

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физическая химия

Закреплена за кафедрой
 Направление подготовки
 Профиль

Базовых дисциплин
 22.03.02 Metallurgy
 Metallurgy of black metals

Квалификация **бакалавр**
 Форма обучения **очная**
 Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108 Формы контроля в семестрах:
 в том числе: зачет с оценкой 4
 аудиторные занятия 27
 самостоятельная работа 81

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	9	9	9	9
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	27	27	27	27
Контактная работа	27	27	27	27
Сам. работа	81	81	81	81
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.х.н., Доцент, Плехович С.Д.

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 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-25.plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС"
26.12.2024, протокол № 4-24

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Базовых дисциплин

Протокол от 14.05.2025 г., №9

Зав. кафедрой Кандидат технических наук Т.Н. Уснунц-Кригер _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	- ознакомление с основными понятиями, методами и законами термодинамики, их применением к рассмотрению равновесий химических реакций, фазовых равновесий и электрохимическим явлениям
1.2	- изучение основных законов и понятий кинетики, основных экспериментальных и теоретических подходов к описанию кинетических процессов
1.3	- освоение практических навыков использования физико-химических основ в нанотехнологиях и наноэлектронике

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Основы металлургии	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Теория обработки металлов давлением	
2.2.4	Термическая обработка металлопродукции	
2.2.5	Моделирование процессов и объектов в металлургии	
2.2.6	Основы технологических процессов пластической обработки и формовки	
2.2.7	Основы автоматизации процессов обработки металлов давлением	
2.2.8	Физические основы процессов пластической деформации	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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

УК-1.3: Выбирает оптимальный вариант решения задачи с использованием соответствующих методов

Знать:

УК-1.3-31 методы определения термодинамических свойств растворов

УК-1.3-32 знать, как вычислять скорости химических реакций по экспериментальным данным и выполнять расчеты параметров кинетического уравнения

Уметь:

УК-1.3-У6 методы формальной кинетики при анализе химических превращений веществ

УК-1.3-У5 выполнять термодинамические расчеты электрохимическими методами

УК-1.3-У4 строить и читать диаграммы фазовых равновесий

УК-1.3-У7 вычислять энергию активации для химических реакций и находить температурную зависимость скорости химической реакции

УК-1.3-У2 вычислять термодинамические функции для различных процессов

УК-1.3-У1 применять методы термодинамики при анализе химических превращений веществ

УК-1.3-У3 выполнять расчеты химических равновесий

Владеть:

УК-1.3-В7 методами описания гетерогенных химических реакций и определять лимитирующую стадию процесса

УК-1.3-В1 методологией применения методов химической термодинамики к рассмотрению и анализу физико-химических процессов

УК-1.3-В2 навыками применения законов термодинамики и следствий из них вытекающих к анализу химических и фазовых равновесий, определения направления химических процессов в зависимости от условий их проведения, расчета выхода химических реакций

УК-1.3-В3 методами описания термодинамических свойств идеальных и реальных растворов и их применения для

расчетов химических равновесий в растворах						
УК-1.3-В4 методами анализа фазовых равновесий						
УК-1.3-В5 электрохимическими методами изучения химических равновесий, уметь применять их для анализа работы химических источников тока						
УК-1.3-В6 законами диффузии для анализа процессов массопереноса вещества						
УК-1.3-В8 методами описания твердофазных химических реакций						
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	Раздел 1. Введение. Первый закон термодинамики					
1.1	Основные понятия и определения. Математическая формулировка первого закона термодинамики /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.2	Внутренняя энергия и энтальпия. Применение первого закона термодинамики к простейшим процессам /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Зависимости внутренней энергии и энтальпии от параметров состояния /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
1.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 2. Применение первого закона термодинамики к химическим процессам. Второй закон термодинамики					
2.1	Термохимия. Закон Гесса /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Зависимость теплоты химической реакции от температуры /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.3	Обратимые процессы /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
2.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 3. Энтропия					
3.1	Определение направления процессов в изолированной системе /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.2	Вычисление энтропии при различных процессах /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.3	Статистическая интерпретация понятия энтропии /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
3.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 4. Функции состояния энергия Гиббса и энергия Гельмгольца					
4.1	Критерии определения направления процессов в неизолированных системах /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Критерии определения направления процессов в неизолированных системах /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

4.3	Зависимость энергии Гиббса и энергии Гельмгольца от параметров состояния /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
4.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	3	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 5. Расчеты химических равновесий					
5.1	Изотерма Вант-Гоффа /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Константа равновесия химической реакции /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.3	Расчет выхода химической реакции /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
5.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 6. Третий закон термодинамики					
6.1	Тепловая теорема Нернста /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.2	Вычисление абсолютных значений энтропии /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.3	Применение третьего закона термодинамики для расчетов равновесий /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
6.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 7. Теория растворов					
7.1	рПарциальные молярные величины. Бесконечно разбавленные растворы /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.2	Законы Генри и Рауля /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.3	Выбор стандартного состояния /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
7.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 8. Реальные растворы					
8.1	Активность. Применения активности для расчетов равновесий в растворах /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.2	Методы определения активности /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
8.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 9. Фазовые равновесия					
9.1	Правило фаз. Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентных систем /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
9.2	Экспериментальные методы построения диаграмм состояния. Принципы термодинамического расчета диаграмм состояния /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

9.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 10. Применение термодинамики к электрохимическим процессам					
10.1	Термодинамика гальванического элемента. Активность компонентов в растворах электролитов, методы ее определения /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
10.2	Электродные потенциалы. Определение термодинамических величин электрохимическими методами /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
10.3	Самостоятельное изучение материала и подготовка к экзамену /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 11. Формальная химическая кинетика					
11.1	Кинетика; химическая кинетика, скорость реакции /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
11.2	Кинетическое уравнение и порядок реакции /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
11.3	Самостоятельное изучение материала. Методы определения порядка реакции /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 12. Кинетика вблизи равновесия. Зависимость скорости реакции от температуры					
12.1	Кинетика и равновесие /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
12.2	Зависимость скорости реакции от температуры /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
12.3	Теория переходного состояния (теория абсолютных скоростей реакций) /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
12.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 13. Кинетика сложных реакций					
13.1	Кинетика параллельных и последовательных реакций /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
13.2	Автокаталитические реакции в открытых системах /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
13.3	Цепные реакции /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
13.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 14. Диффузия					
14.1	Диффузия – общее описание /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
14.2	2-ое уравнение диффузии, основные решения /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
14.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

	Раздел 15. Механизмы диффузии в твердых телах					
15.1	Модель случайных блужданий /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.2	Механизмы диффузии в кристаллах /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.3	Диффузия в многофазных системах /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
15.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 16. Кинетика гетерогенных процессов					
16.1	Общие понятия гетерогенной кинетики /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
16.2	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
16.3	Процессы последовательного и параллельного массопереноса и химической реакции /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
16.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 17. Поверхностные явления					
17.1	Поверхности раздела фаз, их характеристики /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.2	Теория Лангмюра /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.3	Эффективная поверхность. Полимолекулярная адсорбция /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
17.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	3	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 18. Фазовые переходы 1-го рода					
18.1	Критический размер зародышей /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
18.2	Скорость зарождения центров и линейная скорость роста /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
18.3	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	4	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 19. Фазовые превращения 2-го рода. Теория электролитов					
19.1	Фазовые превращения 2-го рода /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.2	Теория электролитов. Положения теории Аррениуса /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
19.3	Теория электролитов. Определение степени диссоциации /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

19.4	Самостоятельное изучение материала /Ср/	4	3	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 20. Электродные процессы. Общее заключение					
20.1	Электродные процессы /Лек/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.2	Электрохимия окислительно-восстановительных процессов /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.3	Термодинамика электродных процессов /Пр/	4	0,5	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	
20.4	Самостоятельное изучение материала и подготовка к зачету /Ср/	4	8	УК-1.3	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Предмет, задачи и методы физической химии. Основные разделы физической химии.
2. Термодинамическая система. Классификация термодинамических систем. Интенсивные и экстенсивные свойства. Параметры и функции состояния.
3. Равновесные, стационарные и переходные состояния. Термодинамический процесс. Изобарные, изотермические, изохорные и адиабатические процессы.
4. Работа и теплота. Первое начало термодинамики для различных процессов в системе идеального газа.
5. Закон Гесса. Теплосодержание веществ. Зависимость теплоты процесса от температуры.
6. Равновесные и неравновесные процессы. Максимальная работа процесса. Полезная работа.
7. Энтропия. Второе и третье начала термодинамики. Абсолютная и стандартная энтропия.
8. Энергия Гельмгольца и Гиббса. Термодинамические потенциалы.
9. Химический потенциал. Уравнение изотермы химической реакции. Термодинамические условия достижения и состояния химического равновесия.
10. Термодинамическое обоснование принципа Ле-Шателье-Брауна.
11. Фаза. Число общих и независимых компонентов. Фазовое равновесие и условия его существования. Правило фаз Гиббса.
12. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
13. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Значение фазовых диаграмм для фармацевтики.
14. Растворы. Коллигативные свойства растворов и их использование для определения молярной массы вещества.
15. Жидкие смеси с неограниченной растворимостью компонентов. Диаграммы «состав - давление пара» и «состав - температура кипения». Первый закон Коновалова.
16. Идеальные и реальные растворы. Смеси с положительным и отрицательным отклонением.
17. Разделение жидких смесей. Простая перегонка, фракционная перегонка, ректификация.
18. Азеотропные смеси. Второй закон Коновалова. Методы разделения азеотропных смесей.
19. Бинарные системы с ограниченной растворимостью. Взаимонерастворимые жидкости. Теоретические основы перегонки с водяным паром.
20. Трехкомпонентные системы. Закон распределения Нернста-Шилова. Термодинамическая константа распределения, коэффициент распределения. Однократная и дробная экстракция.
21. Растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Теория Дебая-Хюккеля и её приближения.
22. Проводники второго рода. Скорость движения ионов и подвижность ионов. Электрическая проводимость и эквивалентная электропроводность. Предельная эквивалентная электропроводность.
23. Зависимость электрической проводимости от различных факторов. Теория электрической проводимости растворов Дебая-Онзагера. Электропроводность неводных растворов.
24. Электродные процессы и электродные потенциалы. Электродвижущая сила реакции. Измерение электродных потенциалов.
25. Окислительно-восстановительные электроды и окислительно-восстановительные потенциалы. Химические источники тока. Классификация электродов.
26. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.
27. Предмет химической кинетики. Закон действующих масс для скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Константа скорости химической реакции. Период полупревращения. Методы определения порядка реакции.
28. Правило Вант-Гоффа. Ускоренный метод определения сроков годности лекарственных препаратов. Уравнение Аррениуса. Теория активных бинарных столкновений. Теория переходного состояния.
29. Обратимые, параллельные, последовательные и сопряжённые реакции.
30. Цепные, фотохимические и каталитические реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

31. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Зависимость поверхностного натяжения от температуры, природы фаз и концентрации вещества.

32. Адсорбция на жидкой поверхности. Абсолютная и гиббсовская адсорбция. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Уравнение Шишковского.

33. Адсорбция на твердой поверхности и факторы, влияющие на неё. Правила Шилова и Ребиндера. Уравнения Лэнгмюра и Фрейндлиха.

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

По разделу 1,2,3 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 «Задача законы термодинамики»
 По разделу 4,5,6 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2 «Задача на расчет энергии Гиббса»
 По разделу 7,8,9,10 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №3 «Задача на растворы»
 По разделу 11,12,13 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №4 «Задача на кинетику химической реакции»
 По разделу 14,15 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №5 «Задача на диффузию»
 По разделу 16, 17 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №6 «Задача на поверхностные явления»
 По разделу 18,19 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №7 «Задача на фазовые переходы»
 По разделу 20 – КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №8 «Задача на электродные процессы»

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

экзамен не предусмотрен

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

Методика оценивания:

Оценка «зачтено» – разделы индивидуального задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка «не зачтено» – разделы индивидуального задания выполнены не в полном объеме, имеются недочеты в оформлении заданий.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Капуткина Н.Е.	Физическая химия. Раздел: Термодинамика: Учебное пособие	Методические пособия	Москва, 2001

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кудряшева Н.С. Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г.	Физическая химия: учебник	Электронный каталог	Москва Юрайт, 2012

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Астахов М.В., Зайцев А.К	Методические указания для выполнения домашних заданий по курсу "Физическая химия": Методические указания	Методические пособия	Москва, 1986

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека https://elibrary.ru	https://elibrary.ru
Э2	Электронная библиотека МИСиС http://lib.misis.ru	http://lib.misis.ru

Э3	ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru	http://biblioclub.ru
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	Microsoft Office	
П.2	Microsoft Teams	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	Научная электронная библиотека https://elibrary.ru	
И.2	Электронная библиотека МИСиС http://lib.misis.ru	
И.3	ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru	
И.4	Российская платформа открытого образования http://openedu.ru	
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
12	Физическая химия	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
33	Физическая химия	Мини-экспресс-лаборатория для учебных экологических исследований "Пчелка-У", Многофункциональный
8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ		
Объем знаний, которые необходимо усвоить при изучении учебной дисциплины, определяется федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС), который определяет государственные требования к минимуму содержания знаний и уровню подготовки выпускника по дисциплине. Образовательные результаты освоения дисциплины, соответствующие определенным компетенциям согласно ФГОС, приведены в начале настоящей программы. Содержание тем учебной дисциплины и тем практических занятий приведены в программе. Этим определяются минимальные знания, которые студент должен демонстрировать после изучения дисциплины. Итоговым контролем по дисциплине является зачет с оценкой. Зачет проводится аудиторно по вопросам. Для успешной подготовки к итоговому контролю предлагается выполнить следующие мероприятия: систематически прорабатывать лекционный материал при подготовке к практическим занятиям; выполнить практические работы по всем темам дисциплины (выполнение практических работ предусматривает заполнение отчетов, которые составляются в электронном виде); защитить практические работы по всем темам дисциплины. Защита проводится в виде собеседования		