ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Явления переноса и реакционная способность твердых тел

Код модуля	Модуль
1161777(1)	Равновесные и неравновесные явления в твердых телах

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гаврилова Людмила Яковлевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	департамент фундаментальной и прикладной химии
2	Цветков Дмитрий Сергеевич	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ Е.С. Комарова

Авторы:

- **Гаврилова Людмила Яковлевна**, **Доцент**, **департамент фундаментальной и прикладной химии**
- **Цветков Дмитрий Сергеевич**, **Профессор**, **физической и неорганической химии**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Явления переноса и реакционная способность твердых тел

1.	**Объем дисциплины в зачетных единицах**	6	
2.	**Виды аудиторных занятий**	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	**Промежуточная аттестация**	Экзамен	
4.	**Текущая аттестация**	Контрольная работа	2
		Отчет по лабораторным работам	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Явления переноса и реакционная способность твердых тел

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	**Планируемые результаты обучения (индикаторы)**	**Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине**
1	**2**	**3**
ПК-1 -Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	З-1 - Демонстрировать понимание методов получения неорганических, органических веществ и материалов, полимеров и полимерных пленок, композиционных и наноматериалов З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

	П-1 - Владеть известными приемами и методами синтеза веществ и материалов П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов У-1 - Проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	
ПК-2 -Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи З-2 - Сформулировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности П-2 - Иметь опыт планирования отдельных этапов НИР У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности У-2 - Планировать отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

ПК-3 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке П-1 - Иметь опыт работы с базами данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке У-1 - Проводить первичный поиск информации по заданной тематике с использованием данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-4 -Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности П-2 - Иметь навыки подготовки и работы с технологическими объектами различных химических и смежных производств и научно-технических разработок У-2 - Готовить объекты различных химических и смежных производств и научно-технических разработок исследования для проведения испытаний	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-5 -Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе П-3 - Иметь навыки составления протоколов	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

	испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	
ПК-6 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	З-1 - Сформулировать принципы классификации и особенности баз данных технологической информации П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-9 -Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий	З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
контрольная работа №1	8,7	*100*
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		

Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60**		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.30		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
контрольная работа №2	8,10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено**		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.10		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Отчёт по лабораторным работам	8,13	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено**		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	**Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам**
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	**Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)**	**Шкала оценивания**		
		Традиционная характеристика уровня		**Качественная характеристика уровня**
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)

2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Экспериментальные методы исследования твердых тел.
2. Реакции в смесях порошков.
3. Модельные представления о механизме твердофазных реакций.
4. Химическая диффузия в кристаллических твердых телах
5. Термоэлектрические явления
6. Диффузия в твердых телах

Примерные задания

1. Вывести уравнения: Яндера, Гистлинга-Броунштейна. Валенси-Картера, сжимающейся сферы и Ерофеева-Аврами.

2. Получить выражение для кислородного потока через мембрану со смешанной кислород-ионной-электронной проводимостью

3. Использование электропроводности и коэффициента термо-ЭДС для оценки концентрации и подвижности доминирующих носителей заряда

LMS-платформа

1. Не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Электропроводность смешанных проводников
2. Химическая диффузия в смешанных оксидных про-водниках

3. Термо-ЭДС смешанных оксидных проводников
LMS-платформа
1. Не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем
1. Кинетика твердофазных взаимодействий
Примерные задания
1. Использование методов масс-спектроскопии и хроматографии: показать на конкретном примере возможности данных методов при изучении кинетики взаимодействия оксида лантана и оксида кобальта.
2. Использование рентгеновских методов: показать на конкретном примере возможности данных методов при изучении кинетики взаимодействия оксидов самария и бария с оксидом железа.
3. Установить природу лимитирующей стадии твердофазного взаимодействия методом приведенного времени. Исходные экспериментальные данные:
810оС Данные по кинетике взаимодействия Y3Fe5O12 и Fe2O3
Время, мин Степень превращения %
1 3.56
2 8.89
3 12.41
4 16.00
5 20.40
6 23.99
7 26.70
8 30.20
9 34.60
10 37.30
11 40.80
12 42.60
13 44.40
14 46.20
15 48.96
16 50.60
17 51.50
18 53.40
19 54.20
20 55.90
25 60.40

30 63.00
35 66.50
40 68.40
45 71.10
50 72.70
55 74.60
60 75.50
70 76.40
80 78.20
90 79.90
LMS-платформа
1. Не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Явления переноса в кристаллических материалах

Примерные задания

1. Рассчитайте подвижность кислородных ионов в UO2 при 700°C. При этой температуре значение коэффициента диффузии кислородных ионов составляет 10^-17 м2/с. Укажите все предположения, сделанные при расчете.

2. Температурная зависимость коэффициента диффузии кислорода в твердом растворе ZrO2-CaO отвечает выражению D=1.8·10^-6*exp(-1.35 эВ/kT) м2/с. Полагая, что число переноса кислорода равно 1, определите ионную проводимость этого раствора при 1000°C, если параметр его кристаллической ячейки 5.13 Å.

3. Твердые электролиты со структурной разупорядоченностью.

LMS-платформа

1. Не предусмотрена

5.2.3. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. Электропроводность смешанных проводников
2. Химическая диффузия в смешанных оксидных проводниках
3. Термо-ЭДС смешанных оксидных проводников

Примерные задания

Измерить электропроводность и термо-ЭДС оксидного материала (по заданию преподавателя) в зависимости от температуры и парциального давления кислорода. Построить релаксационные временные зависимости указанных свойств и определить коэффициент химической диффузии кислорода. Определить природу доминирующей разупорядоченности исследуемого материала, предложить квазихимическую модель и объяснить поведение измеренных величин.

LMS-платформа

1. Не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Реальные кристаллы. Понятие точечных дефектов. Современная номенклатура и обозначения. Закон действия масс для дефектов.

2. Равновесие дефектов в кристалле. Собственные и примесные дефекты. Анализ равнове-сия реального кристалла с газовой атмосферой. Метод Броуэра.

3. Принципы линейной термодинамики (линейности и взаимности потоков). Закон сохра-нения энергии и массы для неравновесных систем. Уравнения переноса тепла, электри-чества и массы.

4. Диффузия в кристаллах Феноменологическое описание. Самодиффузия. Основные по-нятия, методы исследования. Диффузия атомов (ионов) и дефектов. Зависимость коэф-фициента самодиффузии от температуры и содержания примесей. Механизмы ускоренной диффузии.

5. Проводимость кристаллов. Числа переноса. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей. Соотношение Нернста-Эйнштейна. Абсолютная и дрейфовая подвижности.

6. Твердые электролиты со структурной разупорядоченностью. T - P(O2) - зависимости ионной проводимости. Теоретические модели ионного переноса. Концентрационные цепи с твердыми электролитами.

7. Сопряженный перенос массы и заряда. Химическая диффузия.

8. Термоэлектрические явления. Эффект Пельтье, Зеебека, Томсона. Описание с позиций линейной неравновесной термодинамики.

9. Методы исследования транспортных явлений в твердом теле.

10. Стадии твердофазных реакций.

11. Кинетические уравнения реакций в порошковых смесях, лимитируемые диффузионной стадией.

12. Кинетические уравнения реакций в порошковых смесях, лимитируемые кинетической стадией.

13. Кинетические уравнения реакций в порошковых смесях, лимитируемые кинетической стадией.

14. Достоинства и недостатки формально-кинетического метода.

15. Методы исследования направления массопереноса при твердофазных реакциях.

16. Термодинамическая теория (Вагнера) окисления металлов.

17. Термодинамическая теория твердофазного взаимодействия Вагнера-Шмальцрида. Вывод рациональной константы скорости реакции.

LMS-платформа

1. Не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	**Контрольно-оценочные мероприятия**
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательск	Технология формирования	ПК-2	У-1	Контрольная работа № 1

	ая, научно-исследовательская	уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности			Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия