Путь химической реакции.

29. Основные положения теории активированного комплекса. Основное уравнение теории активированного комплекса (без вывода).
30. Термодинамическая форма уравнения теории активированного комплекса. Определение параметров активации.
31. Катализ. Общие закономерности катализа.
32. Кинетическая схема одностратной ферментативной реакции. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен методом квазиравновесного приближения.
33. Кинетическая схема одностратной ферментативной реакции. Вывод уравнения Михаэлиса-Ментен методом квазистационарного приближения.
34. Понятие электрохимического потенциала, ионной силы раствора электролитов, уравнение Дэбая-Хюккеля.
35. Химический потенциал ионов, активность электролита как молекулярного соединения.
36. Электродный потенциал на межфазной границе Металл/ион металла в растворе. Причины образования.
37. Понятие гальванического элемента, особенности протекания в нем окислительно-восстановительной реакции.
38. Электродвижущая сила гальванического элемента. Термодинамические условия ее формирования.
39. Электродвижущая сила гальванического элемента как критерий направленности окислительно-восстановительных реакций.
40. Определение ΔG и константы химического равновесия окислительно-восстановительных реакций через ЭДС гальванического элемента
41. Зависимость электродного потенциала от концентрации электролита. Уравнение Нернста.
42. Экспериментальное определение стандартного условного электродного потенциала (на примере хлорсеребряного электрода).

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института ФХТиМ

«__» _____ 20__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«_____»

индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} _____

Направленность: _____

Форма обучения _____

Год начала подготовки: _____

Курс _____

Семестр _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

_____ протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой Нанотехнология и

биотехнология _____ «__» _____ 20__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 20__ г.