

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Лапин Вячеслав Александрович
 Должность: Директор
 Дата подписания: 16.08.2026 17:16:27
 Уникальный программный ключ:
 df48b51be157e2f6cf8adf83bc04ff59a6aeacac

Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования «Технический университет УГМК»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ФИЗИКО- ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ Физическая химия

Закреплена за кафедрой	металлургии
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallurgy Направленность (профиль) Metallurgy цветных металлов
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
Неделя	13 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	28	28	28	28
Лабораторные	28	28	28	28
Практические	32	32	32	32
Консультации	2	2	2	2
Итого ауд.	88	88	88	88
Контактная работа	90	90	90	90
Сам. работа	27	27	27	27
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Разработчик программы:

канд. хим. наук, доц. кафедры, Семенова Наталья Сергеевна

Рабочая программа дисциплины

Физическая химия

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallurgy Направленность (профиль) Metallurgy цветных металлов

утвержденного учёным советом вуза от 18.10.2023 протокол № 10.

Год начала подготовки: 2024

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

1. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	
ИОПК-1.1:	Знает: физико-химические основы и методы математического моделирования металлургических процессов получения цветных металлов
ИОПК-1.2:	Умеет: выявлять причины несоответствия параметров технологического процесса, прогнозировать поведение процесса на основе математических моделей
ИОПК-1.3:	Владеет: навыками математического анализа и моделирования

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

1.1	Знать:
1.1.1	1. Законы термодинамики и теплоемкости, параметры состояния системы, уравнения реакции, скорость химической реакции, методы определения состояния вещества.
1.1.2	2. Основные методы расчета при решении инженерных задач.
1.2	Уметь:
1.2.1	1. Проводить расчеты термодинамики и теплоемкости химической реакции, параметров состояния системы, скорости химической реакции в различных условиях, режимы химических реакций.
1.2.2	2. Формулировать инженерные задачи.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 1. Первый закон термодинамики и его применение к расчету тепловых эффектов			0	
1.1	Предварительные сведения и определения термодинамического метода. Система, состояние системы и параметры ее состояния. Экстенсивные и интенсивные свойства системы, изменение свойств системы. Трактовка понятий "работа" и "теплота" как характеристик процесса. Первый закон термодинамики. Формулировка и уравнения первого закона термодинамики для круговых и некруговых процессов. Частные случаи первого закона термодинамики. Тепловые эффекты Q_p и Q_v . Определение тепловых эффектов и их связь с изменением внутренней энергии и энтальпии системы. Закон Гесса и его применение. Теплоемкость и зависимость ее от температуры. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры в дифференциальной и интегральной формах. Связь между Q_p и Q_v . /Лек/	3	4	0	
1.2	Предварительные сведения и определения термодинамического метода. Система, состояние системы и параметры ее состояния. Экстенсивные и интенсивные свойства системы, изменение свойств системы. Трактовка понятий "работа" и "теплота" как характеристик процесса. Первый закон термодинамики. Формулировка и уравнения первого закона термодинамики для круговых и некруговых процессов. Частные случаи первого закона термодинамики. Тепловые эффекты Q_p и Q_v . Определение тепловых эффектов и их связь с изменением внутренней энергии и энтальпии системы. Закон Гесса и его применение. Теплоемкость и зависимость ее от температуры. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры в дифференциальной и интегральной формах. Связь между Q_p и Q_v . /Пр/	3	4	0	

1.3	Предварительные сведения и определения термодинамического метода. Система, состояние системы и параметры ее состояния. Экстенсивные и интенсивные свойства системы, изменение свойств системы. Трактовка понятий "работа" и "теплота" как характеристик процесса. Первый закон термодинамики. Формулировка и уравнения первого закона термодинамики для круговых и некруговых процессов. Частные случаи первого закона термодинамики. Тепловые эффекты Q_p и Q_v . Определение тепловых эффектов и их связь с изменением внутренней энергии и энтальпии системы. Закон Гесса и его применение. Теплоемкость и зависимость ее от температуры. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры в дифференциальной и интегральной формах. Связь между Q_p и Q_v . /Ср/	3	2	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 2. Второй закон термодинамики и его применение к определению направленности процессов			0	
2.1	Второй закон термодинамики и границы его применимости. Направленность макроскопических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность и энтропия. Связь изменения энтропии с теплотой процесса. Определение направления процессов и условий равновесия по изменению энтропии в адиабатических условиях. Зависимость энтропии от объема, давления и температуры системы. Изменение энтропии при фазовых переходах чистых веществ и в химических реакциях. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца (F) и энергия Гиббса (G). Определение направления процессов и условий равновесия по изменению энергии Гиббса или энергии Гельмгольца. Связь F и G с работой обратимого процесса. Зависимость энергии Гиббса от температуры и давления. Фугитивность. /Лек/	3	4	0	
2.2	Второй закон термодинамики и границы его применимости. Направленность макроскопических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность и энтропия. Связь изменения энтропии с теплотой процесса. Определение направления процессов и условий равновесия по изменению энтропии в адиабатических условиях. Зависимость энтропии от объема, давления и температуры системы. Изменение энтропии при фазовых переходах чистых веществ и в химических реакциях. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца (F) и энергия Гиббса (G). Определение направления процессов и условий равновесия по изменению энергии Гиббса или энергии Гельмгольца. Связь F и G с работой обратимого процесса. Зависимость энергии Гиббса от температуры и давления. Фугитивность. /Пр/	3	4	0	

2.3	Второй закон термодинамики и границы его применимости. Направленность макроскопических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Статистический характер второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность и энтропия. Связь изменения энтропии с теплотой процесса. Определение направления процессов и условий равновесия по изменению энтропии в адиабатических условиях. Зависимость энтропии от объема, давления и температуры системы. Изменение энтропии при фазовых переходах чистых веществ и в химических реакциях. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца (F) и энергия Гиббса (G). Определение направления процессов и условий равновесия по изменению энергии Гиббса или энергии Гельмгольца. Связь F и G с работой обратимого процесса. Зависимость энергии Гиббса от температуры и давления. Фугитивность. /Ср/	3	2	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 3. Химическое равновесие			0	
3.1	Химическое сродство. Стандартные состояния вещества. Изменение энергии Гиббса при переходе веществ из стандартного состояния в произвольно заданное. Активность вещества. Изменение стандартной энергии Гиббса в химической реакции. Связь между стандартным и нестандартным изменением энергии Гиббса. Уравнение изотермы реакции и определение направления реакции в заданных условиях. Константа равновесия реакции. Способы выражения констант равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары химической реакции). Расчет константы равновесия химической реакции при различных температурах. Принцип смещения равновесия при внешнем воздействии на систему. /Лек/	3	4	0	
3.2	Химическое сродство. Стандартные состояния вещества. Изменение энергии Гиббса при переходе веществ из стандартного состояния в произвольно заданное. Активность вещества. Изменение стандартной энергии Гиббса в химической реакции. Связь между стандартным и нестандартным изменением энергии Гиббса. Уравнение изотермы реакции и определение направления реакции в заданных условиях. Константа равновесия реакции. Способы выражения констант равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары химической реакции). Расчет константы равновесия химической реакции при различных температурах. Принцип смещения равновесия при внешнем воздействии на систему. /Пр/	3	4	0	

3.3	Химическое сродство. Стандартные состояния вещества. Изменение энергии Гиббса при переходе веществ из стандартного состояния в произвольно заданное. Активность вещества. Изменение стандартной энергии Гиббса в химической реакции. Связь между стандартным и нестандартным изменением энергии Гиббса. Уравнение изотермы реакции и определение направления реакции в заданных условиях. Константа равновесия реакции. Способы выражения констант равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары химической реакции). Расчет константы равновесия химической реакции при различных температурах. Принцип смещения равновесия при внешнем воздействии на систему. /Лаб/	3	6	0	
3.4	Химическое сродство. Стандартные состояния вещества. Изменение энергии Гиббса при переходе веществ из стандартного состояния в произвольно заданное. Активность вещества. Изменение стандартной энергии Гиббса в химической реакции. Связь между стандартным и нестандартным изменением энергии Гиббса. Уравнение изотермы реакции и определение направления реакции в заданных условиях. Константа равновесия реакции. Способы выражения констант равновесия. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары химической реакции). Расчет константы равновесия химической реакции при различных температурах. Принцип смещения равновесия при внешнем воздействии на систему. /Ср/	3	5	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 4. Третий закон термодинамики и расчет абсолютных значений энтропии			0	
4.1	Третий закон термодинамики. Формулировка третьего закона. Теплоемкость и энтропия при абсолютном нуле температуры. Вычисление абсолютного значения энтропии по теплоемкостям веществ и теплотам их фазовых превращений. /Лек/	3	2	0	
4.2	Третий закон термодинамики. Формулировка третьего закона. Теплоемкость и энтропия при абсолютном нуле температуры. Вычисление абсолютного значения энтропии по теплоемкостям веществ и теплотам их фазовых превращений. /Пр/	3	2	0	
4.3	Третий закон термодинамики. Формулировка третьего закона. Теплоемкость и энтропия при абсолютном нуле температуры. Вычисление абсолютного значения энтропии по теплоемкостям веществ и теплотам их фазовых превращений. /Ср/	3	2	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 5. Термодинамическая теория растворов			0	

5.1	Растворы. Определение. Способы выражения состава раствора. Парциальные свойства компонентов раствора и методы их определения. Основное уравнение для парциальных свойств. Теплоты растворения: дифференциальная и интегральная. Знаки теплот смешения и соотношение энергий одноименных и разноименных связей. Связь теплот растворения с теплотами агрегатных превращений и сольватации. Изменение энергии Гиббса при образовании раствора. Реальные растворы. Химический потенциал, активность и коэффициент активности компонента раствора. Способы выбора стандартного состояния компонента раствора. Пересчет активности и коэффициента активности компонента раствора с одного стандартного состояния на другое. Идеальные растворы. Закон Рауля. Парциально-мольные свойства компонентов в идеальных растворах. Изменение парциально-мольной энтропии и химического потенциала при переходе компонента в идеальный раствор. Активность компонента в идеальном растворе. Бесконечно разбавленные растворы. Законы Рауля и Генри. Активность растворителя и растворенного вещества в бинарном растворе. Нулевое приближение теории регулярных растворов. Экспериментальные методы определения активности компонентов раствора. Зависимость коэффициентов активности от состава раствора. Параметры взаимодействия при различных способах выражения состава. /Лек/	3	2	0	
5.2	Растворы. Определение. Способы выражения состава раствора. Парциальные свойства компонентов раствора и методы их определения. Основное уравнение для парциальных свойств. Теплоты растворения: дифференциальная и интегральная. Знаки теплот смешения и соотношение энергий одноименных и разноименных связей. Связь теплот растворения с теплотами агрегатных превращений и сольватации. Изменение энергии Гиббса при образовании раствора. Реальные растворы. Химический потенциал, активность и коэффициент активности компонента раствора. Способы выбора стандартного состояния компонента раствора. Пересчет активности и коэффициента активности компонента раствора с одного стандартного состояния на другое. Идеальные растворы. Закон Рауля. Парциально-мольные свойства компонентов в идеальных растворах. Изменение парциально-мольной энтропии и химического потенциала при переходе компонента в идеальный раствор. Активность компонента в идеальном растворе. Бесконечно разбавленные растворы. Законы Рауля и Генри. Активность растворителя и растворенного вещества в бинарном растворе. Нулевое приближение теории регулярных растворов. Экспериментальные методы определения активности компонентов раствора. Зависимость коэффициентов активности от состава раствора. Параметры взаимодействия при различных способах выражения состава. /Пр/	3	6	0	

5.3	Растворы. Определение. Способы выражения состава раствора. Парциальные свойства компонентов раствора и методы их определения. Основное уравнение для парциальных свойств. Теплоты растворения: дифференциальная и интегральная. Знаки теплот смешения и соотношение энергий одноименных и разноименных связей. Связь теплот растворения с теплотами агрегатных превращений и сольватации. Изменение энергии Гиббса при образовании раствора. Реальные растворы. Химический потенциал, активность и коэффициент активности компонента раствора. Способы выбора стандартного состояния компонента раствора. Пересчет активности и коэффициента активности компонента раствора с одного стандартного состояния на другое. Идеальные растворы. Закон Рауля. Парциально-мольные свойства компонентов в идеальных растворах. Изменение парциально-мольной энтропии и химического потенциала при переходе компонента в идеальный раствор. Активность компонента в идеальном растворе. Бесконечно разбавленные растворы. Законы Рауля и Генри. Активность растворителя и растворенного вещества в бинарном растворе. Нулевое приближение теории регулярных растворов. Экспериментальные методы определения активности компонентов раствора. Зависимость коэффициентов активности от состава раствора. Параметры взаимодействия при различных способах выражения состава. /Лаб/	3	6	0	
5.4	Растворы. Определение. Способы выражения состава раствора. Парциальные свойства компонентов раствора и методы их определения. Основное уравнение для парциальных свойств. Теплоты растворения: дифференциальная и интегральная. Знаки теплот смешения и соотношение энергий одноименных и разноименных связей. Связь теплот растворения с теплотами агрегатных превращений и сольватации. Изменение энергии Гиббса при образовании раствора. Реальные растворы. Химический потенциал, активность и коэффициент активности компонента раствора. Способы выбора стандартного состояния компонента раствора. Пересчет активности и коэффициента активности компонента раствора с одного стандартного состояния на другое. Идеальные растворы. Закон Рауля. Парциально-мольные свойства компонентов в идеальных растворах. Изменение парциально-мольной энтропии и химического потенциала при переходе компонента в идеальный раствор. Активность компонента в идеальном растворе. Бесконечно разбавленные растворы. Законы Рауля и Генри. Активность растворителя и растворенного вещества в бинарном растворе. Нулевое приближение теории регулярных растворов. Экспериментальные методы определения активности компонентов раствора. Зависимость коэффициентов активности от состава раствора. Параметры взаимодействия при различных способах выражения состава. /Ср/	3	2	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 6. Гетерофазные равновесия			0	

6.1	Общая характеристика гетерофазных равновесий. Определение фазы, числа компонентов и числа степеней свободы термодинамической системы. Вывод правила фаз и частные случаи его применения. Принцип расчета равновесного состава гетерогенных систем с несколькими химическими равновесиями. Фазовые превращения индивидуальных веществ. Зависимость температуры фазового перехода от давления. Зависимость давления насыщенного пара над конденсированным веществом от температуры и кривизны поверхности конденсированной фазы. Фазовые превращения с участием растворов. Связь между температурой начала кристаллизации растворителя из жидкого раствора и активностью растворителя. Температура начала кристаллизации растворителя из идеальных растворов. Равновесие твердого и жидкого идеальных растворов. Кристаллизация растворителя из бесконечно разбавленного раствора. Криоскопия. Определение молярной массы растворенного вещества и степени его диссоциации. Равновесие раствора с насыщенным паром. Состав равновесной газовой фазы. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Их зависимость от параметров состояния и концентрации раствора. /Лек/	3	2	0	
6.2	Общая характеристика гетерофазных равновесий. Определение фазы, числа компонентов и числа степеней свободы термодинамической системы. Вывод правила фаз и частные случаи его применения. Принцип расчета равновесного состава гетерогенных систем с несколькими химическими равновесиями. Фазовые превращения индивидуальных веществ. Зависимость температуры фазового перехода от давления. Зависимость давления насыщенного пара над конденсированным веществом от температуры и кривизны поверхности конденсированной фазы. Фазовые превращения с участием растворов. Связь между температурой начала кристаллизации растворителя из жидкого раствора и активностью растворителя. Температура начала кристаллизации растворителя из идеальных растворов. Равновесие твердого и жидкого идеальных растворов. Кристаллизация растворителя из бесконечно разбавленного раствора. Криоскопия. Определение молярной массы растворенного вещества и степени его диссоциации. Равновесие раствора с насыщенным паром. Состав равновесной газовой фазы. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Их зависимость от параметров состояния и концентрации раствора. /Пр/	3	4	0	

6.3	Общая характеристика гетерофазных равновесий. Определение фазы, числа компонентов и числа степеней свободы термодинамической системы. Вывод правила фаз и частные случаи его применения. Принцип расчета равновесного состава гетерогенных систем с несколькими химическими равновесиями. Фазовые превращения индивидуальных веществ. Зависимость температуры фазового перехода от давления. Зависимость давления насыщенного пара над конденсированным веществом от температуры и кривизны поверхности конденсированной фазы. Фазовые превращения с участием растворов. Связь между температурой начала кристаллизации растворителя из жидкого раствора и активностью растворителя. Температура начала кристаллизации растворителя из идеальных растворов. Равновесие твердого и жидкого идеальных растворов. Кристаллизация растворителя из бесконечно разбавленного раствора. Криоскопия. Определение молярной массы растворенного вещества и степени его диссоциации. Равновесие раствора с насыщенным паром. Состав равновесной газовой фазы. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Их зависимость от параметров состояния и концентрации раствора. /Лаб/	3	4	0	
6.4	Общая характеристика гетерофазных равновесий. Определение фазы, числа компонентов и числа степеней свободы термодинамической системы. Вывод правила фаз и частные случаи его применения. Принцип расчета равновесного состава гетерогенных систем с несколькими химическими равновесиями. Фазовые превращения индивидуальных веществ. Зависимость температуры фазового перехода от давления. Зависимость давления насыщенного пара над конденсированным веществом от температуры и кривизны поверхности конденсированной фазы. Фазовые превращения с участием растворов. Связь между температурой начала кристаллизации растворителя из жидкого раствора и активностью растворителя. Температура начала кристаллизации растворителя из идеальных растворов. Равновесие твердого и жидкого идеальных растворов. Кристаллизация растворителя из бесконечно разбавленного раствора. Криоскопия. Определение молярной массы растворенного вещества и степени его диссоциации. Равновесие раствора с насыщенным паром. Состав равновесной газовой фазы. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Их зависимость от параметров состояния и концентрации раствора. /Ср/	3	2	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 7. Основы физической химии поверхностных явлений			0	

7.1	Энергетические различия молекул в поверхностном слое и в объеме. Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностное натяжение растворов, поверхностно-активные вещества. Смачивание твердых тел жидкостями, угол смачивания, растекание. Работа когезии и адгезии фаз. Давление насыщенного пара над дисперсной частицей жидкости. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса и его применение к бинарным растворам. Зависимость адсорбции компонентов раствора от концентрации. /Лек/	3	2	0	
7.2	Энергетические различия молекул в поверхностном слое и в объеме. Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностное натяжение растворов, поверхностно-активные вещества. Смачивание твердых тел жидкостями, угол смачивания, растекание. Работа когезии и адгезии фаз. Давление насыщенного пара над дисперсной частицей жидкости. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса и его применение к бинарным растворам. Зависимость адсорбции компонентов раствора от концентрации. /Пр/	3	2	0	
7.3	Энергетические различия молекул в поверхностном слое и в объеме. Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностное натяжение растворов, поверхностно-активные вещества. Смачивание твердых тел жидкостями, угол смачивания, растекание. Работа когезии и адгезии фаз. Давление насыщенного пара над дисперсной частицей жидкости. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса и его применение к бинарным растворам. Зависимость адсорбции компонентов раствора от концентрации. /Лаб/	3	4	0	
7.4	Энергетические различия молекул в поверхностном слое и в объеме. Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностное натяжение растворов, поверхностно-активные вещества. Смачивание твердых тел жидкостями, угол смачивания, растекание. Работа когезии и адгезии фаз. Давление насыщенного пара над дисперсной частицей жидкости. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса и его применение к бинарным растворам. Зависимость адсорбции компонентов раствора от концентрации. /Ср/	3	4	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 8. Кинетика гомогенных химических реакций			0	

8.1	Скорость гомогенной химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Динамическая природа химического равновесия. Порядок и молекулярность реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ со временем для реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков. Период полупревращения. Методы определения порядка химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных столкновений. Энергия активации. Вероятностный (стерический) фактор. Экспериментальное определение энергии активации. Особенности мономолекулярных реакций, реакций в растворах. Реакции с участием свободных атомов и радикалов. Цепные реакции. Фотохимические реакции. Гомогенный катализ. Автокатализ. Основы теории переходного состояния. Поверхность потенциальной энергии и активный комплекс. Принципы расчета скорости реакции. Энергия и энтропия активации. /Лек/	3	4	0	
8.2	Скорость гомогенной химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Динамическая природа химического равновесия. Порядок и молекулярность реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ со временем для реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков. Период полупревращения. Методы определения порядка химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных столкновений. Энергия активации. Вероятностный (стерический) фактор. Экспериментальное определение энергии активации. Особенности мономолекулярных реакций, реакций в растворах. Реакции с участием свободных атомов и радикалов. Цепные реакции. Фотохимические реакции. Гомогенный катализ. Автокатализ. Основы теории переходного состояния. Поверхность потенциальной энергии и активный комплекс. Принципы расчета скорости реакции. Энергия и энтропия активации. /Пр/	3	4	0	
8.3	Скорость гомогенной химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Динамическая природа химического равновесия. Порядок и молекулярность реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ со временем для реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков. Период полупревращения. Методы определения порядка химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных столкновений. Энергия активации. Вероятностный (стерический) фактор. Экспериментальное определение энергии активации. Особенности мономолекулярных реакций, реакций в растворах. Реакции с участием свободных атомов и радикалов. Цепные реакции. Фотохимические реакции. Гомогенный катализ. Автокатализ. Основы теории переходного состояния. Поверхность потенциальной энергии и активный комплекс. Принципы расчета скорости реакции. Энергия и энтропия активации. /Лаб/	3	4	0	

8.4	Скорость гомогенной химической реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Динамическая природа химического равновесия. Порядок и молекулярность реакции. Изменение концентрации реагирующих веществ со временем для реакций нулевого, первого, второго и третьего порядков. Период полупревращения. Методы определения порядка химической реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных столкновений. Энергия активации. Вероятностный (стерический) фактор. Экспериментальное определение энергии активации. Особенности мономолекулярных реакций, реакций в растворах. Реакции с участием свободных атомов и радикалов. Цепные реакции. Фотохимические реакции. Гомогенный катализ. Автокатализ. Основы теории переходного состояния. Поверхность потенциальной энергии и активный комплекс. Принципы расчета скорости реакции. Энергия и энтропия активации. /Ср/	3	4	0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Пр.подг. часов	Примечание
	Раздел 9. Кинетика гетерогенных процессов			0	
9.1	Скорость гетерогенной химической реакции. Этапы процесса: доставка реагирующих веществ к месту реакции, адсорбционно-химический акт, отвод продуктов реакции. Режим гетерогенного процесса. Особенности диффузии в твердых, жидких и газообразных средах. Молекулярная и конвективная диффузия. Критерий Пекле и его применение. Особенности диффузионного режима: влияние температуры и интенсивности перемешивания среды на скорость реакции. Порядок реакции. Адсорбционно-химический акт. Адсорбция физическая и химическая. Их изменение с температурой. Теплота адсорбции. Адсорбция на однородных поверхностях. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Кинетические особенности реакций в адсорбционном слое. Неоднородность поверхности твердых тел. Модель равномерно неоднородной поверхности, логарифмическая изотерма адсорбции Темкина. Гетерогенный катализ. /Лек/	3	4	0	
9.2	Скорость гетерогенной химической реакции. Этапы процесса: доставка реагирующих веществ к месту реакции, адсорбционно-химический акт, отвод продуктов реакции. Режим гетерогенного процесса. Особенности диффузии в твердых, жидких и газообразных средах. Молекулярная и конвективная диффузия. Критерий Пекле и его применение. Особенности диффузионного режима: влияние температуры и интенсивности перемешивания среды на скорость реакции. Порядок реакции. Адсорбционно-химический акт. Адсорбция физическая и химическая. Их изменение с температурой. Теплота адсорбции. Адсорбция на однородных поверхностях. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Кинетические особенности реакций в адсорбционном слое. Неоднородность поверхности твердых тел. Модель равномерно неоднородной поверхности, логарифмическая изотерма адсорбции Темкина. Гетерогенный катализ. /Пр/	3	2	0	

9.3	Скорость гетерогенной химической реакции. Этапы процесса: доставка реагирующих веществ к месту реакции, адсорбционно-химический акт, отвод продуктов реакции. Режим гетерогенного процесса. Особенности диффузии в твердых, жидких и газообразных средах. Молекулярная и конвективная диффузия. Критерий Пекле и его применение. Особенности диффузионного режима: влияние температуры и интенсивности перемешивания среды на скорость реакции. Порядок реакции. Адсорбционно-химический акт. Адсорбция физическая и химическая. Их изменение с температурой. Теплота адсорбции. Адсорбция на однородных поверхностях. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Кинетические особенности реакций в адсорбционном слое. Неоднородность поверхности твердых тел. Модель равномерно неоднородной поверхности, логарифмическая изотерма адсорбции Темкина. Гетерогенный катализ. /Лаб/	3	4	0	
9.4	Скорость гетерогенной химической реакции. Этапы процесса: доставка реагирующих веществ к месту реакции, адсорбционно-химический акт, отвод продуктов реакции. Режим гетерогенного процесса. Особенности диффузии в твердых, жидких и газообразных средах. Молекулярная и конвективная диффузия. Критерий Пекле и его применение. Особенности диффузионного режима: влияние температуры и интенсивности перемешивания среды на скорость реакции. Порядок реакции. Адсорбционно-химический акт. Адсорбция физическая и химическая. Их изменение с температурой. Теплота адсорбции. Адсорбция на однородных поверхностях. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Кинетические особенности реакций в адсорбционном слое. Неоднородность поверхности твердых тел. Модель равномерно неоднородной поверхности, логарифмическая изотерма адсорбции Темкина. Гетерогенный катализ. /Ср/	3	4	0	
9.5	Консультация по дисциплине /Конс/	3	2	0	

3.ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

3.1. Текущий контроль

Формы и виды текущего контроля по дисциплине, виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля в БРС (при использовании) разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся.

Возможны различные формы проведения текущей аттестации: устный ответ, письменный ответ, компьютерное тестирование, выполнение практического задания в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС).

Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с использованием вопросов и заданий из комплекта оценочных материалов (КОМ) по дисциплине.

Оценка сформированности компетенции (части компетенции) осуществляется на основе оценки:

- ☐ знаниевых результатов – проверяются через тестовые задания с выбором одного или нескольких правильных ответов, а также через устный или письменный ответ на теоретические вопросы;
- ☐ умений и владений – проверяются через выполнение практических, лабораторных или проектных заданий, а также через решение типовых профессиональных задач.

Критерии оценивания теоретических вопросов и тестовых заданий:

- ☐ «отлично» – 90–100% правильных ответов;
- ☐ «хорошо» – 76–89% правильных ответов;
- ☐ «удовлетворительно» – 60–75% правильных ответов;
- ☐ «неудовлетворительно» – менее 60% правильных ответов;
- ☐ «зачтено» – 60–100% правильных ответов;
- ☐ «незачтено» – менее 60% правильных ответов.

Критерии оценивания практических (практико-ориентированных) заданий:

- ☐ «отлично» – задание выполнено полностью, без ошибок и недочётов; продемонстрировано свободное владение материалом, умение применять знания в стандартных и нестандартных ситуациях;
- ☐ «хорошо» – задание выполнено полностью, допущены не более одной негрубой ошибки или одного-двух недочётов;
- ☐ «удовлетворительно» – задание выполнено не менее чем на 2/3; допущены одна грубая или две-три негрубые ошибки, но общая логика решения сохранена;
- ☐ «неудовлетворительно» – задание выполнено менее чем на 2/3; допущены грубые ошибки, свидетельствующие о непонимании сути задания или отсутствии необходимых умений;
- ☐ «зачтено» – 60–100% правильных ответов;
- ☐ «незачтено» – менее 60% правильных ответов.

Общие положения:

Возможны различные формы проведения промежуточной аттестации: устный ответ, письменный ответ, компьютерное тестирование, выполнение практического задания в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС).

Каждый обучающийся получает уникальный вариант заданий, сформированный из комплекта оценочных материалов.

Итоговая оценка выставляется с учётом как текущего контроля (при наличии), так и результатов промежуточной аттестации.

Комплекты оценочных материалов разрабатываются на кафедре и соответствуют требованиям ФГОС ВО, содержанию рабочей программы и индикаторам компетенций в части, формируемой в рамках дисциплины.

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Рекомендуемая литература

4.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
ЛП.1	Зуев А. Ю., Черепанов В. А., Цветков Д. С., Зуев А. Ю.	Физическая химия: учебное пособие	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716
ЛП.2	Булидорова Г. В., Галяметдинов Ю. Г., Ярошевская Х. М., Барабанов В. П.	Физическая химия: учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258360

4.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, которым обеспечен университет:

1. Операционная система Microsoft Windows (версии, поддерживаемые ТУ УГМК) или отечественные операционные системы на базе Linux, соответствующие требованиям информационной безопасности и поддерживаемые инфраструктурой университета.
2. Антивирус Касперского (лицензированное антивирусное решение, применяемое в ИТ-инфраструктуре университета).
3. Средства сетевой безопасности и фильтрации трафика SkyDNS.
4. Офисное программное обеспечение семейства Microsoft или совместимый офисный пакет («Р7-Офис», OnlyOffice, LibreOffice), обеспечивающий работу с текстовыми документами, электронными таблицами, презентациями и базовыми форматами обмена.
5. Браузеры и средства доступа к веб-ресурсам (Яндекс.Браузер, Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge), настроенные на работу с ЭИОС, библиотечными и образовательными онлайн-платформами, с установленными сертификатами МинЦифры РФ.
6. Средства работы с архивами и файловой системой (например, 7-Zip, WinRAR или встроенные средства операционной системы).
7. Средства просмотра и обработки PDF-документов Adobe Acrobat Reader, или встроенные средства ОС.
8. Графический редактор Paint.NET или его кроссплатформенные аналоги (GIMP и др).
9. Текстовый редактор Visual Studio Code или совместимые кроссплатформенные решения с открытым исходным кодом.

4.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

4.2.2.1	Российские журналы в свободном доступе научной электронной библиотека eLIBRARY.RU
4.2.2.2	Справочная правовая система КонсультантПлюс

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Общая характеристика учебных аудиторий и иных помещений

Дисциплина (модуль, практика) реализуется в учебных аудиториях для проведения учебных занятий, оснащенных оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа укомплектованы учебной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации аудитории (стационарное или переносное) и (при необходимости) звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).

Учебные аудитории для проведения практических занятий, в том числе семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектованы учебной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование (стационарное или переносное) и (при необходимости) звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Актуальные сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов и объектов для проведения практических занятий представлены в специальном разделе «Сведения об образовательной организации» официального сайта университета.

5.2 Перечень специализированных аудиторий, оснащенных лабораторным оборудованием (заполняется при необходимости)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- Изучение рабочей программы дисциплины.
- Обязательная подготовка к практическим занятиям.
- Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
- Выполнение всех видов самостоятельной работы.

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы. Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети "Интернет" организован в читальном зале библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы.

Практические занятия включают в себя освоение действий, обсуждение проблем по основным разделам курса и направлены

на углубление изученного теоретического материала и на приобретение умений и навыков.

Самостоятельная работа студентов включает освоение теоретического материала, подготовку к выполнению заданий практических занятий, и подготовку к аттестации.

Методические рекомендации по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости программа дисциплины может быть адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и необходимых специальных условий их обучения.

При наличии в группе студентов с ограниченными возможностями здоровья возможно использовать адаптивные технологии.

Для студентов с ограниченным слухом:

- использование разнообразных дидактических материалов (карточки, рисунки, письменное описание, схемы и т.п.) как помощь для понимания и решения поставленной задачи;
- использование видеоматериалов, которые дают возможность понять тему занятия и осуществить коммуникативные действия;
- выполнение проектных заданий по изучаемым темам.

Для студентов с ограниченным зрением:

- использование фильмов с возможностью восприятия на слух даваемой в них информации для последующего ее обсуждения;
- использование аудиоматериалов по изучаемым темам, имеющимся на кафедре;
- индивидуальное общение с преподавателем по изучаемому материалу;
- творческие задания по изучаемым темам или по личному желанию с учетом интересов обучающегося.