

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Высокотемпературная электрохимия твердого тела

Код модуля
1143578(1)

Модуль
Транспортные процессы в твердых телах

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 **Высокотемпературная электрохимия твердого тела**

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 **Высокотемпературная электрохимия твердого тела**

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>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>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 планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия 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 решения поставленной задачи, исходя из</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>имеющихся материальных и временных ресурсов</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 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 и смежным областям</p> <p>У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии 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 выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов анализа и систематизации результатов НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов</p> <p>П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными</p> <p>У-1 - Определять возможные направления развития</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>теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p> <p>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</p> <p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения НИР и НИОКР</p> <p>П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей</p> <p>П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы целом, материально-технического 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>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 – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа №1</i>	3,4	50
<i>контрольная работа №1</i>	3,12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.60		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.40		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа №2</i>	3,8	50
<i>контрольная работа №2</i>	3,17	50
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 – 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 но (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. Равновесие точечных дефектов сложнооксидных фаз с преобладанием собственного разупорядочения по Шоттки
2. Равновесие точечных дефектов сложнооксидных фаз с преимущественно анти-Френкелевским типом собственного разупорядочения
3. Точные решения моделей равновесия точечных дефектов и их аппроксимации на примере сложнооксидных фаз из серии $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1}$, где $n=1,2,3$ и ∞
4. Модели переноса электронно-дырочных дефектов на примере сложнооксидных фаз

5. Обработка температурных зависимостей общей электропроводности и коэффициентов термо-эдс на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью

6. Обработка экспериментальных данных по кислородопроницаемости на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью

7. Уточнение термодинамических параметров модели равновесия точечных к экспериментальным данным на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью

8. Комплексный анализ данных концентрации дефектов, общей/ионной проводимости и термо-эдс на примере сложнооксидных фаз со смешанной проводимостью

Примерные задания

Выбрать идеальное состояние и написать возможные уравнения квазихимических реакций равновесия точечных дефектов в сложном оксиде $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10-\delta}$, включая реакции обмена по кислороду с газовой фазой, если известно, что собственное атомное разупорядочение реализуется по типу Шоттки.

Выбрать идеальное состояние и написать возможные уравнения квазихимических реакций равновесия точечных дефектов в сложном оксиде $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7-\delta$, включая реакции обмена по кислороду с газовой фазой, если известно, что собственное атомное разупорядочение реализуется по типу Шоттки.

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 в предположении локализованных 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 $\lg(\text{Po}_2)=f(\delta, T, \{\text{H}_i\}, \{\text{S}_i\})$ и построить соответствующие теоретические зависимости концентрации равновесных точечных дефектов от парциального давления кислорода в логарифмических координатах

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 $\lg(\text{Po}_2)=f(\delta, T, \{\text{H}_i\}, \{\text{S}_i\})$ и построить соответствующие теоретические зависимости концентрации равновесных точечных дефектов от парциального давления кислорода в логарифмических координатах

Составить математическую модель равновесия точечных дефектов в предположении смешанных (локализованных и 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 $\lg(\text{Po}_2)=f(\delta, T, \{\text{H}_i\}, \{\text{S}_i\})$ и построить соответствующие теоретические зависимости концентрации равновесных точечных дефектов от парциального давления

кислорода в логарифмических координатах

Базируясь на ранее предложенных моделях образования точечных дефектов для фаз, принадлежащих ряду $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1\pm\delta}$, где $n=1,2,3$ и ∞ , составить математическую модель переноса в предположении локализованных электронно-дырочных дефектов и уточнить её решение с массивом экспериментальных данных по температурным зависимостям общей электропроводности и дифференциальным коэффициентам термо-эдс.

Базируясь на ранее предложенных моделях образования точечных дефектов для фаз, принадлежащих ряду $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1\pm\delta}$, где $n=1,2,3$ и ∞ , составить математическую модель переноса в предположении делокализованных электронно-дырочных дефектов и уточнить её решение к экспериментальным данным по температурным зависимостям общей электропроводности и дифференциальным коэффициентам термо-эдс.

Базируясь на ранее предложенных моделях образования точечных дефектов для фаз, принадлежащих ряду $\text{La}_{n+1}\text{Ni}_n\text{O}_{3n+1\pm\delta}$, где $n=1,2,3$ и ∞ , составить математическую модель переноса в предположении существования делокализованных и локализованных состояний электронно-дырочных дефектов и уточнить её решение к экспериментальным данным по температурным зависимостям общей электропроводности и дифференциальным коэффициентам термо-эдс.

По экспериментальным зависимостям кислородопроницаемости от градиента парциального давления кислорода двух керамических мембран $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Fe}_{1-y}\text{Ni}_y\text{O}_{3-\delta}$ 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.

Уточнить термодинамические параметры реакций дефектообразования ($\{\text{Hi}\}, \{\text{Si}\}$) для ранее предложенных моделей равновесия точечных дефектов для сложного оксида $\text{La}_{1.7}\text{Sr}_{0.3}\text{NiO}_{4\pm\delta}$ на основе экспериментальных данных $\lg(\text{Po}_2)=f(\delta, T)$. Рассчитать концентрации i -го типа дефекта в виде зависимостей $\lg([i])=f[\lg(\text{Po}_2), T]$.

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.

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 абсолютных величин коэффициентов термо-эдс исследуемого образца из экспериментальных данных

2. Расчет энергетических характеристик переноса в смешанных сложнооксидных проводниках из экспериментальных данных

3. Интерпретация температурных зависимостей коэффициентов термо-эдс и общей электропроводности из экспериментальных данных для смешанных проводников

4. Анализ экспериментальных данных температурных зависимостей коэффициентов термо-эдс, общей электропроводности по модельным представлениям о дефектной структуре и переносе электронно-дырочных дефектов для смешанных проводников

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 $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{Ni}_{0.7}\text{Cu}_{0.4}\text{O}_{4+\delta}$ 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 $\text{La}_{1.6}\text{Ca}_{0.4}\text{Ni}_{0.8}\text{Cu}_{0.2}\text{O}_{4+\delta}$ 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. Расчеты подвижностей основных носителей заряда в сложнооксидном материале как функции температуры и давления пара летучего компонента по модельным представлениям

2. Анализ и интерпретация данных по рассчитанным величинам подвижностей основных носителей заряда в сложнооксидном материале как функции температуры и давления пара летучего компонента по модельным представлениям

Примерные задания

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 локализованных состояний электронно-дырочных дефектов. Постройте температурные зависимости рассчитанных подвижностей и проанализируйте полученные результаты.

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

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

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Равновесие точечных дефектов сложнооксидных фаз
2. Аналитические решения моделей равновесия точечных дефектов
3. Построение диаграмм Броуэра

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 дифференциальных коэффициентов термо-эдс 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. Расчеты ионной проводимости из экспериментальных данных по кислородопроницаемости
2. Расчеты ионной проводимости и коэффициентов диффузии и/или констант обмена твердого оксида с кислородом газовой фазы из экспериментальных данных по релаксации электропроводности
3. Расчеты коэффициентов диффузии кислорода в оксидном материале из экспериментальных данных по кислородопроницаемости
4. Расчеты констант обмена твердого оксида с кислородом газовой фазы из экспериментальных данных по кислородопроницаемости
5. Расчеты критической толщины мембраны оксидного материала из экспериментальных данных по кислородопроницаемости

Примерные задания

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.

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.

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 сложнокислотных 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, Пельтье и Томсона, абсолютная термоэлектрическая шкала.
5. Электропроводность твердых тел, постоянноточковые методы измерения электропроводности.
6. Дифференциальный коэффициент термо-эдс, экспериментальные методы измерения термо-эдс.
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. Теоретические модели для описания коэффициента термо-эдс полупроводниковых материалов. Факторы спинового и орбитального вырождения.
11. Релаксационные методы измерения коэффициентов диффузии, констант обмена и ионной проводимости.
12. Электрохимический импеданс. Общая характеристика метода. Сравнение с постоянноточковыми методами.

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.