

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 10.01.2023 11:01:58  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физическая химия

Закреплена за подразделением

Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 252

в том числе:

аудиторные занятия 26

самостоятельная работа 213

часов на контроль 13

Формы контроля на курсах:

экзамен 2

зачет 2

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	2		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	8	8	8	8
Практические	10	10	10	10
В том числе инт.	14	14	14	14
Итого ауд.	26	26	26	26
Контактная работа	26	26	26	26
Сам. работа	213	213	213	213
Часы на контроль	13	13	13	13
Итого	252	252	252	252

Программу составил(и):

*кни, Нефедова Е.В.*

Рабочая программа

**Физическая химия**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ от 25.12.2017 г. № № 857 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 18.03.01\_21\_ХимТехнология\_Пр1\_заоч\_2020.plz.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения к.ф.-м.н., Гюнтер Д.А.

**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
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аналитическая геометрия и векторная алгебра	
2.1.2	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
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****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. Химическая термодинамика. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.</b>							
1.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Введение. Предмет и содержание физической химии. Основные разделы. История развития физической химии. Методы физической химии: термодинамический, статистический и квантовомеханический. Значение физической химии для металлургии. /Ср/	2	5		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

1.2	<p>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/</p>	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
1.3	<p>Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: 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. /Ср/</p>	2	4		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			

1.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Первый закон термодинамики. Расчет работы газа в различных термодинамических процессах: изобарном, изохорном, изотерическом, адиабатном. Понятие молярной и удельной теплоемкостей. /Ср/	2	4		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.5	Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакции. Энтальпийный фактор. Зависимость энтальпии от температуры. Закон Кирхгоффа. /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Второй закон термодинамики. Энтропийный фактор. Изменение энтропии в сложных физико-химических процессах. Зависимость энтропии от температуры и объема. /Ср/	2	4		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
1.7	Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца. Направленность химических процессов. Зависимость от независимых параметров. Контрольная работа № 1. /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э2 Э3			
1.8	Определение теплоты растворения буры /Лаб/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	работа в парах		
1.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Следствия из закона Гесса. Расчет теродинамических функций при стандартных условиях /Ср/	2	4		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
1.10	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Термодинамический анализ реакции. Практическое применение закона Кирхгоффа. Расчет функций через постоянные интегрирования. Использование программы Excel. /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3	занятие в парах в компьютерном классе		
	<b>Раздел 2. Химическое равновесие.</b>							

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/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
2.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Вычисление абсолютных значений энтропии. Расчет равновесий по таблицам стандартных значений термодинамических функций /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
2.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Химическое равновесие в однокомпонентных системах и простых смесях. /Ср/	2	4		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
2.4	Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе /Лаб/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в парах		
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/	2	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Теория растворов.</b>							

3.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: 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. /Ср/	2	6		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Теория растворов. Равновесие между раствором и паром растворителя. Закон Рауля, закон Генри, следствия. Выражения концентраций растворов. /Ср/	2	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Парциальные молярные величины. Закон Гиббса-Дюгема. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
3.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Выражение концентраций растворов. Решение расчетных задач. /Ср/	2	7		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
3.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Расчет задач на понижение и повышение температур замерзания и кипения растворов. Применение законов Генри и Рауля. /Ср/	2	8		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах.</b>							
4.1	Основные понятия: фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Термический анализ. Кривые охлаждения. /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			

4.2	Д Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: диаграммы двухкомпонентных систем: с постройкой эвтектики; с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии; с образованием устойчивых и неустойчивых химических соединений. Трехкомпонентные системы. Учение Курнакова и физико-химический анализ /Ср/	2	3		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.3	Химическое равновесие в двухкомпонентных системах. Фазовые диаграммы. Построение и интерпретация фазовых диаграмм. /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3	работа в группах		
4.4	Построение диаграммы плавкости системы нафталин-дифениламин /Лаб/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	работа в группах		
4.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Применение правила рычага к решению практических задач /Ср/	2	8		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Чтение диаграммы "железо-цементит". построение кривых охлаждения, решение задач. /Ср/	2	7		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 5. Основы статистической термодинамики.</b>							



5.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: 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. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
5.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Статистический расчет молярной теплоемкости. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
5.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Решение задач по статистической термодинамике Гиббса и Больцмана. /Ср/	2	7		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
5.4	/Др/	2	0		Л1.1 Л1.3			
5.5	/Зачёт/	2	0		Л1.1 Л1.3			
<b>Раздел 6. Электрохимия</b>								
6.1	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/	2	2		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/	2	6		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

6.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Удельная и эквивалентная электропроводности и их зависимость от концентрации. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Числа переноса. Практическое использование измерения электропроводности /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
6.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электродвижущие силы. Возникновение разности потенциалов на границе раздела фаз. Двойной электрический слой. Термодинамика гальванического элемента. Типы электродов. Электродные потенциалы. Стандартные потенциалы. Ряд напряжений. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
6.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Типы гальванических элементов: химические, концентрационные. Диффузионный потенциал. Определение термодинамических параметров путем измерения ЭДС. Кинетика электродных процессов. Электролиз. Поляризация. Перенапряжение /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
6.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электрохимия. Электропроводность электролитов /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
6.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Электрохимия. ЭДС гальванического элемента. Расчет термодинамических величин методом ЭДС /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.1 Э1 Э2 Э3			
6.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Основы теории электролитической диссоциации /Ср/	2	6		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
6.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Теоретические основы работы гальванических элементов. /Ср/	2	6		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

6.10	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы процессов окисления-восстановления. /Ср/	2	7		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 7. Диффузия</b>							
7.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Явления переноса в газах, твердых телах, жидкостях. Теория диффузии. Законы Фика. Связь коэффициентов диффузии с подвижностью. Механизм диффузии в твердых телах и жидкостях /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
7.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Диффузия. Расчет коэффициента диффузии. Вязкость /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
7.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:роль процесса диффузии в производственных процессах. /Ср/	2	8		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 8. Поверхностные явления и адсорбция</b>							
8.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: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. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
8.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: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 /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

8.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Адсорбция. Расчет коэффициента адсорбции. Графический метод определения адсорбции /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
8.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Поверхностное натяжение. Уравнение Шишковского. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
8.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Адсорбция методы расчета коэффициента адсорбции. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
8.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Расчет поверхностного натяжения. Задачи по уравнению Шишковского. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
8.7	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Теоретические основы гетерогенных реакций /Ср/	2	8		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
8.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Влияние скорости адсорбции на скорость технологических процессов. /Ср/	2	8		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
8.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Способы повышения и понижения поверхностного натяжения. Связь поверхностного натяжения и адсорбции. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 9. Химическая кинетика и катализ</b>							
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/	2	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

9.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Методы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных соударений. Цепные реакции /Ср/	2	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 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/	2	10		Л1.1 Л1.2 Л1.3 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/	2	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
9.5	Катализ. Общие свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основные теории катализа /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
9.6	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Химическая кинетика. Расчет константы скорости и порядка реакции. Графический метод /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3			
9.7	Кинетика. Энергия активации, влияние температуры на скорость реакции. Кинетика сложных реакций /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
9.8	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:выражение скорости реакции на основе закона действующих масс. Определение порядка реакции /Ср/	2	5		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

9.9	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Применение катализаторов в промышленности. Основы биологического ферментативного катализа. Старение твердых катализаторов. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 10. Термодинамика необратимых процессов</b>							
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/	2	8		Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3			
10.2	Определение скорости реакции йодирования ацетона /Лаб/	2	2		Л1.1 Л1.3Л3.2 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 11. Молекулярные спектры</b>							
11.1	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: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 /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
11.2	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Характеристика методов спектрального анализа /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
11.3	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Строение вещества. Энергетическая схема строения атома /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
11.4	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas:Атомные и молекулярные спектры. Контрольная работа № 2 /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			

11.5	Самостоятельное изучение учебного материала в LMS Canvas: Роль молекулярной спектроскопии в развитии промышленного производства. /Ср/	2	2		Л1.1 Л1.3 Э1 Э2 Э3			
11.6	/Др/	2	0		Л1.1 Л1.3			
11.7	/Экзамен/	2	13		Л1.1 Л1.3			

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Форма аттестации - экзамен(УК-7.2; ОПК-2.1; ПК-3.3)

Вопросы к экзамену

Раздел 1. Химическая термодинамика.

1. Основные понятия термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа.
2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Вычисление работы системы в процессах: изобарном, изохорном, изотермическом, адиабатическом.
3. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры.
4. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Теплоты образования, сгорания, агрегатных превращений, растворения, нейтрализации.
5. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
6. Процессы самопроизвольные, обратимые и необратимые. Термодинамическая вероятность. Равновесие как наиболее вероятное состояние системы.
7. Аналитическое выражение и формулировка второго закона термодинамики. Энтропия как мера вероятности. Вычисление изменения энтропии в различных процессах.
8. 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.
9. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

Раздел 2. Химическое равновесие

1. Константа равновесия и способы ее выражения. Расчет состава равновесной смеси и выхода продукта.
2. Химические реакции в гетерогенных системах. Константа равновесия гетерогенной реакции.
3. Расчет равновесий по таблицам стандартных значений термодинамических функций.

Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах

1. Основные понятия: фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
2. Диаграмма состояния однокомпонентной системы.
3. Кривые охлаждения. Диаграммы двухкомпонентных систем: с постоянной эвтектикой; с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии; с образованием устойчивых и неустойчивых химических соединений.

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. Удельная и эквивалентная электропроводности и их зависимость от концентрации. Подвижность ионов. Закон Кольрауша. Числа переноса. Практическое использование измерения электропроводности.

6.2. Электродвижущие силы. Возникновение разности потенциалов на границе раздела фаз. Двойной электрический слой. Термодинамика гальванического элемента. Типы электродов. Электродные потенциалы. Стандартные потенциалы. Ряд напряжений. Типы гальванических элементов: химические, концентрационные. Диффузионный потенциал. Определение термодинамических параметров путем измерения ЭДС. Кинетика электродных процессов. Электролиз. Поляризация. Перенапряжение.

Раздел 7. Диффузия

Явления переноса в газах, твердых телах, жидкостях. Теория диффузии. Законы Фика. Связь коэффициентов диффузии с подвижностью. Механизм диффузии в твердых телах и жидкостях. Эффект Киркендала. Анализ Даркена.

Раздел 8. Поверхностные явления и адсорбция

Основные определения. Влияние поверхностного слоя на термодинамические свойства гетерогенных систем. Адсорбция газов на твердых поверхностях. Теория адсорбция Лангмюра. Адсорбция из смеси газов. Адсорбция из растворов. Молекулярная и активированная адсорбция. 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.

Раздел 9. Химическая кинетика и катализ

6.1. Кинетика гомогенных реакций. Скорость реакции. Молекулярность и порядок реакции. Закон действия масс и кинетические уравнения реакции. Константа скорости. Реакции первого, второго и третьего порядка. Методы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных соударений. Цепные реакции.

6.2. 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. Кинетика кристаллизации. Современная теория образования зародыша. Теория флуктуации. Термодинамические условия возникновения сферического зародыша.

6.3. Катализ. Общие свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Гетерогенный катализ. Основные теории катализа.



**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Вопросы к промежуточной аттестации (3 семестр)(УК-7.2; ОПК-2.1; ПК-3.3):

**Раздел 1. Химическая термодинамика.**

1. Основные понятия термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота, работа.
2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Вычисление работы системы в процессах: изобарном, изохорном, изотермическом, адиабатическом.
3. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры.
4. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Теплоты образования, сгорания, агрегатных превращений, растворения, нейтрализации.
5. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа.
6. Процессы самопроизвольные, обратимые и необратимые. Термодинамическая вероятность. Равновесие как наиболее вероятное состояние системы.
7. Аналитическое выражение и формулировка второго закона термодинамики. Энтропия как мера вероятности. Вычисление изменения энтропии в различных процессах.
8. 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.
9. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клаузиса-Клапейрона.

**Раздел 2. Химическое равновесие**

1. Константа равновесия и способы ее выражения. Расчет состава равновесной смеси и выхода продукта.
2. Химические реакции в гетерогенных системах. Константа равновесия гетерогенной реакции.
3. Расчет равновесий по таблицам стандартных значений термодинамических функций.

**Раздел 3. Теория растворов**

1. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема.
2. Идеальные растворы. Разбавленные растворы. Законы разбавленных растворов.
3. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Растворимость газов в металлах. Закон Рауля.
4. Закон распределения.
5. Реальные растворы. Термодинамическая активность.

**Раздел 4. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах**

1. Основные понятия: фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
2. Диаграмма состояния однокомпонентной системы.
3. Кривые охлаждения. Диаграммы двухкомпонентных систем: с пстой эвтектикой; с ограниченной и неограниченной растворимостью в твердом состоянии; с образованием устойчивых и неустойчивых химических соединений.

**Раздел 5. Основы статистической термодинамики**

1. Фазовое пространство. Закон распределения Больцмана.
2. Распределение молекул газа по импульсам и координатам.
3. Закон распределения энергии по степеням свободы. Квантовая теория теплоемкости.
4. Вычисление термодинамических функций и константы равновесия с использованием сумм состояний.

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

Экзаменационный билет №0(УК-7.2; ОПК-2.1; ПК-3.3)

- Сравните формулы выражения закона Рауля для растворов неэлектролитов и электролитов. Поясните физический смысл изотонического коэффициента.
- Сформулируйте основной постулат формальной кинетики. Для уравнения  $A + 2B = 3D + C$  запишите выражение скорости прямой реакции, определите общий порядок реакции.
- Чистая вода кипит при температуре 373К. При какой температуре будет кипеть раствор хлорида кальция, содержащий 3,291г в 100 г воды. Эбуллиоскопическая постоянная воды равна 0,516, степень диссоциации хлорида кальция 0,68.

Примерный билет домашней работы № 1(УК-7.2; ОПК-2.1; ПК-3.3)

Термодинамический анализ реакции

1. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ

1.1. Исследование 1

Для реакции: ... (см. вариант задания)  
выполнить следующее:

1.1.1. Составить уравнение зависимости от температуры величины  $\Delta G = f(T)$ , теплового эффекта  $\Delta H = f(T)$  и изменения энтропии  $\Delta S = f(T)$ .

1.1.2. Вычислить величины  $\Delta G$  при температурах:

... К. Полученные значения использовать при построении графиков в координатах  $\Delta G - T$ ;  $\Delta H - T$ ;  $\Delta S - T$ ;  $\ln K_p - T$ ; и  $-1/T$ .

1.1.3. Дать термодинамический анализ реакции на основании полученных результатов.

1.1.4. Пользуясь графиком  $\ln K_p - 1/T$ , вывести приближенное уравнение вида  $\ln K_p = A/T + B$ , где A, B – постоянные и оценить среднее значение теплового эффекта реакции в изученном интервале температур..

1.2. Исследование 2

1.2.1. Используя правило фаз Гиббса, для рассматриваемой системы определить количества фаз, независимых компонентов и число степеней свободы.

1.2.2. Установить направление смещения состояния равновесия рассматриваемой системы при:

- увеличении давления (постоянная температура);
- увеличении температуры (постоянное давление).

Примерный билет домашней работы № 2(УК-7.2; ОПК-2.1; ПК-3.3)

Тема: Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.

Вычертите диаграмму состояния системы А-В в координатах температура – состав (массовая доля В). Диаграмму выберите соответственно варианту.

- Укажите, какие химические соединения есть в системе, их число, характер плавления, химический состав.
- Отметьте линии ликвидуса, солидуса. Определите поля устойчивости фаз.
- Укажите, есть ли в системе линии безвариантных равновесий, и каким температурам они отвечают. Определите составы равновесных фаз и напишите уравнения превращений, протекающих при отводе тепла при каждой из указанных температур, отвечающих безвариантным равновесиям.
- Проследите за изменением фазового состояния сплавов, содержащих а и б (масс.%) вещества В соответственно при понижении температуры от  $t_1$  до  $t_2$ .
- Изобразите справа от диаграммы с одинаковым масштабом по температуре и произвольным по времени схематический вид охлаждения этих сплавов.
- Рассчитайте массу жидкой фазы и количества вещества В в ней, если общая масса сплава N кг, температура  $t_3$ , а суммарное содержание В в смеси фаз составляет в (в масс.%).

Зачет и экзамен может быть проведен дистанционно в системе LMS Canvas в виде тестирования (УК-7.2; ОПК-2.1; ПК-3.3)

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

Критерии оценки экзамена, проводимого в дистанционной форме в LMS Canvas

85 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

70 ≤ Процент верных ответов < 84 - хорошо

50 ≤ Процент верных ответов < 69 – удовлетворительно

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.	Физическая химия: Учебник		М.: Металлургия, 2001,
Л1.2	В.В. Буданов, Т.Н. Ломова, В.В. Рыбкин	Химическая кинетика: учебное пособие		Лань, 2014,
Л1.3	К.С. Пономарева, В. Г. Гугля, Г.С. Никольский	Сборник задач по физической химии: учебно-методическое		М.: МИСИС, 2007,

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Б.С. Бокштейн, М.И. Менделлев	Краткий курс физической химии: учебно-методическая		М.: МИСИС, 2002,

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	В.И. Грызунов, Л.Ф. Серженко, В.А. Шамова	Сборник задач по физической химии: учебно-методическая		М.: Учеба, 2003,
Л3.2	В.И. Грызунов, Л.Ф. Серженко	Физическая химия: лабораторный практикум		Новотроицк, 2000,
Л3.3	Е.В. Нефедова	Физическая химия Ч.1. Химическая термодинамика: лабораторный практикум		НФ НИТУ "МИСиС", 2012, <a href="http://elibrary.misis.ru">http://elibrary.misis.ru</a> ; <a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>

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

Э1	НФ НИТУ "МИСиС"	<a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>
Э2	КиберЛенинка	<a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
Э3	Российская научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения****6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Для успешного освоения курса «Физическая химия» необходимо посещать все виды учебных занятий (лекции, практики, лабораторные работы и консультации) и выполнять следующие правила обучения:

1. На лекцию следует приходить без опозданий, подготовленным, предварительно выучив материал предыдущей лекции. Если даже после Вашей предварительной подготовки у Вас возникают трудности в понимании материала, необходимо задавать вопросы лектору по ходу объяснения.
2. На практическое занятие следует приходить подготовленным: с тетрадью для практических работ, задачником, тетрадью для лекций. Предварительно следует выучить теоретический материал по теме практического занятия, быть готовым к самостоятельной работе. В случае пропуска практического занятия – ознакомьтесь с решенными задачами самостоятельно или при помощи своих товарищей. Помните, что подобные задачи Вам надо научиться решать, чтобы, во-первых, защитить лабораторные работы; во-вторых, решить контрольную работу; в-третьих – получить зачет.
3. На лабораторную работу следует приходить подготовленным: с лабораторным журналом и халатом. Вам также могут потребоваться карандаш, линейка, инженерный калькулятор. Помните, что своевременное выполнение и защита лабораторных работ – Ваш допуск к зачету. Согласно списку лабораторных работ, следует своевременно, то есть до лабораторной работы оформлять лабораторный журнал. Помните, что лабораторные работы проводятся по скользящему графику, поэтому описывать их в журнале следует попарно, например 1 и 2; затем 3 и 4. Преподаватель оставляет за собой право не допустить Вас к работе, если Вы пришли не подготовленным!

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для

осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas. Он доступен по URL адресу <https://lms.misis.ru/enroll/E8333T> и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке ... Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;

2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;

3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;

4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Экономика\_Иванов\_И.И.\_БМТ-19\_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);

- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams.

Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;

- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.