

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Котова Лариса Анатольевна
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 22.09.2023 10:44:27
Уникальный программный ключ:
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

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

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		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.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.3	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	
2.2.4	Коллоидная химия	
2.2.5	Общая химическая технология	
2.2.6	Первичная переработка углеводородных газов	
2.2.7	Подготовка углей для коксования	
2.2.8	Массообменные процессы химической технологии	
2.2.9	Обогащение полезных ископаемых	
2.2.10	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.11	Дополнительные главы физической химии	
2.2.12	Курсовая научно-исследовательская работа	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-2.1: готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
Знать:
ОПК-2.1-31 Знать: Основные закономерности протекания физико-химических процессов
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Уметь:
УК-7.2-У1 Уметь: производить расчеты скорости химических реакций, тепловых эффектов реакций
ОПК-2.1: готовностью использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
Уметь:
ОПК-2.1-У1 Уметь: Влиять на скорость химической реакции и смещение химического равновесия
УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов
Владеть:
УК-7.2-В1 Владеть: методами термодинамического анализа химическо-го процесса
ПК-3.3: Готовностью использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности
Владеть:
ПК-3.3-В1 Владеть: 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-2.1-31 УК-7.2-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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			P18
1.5	Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакции. Энтальпийный фактор. Зависимость энтальпии от температуры. Закон Кирхгоффа. /Пр/	3	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.3 Э2 Э3			P21
1.8	№1 Определение теплоты растворения соли в воде /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P1

1.9	Определение теплоты растворения буры /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	Л1.1Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P2
1.10	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Следствия из закона Гесса. Расчет теродинамических функций при стандартных условиях /Ср/	3	4	ОПК-2.1-31 ОПК-2.1-У1 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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	УК-7.2-У1 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.3	№5 Химическое равновесие в однокомпонентных системах и простых смесях. /Пр/	3	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.3 Э1 Э2 Э3			P22
2.4	Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	Л1.1 Л1.2Л3.2 Э1 Э2 Э3			P3
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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			Р23
3.3	№7 Парциальные молярные величины. Закон Гиббса-Дюгема. /Пр/	3	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			Р24
3.4	Определение парциальных молярных объемов компонентов раствора /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		Р4
3.5	Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		Р5
3.6	Определение молекулярного веса растворенного вещества по понижению температуры замерзания раствора /Лаб/	3	3	ПК-3.3-В1	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		Р6
3.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Выражение концентраций растворов. Решение расчетных задач. /Ср/	3	7	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P25
4.4	Построение диаграммы плавкости системы нафталин-дифениламин /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P7
4.5	Термический анализ двухкомпонентной системы /Лаб/	3	2	ПК-3.3-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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	УК-7.2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
5.2	№9 Статистический расчет молярной теплоемкости. Контрольная работа №1 /Пр/	3	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			P26
5.3	Решение задач по статистической термодинамике Гиббса и Больцмана. /Ср/	3	7	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
5.4	зачет /Зачёт/	3	0	ОПК-2.1-31 ОПК-2.1-У1 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1			КМ3	
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-2.1-31	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3	работа в группах		P28
6.6	№12 Электрохимия. Электропроводность электролитов /Пр/	4	4	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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	ПК-3.3-В1	Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		P9
6.9	Определение электрохимического эквивалента меди /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P10
6.10	Определение электропроводности и константы диссоциации слабого электролита /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P11
6.11	Коррозия металлов в водных растворах кислот /Лаб/	4	1	ПК-3.3-В1	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P12
6.12	Определение эквивалентной электропроводности сильного электролита /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	Э1 Э2 Э3	работа в парах		P13
6.13	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Основы теории электролитической диссоциации /Ср/	4	4	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Э1 Э2 Э3			

6.14	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы работы гальванических элементов. /Ср/	4	3	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Э1 Э2 Э3			
6.15	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы процессов окисления-восстановления. /Ср/	3	4	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Э1 Э2 Э3			
7.2	№14 Диффузия. Расчет коэффициента диффузии. Вязкость /Пр/	4	4	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Э1 Э2 Э3			Р31
7.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:роль процесса диффузии в производственных процессах. /Ср/	4	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Э1 Э2 Э3			
8.3	№15 Адсорбция. Расчет коэффициента адсорбции. Графический метод определения адсорбции /Пр/	4	4	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Э1 Э2 Э3			Р32

8.4	Изучение адсорбции уксусной кислоты на поверхности древесного угля /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
9.5	Катализ. Общие свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основные теории катализа /Лек/	4	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Л2.1 Э1 Э2 Э3			
9.6	№16 Химическая кинетика. Расчет константы скорости и порядка реакции. Графический метод /Пр/	4	4	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.2	Определение скорости реакции инверсии тростникового сахара /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р15
10.3	Изучение скорости реакции омыления сложного эфира /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	Л3.2 Э1 Э2 Э3			Р16
10.4	Определение скорости реакции йодирования ацетона /Лаб/	4	2	ПК-3.3-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Характеристика методов спектрального анализа /Ср/	4	2	ОПК-2.1-31	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.3	Строение вещества. Энергетическая схема строения атома Контрольная работа №2 /Пр/	4	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ2	Р34
11.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Атомные и молекулярные спектры. /Ср/	4	2	ОПК-2.1-31 УК-7.2-В1	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-2.1-31 УК-7.2-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э3			
11.6	экзамен /Экзамен/	4	36	ОПК-2.1-31 ОПК-2.1-У1 ПК-3.3-В1 УК-7.2-У1 УК-7.2-В1			КМ4	