Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Исаев Игорь Магомедович
Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам
Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45
Уникальный программный ключ:
d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физико-химия металлов и неметаллических материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация	**Инженер-исследователь**	
Форма обучения	**очная**	
Общая трудоемкость	**6 ЗЕТ**	
Часов по учебному плану	216	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 7
аудиторные занятия	85	
самостоятельная работа	95	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		Итого	
Недель	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	51	51	51	51
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	95	95	95	95
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

дтн, профессор, Блинков Игорь Викторович

Рабочая программа

Физико-химия металлов и неметаллических материалов

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 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Денис Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Научить на основе анализа состояния поверхности и структуры исходных реагентов умению прогнозировать их реакционную способность в процессах получения металлов и соединений в том числе высокой чистоты, использовать термодинамический и кинетический анализ гетерогенных и гомогенных систем для определения механизмов этих процессов, влияние на них температуры и давления

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Блок ОП:	Б1.В.ДВ.15
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.1.2	Защита интеллектуальной собственности и патентоведение
2.1.3	Коррозия и защита металлов
2.1.4	Материаловедение
2.1.5	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.6	Металловедение инновационных материалов
2.1.7	Методы исследования материалов
2.1.8	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.9	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.10	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.11	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.12	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.13	Разработка новых материалов
2.1.14	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.15	Физика диэлектриков
2.1.16	Физика металлов
2.1.17	Физика полупроводников
2.1.18	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.19	Дефекты кристаллической решетки
2.1.20	Компьютеризация эксперимента
2.1.21	Материалы альтернативной энергетики
2.1.22	Материалы наукоемких технологий
2.1.23	Основы дизайна металлических материалов
2.1.24	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.25	Планирование научного эксперимента
2.1.26	Современные проблемы материаловедения
2.1.27	Теория поверхностных явлений
2.1.28	Теория симметрии
2.1.29	Электроника
2.1.30	Введение в квантовую механику
2.1.31	Кристаллография
2.1.32	Математическая статистика и анализ данных
2.1.33	Методы математической физики
2.1.34	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.35	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.36	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.37	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.38	Физика
2.1.39	Физическая химия
2.1.40	Электротехника
2.1.41	Математика
2.1.42	Органическая химия
2.1.43	Химия
2.1.44	Аналитическая геометрия

2.1.45	Инженерная и компьютерная графика
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ
2.2.2	Композиционные материалы
2.2.3	Конструирование композиционных материалов
2.2.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
2.2.6	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.8	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.2.10	Специальные сплавы
2.2.11	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.2.12	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.13	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.2.14	Биофизика
2.2.15	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы
2.2.16	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве
2.2.17	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.18	Методы исследования характеристик и свойств материалов
2.2.19	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники
2.2.20	Метрология и испытания функциональных материалов
2.2.21	Основы научно-технического перевода
2.2.22	Практика научно-технического перевода и редактирования
2.2.23	Тензорные методы в кристаллофизике
2.2.24	Технология получения кристаллов
2.2.25	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов
2.2.26	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований
2.2.27	Функциональные наноматериалы
2.2.28	Химия и технология полимерных материалов
2.2.29	Биоорганическая химия
2.2.30	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.31	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.32	Квантовая теория твердого тела
2.2.33	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.34	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов
2.2.35	Методы непараметрической статистики
2.2.36	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.37	Объемные наноматериалы
2.2.38	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.39	Структура и технологичность сплавов
2.2.40	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.41	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.42	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.43	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.44	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.45	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.46	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.47	Менеджмент качества
2.2.48	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.49	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.50	Методология и практика определения размерных характеристик материалов

2.2.51	Методология научных исследований
2.2.52	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.53	Основы клеточной биологии
2.2.54	Оформление результатов научной деятельности
2.2.55	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.56	Симметрия наносистем
2.2.57	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.58	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.59	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.60	Управление коллективами
2.2.61	Управление проектами
2.2.62	Химические основы биологических процессов
2.2.63	Цифровое материаловедение
2.2.64	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.65	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.66	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.67	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.68	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.69	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.70	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.71	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.72	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Знать:

ПК-1-З1 физико-химические особенности процессов получения металлов и соединений и их рафинирования от примесей

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

Знать:

ОПК-1-З1 понятие реакционной способности твёрдых реагентов, основные факторы, влияющие на реакционную способность твёрдых реагентов в процессах получения металлов и неметаллических материалов, способы их получения и рафинирования
возможные механизмы влияния состояния поверхности, структуры исходных реагентов на их реакционную способность в процессах получения металлов и соединений

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Уметь:

ПК-1-У1 применять анализ исходных условий при получении металлов и соединений различными способами для прогнозирования "биографического" наследования ими конечных свойств

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

Уметь:

ОПК-1-У1 применять и реализовывать комплексный подход для решения задач получения металлов и соединений заданного состав, структуры и дисперсности,
анализировать основные физико-химические процессы при получении металлов и соединений заданного состав, структуры и дисперсности и соотносить их с результатами расчетных решений
обосновывать наиболее вероятные механизмы протекания процессов получения металлов и соединений

ПК-1: Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

Владеть:

ПК-1-В1 навыками физико-химических расчетов реакционных систем и процессов получения металлов и соединений и их рафинирования, анализа и оценки экспериментальных и расчетных данных
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками оценки эффективности использования различных методов для получения металлов и соединений заданного состава и структуры навыками расчетов по определению избыточной свободной энергии веществ, связанной с возрастанием их поверхности и дефектности структуры в процессах получения металлов и соединений и дополнительной обработки исходных реагентов

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. Реакционная способность твердых реагентов в процессах получения металлов и соединений. Её связь с их дисперсностью, природой химической связи, структурой.							
1.1	Разупорядочение структуры твердых веществах. Связь реакционной способности твердых реагентов с явлениями структурного разупорядочения и величиной энергии кристаллической решетки. /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.5 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
1.2	Дисперсное состояние вещества. Особенности свойств дисперсных веществ по сравнению с массивным состоянием. Поверхностные состояния атомов твердых веществ. Дефекты поверхности. Связь дисперсности с реакционной способностью твёрдых реагентов. /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
1.3	Активирование твёрдых реагентов в процессах получения металлов и соединений при механическом измельчении и под воздействием радиационного облучения. /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
1.4	Особенности дисперсного состояния вещества. Расчет поверхностной энергии кристаллов. Расчет минимального размера частиц твердых кристаллических веществ, достигаемых при измельчении. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р1

1.5	Расчет химических и фазовых равновесий в нанодисперсных системах. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р2
1.6	Расчет параметров разупорядочения в сложных веществах (нитридах, карбидах, оксидах) под воздействием температуры. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р3
1.7	Определение параметров различных видов радиационного воздействия на твердое вещество для разупорядочения его структуры. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р4
1.8	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям /Ср/	7	20	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
	Раздел 2. Явления в твердых реагентах при нагревании и роль поверхности в физико-химических процессах, протекающих при получении металлов и неметаллических материалов. Процессы получения металлов и неметаллических материалов с участием твердофазных реагентов							
2.1	Физкио-химические явления на поверхности твердых реагентов при протекании гетерогенных процессов получения металлов и соединений. Атомная и электронная перестройка в твердых веществах при адсорбции. Механизм сублимации твердых веществ. Особенности сублимации сложных веществ (оксидов, карбидов, нитридов, боридов). /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		

2.2	Превращения в твердых веществах без изменения химического состава. Структурная чувствительность твердофазных превращений. Превращения в твердых веществах с изменением химического состава. Термодинамическая и кинетическая температура начала взаимодействия твердых веществ. Температура Бочвара-Таммана. /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.5			
2.3	Процессы получения металлов. Особенности протекания процессов углетермического восстановления оксидов. Процессы получения неметаллических материалов. /Лек/	7	3	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
2.4	Расчёт параметров сублимации оксидов, карбидов и нитридов. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р5
2.5	Реакционная способность в процессах получения металлов и неметаллических материалов твёрдых реагентов различной дисперсности и разупорядоченности кристаллической структуры. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.5 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р6
2.6	Контрольная работа /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно	КМ1	Р7
2.7	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе по 1 и 2 разделу. /Ср/	7	20	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
	Раздел 3. Физико-химические особенности процессов получения металлов и соединений в низкотемпературной плазме							

3.1	Гомогенизация реакционной системы, как один из способов интенсификации физико-химических процессов при получении металлов и соединений. Возможности использования для этого низкотемпературной плазмы, ее свойства и способы генерирования. Стадии плазмохимического процесса получения металлов и соединений /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
3.2	Стадии плазмохимического процесса получения металлов и соединений. Ввод исходных реагентов в поток плазмы, взаимодействие их с плазменным потоком, закалка высокотемпературного состояния реагентов, достигнутого /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
3.3	Применение низкотемпературной плазмы в процессах восстановления и синтеза. Особенности физико-химических свойств дисперсных материалов, получаемых в низкотемпературной плазме. /Лек/	7	4	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
3.4	Расчет температуры и состава низкотемпературной плазмы. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р8
3.5	Расчет степени перевода в паровую фазу дисперсных веществ при термическом воздействии низкотемпературной плазмы. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р9
3.6	Контрольная работа /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно	КМ2	Р10

3.7	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе по 3 разделу. /Ср/	7	20	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.3 Э1	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
	Раздел 4. Физико-химические основы получения высокочистых металлов и соединений							
4.1	Получение высокочистых металлов из промежуточных химических соединений: восстановлением высших оксидов водородом или углеродом, восстановление водородом галогенидов, электролитическое восстановление. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
4.2	Получение высокочистых металлов из промежуточных химических соединений восстановлением из оксидов кальцием и алюминием. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
4.3	Получение высокочистых оксидов и галогенидов металлов. Рафинирование соединений от примесей. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
4.4	Термодинамические расчеты для реакций восстановления тугоплавких металлов из их оксидов газообразными восстановителями. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р11
4.5	Термодинамические расчеты по алюмотермическому и кремнийтермическому восстановлению тугоплавких металлов из их оксидов /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Л1.5 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		Р12
4.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. /Ср/	7	15	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		

	Раздел 5. Физико-химические основы процессов рафинирования металлов от примесей: дуговая и электронно-лучевая плавка, зонная плавка, галоидная металлургия.							
5.1	Рафинирование циркония и титана методом галоидной металлургии (иодидный метод). Физико-химические особенности метода. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
5.2	Электролитическое рафинирование титана и циркония. Аппаратные особенности применяемых электролизеров. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.4 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
5.3	Дуговая плавка с расходуемым электродом, электронно-лучевая плавка. Преимущества и недостатки методов. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.4 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		
5.4	Физико-химические особенности вакуумного рафинирования тугоплавких металлов. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2			
5.5	Тигельная и бестигельная зонная плавка для рафинирования тугоплавких металлов. Вывод уравнения однопроходной и многопроходной зонной плавки. Получение монокристаллов по методу Чохральского. /Лек/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.2			
5.6	Расчет степени рафинирования тугоплавких металлов от примесей по уравнению однопроходной и многопроходной зонной плавки /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2			Р13
5.7	Определение скорости рафинирования циркония иодидным методом. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2			Р14
5.8	Определение скорости рафинирования титана иодидным методом. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2			Р15

5.9	Определение коэффициентов диффузии для процессов рафинирования. /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2			Р16
5.10	Контрольная работа /Пр/	7	2	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно	КМ3	Р17
5.11	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе по 4 и 5 разделу. /Ср/	7	20	ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-З1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Э2	Электронные ресурсы Э1, Э2, аналогичны литературе Л1.3, Л1.4 соответственно		

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	Контрольной работе 1	ОПК-1-З1;ПК-1-З1	1. Охарактеризуйте возможность применения для изучения испарения тугоплавких металлов и соединений (оксиды, карбиды, нитриды) методов Ленгмюра и Кнудсена. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 2. Что такое термодинамическая и кинетическая температура взаимодействия реагентов? Могут ли они использоваться для характеристики реакционной способности реагентов? (ПК-2-З1 ПК -5-З1) 3. Опишите и обоснуйте наиболее вероятную последовательность элементарных процессов сублимации оксида MoO3-x. (ПК-2-З1 ПК -5-З1) 4. Вещество А имеет структуру ГЦК. Его энергия сублимации равна 60 ккал/моль. Определите пороговую энергию образования вакансии в структуре вещества А. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 5. У какого из оксидов TiO2, Fe2O3, Cr2O3 реакционная способность по отношению к твердофазному взаимодействию с ZnO наибольшая? Почему? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 6. Какие условия должны обеспечить формирование частиц при осаждении из газовой фазы по размеру, приближающемуся к радиусу критического зародыша? Почему в большинстве случаев этим методом получают частицы большего размера чем rкр? (ПК-2-З1 ПК-5-З1)V 7. Методом Ленгмюра определяется упругость пара HfO2 при 2040 К. Рассчитайте ее значение по экспериментально определенной убыли массы образца 0,00001 г/см2•с. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 8. В силу каких причин увеличивается “энергонасыщенность” твердых веществ при диспергировании? Как повысить эффективность механического измельчения? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 9. Методом Кнудсена определяется упругость пара BeO при 1000оК. Рассчитайте ее значение по экспериментально определенной убыли массы образца 0,00005 г/см2•с. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 10. Каким образом изменение давления в системе повлияет на температуру фазового полиморфного перехода α→β, который происходит с изменением мольного объема с 8,54•10-6 м3/моль на 8,84•10-6 м3/моль соответственно у α и β модификаций? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 11. Методом Ленгмюра определяется упругость пара MgO при

			2000К. Рассчитайте ее значение по экспериментально определенной убыли образца 0,0001 г/ см2•с. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 12. Каким образом и почему предварительное прокаливание оксида молибдена (MoO3) в атмосфере кислорода и в вакууме при 600оС будет (и будет ли вообще) влиять на температуру начала взаимодействия его с углеродом? 13. Как и почему предварительная термообработка оксида TiO2 в вакууме влияет на адсорбцию водорода? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 14. Сформулируйте основные представления о твердофазных взаимодействиях на основе исследований Хедвулла-Таммана. Что такое температура Таммана? На сколько эти представления соответствуют превращениям в системе оксид-углерод? (ПК -2-З1 ПК-5-З1) 15. Рассчитайте поверхностную энергию атомов на плоскости /0II/ в ОЦК решетке в приближении ближайших соседей, считая ΔHсубл.=60 ккал/моль и межатомное расстояние равным 4 А. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 16. Обоснуйте возможные пути инициирования или торможения фазовых превращений в твердых телах без изменения химического состава. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 17. Фаза имеет две полиморфные модификации, характеризующиеся ГЦК и ОЦК кристаллическими решетками. В массивном состоянии устойчива ОЦК фаза. Возможен ли фазовый переход с уменьшением размера частиц без дополнительных воздействий? Если да, то почему? Изменяется ли вероятность фазового переходе в случае, если в массивном состоянии устойчива ГЦК фаза? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 18. Образец из MoO3 подвергается предварительному γ – облучению дозой 2•109 рентген. Каким образом данная обработка может сказаться на сублимации образца? Изменится ли и как скорость сублимации? Будет ли на характер зависимости влиять температура, при которой исследуется сублимация? (ПК-2-З1 ПК-5 -З1) 19. Рассчитайте радиус критического зародыша Mo при образовании твердой фазы при конденсации пара Mo, нагретого до 5000 К (давление насыщение – 320,1 мм.рт.ст.) и охлажденного до 2000 К (давление насыщения – 1,29•10-13 мм.рт.ст.). Поверхностная энергия Mo равна 1940 мДж/м2 (грани (II0)). Сопоставьте полученный результат с критическим размеров частиц Mo, уменьшение которого приводит к превращению кристалла в аморфное тело. Атомный объем Mo равен 9,39, теплоемкость равна 5; 88 кал/моль•град, температура плавления 2890 К. (ПК-2-З1 ПК-5 -З1) 20. Объясните природу активационного барьера при полиморфных превращениях в твердых веществах. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 21. Рассчитайте радиус критического зародыша W при образовании твердой фазы при конденсации пара W, нагретого до 5000 К (давление насыщения – 447,7 мм.рт.ст.) и резко охлажденного до 2500 К (давление насыщения 10-13 мм.рт.ст.). Поверхностная энергия W грани (II0) равна 2455 мДж/м2. Сопоставьте полученный результат с критическим размеров зерна W, дальнейшее уменьшение которого приводит к превращению кристалла в аморфное тело. Атомный объем W равен 9,54, температура плавления 3680 К, теплоемкость 6,03 кал/моль•град. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 22. Что является мерой активности твердых фаз одного состава? Всегда ли будет абсолютное значение этой величины определять реакционную способность твердой фазы в конкретных физико-химических процессах? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 23. Предложите метод определения природы доминирующего дефекта в соединении Me X1+γ, в котором избыток X может быть связан как с вакансиями в подрешетке Me, так и с межузельными атомами X. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 24. Образцы из монооксида титана (TiO) предварительно нагревают в вакууме и атмосфере кислорода. Будет ли, и если да, то как предварительная обработка TiO влиять на адсорбцию водорода на поверхности оксида? (ПК-2-З1 ПК-5-В1) 25. Из каких соображений следует, что дисперсность материала

			способно инициировать химические превращения с энергетическим барьером 0,1-10 эв/ат. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 26. Что такое энергия атомизации твердого химического соединения. Что она характеризует? Рассчитайте энергию атомизации карбидов титана и вольфрама. Необходимые данные (сформулируйте какие) возьмите у преподавателя. (ПК-2 -З1 ПК-5-З1) 27. Изучается влияние предварительного облучения γ – излучением на реакционную способность MeO по отношению к реакции твердофазного взаимодействия этого оксида с веществом Me1-X. Изменение реакционной способности (определяемое по изменению температуры начала взаимодействия) в эксперименте на обнаружено. Дайте возможные объяснения наблюдаемому эффекту. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 28. Образцы из монооксида титана (TiO) предварительно нагревают в вакууме и атмосфере кислорода. Будет ли, и если да, то как предварительная обработка TiO влиять на адсорбцию водорода на поверхность оксида? (ПК-2-З1 ПК-5-В1) 29. Методом Ленгмюра определяется упругость пара ZrO2 при 2000 К. Рассчитайте ее значение по экспериментально определенной убыли массы образца 0,0001 г/см2•с. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 30. В чем проявляется взаимосвязь реакционной способности оксидов с их электрофизическими свойствами? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 31. Методом изменения эл. сопротивления исследуется изменение структуры и состава оксида MeO – п/п р-типа при нагреве в зависимости от давления O2. В эксперименте обнаружено возрастание и уменьшение эл. проводимости. Объясните наблюдаемый эффект. Запишите происходящие с оксидом явления с помощью квазихимических уравнений. (ПК- 2-З1 ПК-5-З1) 32. Рассчитайте поверхностную энергию атомов на плоскости (111) в ОЦК решетке в приближении ближайших соседей, считая ΔHсубл.=60 ккал/моль и межатомное расстояние 4 А. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 33. Каким образом и почему адсорбция водорода на поверхности оксида MeO2+x будет изменять его электропроводность? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 34. Рассчитайте поверхностную энергию атомов на плоскости (110) в ОЦК - решетке в приближении соседей, считая ΔHсубл.=40 ккал/моль и межатомное расстояние 4 А. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 35. Опишите и обоснуйте наиболее вероятную последовательность элементарных процессов испарения атомов с кристаллической поверхности. С позиции предложенной схемы опишите процесс сублимации оксида Fe2O3. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 36. Методом Ленгмюра определяется упругость пара Al2O3 при 2000 К. Рассчитайте ее значение по экспериментально определенной убыли массы образца 0,00001 г/см2•с. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 37. Оксид MeO предварительно подвергается воздействию γ – излучения. Затем исследуется адсорбционная способность водорода на облученном и необлученном образцах, которая после облучения MeO увеличивается. После отжига в аргоне облученного образца при температуре T, существенно превышающей температуру, при которой осуществлялось γ – облучение, эффект влияния облучения на адсорбцию H2 не обнаруживается. Объясните наблюдаемые в эксперименте результаты. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 38. Будет ли, и если да, то почему отличаться адсорбционная способность водорода на монооксиде титана двух составов Ti0,8O и TiO0,8? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 39. Изучается влияние предварительного облучения γ – излучением на реакционную способность MeO по отношению к реакции твердофазного взаимодействия этого оксида с веществом MeX. Изменение реакционной способности (определяемое по изменению температуры начала взаимодействия) в эксперименте не обнаружено. Дайте возможные объяснения наблюдаемого эффекта. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 40. У какого из оксидов (ZnO или Tio2) выше реакционная

			способность по отношению к процессу твердофазного взаимодействия в системе Fe_2O_3 – соответствующий оксид. (Мерой реакционной способности является температура начала заметного взаимодействия реагентов). На основании чего сделан Ваш выбор? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 41. У какого из оксидов (ZrO_2 или Fe_2O_3) выше реакционная способность по отношению к процессу твердофазного взаимодействия в системе TiO_2 – соответствующий оксид. (Мерой реакционной способности является температура начала заметного взаимодействия реагентов). На основании чего сделан Ваш выбор? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 42. Изучается процесс сублимации двух образцов из оксида молибдена, отличающегося своей “биографией”, проявляющегося в составе (стехиометрии оксида). Будет ли это сказываться на кинетике сублимации? Почему? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 43. Почему предварительное измельчение компонентов влияет на кинетику твердофазного взаимодействия и может сдвинуть равновесие в сторону образования продуктов химическое реакции? Ваши выводы обоснуйте на конкретном расчете. Рассчитайте возможность сдвига равновесия реакции (ПК-2-З1 ПК-5-З1) $H_2 + ½ W O_2 = W + H_2O$, которая при 1200о К имеет положительное значение Δ6от, равное 1380 кал/моль. (P_{H_2}=1 ат, P_{H_2O}=1 ат) , при измельчении WO_2 от 10 мкм до 0,01 мкм. (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 44. Будет ли у оксидов MoO_3, WO_3, MnO энергия атомизации равна энергии сублимации и почему? (ПК-2-З1 ПК-5-З1) 45. Изучается процесс взаимодействия двух образцов из оксида молибдена составов MoO_3 и MoO_{3-x} с углеродом. Будет ли отличие в стехиометрии оксидов сказываться на кинетике восстановления? Почему? (ПК-2-З1 ПК-5-З1)

КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-1-З1;ПК-1-З1	1. Рассчитайте скорость дисперсных частиц Al2O3 (плотностью 3,6•103 кГ/м3) размером 5•10-6м, введенных в плазменную струю – азотной плазмы с температурой на срезе анода сопла 10 000 К и плотностью 0,25 кГ/м3. Диаметр сопла плазмотрона 5,5•10-3м. Расход плазмообразующей газовой смеси равен 0,7 кГ/ч. Коэффициент аэродинамического сопротивления принять равным 0,44. Длина плазменного факела составляет 5•10-2м. (ПК-5-З1) 2. Всегда ли с увеличением силы тока электрической дуги удается увеличить мощность дуги и соответственно повысить ее температуру? (ПК-5-З1) 3. Можно ли охарактеризовать энергетическое состояние электроразрядной плазмы среднемассовой температурой? (Дайте объяснения Вашего ответа.) Насколько плазма энергетически однородна в объеме плазменного факела? (ПК-5-З1) 4. Охарактеризуйте параметры, от которых зависит степень выхода целевого продукта при восстановительном плазмохимическом процессе получения дисперсного Fe из Fe2O3 в Ar-H2 плазменном потоке. Будет ли показатель процесса зависеть от характеристик (каких) исходного оксида? (ПК-5-З1) 5. Охарактеризуйте явления, происходящие в разных зонах плазменного реактора при получении карбида титана из TiCl4 + CH4 в плазме H2 – Ar. Опишите их в виде химических реакций. Каким образом формируется конечный дисперсный состав целевого продукта? Что влияет на размер частиц полученного TiC? Почему процесс синтеза рекомендуется вести при значительном избытке H2? (ПК-5-З1) 6. Передача энергии от внешнего источника плазме электрических разрядов связана с ее проводимостью. Каким образом можно увеличить проводимость плазмы, имеющей степень ионизации несколько процентов? (ПК-5-З1) 7. Как скорость плазменного потока влияет на степень перевода вещества из твердого состояния в пар? Рассчитайте скорость плазменного потока, имеющего среднемассовую температуру 15000 К при расходе плазмообразующего газа 25 м3/ч. Диаметр сопла плазматрона 2,5•10-2м. (ПК-5-З1) 8. Охарактеризуйте физико-химические превращения с исходным дисперсным оксидом молибдена (MoO3) при проведении плазмохимического восстановительного процесса в Ar-H2 плазменном потоке на разных его этапах. (ПК-5-З1) 9. Передача энергии от внешнего источника плазме электрических разрядов связана с ее проводимостью. Каким образом можно изменить проводимость плазмы, имеющей степень ионизации 100%. (ПК-5-З1) 10. В дуговом плазмотроне (дуга постоянного тока) в плазме H2 получен уровень температур около 1000 К. Изменение каких параметров можно повысить температуру плазмы? (ПК-5-З1) 11. Охарактеризуйте явления, происходящие в разных зонах плазменного реактора, при получении нитрида бора B2O3(ТВ.) в плазме H2-N2. Опишите возможные механизм формирования конечного целевого продукта (BN) на стадии закалки. Каким образом на этой стадии формируется конечный дисперсный состав целевого продукта. (ПК-5-З1) 12. Охарактеризуйте возможности, которыми обладает исследователь при решении вопроса о необходимости изменить параметры (какие) плазменного потока для осуществления полного процесса дезагрегации дисперсного вещества, находящегося в этом потоке. (ПК-5-З1) 13. Перед Вами стоит задача получить как можно более дисперсный карбид титана. Какие возможности для этого имеются в вашем распоряжении при проведении плазмохимического синтеза TiC из твердых реагентов (Ti-C) и из парогазовой фазы (TiCl4-CH4-H2). (ПК-5-З1) 14. NbN имеет модификацию, устойчивую в обл. температур 1600-2500 К. При осуществлении синтеза нитрида ниобия на одной из установок В Ч – плазмы получено соотношение между низкотемпературной фазой NbN (гексагональная фаза) и высокотемпературной как 1:1. На другой установке ВЧ – плазмы той же мощности выход кубической фазы составляет величину

			100%. В чем возможная разница в конструкциях установок? В чем возможная причина наблюдаемого явления? (ПК-5-З1) 15. В продукте плазмохимического синтеза карбида вольфрама из исходных реагентов: W – порошок, C – порошок, присутствует высокотемпературная фаза (кубическая). Объясните возможный механизм появления этой метастабильной фазы в продукте синтеза наряду со стабильной фазой α – WC (гексагональная структура). (ПК-5-З1) 16. Можно ли охарактеризовать энергетическое состояние электроразрядной плазмы среднемассовой температурой? (Дайте объяснение Вашего ответа). Насколько плазма энергетически однородна в объеме плазменного факела? (ПК-5-З1) 17. Рассчитать парциальное давление молекулярного и атомарного азота, положительных ионов азота при T=10000 К и Робщ.=1. Определить степень ионизации плазмы. (ПК-5-З1) 18. Почему в ряде случаев из-за неправильной организации стадии закалки высокотемпературных состояний, достигнутых реакционной системой в плазме, эффективность плазмохимических процессов (по выходу целевого продукта) на высока? (ПК-5-З1) 19. Охарактеризуйте параметры плазмохимического процесса синтеза B4C из парогазовой фазы, содержащей BCl3, CH4, H2, от которых зависит выход целевого продукта, его состав и дисперсность. Каким образом, меняя эти параметры, можно изменять свойства продукта синтеза? (ПК-5-З1) 20. Всегда ли высокий уровень температур плазмы обеспечит высокий выход целевого продукта плазменной реакции? В чем возможные причины неэффективной организации плазмохимических процессов с участием газовых и твердых исходных реагентов? (ПК-5-З1) 21. Что отличает плазму от нагретого газа? Почему использование низкотемпературной плазмы может повысить эффективность процессов получения металлов и соединений? (ПК-5-З1) 22. Как скорость плазменного потока влияет на степень перевода вещества из твердого состояния в пар? Рассчитайте скорость плазменного потока Ar, имеющего среднемассовую температуру 20000 К при расходе плазмообразующего газа 20 м3/ч. Диаметр сопла плазматрона 2,5•10-2м. (ПК-5-З1) 23. С какой целью и как осуществляют стабилизацию электрической дуги в плазматроне? (ПК-5-З1) 24. Охарактеризуйте возможные химические и фазовые превращения с исходными компонентами при плазмохимическом процессе получения SiC из парогазовой фазы, содержащей SiCl4+CH4+H2 в плазмохимическом реакторе. Изменением каких параметров и как можно изменять дисперсность синтезируемого карбида? Чем объяснить появление в составе дисперсного продукта свободного углерода? (ПК-5-З1) 25. Охарактеризуйте явления, происходящие в разных зонах плазменного реактора при получении Cr из Cr2O3 в плазме H2- Ar. Опишите их в виде химических реакций. Каким образом формируется конечный дисперсный состав целевого продукта? (ПК -5-З1) 26. Как и с какой целью осуществляют стадию закалки продуктов плазмохимических процессов получения различных веществ? Приведите пример влияния этой стадии на показатели процессов (выход целевого продукта, дисперсный и фазовый состав получаемого вещества). (ПК-5-З1) 27. Что ограничивает мощность, вкладываемую в электрическую дугу, некоторых плазмотронов (при достаточно мощных источниках электрической энергии)? Как можно устранить данный недостаток? (ПК-5-З1) 28. Как меняя конструкцию дугового плазмотрона можно повысить степень превращения / степень перехода в паровую фазу/ при переработке в плазмохимическом процессе дисперсного вещества? (ПК-5-З1) 29. Охарактеризуйте роль восстановителя в плазмохимических восстановительных процессах. Возможно ли в плазмохимических реакторах осуществить восстановительные процессы без восстановителя? (ПК-5-З1)

			30. При плазменном получении карбида Ti из парогазовой фазы, содержанием TiCl4+CH4 получен целевой продукт, степень выхода которого составляет около 15%. В чем причины такого результата, как можно повысить эффективность процесса? (ПК-5-З1) 31. Охарактеризуйте параметры, от которых зависит степень выхода целевого продукта при восстановлении плазмохимическом процессе получения дисперсного ниобия из Nb2O5 в Ar – H2 плазменном потоке. Будет ли показатель процесса зависеть от характеристик (каких) исходного оксида? (ПК-5-З1) 32. При проведении плазмохимического процесса восстановления дисперсного MoO3 (размер частиц порошка более 160 мкм) в плазменном потоке Ar – H2, характеризующемся среднемассовой температурой ~7000 К, получен дисперсный продукт, содержащий около 10% масс. кислорода, что соответствует степени превращения исходного MoO3 ~ 60%. С какими причинами может быть связан невысокий процент выхода металлического молибдена? (ПК-5-З1) 33. Рассчитайте радиус критического зародыша титана, формирующегося в закалочном устройстве плазмохимического реактора, в котором осуществлена реакция диссоциативного разложения TiCl4 (TiCl4= Ti + 4Cl), в результате которой парциальное давление Ti в зоне протекания реакции равно ~ 10 мм.рт.ст. Температура в закалочном устройстве ~ 300 К. Равновесное давление Ti при этой температуре равно ~ 10-15 мм.рт.ст. Принять: поверхностную энергию титана равной 1251 эрг/см2; плотность 4,5 г/см3. Почему, как правило, дисперсность порошков, полученных в плазменных процессах, несмотря на реализацию механизма снятия перенасыщения через образование зародышей твердой фазы, а не роста первоначально образовавшихся зародышей, существенно ниже? В силу каких причин, как правило, размер частиц дисперсного продукта плазмохимических процессов превосходит размер критического зародыша? (ПК-5-З1) 34. Рассчитать радиус критического зародыша Mo при плазмохимическом процессе его получения из парогазовой фазы /MoCl5/ в водородной плазме /T~5000 К/. Парциальное давление Mo в высокотемпературной зоне реактора равно 0,1 мм.рт.ст. /напишите выражение для его расчета/.В закалочном устройстве плазмохимического реактора температура составляет ~ 2000 К. Изменением какого /каких/ параметра /ов/ процесса наиболее технологично менять размер радиуса критического зародыша? В силу каких причин, как правило, размер частиц дисперсного продукта плазмохимических процессов превосходит размер критического зародыша? (ПК-5-З1) 35. Рассчитать радиус критического зародыша W при образовании твердой фазы при плазмохимическом процессе через обработку WO3 в водородной плазме, обеспечивающей полную сублимацию исходной трехокиси. Парциальное давление паров W в высокотемпературной зоне реактора равна 447,7 мм.рт.ст./напишите выражение для его расчета/. В закалочном устройстве плазмохимического реактора температура составляет 2500 К. Изменением какого /каких/ параметра /ов/ процесса наиболее технологично менять размер радиуса критического зародыша? В силу каких причин, как правило, размер частиц дисперсного продукта плазмохимических процессов превосходит размер критического зародыша? Существует ли и почему при осуществлении плазмохимического процесса получить дисперсный продукт с размером частиц, приближающимся к радиусу критического зародыша? (ПК-5-З1)

КМ3	Контрольной работе 3	ОПК-1-З1;ПК-1-З1	1. Предположите возможные способы очистки оксохлорида ванадия VOCl3 от примесей. (ПК-5-З1) 2. Какие известены технологические варианты восстановления тантала и ниобия из их пентахлоридов? (ПК-5-З1) 3. Опишите известные методы расчетного определения температуры начала восстановления оксида металла твердым углеродом. (ПК-5-З1) 4. Предложите возможные способы получения металлического ванадия из оксида, оксохлорида ванадия и ванадата кальция. (ПК-5-З1) 5. Соблюдение каких условий позволит осуществить алюминотермическое восстановление Nb2O5 внепечным способом с выплавкой слитка металла? (ПК-5-З1) 6. Сопоставьте и классифицируйте хлориды, получаемые при хлорировании лопаритового концентрата, по температурам кипения или сублимации. (ПК-5-З1) 7. Почему спекание прессованных заготовок из порошка тантала и ниобия нужно обязательно проводить в вакууме порядка 0,013 Па, а не в атмосфере инертного газа. (ПК-5-З1) 8. Какие условия должно быть обеспечены для успешного протекания металлотермического восстановления без внешнего подогрева? (ПК-5-З1) 9. В каких печах и при каких режимах можно проводить операции карбидизации Nb2O5 с NbC? (ПК-5-З1) 10. Ванадий имеет твердость 2300 МПа. Предложите способы получения металла с твердостью 600 МПа, объясните сущность физико-химических процессов, протекающих при рафинировании. (ПК-5-З1) 11. Дайте обоснование выбора металла восстановителя для получения тантала и ниобия из K2TaF7 и K2NbF7. Сформулируйте требования к металлу восстановителю. (ПК-5-З1) 12. Назовите наиболее характерные примеси в техническом тетрахлориде титана. Укажите известные способы очистки (дайте краткое описание). (ПК-5-З1) 13. При рафинировании титана иодидным методоом было установлено, что скорость процесса замедлялась и в определенный момент прервалась. При сохранении достаточно большого количества чернового металла. Опишите суть метода и возможные причины произошедшего. (ПК-5-З1) 14. Для реакции восстановления оксида вольфрама WO2 водородом рассчитать изменение энергии Гиббса при температуре 1500 С и равновесное содержание водорода в газовой смеси. 15. Укажите известные методы рафинирования вольфрама и молибдена. Дайте краткое описание. (ПК-5-З1) 16. Какие условия должно быть обеспечены для успешного протекания металлотермического восстановления без внешнего подогрева. Опишите известные методы расчетного определения температуры начала восстановления оксида металла твердым углеродом. (ПК-5-З1) 17. Перечислите химические соединения вольфрама, используемые как промежуточные продукты в технологии переработки вольфрамового сырья или являющиеся конечными продуктами. 18. Укажите известные методы рафинирования титана и циркония. Дайте описание методов. (ПК-5-З1) 19. Для предотвращения окисления Mo при его отжиге, термообработка должна происходить в вакууме или защитнойатмосфере. Какой должен быть вакуум чтобы не происходило окисление Mo при 2000 С. Достаточно ли разряжения 1, 33 Па, чтобы предотвратить окисление Mo. Если нет, то при какой температуре это будет возможно? (ПК-5-З1) 20. Опишите суть метода зонной плавки, используемого для рафинирования металла (например, вольфрама). Укажите возможные причины неэффективности применения метода. Предложите альтернативные варианты решения. (ПК-5-З1) 21. Назовите наиболее характерные примеси в техническом тетрахлориде титана. Укажите известные способы очистки (дайте краткое описание). Опишите возможные методы получения титана из тетрахлорида.(ПК-5-З1)

КМ4	Экзамен	ОПК-1-З1;ПК-1-З1	ПК-2-З1: понятие реакционной способности твёрдых реагентов, основные факторы, влияющие на реакционную способность твёрдых реагентов в процессах получения металлов и неметаллических материалов, способы их получения и рафинирования. 1.У какого из оксидов TiO2, Fe2O3, Cr2O3 реакционная способность по отношению к твердофазному взаимодействию с ZnO наибольшая? Почему? 2.Как и почему предварительная термообработка оксида TiO2 в вакууме влияет на адсорбцию водорода и реакционную способность исходного оксида? 3. Сформулируйте основные представления о твердофазных взаимодействиях на основе исследований Хедвулла-Таммана. Что такое температура Таммана? На сколько эти представления соответствуют превращениям в системе оксид-углерод? 4. Обоснуйте возможные пути инициирования или торможения фазовых превращений в твердых телах без изменения химического состава 5. Рассчитайте радиус критического зародыша Mo при образовании твердой фазы при конденсации пара Mo, нагретого до 5000 К (давление насыщение – 320,1 мм.рт.ст.) и охлажденного до 2000 К (давление насыщения – 1,29•10-13 мм.рт.ст.). Поверхностная энергия Mo равна 1940 мДж/м2 (грани (II0)). Сопоставьте полученный результат с критическим размеров частиц Mo, уменьшение которого приводит к превращению кристалла в аморфное тело. Атомный объем Mo равен 9,39, теплоемкость равна 5; 88 кал/моль•град, температура плавления 2890 К. 6. Объясните природу активационного барьера при полиморфных превращениях в твердых веществах, лежащих в основе получения сверхтвёрдых веществ. 7. Что является мерой активности твердых фаз одного состава? Всегда ли будет абсолютное значение этой величины определять реакционную способность твердой фазы в конкретных физико-химических процессах? 8. Образцы из монооксида титана (TiO) предварительно нагревают в вакууме и атмосфере кислорода. Будет ли, и если да, то как предварительная обработка TiO влиять на адсорбцию водорода на поверхности оксида и на его реакционную способность? 9. Изучается влияние предварительного облучения γ – излучением на реакционную способность MeO по отношению к реакции твердофазного взаимодействия этого оксида с веществом Me1-X. Изменение реакционной способности (определяемое по изменению температуры начала взаимодействия) в эксперименте на обнаружено. Дайте возможные объяснения наблюдаемому эффекту. 10. В чем проявляется взаимосвязь реакционной способности оксидов с их электрофизическими свойствами? 11.Будет ли, и если да, то почему отличаться адсорбционная способность водорода на монооксиде титана двух составов Ti0,8O и TiO0,8? 12.У какого из оксидов (ZnO или Tio2) выше реакционная способность по отношению к процессу твердофазного взаимодействия в системе Fe2O3 – соответствующий оксид. (Мерой реакционной способности является температура начала заметного взаимодействия реагентов). На основании чего сделан Ваш выбор? 13. У какого из оксидов (ZrO2 или Fe2O3) выше реакционная способность по отношению к процессу твердофазного взаимодействия в системе TiO2 – соответствующий оксид. (Мерой реакционной способности является температура начала заметного взаимодействия реагентов). На основании чего сделан Ваш выбор? 14. Изучается процесс взаимодействия двух образцов из оксида молибдена составов MoO3 и MoO3-x с углеродом. Будет ли отличие в стехиометрии оксидов сказываться на кинетике восстановления? Почему? 15.Охарактеризуйте параметры, от которых зависит степень выхода целевого продукта при восстановительном плазмохимическом процессе получения дисперсного Fe из Fe2O3 в Ar-H2 плазменном

			потоке. Будет ли показатель процесса зависеть от характеристик (каких) исходного оксида? 16. Охарактеризуйте явления, происходящие в разных зонах плазменного реактора при получении карбида титана из $TiCl_4$ + CH_4 в плазме H_2 – Ar. Опишите их в виде химических реакций. Каким образом формируется конечный дисперсный состав целевого продукта? Что влияет на размер частиц полученного TiC? Почему процесс синтеза рекомендуется вести при значительном избытке H_2? 17. Охарактеризуйте физико-химические превращения с исходным дисперсным оксидом молибдена (MoO_3) при проведении плазмохимического восстановительного процесса в Ar-H_2 плазменном потоке на разных его этапах. 18. Охарактеризуйте явления, происходящие в разных зонах плазменного реактора, при получении нитрида бора B_2O_3(ТВ.) в плазме H_2-N_2. Опишите возможные механизм формирования конечного целевого продукта (BN) на стадии закалки. Каким образом на этой стадии формируется конечный дисперсный состав целевого продукта. 19. NbN имеет модификацию, устойчивую в обл. температур 1600-2500 К. При осуществлении синтеза нитрида ниобия на одной из установок В Ч – плазмы получено соотношение между низкотемпературной фазой NbN (гексагональная фаза) и высокотемпературной как 1:1. На другой установке ВЧ – плазмы той же мощности выход кубической фазы составляет величину 100%. В чем возможная разница в конструкциях установок? В чем возможная причина наблюдаемого явления? 20. Охарактеризуйте возможные химические и фазовые превращения с исходными компонентами при плазмохимическом процессе получения SiC из парогазовой фазы, содержащей $SiCl_4$+CH_4+H_2 в плазмохимическом реакторе. Изменением каких параметров и как можно изменять дисперсность синтезируемого карбида? Чем объяснить появление в составе дисперсного продукта свободного углерода? 21. В продукте плазмохимического синтеза карбида вольфрама из исходных реагентов: W – порошок, C – порошок, присутствует высокотемпературная фаза (кубическая). Объясните возможный механизм появления этой метастабильной фазы в продукте синтеза наряду со стабильной фазой α – WC (гексагональная структура). 22.При проведении плазмохимического процесса восстановления дисперсного MoO_3 (размер частиц порошка более 160 мкм) в плазменном потоке Ar – H_2, характеризующемся среднемассовой температурой ~7000 К, получен дисперсный продукт, содержащий около 10% масс. кислорода, что соответствует степени превращения исходного MoO_3 ~ 60%. С какими причинами может быть связан невысокий процент выхода металлического молибдена? 23. Какие известны технологические варианты восстановления тантала и ниобия из их пентахлоридов? 25. Предложите возможные способы получения металлического ванадия из оксида, оксохлорида ванадия и ванадата кальция. 26. Соблюдение каких условий позволит осуществить алюминотермическое восстановление Nb_2O_5 внепечным способом с выплавкой слитка металла? 27. Какие условия должно быть обеспечены для успешного протекания металлотермического восстановления без внешнего подогрева? 28. В каких печах и при каких режимах можно проводить операции карбидизации Nb_2O_5 с NbC. 29. Укажите известные методы рафинирования вольфрама и молибдена. Дайте краткое описание. 30. Опишите суть метода зонной плавки, используемого для рафинирования металла (например, вольфрама). Укажите возможные причины неэффективности применения метода. Предложите альтернативные варианты решения. 31. Что такое термодинамическая и кинетическая температура взаимодействия реагентов? Могут ли они использоваться для характеристики реакционной способности реагентов?

			32. Назовите наиболее характерные примеси в техническом тетрахлориде титана. Укажите известные способы очистки (дайте краткое описание). Опишите возможные методы получения титана из тетрахлорида. Возможные механизмы влияния состояния поверхности, структуры исходных реагентов на их реакционную способность в процессах получения металлов и соединений. 1. Опишите и обоснуйте наиболее вероятную последовательность элементарных процессов сублимации оксида MoO3-x. 2. В силу каких причин увеличивается “энергонасыщенность” твердых веществ при диспергировании? Как повысить эффективность механического измельчения? 3. Каким образом и почему предварительное прокаливание оксида молибдена (MoO3) в атмосфере кислорода и в вакууме при 600оС будет (и будет ли вообще) влиять на температуру начала взаимодействия его с углеродом? 4. Как и почему предварительная термообработка оксида TiO2 в вакууме влияет на адсорбцию водорода и его реакционную способность? 5. Обоснуйте возможные пути инициирования или торможения фазовых превращений в твердых телах без изменения химического состава. 6. Фаза имеет две полиморфные модификации, характеризующиеся ГЦК и ОЦК кристаллическими решетками. В массивном состоянии устойчива ОЦК фаза. Возможен ли фазовый переход с уменьшением размера частиц без дополнительных воздействий? Если да, то почему? Изменяется ли вероятность фазового переходе в случае, если в массивном состоянии устойчива ГЦК фаза? 7. Предложите метод определения природы доминирующего дефекта в соединении Me X1+γ, в котором избыток X может быть связан как с вакансиями в подрешетке Me, так и с межузельными атомами X. 8. Из каких соображений следует, что дисперсность материала способно инициировать химические превращения с энергетическим барьером 0,1-10 эв/ат. 9. Изучается влияние предварительного облучения γ – излучением на реакционную способность MeO по отношению к реакции твердофазного взаимодействия этого оксида с веществом Me1-X. Изменение реакционной способности (определяемое по изменению температуры начала взаимодействия) в эксперименте на обнаружено. Дайте возможные объяснения наблюдаемому эффекту. 10. Оксид MeO предварительно подвергается воздействию γ – излучения. Затем исследуется адсорбционная способность водорода на облученном и необлученном образцах, которая после облучения MeO увеличивается. После отжига в аргоне облученного образца при температуре T, существенно превышающей температуру, при которой осуществлялось γ – облучение, эффект влияния облучения на адсорбцию H2 не обнаруживается. Объясните наблюдаемые в эксперименте результаты. 11. .Изучается процесс сублимации двух образцов из оксида молибдена, отличающегося своей “биографией”, проявляющегося в составе (стехиометрии оксида). Будет ли это сказываться на кинетике сублимации? Почему? 12. Почему предварительное измельчение компонентов влияет на кинетику твердофазного взаимодействия и может сдвинуть равновесие в сторону образования продуктов химическое реакции? Ваши выводы обоснуйте на конкретном расчете. Рассчитайте возможность сдвига равновесия реакции H2 + ½ W O2= W + H2O, которая при 1200о К имеет положительное значение Δ6от, равное 1380 кал/моль. (Рн2=1 ат, Рн2о=1 ат) , при измельчении WO2 от 10 мкм до 0,01 мкм. 13. Изучается процесс взаимодействия двух образцов из оксида молибдена составов MoO3 и MoO3-x с углеродом. Будет ли отличие в стехиометрии оксидов сказываться на кинетике восстановления? Почему? 14. Охарактеризуйте параметры, от которых зависит степень выхода целевого продукта при восстановительном

			плазмохимическом процессе получения дисперсного Fe из Fe2O3 в Ar-H2 плазменном потоке. Будет ли показатель процесса зависеть от характеристик (каких) исходного оксида? 15. Охарактеризуйте возможности, которыми обладает исследователь при решении вопроса о необходимости изменить параметры (какие) плазменного потока для осуществления полного процесса дезагрегации дисперсного вещества, находящегося в этом потоке. 16. Как скорость плазменного потока влияет на степень перевода вещества из твердого состояния в пар? Рассчитайте скорость плазменного потока Ar, имеющего среднемассовую температуру 20000 К при расходе плазмообразующего газа 20 м3/ч. Диаметр сопла плазматрона 2,5•10-2м. 17. Охарактеризуйте параметры, от которых зависит степень выхода целевого продукта при восстановлении плазмохимическом процессе получения дисперсного ниобия из Nb2O5 в Ar – H2 плазменном потоке. Будет ли показатель процесса зависеть от характеристик (каких) исходного оксида? 18. При проведении плазмохимического процесса восстановления дисперсного MoO3 (размер частиц порошка более 160 мкм) в плазменном потоке Ar – H2, характеризующемся среднемассовой температурой ~7000 К, получен дисперсныйпродукт, содержащий около 10% масс. кислорода, что соответствует степени превращения исходного MoO3 ~ 60%. С какими причинами может быть связан невысокий процент выхода металлического молибдена? ПК-5-З1: физико-химические особенности процессов получения металлов и соединений и их рафинирования от примесей. 1. Какие условия должны обеспечить формирование частиц металлов и неметаллических материалов при осаждении из газовой фазы по размеру, приближающемуся к радиусу критического зародыша? Почему в большинстве случаев этим методом получают частицы большего размера чем rкр 2. Каким образом изменение давления в системе повлияет на температуру фазового полиморфного перехода α→β, который происходит с изменением мольного объема с 8,54•10-6 м3/моль на 8,84•10-6 м3/моль соответственно у α и β модификаций? 3. Обоснуйте возможные пути инициирования или торможения фазовых превращений в твердых телах без изменения химического состава. 4. Фаза имеет две полиморфные модификации, характеризующиеся ГЦК и ОЦК кристаллическими решетками. В массивном состоянии устойчива ОЦК фаза. Возможен ли фазовый переход с уменьшением размера частиц без дополнительных воздействий? Если да, то почему? Изменяется ли вероятность фазового переходе в случае, если в массивном состоянии устойчива ГЦК фаза. 5. Рассчитайте радиус критического зародыша Mo при образовании твердой фазы при конденсации пара Mo, нагретого до 5000 К (давление насыщение – 320,1 мм.рт.ст.) и охлажденного до 2000 К (давление насыщения – 1,29•10-13 мм.рт.ст.). Поверхностная энергия Mo равна 1940 мДж/м2 (грани (II0)). Сопоставьте полученный результат с критическим размеров частиц Mo, уменьшение которого приводит к превращению кристалла в аморфное тело. Атомный объем Mo равен 9,39, теплоемкость равна 5; 88 кал/моль•град, температура плавления 2890 К. 6. Образцы из монооксида титана (TiO) предварительно нагревают в вакууме и атмосфере кислорода. Будет ли, и если да, то как предварительная обработка TiO влиять на адсорбцию водорода на поверхности оксида? 7. Что такое энергия атомизации твердого химического соединения. Что она характеризует? Рассчитайте энергию атомизации карбидов титана и вольфрама. Необходимые данные (сформулируйте какие) возьмите у преподавателя. 8. Изучается влияние предварительного облучения γ – излучением на реакционную способность MeO по отношению к реакции твердофазного взаимодействия этого оксида с веществом MeX. Изменение реакционной способности (определяемое по

			изменению температуры начала взаимодействия) в эксперименте не обнаружено. Дайте возможные объяснения наблюдаемого эффекта. 9. Будет ли у оксидов MoO_3, WO_3, MnO энергия атомизации равна энергии сублимации и почему? 10. Охарактеризуйте параметры, от которых зависит степень выхода целевого продукта при восстановительном плазмохимическом процессе получения дисперсного Fe из Fe_2O_3 в Ar-H_2 плазменном потоке. Будет ли показатель процесса зависеть от характеристик (каких) исходного оксида? 11. Охарактеризуйте физико-химические превращения с исходным дисперсным оксидом молибдена (MoO_3) при проведении плазмохимического восстановительного процесса в Ar-H_2 плазменном потоке на разных его этапах. 12. Охарактеризуйте возможности, которыми обладает исследователь при решении вопроса о необходимости изменить параметры (какие) плазменного потока для осуществления полного процесса дезагрегации дисперсного реагента, используемого в плазмохимическом процессе получения металлов и соединений? 13. Перед Вами стоит задача получить как можно более дисперсный карбид титана. Какие возможности для этого имеются в вашем распоряжении при проведении плазмохимического синтеза TiC из твердых реагентов (Ti-C) и из парогазовой фазы ($TiCl_4$-CH_4-H_2). 14. В продукте плазмохимического синтеза карбида вольфрама из исходных реагентов: W – порошок, C – порошок, присутствует высокотемпературная фаза (кубическая). Объясните возможный механизм появления этой метастабильной фазы в продукте синтеза наряду со стабильной фазой α – WC (гексагональная структура). 15. Почему в ряде случаев из-за неправильной организации стадии закалки высокотемпературных состояний, достигнутых реакционной системой в плазме, эффективность плазмохимических процессов (по выходу целевого продукта) на высока? 16. Охарактеризуйте возможные химические и фазовые превращения с исходными компонентами при плазмохимическом процессе получения SiC из парогазовой фазы, содержащей $SiCl_4$+CH_4+H_2 в плазмохимическом реакторе. Изменением каких параметров и как можно изменять дисперсность синтезируемого карбида? Чем объяснить появление в составе дисперсного продукта свободного углерода? 17. Охарактеризуйте роль восстановителя в плазмохимических восстановительных процессах. Возможно ли в плазмохимических реакторах осуществить восстановительные процессы без восстановителя? 18. При проведении плазмохимического процесса восстановления дисперсного MoO_3 (размер частиц порошка более 160 мкм) в плазменном потоке Ar – H_2, характеризующемся среднемассовой температурой ~7000 К, получен дисперсный продукт, содержащий около 10% масс. кислорода, что соответствует степени превращения исходного MoO_3 ~ 60%. С какими причинами может быть связан невысокий процент выхода металлического молибдена? 19. Рассчитайте радиус критического зародыша титана, формирующегося в закалочном устройстве плазмохимического реактора, в котором осуществлена реакция диссоциативного разложения $TiCl_4$ ($TiCl_4$= Ti + 4Cl), в результате которой парциальное давление Ti в зоне протекания реакции равно ~ 10 мм.рт.ст. Температура в закалочном устройстве ~ 300 К. Равновесное давление Ti при этой температуре равно ~ 10-15 мм.рт.ст. Принять: поверхностную энергию титана равной 1251 эрг/см2; плотность 4,5 г/см3. Почему, как правило, дисперсность порошков, полученных в плазменных процессах, несмотря на реализацию механизма снятия перенасыщения через образование зародышей твердой фазы, а не роста первоначально образовавшихся зародышей, существенно ниже? В силу каких причин, как правило, размер частиц дисперсного продукта плазмохимических процессов превосходит размер критического зародыша?

			20. Опишите известные методы расчетного определения температуры начала восстановления оксида металла твердым углеродом. 21. Соблюдение каких условий позволит осуществить алюминотермическое восстановление Nb2O5 внепечным способом с выплавкой слитка металла? 22. Почему спекание прессованных заготовок из порошка тантала и ниобия нужно обязательно проводить в вакууме порядка 0,013 Па, а не в атмосфере инертного газа? 23. Дайте обоснование выбора металла восстановителя для получения тантала и ниобия из K2TaF7 и K2NbF7. Сформулируйте требования к металлу восстановителю. 24. При рафинировании титана иодидным методоом было установлено, что скорость процесса замедлялась и в определенный момент прервалась. При сохранении достаточно большого количества чернового металла. Опишите суть метода и возможные причины произошедшего. 25. Для реакции восстановления оксида вольфрама WO2 водородом рассчитать изменение энергии Гиббса при температуре 1500 С и равновесное содержание водорода в газовой смеси.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Практическая работа № 1	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-В1;ПК-1-У1	Особенности дисперсного состояния вещества. Расчет поверхностной энергии кристаллов. Расчет минимального размера частиц твердых кристаллических веществ, достигаемых при измельчении. (ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК -2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р2	Практическая работа № 2	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Расчет химических и фазовых равновесий в нанодисперсных системах. (ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р3	Практическая работа № 3	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Расчет параметров разупорядочения в сложных веществах (нитридах, карбидах, оксидах) под воздействием температуры. (ПК -2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р4	Практическая работа № 4	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение параметров различных видов радиационного воздействия на твердое вещество для разупорядочения его структуры. (ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р5	Практическая работа № 5	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Расчёт параметров сублимации оксидов, карбидов и нитридов. (ПК -2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р6	Практическая работа № 6	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Реакционная способность в процессах получения металлов и неметаллических материалов твёрдых реагентов различной дисперсности и разупорядоченности кристаллической структуры. (ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р7	Практическая работа № 7	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Контрольная работа (ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р8	Практическая работа № 8	ОПК-1-З1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Расчет температуры и состава низкотемпературной плазмы. (ПК-2-З1 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р9	Практическая работа № 9	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Расчет степени перевода в паровую фазу дисперсных веществ при термическом воздействии низкотемпературной плазмы. (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р10	Практическая работа № 10	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Контрольная работа (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)

Р11	Практическая работа № 11	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Термодинамические расчеты для реакций восстановления тугоплавких металлов из их оксидов газообразными восстановителями. (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р12	Практическая работа № 12	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Термодинамические расчеты по алюмотермическому и кремнийтермическому восстановлению тугоплавких металлов из их оксидов (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р13	Практическая работа № 13	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Расчет степени рафинирования тугоплавких металлов от примесей по уравнению однопроходной и многопроходной зонной плавки (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р14	Практическая работа № 14	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение скорости рафинирования циркония иодидным методом. (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р15	Практическая работа № 15	ОПК-1-У1;ОПК-1-З1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение скорости рафинирования титана иодидным методом. (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р16	Практическая работа № 16	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение коэффициентов диффузии для процессов рафинирования. (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)
Р17	Практическая работа № 17	ОПК-1-З1;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-З1;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Контрольная работа (ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-З1 ПК-5-У1 ПК-5-В1)

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

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов.
1 вопрос - по разделу №1 "Реакционная способность твердых реагентов в процессах получения металлов и соединений. Её связь с их дисперсностью, природой химической связи, структурой."
2 вопрос - по разделу №2 "Явления в твердых реагентах при нагревании и роль поверхности в физико-химических процессах, протекающих при получении металлов и неметаллических материалов. Процессы получения металлов и неметаллических материалов с участием твердофазных реагентов"
3 вопрос - по разделу №3 "Физико-химические особенности процессов получения металлов и соединений в низкотемпературной плазме"
4 вопрос - по разделу №4 "Физико-химические основы получения высокочистых металлов и соединений"
5 вопрос - по разделу №5 "Физико-химические основы процессов рафинирования металлов от примесей: дуговая и электронно-лучевая плавка, зонная плавка, галоидная металлургия."
Вопросы могут быть как теоретическими, так и расчетными.
Задачи в билетах являются типовыми, и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Билеты хранятся на кафедре. В приложении приведены типовые экзаменационные билеты.

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

По курсу предусмотрен экзамен.
Оценка «отлично» - даны правильные ответы на 5 вопросов в экзаменационном билете.
Оценка «хорошо» - даны правильные ответы на 4 вопроса в экзаменационном билете.
Оценка «удовлетворительно» - даны правильные ответы на 3 вопроса в экзаменационном билете.
Оценка «неудовлетворительно» - даны правильные ответы менее чем на 3 вопроса в экзаменационном билете.
Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился или не выполнил текущие контрольные мероприятия и выдаваемые преподавателем расчетные задания.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Колобов Г. А., Елютин Александр Вячеславович, Ракова Наталья Николаевна, Бруэк Владимир Николаевич	Основы рафинирования цветных металлов: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.2	Крапухин В. В., Соколов И. А., Кузнецов Г. Д.	Технология материалов электронной техники: Теория процессов полупроводниковой технологии: Учебник для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1995
Л1.3	Блинков Игорь Викторович, Елютин Вячеслав Петрович	Физико-химия металлов и неметаллических материалов: Разд.: Физико-химия ультрадисперсных систем: Курс лекций для студ. спец. 11.04	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1990
Л1.4	Челноков Валентин Сергеевич, Блинков Игорь Викторович, Аникин Вячеслав Николаевич, др.	Получение соединений тугоплавких металлов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015
Л1.5	Челноков Валентин Сергеевич, Блинков Игорь Викторович, Аникин Вячеслав Николаевич, др.	Процессы получения и обработки материалов. Получение тугоплавких металлов из соединений (N 2547): учебное пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	№346 Физико-химия металлов и неметаллических материалов: Разд.: Физико-химия ультрадисперсных систем. Блинков И.В. Курс лекций Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4279	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4279
Э2	№2370 Получение соединений тугоплавких металлов: учеб. пособие Челноков, В. С. 2015 Url: http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9829	http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9829

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Интерактивная система Менделеева http://www.ptable.com

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

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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами физико-химических основ систем и технологических процессов получения металлов и неметаллических материалов. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения физико-химических задач на занятии, а также самостоятельного выполнения заданий.
Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:
- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);
- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов.
Усвоение дисциплины 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 аттестации.
1. Лекции читаются в форме презентаций с использованием компьютерной программы Power Point.
2. На практических занятиях используются имитационные активные методы обучения, например, деловая игра (игровой метод), решение ситуативных задач, анализ конкретной ситуации. Используются также интерактивные технологии обучения, в частности, с использованием ресурсов интернета, электронных учебников и справочников в режиме реального времени.
3. В самостоятельной работе при проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует учебные пособия, опорные конспекты.
4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и лекциях, контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.