

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физическая химия

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **9 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 324

в том числе:

аудиторные занятия 136

самостоятельная работа 128

часов на контроль 60

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 3, 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		4 (2.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	19		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	17	17	51	51
Лабораторные	17	17	17	17	34	34
Практические	34	34	17	17	51	51
Итого ауд.	85	85	51	51	136	136
Контактная работа	85	85	51	51	136	136
Сам. работа	95	95	33	33	128	128
Часы на контроль	36	36	24	24	60	60
Итого	216	216	108	108	324	324

Программу составил(и):

*д.ф.-м.н., проф., Петелин Александр Львович*

Рабочая программа

**Физическая химия**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физической химии**

Протокол от 22.06.2023 г., №11-22/23

Руководитель подразделения Салимон А.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Физическая химия ч.1
1.2	ознакомить с основными законами и понятиями термодинамики, применению термодинамического подхода к описанию состояния равновесия и к описанию процессов фазовых и химических превращений.
1.3	Задачи дисциплины:
1.4	Овладеть:
1.5	- способом расчета химических равновесий
1.6	- определением направления самопроизвольных процессов
1.7	- определением парциальные мольные величины в растворах
1.8	- выполнением расчетов равновесий в растворах
1.9	- выполнением анализа фазовых равновесий на основе фазовых диаграмм
1.10	- методами экспериментального определения физико-химических величин
1.11	Физическая химия ч.2
1.12	Цель и задачи дисциплины
1.13	Цель - ознакомить с основными законами и понятиями кинетики, в частности химической кинетики, а также с основными экспериментальными и теоретическими подходами к описанию кинетики процессов.
1.14	Задачи
1.15	Овладеть:
1.16	- способом расчета скоростей процессов
1.17	- способом определения кинетических параметров скоростей химических реакций, массопереноса и электропереноса в гомогенных и гетерогенных системах.
1.18	- методами описания кинетических закономерностей

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Информатика	
2.1.2	Химия	
2.1.3	Аналитическая геометрия	
2.1.4	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.2.2	Актуальные проблемы современной электроники, нанoeлектроники и магнитоэлектроники	
2.2.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.2.4	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.2.5	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.2.6	Статистическая физика	
2.2.7	Физика конденсированного состояния	
2.2.8	Физические свойства кристаллов	
2.2.9	Электроника	
2.2.10	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.2.11	Инженерная математика	
2.2.12	Квантовая и оптическая электроника	
2.2.13	Технология материалов электронной техники	
2.2.14	Физика диэлектриков	
2.2.15	Физика магнитных явлений	
2.2.16	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.2.17	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.18	Компьютерные технологии проектирования процессов нанoeлектроники	
2.2.19	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.2.20	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.2.21	Научно-исследовательская работа	

2.2.22	Научно-исследовательская работа
2.2.23	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ
2.2.24	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок
2.2.25	Полевые полупроводниковые приборы
2.2.26	Полупроводниковая наноэлектроника
2.2.27	Приемники оптического излучения
2.2.28	Физика импульсного отжига
2.2.29	Физико-математические модели процессов наноэлектроники
2.2.30	Физические основы электроники
2.2.31	Функциональная наноэлектроника
2.2.32	Вакуумная и плазменная электроника
2.2.33	Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике
2.2.34	Магнитные измерения
2.2.35	Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств
2.2.36	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики
2.2.37	Основы радиационной стойкости изделий электронной техники
2.2.38	Приборы квантовой и оптической электроники
2.2.39	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.40	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.41	Процессы вакуумной и плазменной электроники
2.2.42	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики
2.2.43	Физика взаимодействия частиц и излучений с веществом
2.2.44	Элементы и устройства магнитоэлектроники
2.2.45	Методы математического моделирования
2.2.46	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур
2.2.47	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники
2.2.48	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.49	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.2.50	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.51	Физика наноструктур
2.2.52	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.53	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.54	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.55	Микросхемотехника
2.2.56	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.57	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.58	Планирование научной деятельности
2.2.59	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.60	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.61	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.62	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.63	Технология наногетероструктур
2.2.64	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.65	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.66	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.67	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.68	Физика и техника магнитной записи
2.2.69	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.70	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A2B6
2.2.71	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.72	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.73	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.74	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Знать:</b>
УК-2-31 методы исследования и основные приемы обработки и представления полученных данных
<b>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 как использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, их основных характеристиках на примере термодинамических и кинетических параметров, описывающих эволюцию систем, а также знать основные алгоритмы проведения комплексных расчетов
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
<b>ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
<b>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 использовать законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У1 собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
<b>ОПК-2: Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 навыком проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных
<b>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 навыками использования законов и методов естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности методами интерпретации данных

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Владеть:**

УК-1-В1 навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов

**УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения**

**Владеть:**

УК-2-В1 навыками проведения измерения и наблюдения, обработки и представления экспериментальных данных

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Основные законы термодинамики</b>							
1.1	Вводная лекция. Первый закон термодинамики, описание процессов в идеальном газе /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
1.2	Определение теплоты растворения соли в воде /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р1
1.3	Уравнение состояния идеального газа. Закон Дальтона. Тепловой эффект химической реакции /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
1.4	Определение теплоты реакции нейтрализации /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р1

1.5	Термохимия. Калориметрический эксперимент, термодинамическая база данных. Второй закон термодинамики. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
1.6	Изменение энтропии. Термодинамические расчеты для химических реакций /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
1.7	Эволюция процессов. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца, их зависимость от параметров системы. Третий закон термодинамики. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
	<b>Раздел 2. Химическое равновесие, равновесие в однокомпонентной системе</b>							
2.1	Химическое равновесие. Уравнение изотермы Вант-Гоффа, расчет равновесного состава. Уравнение изобары Вант-Гоффа /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
2.2	Выполнение домашнего задания 1 /Ср/	3	35	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2Л3. 3 Э1			
2.3	Определение константы равновесия гомогенной реакции /Лаб/	3	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р2

2.4	Расчет равновесного состава в химическом процессе. Направление процесса. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
2.5	Расчеты сложных равновесий. Гомогенные, гетерогенные и топохимические реакции. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
2.6	Особенности расчета равновесия в разных случаях /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
2.7	Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1		КМ3	
2.8	Равновесие в многофазных системах. Химический потенциал. Общее условие равновесия. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л3.1 Э1			
2.9	Равновесие в однокомпонентной системе. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ3	
2.10	Подготовка к защите ДЗ Растворы. Защита ДЗ. /Ср/	3	12	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л3.3 Л1.2Л2.2 Э1		КМ2	
	<b>Раздел 3. Теория растворов</b>							



3.1	Понятие раствора, парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
3.2	Определение парциальных мольных объемов компонентов /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2 Э1			Р3
3.3	Бесконечно-разбавленные растворы, законы бесконечно-разбавленных растворов. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
3.4	Расчеты химического равновесия в разбавленных растворах /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ2,К М3	
3.5	Закон распределения /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2 Э1			Р2
3.6	Идеальные растворы. Законы идеальных растворов. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
3.7	Отклонения от идеальности в растворах. Понятие активности. Теория регулярных растворов. Расслоение.  /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			

3.8	Определение молекулярной массы раство-ренного вещества по понижению темпера-туры замерзания /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2 Э1				Р4
3.9	Расчет равновесий в бесконечно-разбавленных и идеальных растворах. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1				
3.10	Растворы, парциальные мольные величины. Законы бесконечно-разбавленных растворов. /Пр/	3	6	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1				
3.11	Подготовка к контрольной работе "Растворы" /Ср/	3	14	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1Л1.3 Л2.2 Л1.1 Э1				
3.12	Свойства идеальных растворов. /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л3.3 Э1				
3.13	Выполнение ДЗ Растворы /Ср/	3	14	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1				
	<b>Раздел 4. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем</b>								

4.1	Правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем, простейшие типы.  /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
4.2	Фазовая диаграмма двухкомпонентной системы /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р5
4.3	Промежуточные фазы. «Сложные» фазовые диаграммы 1 /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
4.4	Фазовые диаграммы 1, решение задач. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
4.5	«Сложные» фазовые диаграммы 2 /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
4.6	Построение фазовой диаграммы двухкомпонентной системы по кривым охлаждения (проводится на ЭВМ) /Лаб/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р5
4.7	Фазовые диаграммы 2, решение задач /Пр/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			

4.8	Выполнение домашнего задания 2 /Ср/	3	20	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ4	
	<b>Раздел 5. Термодинамические основы электрохимии</b>							
5.1	Гальванические элементы. Устройство гальванических элементов. Процессы, протекающий в гальванических элементах. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
5.2	Термодинамика гальванических элементов. ЭДС. Уравнение Нернста. Расчет термодинамических функций по экспериментальным данным. /Лек/	3	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			Р8
5.3	ЭДС. Уравнение Нернста. Расчет термодинамических функций по значениям ЭДС. /Пр/	3	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
	<b>Раздел 6. Скорость процесса. Основные понятия</b>							
6.1	Вводная лекция. Скорость процессов /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
6.2	Константа скорости гомогенной химической реакции /Лаб/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р9

6.3	Скорость. Массоперенос. Поток Вещества. Константа скорости химической реакции /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1			
<b>Раздел 7. Электроперенос. Сильные и слабые электролиты</b>								
7.1	Общая теория электропереноса /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
7.2	Определение числа переноса ионов /Лаб/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2 Э1			Р7
7.3	Электропроводность слабых электролитов /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ6	
7.4	Электролитическая диссоциация и электропроводность электролитов /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
7.5	Определение электропроводности слабого электролита. /Лаб/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2 Э1			Р6
7.6	Электропроводность сильных электролитов. Число переноса. Подвижность. /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ6	

7.7	Подготовка к контрольной работе по электропереносу. /Ср/	4	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1		КМ6	
<b>Раздел 8. Гомогенные химические реакции</b>								
8.1	Кинетическое уравнение. Скорость и константа скорости химической реакции /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
8.2	Методы определения порядка и константы скорости химической реакции /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
8.3	Уравнение Аррениуса. Энергия Активации. Параллельные и последовательные процессы. Цепные реакции. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
8.4	Выполнение ДЗ Кинетика /Ср/	4	18	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л3.2 Э1			
8.5	Порядок гомогенной химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. /Пр/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1			
8.6	Подготовка к коллоквиуму. Защита ДЗ Кинетика /Ср/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ5	

8.7	Определение константы скорости гомогенной химической реакции /Лаб/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2 Э1				Р9
<b>Раздел 9. Массоперенос. Диффузия</b>									
9.1	Диффузия. Уравнения Фика. Массоперенос в твердых телах. /Лек/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1				
9.2	Диффузия в твердых телах /Лаб/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1				Р10
9.3	Диффузионный поток вещества. /Пр/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ7		
9.4	подготовка к контрольному тесту /Ср/	4	8	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1				
<b>Раздел 10. Кинетика гетерогенных процессов</b>									
10.1	Кинетика гетерогенных процессов. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1 Э1				

10.2	Кинетика гетерогенных процессов. /Пр/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.3 Л1.1 Л1.1Л2.2 Э1		КМ7	
------	---------------------------------------	---	---	--	-----------------------------	--	-----	--

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	ДЗ 1 Равновесие химических реакций	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>Расчет базовых термодинамических характеристик химической реакции по таблицам стандартных термодинамических величин.</li> <li>Проведение приближенного расчета термодинамических функций в интервале температур Т1- Т2</li> <li>Проведение точного расчета указанных термодинамических величин в интервале температур Т1- Т2.</li> <li>Представление результатов температурных зависимостей термодинамических функций для всех вариантов расчета в графическом и табличном видах.</li> <li>Расчет равновесных составов: числа молей всех веществ; мольные доли, объемные и массовые проценты в газовой фазе, при заданных Т3 и Р для случаев, когда реагируют стехиометрические смеси <ol style="list-style-type: none"> <li>исходных веществ</li> <li>всех веществ.</li> </ol> </li> <li>Исследование вопроса о направлении реакции при температуре Т3 и Р, если в исходный момент времени взято по одному молю каждого исходного вещества и по два моля продукта реакции.</li> <li>Термодинамический анализ выхода реакции от давления и температуры.</li> <li>Расчет теплового эффекта достижения состояния равновесия реакционными смесями (по п. 5а и 5б).</li> <li>Расчет условий (Р и Т) протекания реакции, при которых сумма мольных долей газообразных продуктов реакции составит 0,8, при условии, что реагирует стехиометрическая смесь исходных веществ.</li> </ol>
КМ2	ДЗ2 Определение температуры замерзания растворов	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	<p>Определить температуры замерзания жидких растворов на основе компонентов А и В в зависимости от состава. Рассчитать минимальную температуру существования жидкого раствора и его состав. При расчете считать, что в твердом состоянии вещества не растворимы друг в друге, химических соединений нет, а для жидкого раствора считать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Жидкий раствор – идеальный,</li> <li>Жидкий раствор – регулярный с теплотой смешения, указанной в таблице (использовать положительное значение);</li> <li>Жидкий раствор – регулярный с теплотой смешения, указанной в таблице (использовать отрицательное значение);</li> </ol>
КМ3	КР Растворы	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<p>Оцените температуру замерзания и температуру кипения раствора, а также давление пара компонента над раствором при температуре замерзания раствора. Какие приближения необходимо сделать для осуществления расчетов? Какие табличные данные необходимо взять.</p>



КМ4	ДЗ 3 Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем	УК-1-В1;УК-1-У1;УК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обозначить и описать фазы, присутствующие на диаграмме. Указать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- максимальную растворимость (ат. или масс. %) компонентов в твердых растворах,</li> <li>- стехиометрические формулы химических соединений и температуры их плавления или разложения.</li> </ul> </li> <li>2. Для каждой области диаграммы указать равновесные фазы.</li> <li>3. Описать все эвтектические и перитектические превращения, указать их температуры и составы участвующих фаз.</li> <li>4. Построить кривые охлаждения для систем, отмеченных стрелками на диаграмме. Описать процессы, протекающие при охлаждении. Как меняется состав равновесных фаз при охлаждении сплавов? Для каждого участка кривой охлаждения определить число степеней свободы, указав какие компоненты и фазы присутствуют.</li> <li>5. М1 грамм сплава, содержащего X1 % (ат или масс.) первого компонента, находятся в равновесии при температуре T1. Определить массу каждого компонента в каждой фазе.</li> <li>6. М2 грамм сплава, содержащего X2 % (ат или масс.) второго компонента, находятся в равновесии при температуре T2. Определить какой компонент и в каком количестве необходимо добавить, чтобы система перешла в однофазное жидкое состояние при той же температуре.</li> </ol>
КМ5	ДЗ 4 Кинетика гомогенных химических реакций	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценить значение порядка реакции методами времени полупревращения и по скорости реакции (метод Вант-Гоффа).</li> <li>2. Подтвердить порядок реакции и определить значения констант скорости при температурах T1, T2, T3 по виду концентрационно-временных зависимостей. Для выбранного порядка реакции провести аналитический расчет константы скорости, используя все точки. Сравнить результаты графического и аналитического способа.</li> <li>3. Определить значения параметров уравнения Аррениуса.</li> <li>4. Для температуры T4= T3+10 и концентрации C0=2*C0 (T3) рассчитать время полупревращения и скорость реакции в момент времени 2*delta t (T3).</li> </ol>
КМ6	КР Электрохимия	УК-1-В1;УК-1-31;УК-1-У1	<p>Для сильного электролита оценить расстояние, на которое перемещаются ионы в поле заданной напряженности.</p> <p>Для слабого электролита оценить электропроводность, по данным о константе диссоциации.</p>
КМ7	Тест "кинетика многостадийных процессов"	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построение кинетических моделей и определение контролирующих стадий.</li> <li>2. Запись кинетических уравнений многостадийных процессов.</li> <li>3. Запись уравнений для массопереноса.</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Термохимия Лабораторная работа 1, 2 Определение теплоты растворения хорошо растворимых солей Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Определить теплоту растворения/теплоту реакции нейтрализации для хорошо растворимой соли (нейтрализации сильной кислоты сильным основанием) с помощью калориметра.

P2	Химическое равновесие: Определение константы равновесия гомогенной реакции Определение константы распределения малорастворимой примеси (Закон распределения)	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	Экспериментально определить константу равновесия химической реакции протекающей в растворе (коэффициент распределения малорастворимой примеси между двумя несмешивающимися растворителями).
P3	Определение парциальных мольных объемов компонентов раствора	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	Используя метод пикнометрического взвешивания определить плотности растворов и парциальные мольные объемы компонентов раствора соли в воде.
P4	Определение молекулярной массы растворенного вещества по понижению температуры замерзания	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	Экспериментально проверить выполнение закона понижения температуры замерзания и рассчитать молекулярную массу растворенного вещества.
P5	ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ (экспериментальная и модельная)	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	Построить фазовую диаграмму двухкомпонентных систем на основе построения кривых охлаждения. Экспериментальная работа моделирует систему эвтектического типа, а компьютерная- сложную фазовую диаграмму.
P6	Определение степени и константы диссоциации слабого электролита методом измерения электропроводности	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1	Экспериментально определить значения удельной электропроводности жидкого электролита и рассчитать значения степени и константы диссоциации в широком диапазоне концентраций.
P7	Определение числа переноса иона водорода в растворе соляной кислоты по методу движущейся границы	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Используя метод движущейся границы определить соотношение между подвижностями катионов в водном растворе на примере пары водород/кадмий
P8	Термодинамика гальванических элементов: Определение электродвижущих сил гальванических элементов Определение произведения растворимости малорастворимой соли в воде	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-В1;УК-2-У1;УК-2-31	Освоить методику определения электродвижущей силы гальванических элементов и определить зависимость ЭДС от концентрации/произведение растворимости малорастворимой соли

P9	Кинетика гомогенных химических реакций Определение константы скорости химической реакции Определение константы скорости и параметров температурной зависимости химической реакции (компьютерная)	ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	Определить константу скорости химической реакции разложения сахарозы в воде методом измерения вращения угла поляризации Определить зависимость константы скорости гомогенной химической реакции от температуры и рассчитать параметры аррениусовской зависимости.
P10	Определение параметров диффузии (компьютерная)	УК-1-В1;УК-1-У1;УК-1-31;УК-2-В1;УК-2-У1;УК-2-31	Получить концентрационный профиль для заданной пары металлов подбирая параметры температурно-временных режимов отжига и определить коэффициент диффузии при заданных условиях

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

#### Физическая химия ч.1

1. При 1850 °С для реакции  $2C(тв)+S_2=2CS$  стандартные изменения энтальпии и энтропии равны 414348 Дж и 176,1 Дж/К соответственно. Рассчитайте равновесный состав газовой фазы образующейся при давлении 0,5 атм, если реагирует 10 моль графита, 2 моля серы и 1 моль CS. Как изменятся ответ, если: Увеличить температуру? Увеличить давление? Добавить в систему азот?

2. При 700 °С и давлении 2 атмосферы протекает реакция  $C(гр)+CO_2=2CO$ .  $\Delta G_0=172000-177,5T$  Рассчитайте равновесный состав газовой фазы. Что произойдет, если в систему добавить оксид марганца, если известно, что для реакции  $Mn^{+1}/2O_2=MnO_s$   $\Delta G_0=-385200+74T$ , а для  $CO+1/2O_2=CO_2$   $\Delta G_0=-282700+87T$

3. Обозначить и описать возможные фазы в системе Ag-Er. Для каждой области фазовой диаграммы указать равновесные фазы. Указать составы равновесных фаз для сплавов, содержащих 5 ат.% Er при 1000, 800, 795, 600 °С и с 50 ат.% Ag при 932 °С. Выполняется ли закон понижения температуры замерзания для расплавов на основе Er? Оцените теплоту плавления Er.

4. Как зависит равновесная концентрация кислорода в расплаве железа с 0,12 % Се от парциального давления кислорода в газовой фазе при 1650 °С. При каком давлении кислорода  $SeO_2$  не образуется.

5. Какой гальванический элемент необходимо составить, для определения активности Zn в сплаве Zn-Cu в зависимости от состава сплава при комнатной температуре? Оцените ЭДС составленного Вами элемента, если активность Zn составит 0,8. Как по полученным данным рассчитать активность меди? Что выбрано за стандартное состояние?

#### Физическая химия ч.2

##### Экзамен:

1. В растворе одноосновной кислоты с концентрацией 0,001М эквивалентная электро-проводность равна 32 Ом<sup>-1</sup>см<sup>2</sup>/г-эquiv. Чему равен ток в электролитической ячейке с площадью электродов 2х2 см<sup>2</sup>, расположенных на расстоянии 0,5 см при напряжении 0,5В, если в нее залить раствор кислоты с концентрацией 10-2 М. На какое расстояние переместятся ионы за 10 секунд в этой ячейке? Подвижности катиона и аниона равны 305 и 15 Ом<sup>-1</sup>см<sup>2</sup>/г-эquiv.

2. При температуре 10 °С время превращения 75 % исходного вещества реакции уменьшилось с 2 часов до 30 минут при увеличении исходной концентрации с 2.5 до 5 моль/м<sup>3</sup>. Энергия активации реакции 50 кДж/моль. Определите скорость реакции при температуре 20 °С при концентрации 0,3 моль/л.

3. В системе протекают две реакции: обратимая реакция  $A+B = AB$  (1) и необратимая реакция  $2A \rightarrow A_2$  (2). Запишите систему кинетических уравнений, описывающих эволюцию системы в общем случае, выразив концентрации всех веществ через концентрацию веществ А и В. Вывести зависимость концентрации АВ на начальном этапе, если для реакции (1) константа скорости прямой и обратной реакции равны 0,1 (моль/л)<sup>-1</sup>сек<sup>-1</sup> и 0,05 сек<sup>-1</sup>. Для реакции (2) константа скорости равна 0,001 (моль/л)<sup>-1</sup>сек<sup>-1</sup> Начальная концентрация веществ А равна 10 моль/м<sup>3</sup>, а В –1 моль/л. До какого момента справедливы сделанные предположения при выводе зависимости.

4. В сосуд объемом 0,01 м<sup>3</sup> поместили пластину массой 12 г плотного графита (плотность 2,1 г/см<sup>3</sup>) и толщиной 1 мм при температуре 1000 С. Как меняется масса графита со временем, если продуктом реакции является СО, а в исходный момент в газовой фазе был кислород с парциальным давлением 1 атм. Горение считать реакцией первого порядка по кислороду.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Методика оценки освоения дисциплины «Физическая химия ч.1»

Максимальное число баллов: 100 баллов (Экзамен: 40 баллов; Практические занятия: 40 баллов; Лабораторные занятия: 20 баллов).

Оценка «отлично» ставится, если студент набрал 85 и более баллов;

Оценка «хорошо» ставится, если студент набрал 70 и более баллов, но менее 85;

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент набрал 50 и более баллов, но менее 70;

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент набрал менее 50 баллов.

Правила учета баллов за практические занятия:

Физическая химия ч.1.

- Домашнее задание «Химическое равновесие» - максимально 12 баллов ДЗ

- Письменная защита домашнего задания «Химическое равновесие» максимально 6 баллов; Если при защите студент не набрал ни одного балла, с его баллов снимается 2 балла.

- Домашнее задание «Растворы» максимально 4 балла

- Контрольная работа «Растворы» максимально 6 баллов;

- Домашнее задание «Фазовые равновесия» максимально 8 баллов.

- Защита домашнего задания «Фазовые равновесия» - 4 балла. Если при защите студент не набрал ни одного бала, с его баллов снимается 2 балла.

Домашнее задание сдается в заранее объявленные сроки. Может быть исправлено, после проверки и указания замечаний 1 раз, при условии сдачи работы в срок.

Защита домашних заданий проводится при условии, что студент сдал его в срок и выполнил его не менее, чем на 75 %.

При сдаче ДЗ вне установленных сроков, то максимальная оценка составляет 75% от общего числа баллов и защита ДЗ не проводится. Результат объявляется в конце семестра лектором перед экзаменом.

Контрольная работа проводится во время практических (лабораторных) занятий и могут быть переписаны 1 раз в течение семестра. Сроки и порядок переписывания объявляются преподавателем, ведущим практические занятия, по согласованию с лектором потока. При переписывании КР максимальное число баллов уменьшается на 2. Остальные баллы уменьшаются пропорционально.

Правила учета баллов за лабораторные занятия:

Выполнение и расчет лабораторной работы – максимально 3 балла. Защита лабораторной работы- максимально 2 балла.

Итого максимально 5 баллов/работу. При необходимости можно переделать в согласованные с преподавателем сроки 1 раз.

Все баллы суммируются к концу семестра и фиксируются без последующих исправлений.

Методика оценки освоения дисциплины «Физическая химия ч.2»

Максимальное число баллов: 100 баллов (Экзамен: 40 баллов; Практические занятия: 30 баллов; Лабораторные занятия: 30 баллов).

Оценка «отлично» ставится, если студент набрал 85 и более баллов;

Оценка «хорошо» ставится, если студент набрал 70 и более баллов, но менее 85;

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент набрал 50 и более баллов, но менее 70;

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент набрал менее 50 баллов.

Правила учета баллов за практические занятия:

Контрольная работа «Гальваника. Явления переноса» максимально 6 баллов;

Домашнее задание «Формальная кинетика» максимально 12 баллов;

Коллоквиум (Защита ДЗ) «Кинетика» максимально 6 баллов;

Контрольная работа «Формальная кинетика» максимально 8 баллов.

Домашнее задание сдается в заранее объявленные сроки. Может быть исправлено, после указания замечаний 1 раз. Сроки сдачи исправлений объявляются преподавателем, ведущим практические занятия, по согласованию с лектором потока.

Защита ДЗ проходит в виде письменного опроса на консультации и проводится 1 раз. Сроки устанавливаются преподавателем, ведущим практические занятия, по согласованию с лектором потока после сдачи ДЗ.

Контрольные работы проводятся во время практических занятий и могут быть переписаны 1 раз в течение семестра. Сроки и порядок переписывания объявляются преподавателем, ведущим практические занятия, по согласованию с лектором потока. При переписывании КР максимальное число баллов уменьшается на 2. Остальные баллы уменьшаются пропорционально.

Правила учета баллов за лабораторные занятия:

Лабораторные работы: выполнение работы 2 балла. Расчет работы 2 балла. Защита работы -2 балла. Итого 6 баллов за работу. Защита лабораторной работы проводится один раз.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Физическая химия: Учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л1.2	Андреев Лев Алексеевич, Бокштейн Борис Самуилович, Новикова Елена Александровна, др.	Физическая химия (N 2761): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Краткий курс физической химии: учебник для металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1979
Л2.2	Пономарева К. С., Гугля В. Г., Никольский Г. С.	Сборник задач по физической химии: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' и 'Физ. материаловедение'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2007
Л2.3	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Менделев М. И., Родин Алексей Олегович, Бокштейн Борис Самуилович	Физическая химия: лаб. практикум для ЭВМ	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1997
Л3.2	Астахов Михаил Васильевич, Томилин Игорь Аркадьевич, Зайцев А. К.	Методические указания для выполнения домашних заданий по курсу 'Физическая химия' для студентов спец.0401,0402,0404,0407,040 5	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л3.3	Апыхтина Ирина Владимировна, Малютина Галина Леонидовна, Родин Алексей Олегович	Физическая химия: Разд.: Термодинамика: Метод. указания студ. всех спец. для подготовки к рейтинговому тестированию	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Государственная публичная научно-техническая библиотека	gpntb.ru
----	---	----------

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Физическая химия
П.2	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.3	ESET NOD32 Antivirus
П.4	Therm_DZ
П.5	Microsoft Office
П.6	LMS Canvas
П.7	MS Teams

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Федеральный портал «Российское образование» <a href="http://edu.ru;">http://edu.ru;</a>
-----	---

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
A-223a	Учебная аудитория	3 монитора, 3 системных блока, доска металло-керамическая, сахариметр, фотометр, весы аналитические, набор лабораторный "Определение поверхностного натяжения растворов", измеритель E7-13, источник постоянного тока, шейкер орбитальный 2 шт., принтер, набор лабораторный "Определение энтропии", набор лабораторный "Зависимость электродвижущей силы ГЭ", набор лабораторный "Скорость миграции ионов", набор лабораторный "Измерение вязкости", набор лабораторный "Кинетика инверсии", тензиометр 2 шт., комплект учебной мебели
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Изучаемая дисциплина содержит материал, необходимый для получения цельного представления о способах описания превращений в веществах.

Правило оценки уровня освоения материала требуют от студентов не только постоянной самостоятельной работы, но и своевременного и корректного выполнения контрольных мероприятий.

Студенты, пропускающие лабораторные занятия, не своевременно сдающие домашние задания, или небрежно выполняющие расчетно - графические задания не могут рассчитывать на высокую оценку. Неспособность продемонстрировать уровень приобретаемых компетенций, в том числе по постановке и реализации физико-химических экспериментов, выполнения расчетов различного уровня сложности, грамотного и своевременного оформления результатов расчетов приводит к низким оценкам.

Консультации проводятся еженедельно, для своевременного выявления методических ошибок при изложении материала, осуществления реальной обратной связи.