

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:05

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Теория гомогенных и гетерогенных процессов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 40

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	31	40	31
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	135	144	135

Программу составил(и):

*дтн, Доцент, Конюхов Юрий Владимирович*

Рабочая программа

**Теория гомогенных и гетерогенных процессов**

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 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Научить анализу термодинамических и кинетических закономерностей межфазных взаимодействий в простых и сложных системах; анализу структуры и свойств простых и сложных систем; оценке эффективности процессов получения и обработки материалов. Данный семестровый модуль является базовой дисциплиной, необходимой для изучения и освоения специальных курсов по направлению «Материаловедение и технологии материалов», а также формирует навыки применения полученных ранее знаний на практике. Курс содержит равные по объему теоретическую и практическую части. Данный семестровый модуль представляет собой единое целое и дает специальные знания и компетенции, которые необходимы для выпускников по профилю: Физико-химия процессов и материалов.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.13
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Основы технологии получения материалов	
2.1.2	Процессы получения и обработки материалов	
2.1.3	Технология материалов электроники	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.2.2	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.2.3	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.2.4	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.2.5	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.6	Композиционные и керамические материалы	
2.2.7	Объемные наноматериалы	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Структура и свойства функциональных наноматериалов	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-4: Способен проводить исследования при разработке технологических процессов</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 преимущества и недостатки термодинамических моделей, применяемых для расчетов жидких металлических и оксидных расплавов
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 вычислять термодинамические и кинетические характеристики гомогенных и гетерогенных процессов
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 методами анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении и обработке

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Состав и свойства высокотемпературных газовых атмосфер.							

1.1	Введение. Значение теории гомогенных и гетерогенных процессов для физико-химического анализа и расчета термодинамических и кинетических закономерностей широкого круга систем и процессов. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
1.2	Общая характеристика высокотемпературных газовых атмосфер. Термодинамический анализ взаимодействия в гомогенных газовых фазах. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
1.3	Механизм и кинетика взаимодействия реагентов в гомогенных газовых фазах. Цепные реакции. Диссоциация газов на атомы и радикалы. Состав и свойства низкотемпературной плазмы. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
1.4	Расчет равновесных составов газовых атмосфер. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
1.5	Оценка окислительно-восстановительных свойств газовой фазы. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1		КМ1	Р1
1.6	Низкотемпературная плазма. Расчет равновесных концентраций компонентов плазмы. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
1.7	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	6	6	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		КМ1	Р1
	<b>Раздел 2. Процессы образования зародышей и роста новой фазы.</b>							
2.1	Термодинамические закономерности образования новой фазы. Образование зародышей в гомогенной и гетерогенной фазах. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
2.2	Классическая кинетика. Константа скорости, энергия активации, теория термически активируемого комплекса, принципы определения области реагирования. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
2.3	Модели эмпирической кинетики для исследования твердофазных превращений: Араами-Колмогорова-Ерофеева, Грея-Вединктона, Яндера и др. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
2.4	Определение радиуса и работы образования зародыша критического размера. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1

2.5	Расчет констант скоростей, энергии активации и определение области реагирования твердофазных реакций. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
2.6	Применение на практике моделей эмпирической кинетики. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
2.7	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	6	6	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		КМ1	Р1
	<b>Раздел 3. Физико-химические основы процессов диссоциации химических соединений, окисления и восстановления металлов.</b>							
3.1	Термодинамика, механизм и кинетика диссоциации соединений. Модель сжимающегося объема. Газообразная диссоциация. Конденсатная диссоциация. Лимитирующие стадии процессов диссоциации. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
3.2	Механизм и кинетика окисления твердых металлов и сплавов. Условие сплошности. Диффузия кислорода через оксидную пленку. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
3.3	Физико-химические основы восстановительных процессов. Схема переноса ионов. Влияние различных факторов на кинетику процессов восстановления. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ1	Р1
3.4	Расчет термодинамических характеристик процессов образования и диссоциации соединений. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
3.5	Определение равновесного давления кислорода в системе металл – оксид металла. Влияние фазовых превращений на прочность оксидов металлов. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
3.6	Термодинамические расчеты газофазного, углетермического и металлотермического восстановления оксидов металлов /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ1	Р1
3.7	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	6	6	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		КМ1	Р1
	<b>Раздел 4. Физико-химические свойства металлических и ионных расплавов.</b>							

4.1	Общая характеристика металлургических расплавов. Строение жидких металлов. Поверхностное натяжение расплавов. Адсорбция компонентов на поверхности раздела фаз. Работы адгезии и когезии. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
4.2	Термодинамические модели и расчеты металлических растворов. Выбор стандартного состояния. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
4.3	Избыточные термодинамические функции раствора. Парциальные мольные функции. Параметры взаимодействия. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
4.4	Термодинамические модели и расчеты металлургических шлаков. Молекулярная теория, модель совершенного ионного расплава, модель Кожеурова, модель Понаморенко. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
4.5	Расчет поверхностного натяжения многокомпонентных расплавов, работ адгезии и когезии. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
4.6	Расчет термодинамических функций металлических растворов. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
4.7	Расчет термодинамических функций растворов с использованием мольных и массовых параметров взаимодействия. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
4.8	Расчет термодинамических характеристик ионных расплавов. /Пр/	6	2	ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
4.9	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	6	5	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		КМ2	Р2
	<b>Раздел 5. Механизм и кинетика процессов в системах расплав I – расплав II и твердая фаза – жидкая фаза.</b>							
5.1	Явления разделения фаз при окислительном рафинировании и раскислении металлов. Укрупнение и отделение новой фазы путем коалесценции, коагуляции и диффузионного роста капель и неметаллических включений. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2

5.2	Скорость разделения фаз. Влияние конвективных потоков, внешних энергетических воздействий и физико-химических свойств расплавов на скорость разделения. Роль поверхностно-активных примесей. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
5.3	Термодинамические расчеты раскисления металлов. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
5.4	Расчет скоростей всплытия твердых и жидких неметаллических включений. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
5.5	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	6	4	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		КМ2	Р2
<b>Раздел 6. Теоретические основы процессов испарения, возгонки и конденсации.</b>								
6.1	Термодинамика и кинетика процессов испарения, возгонки и конденсации чистых металлов и двухкомпонентных систем. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
6.2	Основы процессов дистилляции, сублимации и ректификации металлов и их соединений. /Лек/	6	2	ПК-4-31	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3		КМ2	Р2
6.3	Термодинамические расчеты процессов испарения, возгонки и конденсации. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
6.4	Расчет скорости испарения с открытой поверхности по модели Лангмюра. /Пр/	6	2	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.3Л2.2		КМ2	Р2
6.5	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	6	4	ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3		КМ2	Р2

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	КР1	ПК-4-31	<p>I – Раздел</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определения гомогенному и гетерогенному процессам.</li> <li>2. Приведите примеры гомогенных и гетерогенных процессов.</li> <li>3. Что понимают под термином “фаза”?</li> <li>4. Какие два основных параметра наиболее сильно влияют на ход химических реакций?</li> <li>5. Что такое стандартное состояние?</li> <li>6. Что показывает энергия Гиббса системы?</li> </ol>

			<p>7. Назовите условие равновесия в системе?</p> <p>8. Что такое константа равновесия химической реакции?</p> <p>9. Напишите уравнение, связывающее энергию Гиббса и Кр.</p> <p>10. Дайте определение энергии активации системы.</p> <p>11. Нарисуйте энергетическую диаграмму реакции A+B.</p> <p>12. Что такое переходный комплекс?</p> <p>13. Как вы понимаете термин парциальное давление?</p> <p>14. С помощью чего производится оценка окислительно-восстановительных свойств газовой фазы?</p> <p>15. Что такое кислородный потенциал?</p> <p>16. Как обозначается кислородный потенциал?</p> <p>17. Напишите формулу для расчета кислородного потенциала?</p> <p>18. Как определить какая из фаз более окислительная?</p> <p>19. Как определить кислородный потенциал сложной газовой атмосферы?</p> <p>20. Напишите правило фаз Гиббса.</p> <p>21. Сколько фаз в реакции <math>\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}</math> ?</p> <p>22. Сколько степеней свободы у реакции <math>\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2</math>?</p> <p>23. Что показывает число степеней свободы?</p> <p>24. Сформулируйте закон Гесса.</p> <p>25. Как можно оценить тепловой эффект при горении <math>\text{H}_2</math> и <math>\text{CO}</math>?</p> <p>26. Каков механизм реакций в газовых фазах?</p> <p>27. Какая стадия является лимитирующей в процессах горения?</p> <p>28. Что значит обозначение с точкой ?</p> <p>29. Типы реакций обрыва цепей при горении.</p> <p>30. Какова температура начала воспламенения для реакции <math>\text{H}_2 + \text{O}_2</math>?</p> <p>31. Факторы воспламенения.</p> <p>32. Что такое плазма?</p> <p>33. Что характеризует потенциал ионизации?</p> <p>34. Низкотемпературная и высокотемпературная плазма.</p> <p>35. Способы получения низкотемпературной плазмы и ее использование.</p> <p>36. Напишите константы равновесия реакций диссоциации молекул газов и ионизации атомов кислорода, азота и водорода.</p> <p>II – Раздел</p> <p>1. Что понимают под термином “степень превращения”.</p> <p>2. Нарисуйте график зависимости степени превращения от времени.</p> <p>3. Нарисуйте характерный график зависимости <math>d\alpha/dt</math> от времени.</p> <p>4. Что такое приведенное время?</p> <p>5. Опишите процесс образования зародышей.</p> <p>6. Какие типы зародышеобразования вы знаете?</p> <p>7. Приведите пример гетерогенной нуклеации.</p> <p>8. Что такое критический зародыш?</p> <p>9. Что рассчитывают по формуле Гиббса-Фольмера?</p> <p>10. Что такое степень пересыщения?</p> <p>11. Как уменьшить размер критического зародыша при кристаллизации?</p> <p>12. Нарисуйте график, показывающий изменение энергии Гиббса при образовании критического зародыша.</p> <p>13. Для чего используют формулу Авраамии-Ерофеева?</p> <p>14. По каким механизмам может осуществляться рост зародышей?</p> <p>15. Почему после индукционного периода происходит резкое ускорение скорости реакции?</p> <p>16. Какие факторы определяют замедление скорости роста зародышей?</p> <p>17. Что понимают под термином «механизм химической реакции»?</p> <p>18. Что характеризует константа скорости химической</p>
--	--	--	---



			<p>реакции?</p> <p>19. Как зависит константа скорости от температуры?</p> <p>20. Как определяют энергию активации в изотермических условиях?</p> <p>21. Какие реакции называют топохимическими?</p> <p>22. Какова задача гетерогенной кинетики?</p> <p>23. Проанализируйте возможные стадии твердофазных реакций.</p> <p>24. Как проводят оценку лимитирующую стадии твердофазных реакций ?</p> <p>25. В чем отличие эмпирической кинетики от классической?</p> <p>26. Назовите основные модели диффузионной кинетики.</p> <p>27. Сущность модели сжимающегося ядра.</p> <p>28. В чем разница между моделями Яндера и анти Яндера.</p> <p>29. В каких случаях используется модель Мак-Кевана?</p> <p>Раздел III</p> <p>1. Какие типы диссоциации вы знаете?</p> <p>2. Тепловой эффект процессов диссоциации.</p> <p>3. Что такое упругость диссоциации карбоната?</p> <p>4. Какая температура называется температурой начала разложения карбоната?</p> <p>5. Какая температура называется температурой химического кипения?</p> <p>6. Какая величина служит количественной характеристикой прочности оксида.</p> <p>7. Чем прочнее оксид, тем величина упругости диссоциации оксида больше или меньше?</p> <p>8. Какие виды диссоциации вы знаете. Приведите примеры.</p> <p>9. Влияние температуры на термодинамические характеристики диссоциации.</p> <p>10. Покажите графиком влияние фазовых превращений на упругость диссоциации.</p> <p>11. Как изменится реакционная способность с уменьшение дисперсности реагирующих твердых фаз?</p> <p>12. Какие типы растворов могут образовываться в реагирующей системе <math>AB_k = A_k + B</math>?</p> <p>13. Объясните механизм диссоциации карбоната на примере сферической частицы <math>CaCO_3</math>.</p> <p>14. Какие режимы протекания процессов вы знаете?</p> <p>15. Назовите возможные лимитирующие стадии процесса диссоциации <math>CaCO_3</math>.</p> <p>16. Напишите условие окисления металлов газовой фазой.</p> <p>17. Перечислите основные стадии процесса окисления металла газовой фазой.</p> <p>18. Имеются три оксида: <math>CaO</math>, <math>Al_2O_3</math>, <math>MoO_3</math>. В случае какого из данных оксидов скорость процесса окисления металла будет минимальной?</p> <p>19. Сравните модели точечных дефектов Френкеля и Шотки.</p> <p>20. Нарисуйте схему окисления металла.</p> <p>21. Назовите основные фазы диаграммы Fe-O.</p> <p>22. Какую структуру имеет вюстит?</p> <p>23. Что собой представляет магнетит?</p> <p>24. Напишите реакции окисления Fe кислородом при температуре 500 оС.</p> <p>25. Какие типы восстановления вы знаете?</p> <p>26. Каково условие восстановления металлов газовой фазой?</p> <p>27. Какой оксид будет после выдержки гематита при 800 оС в атмосфере 50% <math>H_2</math> и 50% <math>H_2O</math>? В каком агрегатном состоянии будет образовавшийся оксид?</p> <p>28. Какой из оксидов FeO или <math>Fe_3O_4</math> лучше защищает от коррозии?</p> <p>29. Восстановление с участием твердого углерода.</p> <p>30. В каком виде загружают руду в доменную печь?</p> <p>31. Напишите константу равновесия реакции газификации и рассчитайте количество степеней свободы.</p> <p>32. Назовите стадии окисления углерода газообразными</p>
--	--	--	---

			<p>окислителями.</p> <p>33. Какие адсорбционные комплексы углерода вы знаете?</p> <p>34. Изменение каких параметров приводит к уменьшению толщины диффузионного слоя?</p> <p>35. Какие побочные продукты образуются при углетермическом восстановлении металлов?</p> <p>36. В чем сущность металлотермического восстановления?</p> <p>37. Можно ли восстановить магний алюминием?</p> <p>38. Сущность адсорбционно-автокаталитической теории.</p> <p>39. Объясните механизм восстановления оксидов железа газообразными восстановителями на примере частицы железа.</p> <p>40. Как влияет количество (расход) газа восстановителя на процесс восстановления порошковых оксидных материалов.</p>
--	--	--	---

КМ2	КР2	ПК-4-31	<p>Раздел IV</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация жидкостей.</li> <li>2. Какова структура жидких металлов?</li> <li>3. Что такое поверхностное натяжение и что оно характеризует?</li> <li>4. Какие модели для расчета поверхностного натяжения вы знаете?</li> <li>5. Сравните модели адсорбции Гиббса и Адама-Гуттенгейма.</li> <li>6. Как влияет добавление кислорода и кремния на поверхностное натяжение железа?</li> <li>7. Дайте определения работам адгезии и когезии.</li> <li>8. Что характеризует коэффициент Харкинса.</li> <li>9. Дайте определение вязкости.</li> <li>10. Какой физический смысл имеют динамическая и кинематическая вязкости?</li> <li>11. Как изменяется вязкость жидких металлов с ростом температуры?</li> <li>12. Напишите формулы для расчета химического потенциала.</li> <li>13. Что понимают под активностью компонента в растворе?</li> <li>14. Стандартное состояние.</li> <li>15. Сформулируйте закон Генри.</li> <li>16. Сформулируйте закон Рауля.</li> <li>17. Графическая зависимость активности компонента от состава в бинарном регулярном растворе.</li> <li>18. Что показывают коэффициенты активности?</li> <li>19. Для чего вводят параметры взаимодействия?</li> <li>20. Какие модели металлических растворов вы знаете?</li> <li>21. В чем отличия модели совершенного раствора от модели регулярного раствора?</li> <li>22. Избыточные термодинамические функции раствора.</li> <li>23. Парциальные мольные функции.</li> <li>24. Что такое шлак и какова его функция в металлургическом производстве?</li> <li>25. Классификация шлаков по основности.</li> <li>26. Перечислите несколько основных оксидов, входящих в состав шлака.</li> <li>27. Какие модели шлака вы знаете?</li> <li>28. В чем сущность молекулярной теории строения шлака?</li> <li>29. Основные положения теории регулярных растворов (Кожеурова).</li> </ol> <p>Раздел V</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы цели окислительного рафинирования?</li> <li>2. Какие окислители применяют в процессах окислительного рафинирования?</li> <li>3. В каком виде содержится кислород в металле и шлаке?</li> <li>4. Какова предельная концентрация кислорода в жидком железе при <math>T=1873K</math>?</li> <li>5. От чего зависит предельное содержание кислорода в металле?</li> <li>6. Напишите реакцию перехода кислорода из газовой фазы в жидкое железо.</li> <li>7. Механизм окисления углерода кислородом в расплаве железа.</li> <li>8. Напишите реакцию, выражающую распределение кремния между металлическим и оксидным расплавом.</li> <li>9. Где применяются ликвационные методы рафинирования?</li> <li>10. Назовите стадии ликвационных процессов.</li> <li>11. Чем коагуляция отличается от коалесценции?</li> <li>12. Движущая сила коагуляции и коалесценции.</li> <li>13. От каких факторов зависит скорость укрупнения новой фазы?</li> <li>14. Модель спекания сферических частиц.</li> <li>15. Ортокинетическая и перикинетическая коагуляции.</li> </ol>
-----	-----	---------	---

			<p>16. От чего зависит скорость разделения фаз?</p> <p>17. Что можно рассчитать с помощью формулы Адамара-Рыбчинского?</p> <p>18. Что рассчитывают с помощью формулы Стокса?</p> <p>19. Влияет ли агрегатное состояние новой фазы на скорость всплытия или осаждения?</p> <p>20. Влияние фактора формы на скорость разделения фаз при окислительном рафинировании.</p> <p>Раздел VI</p> <p>1. Приведите примеры процессов основанных на явлениях испарения, возгонки и конденсации.</p> <p>2. Напишите уравнение Клаузиуса-Клапейрона.</p> <p>3. Нарисуйте диаграмму фазовых равновесий для однокомпонентной системы твердое состояние – жидкость – пар.</p> <p>4. Диаграммы равновесия жидкость-пар.</p> <p>5. Зависимость давления паров металлов от температуры.</p> <p>6. Классификация металлов по летучести.</p> <p>7. Сущность первого закона Коновалова.</p> <p>8. Назовите условия конденсации паров.</p> <p>9. Напишите уравнение Киргофа для конденсации паров в жидкую фазу.</p> <p>10. Напишите уравнение Киргофа для конденсации паров в твердую фазу.</p> <p>11. Каков механизм процесса испарения?</p> <p>12. Какие стадии процесса испарения лимитируются диффузией?</p> <p>13. При каких условиях можно применять уравнение Лангмюра для расчета давления паров металлов?</p> <p>14. Нарисуйте график зависимости константы скорости процесса испарения от остаточного давления в системе.</p> <p>15. В чем преимущества процессов ректификации.</p> <p>16. Объясните принцип работы ректификационной колонны.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Расчет термодинамических параметров газовых реакций.	ПК-4-У1	Рассчитать равновесные составы газовых фаз, образующихся в результате диссоциации $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$ при $p=1$ для заданной температуры. Определить кислородные потенциалы газовых фаз. Какая газовая фаза проявляет более высокую окислительную способность? (по вариантам).
P2	Расчет активностей металлических и шлаковых расплавов.	ПК-4-У1	Рассматривая расплавленный шлак как фазу, имеющую коллективную электронную систему, рассчитать активность $\text{FeO}$ и $\text{CaO}$ в шлаковых расплавах, состав и температура которых приведена в таблице вариантов.
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов. Каждый вопрос охватывает два раздела курса и перекрывает соответствующие компетенции. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре. Пример типового экзаменационного билета представлен в Приложении.			

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

Оценка «отлично» - обучающийся 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.

Оценка «хорошо» - обучающийся 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.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся 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;

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

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Казачков Е. А.	Расчеты по теории металлургических процессов: Учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1988
Л1.2	Вольский А. Н., Сергиевская Е. М.	Теория металлургических процессов: учеб. пособие для студ. вузов по спец. - Металлургия цвет. металлов	Библиотека МИСиС	, 1968
Л1.3	Падерин С. Н., Серов Г. В., Рыжонков Д. И.	Теория гомогенных и гетерогенных процессов: Теория и расчеты высокотемпературных систем и процессов: Практикум для студ.	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2003

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Готтштайн Г.	Физико-химические основы материаловедения: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.2	Рыжонков Д. И., Падерин С. Н., Серов Г. В., Жидкова Л. К.	Расчеты металлургических процессов на ЭВМ: Учеб. пособие для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987
Л2.3	Серов Г. В., Падерин С. Н., Сидорова Е. Н., Кузнецов Д. В.	Процессы получения и обработки материалов. Теория и расчеты металлургических процессов и систем (N 2966): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

**6.3 Перечень программногo обеспечения**

П.1	Microsoft Office
П.2	CAD

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов. Практические занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме
- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.