

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электротранспортные явления в твердых телах

Код модуля
1164754(1)

Модуль
Электрические и магнитные свойства твердых тел

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Киселев Евгений Александрович	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- **Киселев Евгений Александрович, Доцент, физической и неорганической химии**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Электротранспортные явления в твердых телах**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Электротранспортные явления в твердых телах**

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
ОПК-2 -Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбрать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p>	
<p>ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p> <p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-1 -Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов синтеза и исследования свойств</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p>	
<p>ПК-2 -Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>З-1 - Представлять возможности существующих поисковых систем и электронных библиотек, используемые для поиска химической, в том числе патентной информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии, физике и смежным областям</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

<p>выбранной области химии и физики</p>	<p>и систематизации результатов НИР и НИОКР П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными</p>	
<p>ПК-4 -Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы целом, материально-технического</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>сопровождения прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	
<p>ПК-5 -Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Привести примеры нормативных документов по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции, проведения прикладных НИР и НИОКР</p> <p>У-1 - Готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР, анализировать имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

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 – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	2,4	50
<i>контрольная работа 1</i>	2,12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		

2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 2</i>	2,8	50
<i>контрольная работа 2</i>	2,16	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
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 –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
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. Явления переноса при единичных и смешанных градиентах химического, электрического потенциала и температуры.
2. Точные решения моделей равновесия точечных дефектов и их аппроксимации. Диаграммы Броуэра.
3. Модели переноса электронно-дырочных и атомных дефектов на примере сложнооксидных фаз. Диаграммы Броуэра для электропроводности и коэффициентов термо-эдс.
4. Обработка температурных зависимостей общей электропроводности и коэффициентов термо-эдс на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью.
5. Уточнение параметров модели равновесия точечных к экспериментальным данным на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью.
6. Обработка экспериментальных данных по кислородопроницаемости на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью.
7. Комплексный анализ данных концентрации дефектов, общей/ионной проводимости и термо-эдс на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью.
8. Гальвано- и термомагнитные явления в твердых телах.

Примерные задания

Анализ общего уравнения переноса и вывод частных явлений переноса массы (диффузия), заряда (миграция) в твердых телах вблизи состояния термодинамического равновесия.

Построение диаграмм Броуэра для равновесных концентраций точечных дефектов в сложнооксидных материалах и сравнение с точным решением.

Предсказать/объяснить наблюдаемые явления переноса в сложнооксидном материале по диаграмм Броуэра для общей/электронно-дырочной/ионной электропроводности и

коэффициентов Зеебека.

Рассчитать и представить данные общей электропроводности и коэффициентов Зеебека как функции температуры/парциального давления кислорода по результатам измерений общего сопротивления и термо-эдс образца сложного оксида четырехконтактным и интегральным методом с использованием платиновых токоподводов.

Выбрать идеальное состояние и написать возможные уравнения квазихимических реакций равновесия точечных дефектов в сложном оксиде $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$, включая реакции обмена по кислороду с газовой фазой, если известно, что собственное атомное разупорядочение реализуется по анти-Френкелевскому типу.

Выбрать идеальное состояние и написать возможные уравнения квазихимических реакций равновесия точечных дефектов в сложном оксиде $\text{LaNiO}_3-\delta$, включая реакции обмена по кислороду с газовой фазой, если известно, что собственное атомное разупорядочение реализуется по типу Шоттки.

Составить математическую модель равновесия точечных дефектов для одной оксидной фазы из серии $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1\pm\delta}$, где $n=1,2,3$ и ∞ , построить диаграмму Броуэра и сравнить результат с точным аналитическим решением для данной модели.

Составить математическую модель равновесия точечных дефектов в предположении делокализованных состояний электронно-дырочных дефектов для одной оксидной фазы из серии $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1\pm\delta}$, где $n=1,2,3$ и ∞ . Найти аналитическое решение вида $\lg(\text{Po}_2)=f(\delta, T, \{\text{Ni}\}, \{\text{Si}\})$ и построить соответствующие теоретические зависимости концентрации равновесных точечных дефектов от парциального давления кислорода в логарифмических координатах.

По экспериментальным зависимостям кислородопроницаемости от градиента парциального давления кислорода двух керамических мембран $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ разной толщины на рассчитать амбиполярную/ионную проводимость, константы обмена оксида с кислородом газовой фазы и критическую толщину мембраны. Используя температурные зависимости общей электропроводности и кислородной нестехиометрии (δ) оценить числа переноса по ионам кислорода и коэффициенты диффузии.

На основе комплексного анализа экспериментальных данных по кислородной нестехиометрии, общей/ионной электропроводности и дифференциальных коэффициентов термо-эдс как функций парциального давления кислорода и температуры рассчитать подвижности основных носителей заряда для сложного оксида $\text{La}_{1.7}\text{Sr}_{0.3}\text{NiO}_{4\pm\delta}$ и построить их температурные зависимости.

Взаимосвязь между гальвано-и термомагнитными явлениями. Их практическое применение.

LMS-платформа – 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. Расчет и представление данных общей электропроводности и коэффициентов Зеебка как функции температуры/парциального давления кислорода по результатам измерений общего сопротивления и термо-эдс образца сложного оксида.

2. Интерпретация экспериментально полученных температурных зависимостей коэффициентов Зеебека и общей электропроводности для сложнооксидных материалов с преимущественно электронно-дырочным типом проводимости.

3. Анализ экспериментальных данных температурных зависимостей коэффициентов Зеебка и общей электропроводности по модельным представлениям о дефектной структуре и переносе электронно-дырочных дефектов для сложнооксидных материалов с преимущественно электронно-дырочным типом проводимости.

Примерные задания

Рассчитать энергетические характеристики переноса и значения подвижностей электронно-дырочных дефектов в смешанном проводнике $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{NiO}_{4-\delta}$ на основе экспериментальных данных по температурным зависимостям коэффициентов термо-эдс, общей электропроводности и кислородной нестехиометрии.

Рассчитать энергетические характеристики переноса и значения подвижностей электронно-дырочных дефектов в смешанном проводнике $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{NiO}_{4+\delta}$ на основе экспериментальных данных по температурным зависимостям коэффициентов термо-эдс, общей электропроводности и кислородной нестехиометрии.

Рассчитать энергетические характеристики переноса и значения подвижностей электронно-дырочных дефектов в смешанном проводнике $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{Ni}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_{4+\delta}$ на основе экспериментальных данных по температурным зависимостям коэффициентов термо-эдс, общей электропроводности и кислородной нестехиометрии.

Рассчитать энергетические характеристики переноса и значения подвижностей электронно-дырочных дефектов в смешанном проводнике $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{Ni}_{0.9}\text{Cu}_{0.1}\text{O}_{4+\delta}$ на основе экспериментальных данных по температурным зависимостям коэффициентов термо-эдс, общей электропроводности и кислородной нестехиометрии.

Рассчитать энергетические характеристики переноса и значения подвижностей электронно-дырочных дефектов в смешанном проводнике $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}\text{O}_{4+\delta}$ на основе экспериментальных данных по температурным зависимостям коэффициентов термо-эдс, общей электропроводности и кислородной нестехиометрии.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет ионной проводимости, коэффициентов диффузии и обмена и критической толщины оксидной мембраны из экспериментальных данных по её кислородопроницаемости.

Примерные задания

По экспериментальным зависимостям кислородопроницаемости от градиента парциального давления кислорода двух керамических мембран $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ разной толщины на рассчитать амбиполярную/ионную проводимость, константы обмена оксида с кислородом газовой фазы и критическую толщину мембраны. Используя температурные зависимости общей электропроводности и кислородной нестехиометрии (δ) оценить числа переноса по ионам кислорода и коэффициенты диффузии.

По экспериментальным зависимостям кислородопроницаемости от градиента парциального давления кислорода двух керамических мембран $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Ni}_{0.6}\text{Fe}_{0.4}\text{O}_{4+\delta}$ разной толщины на рассчитать амбиполярную/ионную проводимость, константы обмена оксида с кислородом газовой фазы и критическую толщину мембраны. Используя температурные зависимости общей электропроводности и кислородной нестехиометрии (δ) оценить числа переноса по ионам кислорода и коэффициенты диффузии.

По экспериментальным зависимостям кислородопроницаемости от градиента парциального давления кислорода двух керамических мембран $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{Ni}_{0.7}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_{4+\delta}$ разной толщины на рассчитать амбиполярную/ионную проводимость, константы обмена оксида с кислородом газовой фазы и критическую толщину мембраны. Используя температурные зависимости общей электропроводности и кислородной нестехиометрии (δ) оценить числа переноса по ионам кислорода и коэффициенты диффузии.

По экспериментальным зависимостям кислородопроницаемости от градиента парциального давления кислорода двух керамических мембран $\text{La}_{1.5}\text{Sr}_{0.5}\text{NiO}_{4+\delta}$ разной толщины на рассчитать амбиполярную/ионную проводимость, константы обмена оксида с кислородом газовой фазы и критическую толщину мембраны. Используя температурные зависимости общей электропроводности и кислородной нестехиометрии (δ) оценить числа переноса по ионам кислорода и коэффициенты диффузии.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Аналитическое решение модели дефектной структуры и ее аппроксимации.

Точечные дефекты.

Примерные задания

На основе имеющейся в научной литературе информации предложить модели равновесия точечных дефектов в сложном оксиде (объект исследования должен быть выбран в соответствии с темой научной работы студента).

На основе имеющейся в научной литературе информации и модельных представлений о равновесии точечных дефектов в сложном оксиде (объект исследования должен быть выбран в соответствии с темой научной работы студента), построить диаграммы Броуэра.

На основе имеющейся в научной литературе информации и модельных представлений о равновесии точечных дефектов в сложном оксиде (объект исследования должен быть выбран в соответствии с темой научной работы студента), построить зависимости концентрации точечных дефектов от парциального давления летучего компонента в логарифмических координатах.

На основе имеющейся в научной литературе информации и модельных представлений о равновесии точечных дефектов в сложном оксиде (объект исследования должен быть выбран в соответствии с темой научной работы студента), построить зависимости электропроводности и коэффициентов Зеебека от парциального давления летучего компонента (кислорода, паров воды) в логарифмических координатах в предположении термоактивационного характера переноса точечных дефектов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет подвижности основных носителей заряда в сложнооксидном материале с преимущественно электронно-дырочным типом проводимости в зависимости от температуры и парциального давления летучих компонентов в газовой фазе.

Примерные задания

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом локализованных состояний электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом делокализованных состояний электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_2\text{NiO}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом смешанного (локализованного и делокализованного) состояния электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_{1.7}\text{Sr}_{0.3}\text{NiO}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом локализованных состояний электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_{1.7}\text{Sr}_{0.3}\text{NiO}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом делокализованных состояний электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_{1.7}\text{Sr}_{0.3}\text{NiO}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом смешанного (локализованного и делокализованного) состояния электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

Рассчитайте подвижности основных носителей заряда в сложном оксиде $\text{La}_{1.2}\text{Sr}_{0.8}\text{Ni}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_{4+\delta}$ как функции температуры и парциального давления кислорода по модельным представлениям с учетом смешанного (локализованного и делокализованного) состояния электронно-дырочных дефектов с учетом спинового вырождения. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Равновесие точечных дефектов в сложнооксидных материалах.
 2. Линейная термодинамика неравновесных процессов, принципы Онзагера.
 3. Явления переноса в градиентах химического потенциала, температуры и электрического поля. Основное уравнение переноса.
 4. Термоэлектрические явления: эффекты Зеебека, Пелтье и Томсона, абсолютная термоэлектрическая шкала.
 5. Электропроводность твердых тел, постоянноточковые методы измерения электропроводности.
 6. Дифференциальный коэффициент термо-эдс, экспериментальные методы измерения коэффициента.
 7. Общая характеристика методов измерения/оценки ионной проводимости в твердых телах.
 8. Кислородопроницаемость керамических мембран со смешанной кислород-ионной и электронно-дырочной проводимостью.
 9. Основные механизмы переноса заряда в полупроводниках.
 10. Гальвано- и термомагнитные явления в твердых телах, практическое применение.
 11. Теоретические модели для описания коэффициента термо-эдс полупроводниковых материалов. Факторы спинового и орбитального вырождения.
 12. Релаксационные методы оценки ионной проводимости.
 13. Электрохимический импеданс. Общая характеристика метода. Сравнение с постоянноточковыми методами.
 14. Общие представления о гальвано- и термомагнитных явлениях.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.