

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 22.09.2023 11:08:40
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04e7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Новотроицкий филиал

Аннотация рабочей программы дисциплины

Физическая химия

Закреплена за подразделением Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
Профиль Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация **Бакалавр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	252	Формы контроля в семестрах: экзамен 4 зачет 3
в том числе:		
аудиторные занятия	119	
самостоятельная работа	97	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		4 (2.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Неделя	18 2/6		18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17	34	34
Лабораторные	17	17	17	17	34	34
Практические	17	17	34	34	51	51
В том числе инт.	23	23	23	23	46	46
Итого ауд.	51	51	68	68	119	119
Контактная работа	51	51	68	68	119	119
Сам. работа	57	57	40	40	97	97
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	108	108	144	144	252	252

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью изучения дисциплины является формирование естественнонаучного мировоззрения и исследовательской культуры выпускника. В плане становления научного мировоззрения студентов дисциплина "Физическая химия" призвана способствовать формированию представлений о химических процессах на основе молекулярной природы вещества, статистических закономерностей физико-химических явлений. Выпускник должен овладеть основными методами научного познания, включая методы статистической механики и термодинамики, культурой лабораторных исследований, познаниями в современных отраслях химического знания.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аналитическая геометрия и векторная алгебра	
2.1.2	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	
2.2.2	Химия высокомолекулярных соединений	
2.2.3	Моделирование химико-технологических процессов	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы, применять знания фундаментальных наук для решения задач профессиональной деятельности
Знать:
ОПК-2-31 Основные закономерности протекания физико-химических процессов
ОПК-1: Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-1-У1 Влиять на скорость химической реакции и смещение химического равновесия
ОПК-1-У2 производить расчеты скорости химических реакций, тепловых эффектов реакций
ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы, применять знания фундаментальных наук для решения задач профессиональной деятельности
Владеть:
ОПК-2-В2 Владеть: методами термодинамического анализа химического процесса
ОПК-2-В1 методами лабораторного исследования скорости химических реакций; построения фазовых диаграмм; изучения состояния равновесия

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
	Раздел 1. Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.							

1.1	Введение. Предмет и содержание физической химии. Основные разделы. История развития физической химии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантовомеханический. Значение физической химии для металлургии. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
1.2	Первый закон термодинамики. Основные понятия термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Теплоты образования, сгорания, агрегатных превращений, растворения, нейтрализации. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			

1.3	Второй закон термодинамики. Процессы самопроизвольные, обратимые и необратимые. Направленность самопроизвольных процессов в природе. Термодинамическая вероятность. Равновесие как наиболее вероятное состояние системы. Аналитическое выражение и формулировка второго закона термодинамики. Энтропия как мера вероятности. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. Термодинамические функции и связь между ними. Свободная энергия при постоянном объеме (энергия Гельмгольца) и при постоянном давлении (энергия Гиббса) как мера работоспособности системы и критерий направленности процесса. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. /Лек/	3	2	ОПК-1-У2 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.4	№1 Первый закон термодинамики. Расчет работы газа в различных термодинамических процессах: изобарном, изохорном, изотерическом, адиабатном. Понятие молярной и удельной теплоемкостей. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			P18
1.5	Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакции. Энтальпийный фактор. Зависимость энтальпии от температуры. Закон Кирхгофа. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			P19
1.6	№3 Второй закон термодинамики. Энтропийный фактор. Изменение энтропии в сложных физико-химических процессах. Зависимость энтропии от температуры и объема. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			P20
1.7	№4 Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Направленность химических процессов. Зависимость от независимых параметров. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.3 Э2 Э3			P21
1.8	№1 Определение теплоты растворения соли в воде /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P1

1.9	Определение теплоты растворения буры /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	работа в парах		Р2
1.10	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Следствия из закона Гесса. Расчет теродинамических функций при стандартных условиях /Ср/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
1.11	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Термодинамический анализ реакции. Практическое применение закона Кирхгоффа. Расчет функций через постоянные интегрирования. Использование программы Excel. /Ср/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 2. Химическое равновесие.								
2.1	Константа равновесия и способы ее выражения. Термодинамический вывод закона действия масс. Расчет состава равновесной смеси и выхода продукта. Химические реакции в гетерогенных системах. Константа равновесия гетерогенной реакции. Давление диссоциации. Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изохоры и изобары реакции. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.2	Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Вычисление абсолютных значений энтропии. Расчет равновесий по таблицам стандартных значений термодинамических функций /Лек/	3	2	ОПК-1-У2 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.3	№5 Химическое равновесие в однокомпонентных системах и простых смесях. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.3 Э1 Э2 Э3			Р22
2.4	Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р3
2.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Расчет состава равновесной смеси газов при изменении температуры и общего давления. Смещение химического равновесия по принципу Ле-Шателье. /Ср/	3	8	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.2 Э1 Э2 Э3			
Раздел 3. Теория растворов.								

3.1	Растворы неэлектролитов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Идеальные растворы. Разбавленные растворы. Законы разбавленных растворов. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Растворимость газов в металлах. Закон Рауля. Закон распределения. Совершенные растворы. Химический потенциал компонента совершенного раствора. Реальные растворы. Термодинамическая активность. Методы определения активности компонентов раствора. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.2	№6 Теория растворов. Равновесие между раствором и паром растворителя. Закон Рауля, закон Генри, следствия. Выражения концентраций растворов. /Пр/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			P23
3.3	№7 Парциальные молярные величины. Закон Гиббса-Дюгема. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			P24
3.4	Определение парциальных молярных объемов компонентов раствора /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P4
3.5	Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P5
3.6	Определение молекулярного веса растворенного вещества по понижению температуры замерзания раствора /Лаб/	3	3	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P6
3.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Выражение концентраций растворов. Решение расчетных задач. /Ср/	3	7	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
3.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Расчет задач на понижение и повышение температур замерзания и кипения растворов. Применение законов Генри и Рауля. /Ср/	3	8	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
	Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах.							

4.1	Основные понятия: фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Термический анализ. Кривые охлаждения. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.2	Диаграммы двухкомпонентных систем: с постоянной эвтектикой; с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии; с образованием устойчивых и неустойчивых химических соединений. Трехкомпонентные системы. Учение Курнакова и физико-химический анализ /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.3	№8 Химическое равновесие в двухкомпонентных системах. Фазовые диаграммы. Построение и интерпретация фазовых диаграмм. /Пр/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P25
4.4	Построение диаграммы плавкости системы нафталин-дифениламин /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P7
4.5	Термический анализ двухкомпонентной системы /Лаб/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P8
4.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Применение правила рычага к решению практических задач /Ср/	3	8	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Чтение диаграммы "железо-цементит". построение кривых охлаждения, решение задач. /Ср/	3	7	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л2.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 5. Основы статистической термодинамики.							

5.1	Статистический термодинамика. Фазовое пространство. Закон распределения Больцмана. Распределение молекул газа по импульсам и координатам. Закон распределения энергии по степеням свободы. Квантовая теория теплоемкости. Статистическая сумма состояний. Статистический вес. Суммы состояний поступательного, вращательного и колебательного движений. Электронная сумма состояний. Вычисление термодинамических функций и константы равновесия с использованием сумм состояний. /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
5.2	№9 Статистический расчет молярной теплоемкости. Контрольная работа №1 /Пр/	3	2	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			P26
5.3	Решение задач по статистической термодинамике Гиббса и Больцмана. /Ср/	3	7	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
5.4	зачет /Зачёт/	3	0	ОПК-1-У2 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2				
Раздел 6. Электрохимия								
6.1	Растворы электролитов. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации ионов. Сильные и слабые электролиты. Активность электролитов. Ионная сила раствора. Способы определения коэффициентов активности электролитов. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
6.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Растворы электролитов. Энергия кристаллической решетки и энергия сольватации ионов. Сильные и слабые электролиты. Активность электролитов. Ионная сила раствора. Способы определения коэффициентов активности электролитов. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

6.3	№10 Удельная и эквивалентная электропроводности и их зависимость от концентрации. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Числа переноса. Практическое использование измерения электропроводности /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			P27
6.4	Электродвижущие силы. Возникновение разности потенциалов на границе раздела фаз. Двойной электрический слой. Термодинамика гальванического элемента. Типы электродов. Электродные потенциалы. Стандартные потенциалы. Ряд напряжений. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
6.5	№11 Типы гальванических элементов: химические, концентрационные. Диффузионный потенциал. Определение термодинамических параметров путем измерения ЭДС. Кинетика электродных процессов. Электролиз. Поляризация. Перенапряжение /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P28
6.6	№12 Электрохимия. Электропроводность электролитов /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P29
6.7	№13 Электрохимия. ЭДС гальванического элемента. Расчет термодинамических величин методом ЭДС /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P30
6.8	Определение среднего коэффициента активности сильного электролита в водном растворе по понижению температуры замерзания /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P9
6.9	Определение электрохимического эквивалента меди /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P10
6.10	Определение электропроводности и константы диссоциации слабого электролита /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P11
6.11	Коррозия металлов в водных растворах кислот /Лаб/	4	1	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P12
6.12	Определение эквивалентной электропроводности сильного электролита /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P13
6.13	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Основы теории электролитической диссоциации /Ср/	4	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			

6.14	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы работы гальванических элементов. /Ср/	4	3	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
6.15	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы процессов окисления-восстановления. /Ср/	3	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
Раздел 7. Диффузия								
7.1	Явления переноса в газах, твердых телах, жидкостях. Теория диффузии. Законы Фика. Связь коэффициентов диффузии с подвижностью. Механизм диффузии в твердых телах и жидкостях /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
7.2	№14 Диффузия. Расчет коэффициента диффузии. Вязкость /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Э1 Э2 Э3			Р31
7.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:роль процесса диффузии в производственных процессах. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
Раздел 8. Поверхностные явления и адсорбция								
8.1	Адсорбция газов на твердых поверхностях. Основные определения. Влияние поверхностного слоя на термодинамические свойства гетерогенных систем. Теория адсорбция Лангмюра. Адсорбция из смеси газов. Адсорбция из растворов. Молекулярная и активированная адсорбция. /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
8.2	Полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация. Строение адсорбционных слоев. Теплота адсорбции. Адсорбция на поверхности жидкости. Уравнение Гиббса. Уравнение Шишковского. Зависимость поверхностного натяжения от состава раствора. Понятие о хроматографии. Поверхностные явления в металлургии /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Э1 Э2 Э3			
8.3	№15 Адсорбция. Расчет коэффициента адсорбции. Графический метод определения адсорбции /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Э1 Э2 Э3			Р32

8.4	Изучение адсорбции уксусной кислоты на поверхности древесного угля /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P14
8.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы гетерогенных реакций /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
8.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Влияние скорости адсорбции на скорость технологических процессов. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л2.1 Э1 Э2 Э3			
8.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Способы повышения и понижения поверхностного натяжения. Связь поверхностного натяжения и адсорбции. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 9. Химическая кинетика и катализ							
9.1	Кинетика гомогенных реакций. Скорость реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действия масс и кинетические уравнения реакции. Константа скорости. Реакции первого, второго и третьего порядка. /Лек/	4	2	ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
9.2	Методы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных соударений. Цепные реакции /Лек/	4	1	ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
9.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Кинетика гетерогенных реакций. Гетерогенные реакции в металлургическом производстве. Многостадийность процессов. Внешняя массопередача. Скорость массопередачи. Применение теории размерности. П-теорема. Критерии подобия. Внутренняя массопередача. Топохимические реакции. /Ср/	4	3	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.2 Э1 Э2 Э3			

9.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Кинетика кристаллизации. Современная теория образования зародыша. Теория флуктуации. Термодинамические условия возникновения сферического зародыша /Ср/	4	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
9.5	Катализ. Общие свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основные теории катализа /Лек/	4	2	ОПК-2-31	Л2.1 Э1 Э2 Э3			
9.6	№16 Химическая кинетика. Расчет константы скорости и порядка реакции. Графический метод /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			Р33
9.7	№17 Кинетика. Энергия активации, влияние температуры на скорость реакции. Кинетика сложных реакций /Пр/	4	4	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1 Э1 Э2 Э3			Р34
9.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: выражение скорости реакции на основе закона действующих масс. Определение порядка реакции /Ср/	4	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
9.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Применение катализаторов в промышленности. Основы биологического ферментативного катализа. Старение твердых катализаторов. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
Раздел 10. Термодинамика необратимых процессов								
10.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Основные определения. Термодинамические уравнения движения Онзагера. Основные постулаты. Перенос через барьер. Теоретическое обоснование термодинамики необратимых процессов /Ср/	4	4	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.2	Определение скорости реакции инверсии тростникового сахара /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р15
10.3	Изучение скорости реакции омыления сложного эфира /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р16
10.4	Определение скорости реакции йодирования ацетона /Лаб/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2	Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р17

	Раздел 11. Молекулярные спектры							
11.1	Общая характеристика молекулярных спектров. Вращательные спектры. Вычисление моментов инерции и межуатомных расстояний. Колебания атомов в молекуле. Гармонические и ангармонические колебания. Колебательно-вращательные спектры. Спектры комбинационного рассеяния /Лек/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Характеристика методов спектрального анализа /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.3	Строение вещества. Энергетическая схема строения атома Контрольная работа №2 /Пр/	4	2	ОПК-1-У2 ОПК-2-31	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р34
11.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Атомные и молекулярные спектры. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Роль молекулярной спектроскопии в развитии промышленного производства. /Ср/	4	2	ОПК-2-31 ОПК-2-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.6	экзамен /Экзамен/	4	36	ОПК-1-У2 ОПК-1-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-В1 ОПК-2-В2			КМ4	