



Негосударственное частное образовательное
учреждение высшего образования
«Технический университет УГМК»



Директор
И.А. Лапин

15.07.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

Закреплена за кафедрой	металлургии
Учебный план	Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	заочная
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ

Часов по учебному плану	144	Виды контроля на курсах: экзамены 2
в том числе:		
аудиторные занятия	16	
самостоятельная работа	119	
часов на контроль	9	

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	1		2		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Лекции	4	4			4	4
Лабораторные			4	4	4	4
Практические			8	8	8	8
Итого ауд.	4	4	12	12	16	16
Контактная работа	4	4	12	12	16	16
Сам. работа	32	32	87	87	119	119
Часы на контроль			9	9	9	9
Итого	36	36	108	108	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 по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

составлена на основании учебного плана:

Направление 22.03.02 Metallургия Профиль подготовки "Metallургия цветных металлов"
утвержденного учёным советом вуза от 23.09.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

металлургии

Протокол методического совета университета от 15.04.2021 г. № 3
Зав. кафедрой Лебедь А.Б., д-р техн. наук

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<p>-использовать основные понятия, законы и модели термодинамики и химической кинетики при решении профессиональных задач;</p> <p>-применять методы физической химии к анализу химических реакций и фазовых превращений при решении профессиональных задач;</p> <p>-применять законы физической химии к анализу процессов получения и обработки металлов и сплавов.</p>	
1.1 Задачи	
<p>Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <p>-готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания;</p> <p>-готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач.</p>	
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Химия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Теоретические основы новых пирометаллургических процессов
2.2.2	Теория гидрометаллургических процессов
2.2.3	Теория электрохимических процессов
2.2.4	Технологическая практика
2.2.5	Государственная итоговая аттестация
2.2.6	Преддипломная практика
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
2.2.8	Процедура защиты выпускной квалификационной работы
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: готовность использовать фундаментальные общеинженерные знания	
Знать:	
Законы термодинамики и теплоемкости, параметры состояния системы, уравнения реакции, скорость химической реакции, методы определения состояния вещества.	
Уметь:	
Проводить расчеты термодинамики и теплоемкости химической реакции, параметров состояния системы, скорости химической реакции в различных условиях, режимы химических реакций.	
Владеть:	
Навыками расчета характеристики и направления химических процессов, равновесный состав термодинамических систем, влияние параметров системы на скорость химического взаимодействия, проводить экспериментальные исследования термодинамических и кинетических характеристик процессов.	
ПК-9: готовность проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	
Знать:	
Основные методы расчета при решении инженерных задач.	
Уметь:	
Формулировать инженерные задачи.	
Владеть:	
Навыками расчёта и интерпретации их результатов.	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен	
3.1	Знать:
3.1.1	1. Законы термодинамики и теплоемкости, параметры состояния системы, уравнения реакции, скорость химической реакции, методы определения состояния вещества.
3.1.2	2. Основные методы расчета при решении инженерных задач.
3.2	Уметь:
3.2.1	1. Проводить расчеты термодинамики и теплоемкости химической реакции, параметров состояния системы, скорости химической реакции в различных условиях, режимы химических реакций.
3.2.2	2. Формулировать инженерные задачи.
3.3	Владеть:

3.3.1	1. Навыками расчета характеристики и направления химических процессов, равновесный состав термодинамических систем, влияние параметров системы на скорость химического взаимодействия, проводить экспериментальные исследования термодинамических и кинетических характеристик процессов.							
3.3.2	2. Навыками расчёта и интерпретации их результатов.							
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Первый закон термодинамики и его применение к расчету тепловых эффектов							
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/	1	1	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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 . /Ср/	1	6	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 2. Второй закон термодинамики и его применение к определению направленности процессов							

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/	1	1	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Ср/	1	6	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 3. Химическое равновесие							

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/	1	1	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Ср/	1	14	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 4. Третий закон термодинамики и расчет абсолютных значений энтропии							
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/	1	1	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Ср/	1	6	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание

	Раздел 5. Термодинамическая теория растворов							
5.1	<p>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/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

5.2	<p>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/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3	0	
-----	---	---	---	------------	--	---	--

5.3	<p>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/</p>	2	19	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 6. Гетерофазные равновесия							

6.1	<p>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/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Ср/	2	14	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 7. Основы физической химии поверхностных явлений							
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. /Ср/	2	14	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 8. Кинетика гомогенных химических реакций							

8.1	<p>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/</p>	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
8.2	<p>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/</p>	2	1	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Ср/	2	22	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Ресурсы	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 9. Кинетика гетерогенных процессов							
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. /Пр/	2	2	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Лаб/	2	1	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		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. /Ср/	2	18	ОПК-1 ПК-9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л 2.1 Л2.2 Л2.3		0	

4.1 Образовательные технологии

Лекция-диалог

Командная работа

5. КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Комплект оценочных средств

Комплект оценочных средств по дисциплине, состоящий из материалов для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации обучающихся, включая порядок проведения промежуточной аттестации, систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок представлен в КОС дисциплины.

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л1.1	Романенко Е. С., Францева Н. Н.	Физическая химия: учебное пособие	Ставрополь: АГПУС, 2012	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277422
Л1.2	Селиванова Н. М., Павличенко Л. А., Булидорова Г. В., Проскурина В. Е., Галяметдинов Ю. Г.	Физическая химия: учебное пособие	Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2016	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500700
Л1.3	Волкова О. В.	Физическая химия: учебно-методическое пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564003

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл.адрес
Л2.1	Макаров А. Г., Сагида М. О., Раздобреев Д. А.	Теоретические и практические основы физической химии: учебное пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364840
Л2.2	Заиков Г. Е., Стоянов О. В., Кочнев А. М., Ахтямова С. С.	Химическая кинетика. Теория и практика: учебное пособие	Казань: Казанский научно- исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258758
Л2.3	Тимакова Е. В., Казакова А. А.	Физическая химия: сборник заданий с примерами решений: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018	https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575086

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Microsoft Windows
6.3.1.2	Microsoft Office (Access, Excel, Word, OneNote, Outlook, PowerPoint, Publisher, Skype for business)
6.3.1.3	Google Chrome
6.3.1.4	Mozilla Firefox
6.3.1.5	7-Zip

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Единое окно доступа к информационным ресурсам
6.3.2.2	Консультант-плюс

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд. №	Назначение	Оснащение
107		Столы с компьютерами с выходом в интернет, стулья, книжные шкафы и стеллажи.
225	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места (столы и стулья). Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба. Компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивный проектор с магнитно-маркерной доской. Моторизованный экран с потолочным проектором. Потолочная камера. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система.
300	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	Учебные места, оборудованные блочной мебелью с расположением амфитеатром. Рабочее место преподавателя в составе стол, стул, тумба, трибунка, компьютер преподавателя с доступом в интернет, интерактивная доска с проектором. Моторизованный экран Потолочные поворотные камеры. Документ-камера. Настольный микрофон. Звуковая система. Маркерная доска.

L406	Лаборатория гидрометаллургии - проведение лабораторных работ по Химии, химии металлов, для всех направлений подготовки в ТУ УГМК в соответствии с ФГОС ВО. А также по профильным дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров и магистров кафедры Металлургия.	Насосы вакуумные, термостаты, шкаф сушильный, лабораторные весы электронные и механические, стол для лабораторных весов, анализатор дифракционный, шкафы лабораторные, мельница бисерная лабораторная, мешалки лабораторные, столы -мойки лабораторные, насосы перистальтические, экстрактор, установка электролизная лабораторная, шейкер лабораторный, мельница аналитическая, анализатор влаги, реактор из стекла борсиликат. 1 куб.дм, реактор из стекла борсиликат. 3 куб.дм, баня лабораторная, устройство сушки лабораторной посуды, мультиметр, аспиратор сильфонный, прибор рН-метр, компрессор, прибор рН-метр, иономер, прибор электролиза растворов солей, штативы для пробирок, калориметр с нагревателем, термометры, плитка лабораторная, регулятор напряжения, блок питания, холодильник лабораторный, ареометры, набор сит, аквадистиллятор, мельница зерновая лабораторная.
------	--	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Изучение рабочей программы дисциплины.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к практическим занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы, интернет-источников.
5. 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.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физическая химия и представлены в УМК дисциплины.

Лабораторный практикум направлен на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой лабораторной работе составляется отчет, на основании которого проводится защита лабораторной работы.

Методические рекомендации к организации и выполнению самостоятельной работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины физическая химия и представлены в УМК дисциплины.

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

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 обучаемого.