

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 10.09.2026 10:01:04
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322737



МИНОБРАЗОВАНИЯ России

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Факультет химический

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный
практикум по химии твердого тела,
по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».

Версия документа - 1

стр. 1 из 28

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Лабораторный практикум по химии твердого тела

Направление подготовки (специальность)
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)
Фундаментальная и прикладная химия

Присваиваемая квалификация
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.

04.05.01/ Фундаментальная и прикладная химия/ Фундаментальная и прикладная химия/
Лабораторный практикум по ХТТ/ 2026 год набора/ очная форма обучения

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе

утверждено 27.02.26

А.А. Саламатов

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 6 от 26.02.2026

Председатель Ученого совета

химического факультета

СОГЛАСОВАНО

В. А. Бурмистров

Заседанием кафедры химии твердого тела и нанопроцессов

Протокол заседания № 8 от 25.02.2026

Заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО

Е.А. Белая

Автор (составитель)

Е.О. Макаркина

Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 2 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
 - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
 - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».	
Версия документа - 1	стр. 3 из 28 Первый экземпляр _____ КОПИЯ № _____

1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки (специальности) *04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия* _____

(указать код и наименование в соответствии с ФГОС)
 Направленность (профиль) *Фундаментальная и прикладная химия* _____

(указать наименование)
 Дисциплина *Лабораторный практикум по химии твердого тела* _____

(указать индекс и наименование дисциплины)
 Семестр(ы) *7,8,9* _____ изучения:

(указать № семестра(ов))
 Форма (ы) промежуточной аттестации: *зачет (7 семестр), зачет (8 семестр), зачет (9 семестр)* _____

(указать форму(ы) промежуточной аттестации
 (зачет, зачет с оценкой, экзамен, курсовая работа и т.д.)
 для каждого семестра отдельно)

2. Перечень формируемых компетенций

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины *«Лабораторный практикум по химии твердого тела»*
 (указать индекс и наименование дисциплины)

направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1. Разрабатывает командную стратегию для достижения поставленной цели. УК-3.2. Умеет организовывать и руководить работой команды. УК-3.3. Демонстрирует понимание результатов	Знать: Основы командной работы и распределения задач по членам команды. Уметь: Руководить и мотивировать членов команды. Владеть: Навыками командной работы в роли руководителя и члена команды.

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 4 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	работы команды и личных действий в ней.	
ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы его отдельных стадий. ПК-1.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленных задач, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Знать: Основы методики планирования эксперимента. Уметь: Пользоваться современными методами исследования. Владеть: Навыками проведения научных исследований.
УК-10: Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10.1. Имеет представление о содержании понятий «экстремизм», «терроризм», основных формах их проявления и последствиях УК-10.2. Имеет представление о содержании понятия «коррупционное поведение», разграничивает коррупционные и схожие некоррупционные явления в различных сферах жизни общества. УК-10.3. Организует профессиональную среду, опираясь на этические и правовые	Знать: Действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности и способы профилактики коррупции. Уметь: Анализировать, толковать и применять правовые нормы о противодействии коррупционному поведению. Владеть: Навыками организации профессиональной среды, опираясь на этические и правовые нормы поведения, препятствующие проявлениям экстремизма, терроризма, формированию коррупционного поведения.

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 5 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код и наименование компетенции согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП ВО	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	нормы поведения, препятствующие проявлениям экстремизма, терроризма, формированию коррупционного поведения.	

3. Содержание оценочных средств по дисциплине

3.1 Виды оценочных средств

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знать: Основы командной работы и распределения задач. Уметь: Руководить и мотивировать членов команды. Владеть: Навыками командной работы.	Раздел 1. Получение материалов Раздел 4. Исследование физико-химических свойств неорганических соединений	7,9	1-10	Задания открытого типа
ПК-1 Способен планировать работу и	Знать: Основы методики планирования эксперимента,	Раздел 2. Исследование физико-химических	8,9	11-30	Задания открытого типа

 МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический			
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 6 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Код, наименование компетенции согласно ФГОС	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Контролируемые темы/разделы (номер и название раздела из РПД п.2.2)	Семестр	Номер задания	Наименование оценочного средства
выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук	современные методы исследования. Уметь: Пользоваться современными методами исследования. Владеть: Навыками проведения научных исследований, получения информации о строении и свойствах объектов.	процессов в твердом теле Раздел 3. Исследование состава и структуры веществ Раздел 4. Исследование физико-химических свойств			
УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционно му поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	Знать: Правовые нормы борьбы с коррупцией. Уметь: Применять правовые нормы. Владеть: Навыками организации профессиональной среды на основе этических и правовых норм.	Раздел 1. Получение материалов Раздел 2. Исследование физико-химических процессов	7,8	31-39	Задания открытого типа

3.2 Содержание оценочных средств

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 7 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Часть 1. Перечень вопросов для собеседования и тем отчетов по лабораторным работам (текущий контроль)

Тема 1. Основные принципы и методы получения материалов в химии твердого тела.

План ответа:

1. Определение химии твердого тела как науки о синтезе, структуре и свойствах твердофазных материалов.
2. Классификация методов получения твердых тел: физические и химические.
3. Краткая характеристика основных методов: твердофазный синтез, осаждение из растворов, золь-гель метод, криохимический синтез, газофазное осаждение.
4. Факторы, влияющие на выбор метода синтеза (чистота, размер частиц, морфология, энергозатраты).
5. Области применения получаемых материалов.

Тема 2. Твердофазный синтез сложных оксидов: преимущества и недостатки.

План ответа:

1. Сущность твердофазного синтеза: взаимодействие твердых реагентов при высоких температурах.
2. Механизм твердофазных реакций (диффузионный контроль, роль точечных дефектов, стадийность процесса).
3. Основные преимущества метода: простота аппаратного оформления, высокая производительность, пригодность для массового производства тугоплавких материалов.
4. Недостатки: необходимость высоких температур и длительного отжига, трудность контроля стехиометрии, крупнозернистость продуктов, проблема гомогенности.
5. Примеры получения сложных оксидов (ферриты, сверхпроводники, пьезокерамика).

Тема 3. Диспергирование и методы химической гомогенизации исходных веществ.

План ответа:

1. Понятие диспергирования (механическое измельчение). Цель: увеличение площади контакта реагентов и уменьшение диффузионного пути.
2. Типы мельниц (планетарные, шаровые, вибрационные) и режимы измельчения.
3. Ограничения механического измельчения (агломерация, аморфизация, загрязнение продукта).
4. Химические методы гомогенизации: соосаждение, криохимический синтез (сублимационная сушка), распылительная сушка.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».	
Версия документа - 1	стр. 8 из 28 Первый экземпляр _____ КОПИЯ № _____

5. Сущность и преимущества химических методов: смешение на молекулярном уровне, снижение температуры последующего синтеза.

Тема 4. Кинетика и механизмы твердофазных реакций.

План ответа:

1. Особенности кинетики гетерогенных процессов.
2. Основные стадии твердофазной реакции: зарождение продукта на поверхности, рост слоя продукта, диффузия реагентов через слой продукта.
3. Диффузионный контроль (уравнение Яндера, уравнение Гинстлинга-Броунштейна).
4. Кинетический контроль (уравнение Ерофеева-Колмогорова - "сжимающаяся сфера").
5. Методы определения кинетических параметров (энергия активации).

Тема 5. Золь-гель процесс как метод получения материалов.

План ответа:

1. Определение золя и геля.
2. Стадии золь-гель процесса: гидролиз прекурсора (алкоксида), поликонденсация, образование золя, гелеобразование, старение геля, сушка, термообработка.
3. Ключевые факторы процесса (рН, природа катализатора, температура, соотношение вода/прекурсор).
4. Преимущества метода: высокая чистота и гомогенность, низкие температуры синтеза, возможность получения тонких пленок, волокон, наночастиц, ксерогелей и аэрогелей.
5. Примеры получаемых материалов.

Тема 6. Термодинамическая оценка возможности протекания реакций с участием твердых тел.

План ответа:

1. Энергия Гиббса (ΔG) как критерий термодинамической возможности процесса.
2. Расчет ΔG реакции через стандартные термодинамические функции (ΔH и ΔS) участников.
3. Уравнение $\Delta G(T) = \Delta H(T) - T \cdot \Delta S(T)$.
4. Влияние температуры на направление реакции (эффект энтропийного фактора).
5. Использование диаграмм Эллингема для оценки термодинамической стабильности оксидов, сульфидов и др.

Тема 7. Основные механизмы топохимических реакций.

План ответа:

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».	
Версия документа - 1	стр. 9 из 28

1. Определение топохимических реакций: процессы, протекающие в твердом теле с сохранением внешней формы кристалла, но изменением его структуры и состава.
2. Примеры: дегидратация кристаллогидратов, термическое разложение, окисление металлов.
3. Кинетические особенности топохимических реакций: наличие индукционного периода, автокаталитический характер, роль дефектов кристаллической решетки как центров зарождения.
4. Модели, описывающие топохимические реакции (модель сжимающейся сферы, модель случайного зарождения и роста).
5. Факторы, влияющие на скорость (температура, давление паров продуктов, дефектность).

Тема 8. Классификация гетерогенных процессов с участием твердых фаз.

План ответа:

1. Определение гетерогенного процесса.
2. Классификация по фазовому состоянию реагентов: Твердое + Газ (Т+Г), Твердое + Жидкость (Т+Ж), Твердое + Твердое (Т+Т).
3. Классификация по природе процесса: твердофазный синтез, разложение (термолиз), окисление/восстановление, фазовые переходы.
4. Классификация по локализации процесса: на поверхности, в объеме (топохимические).
5. Примеры технологически важных гетерогенных процессов (обжиг руд, спекание керамики).

Тема 9. Фазовые переходы в твердом теле: классификация и механизмы.

План ответа:

1. Определение фазового перехода.
2. Классификация по термодинамическому признаку (по Эренфесту): переходы I рода (скачок объема и энтропии, теплота перехода) и II рода (непрерывное изменение, скачок теплоемкости).
3. Механизмы перестройки кристаллической структуры.
4. Фазовые переходы с изменением координации атомов (полиморфизм).
5. Фазовые переходы порядок-беспорядок.
6. Примеры практически важных фазовых переходов (кварц, цирконий, стали).

Тема 10. Мартенситные превращения и их особенности.

План ответа:

1. Определение мартенситного превращения: бездиффузионный, сдвиговый процесс перестройки кристаллической решетки.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 10 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Характерные черты: кооперативное перемещение атомов, отсутствие диффузии, сохранение состава, образование специфической микроструктуры (иглы, пластины).
3. Термодинамика: наличие температур начала (M_n) и конца (M_k) мартенситного превращения, гистерезис.
4. Примеры: превращение аустенита в мартенсит в сталях (закалка), сплавы с эффектом памяти формы (Ti-Ni).
5. Влияние на свойства материала (упрочнение, сверхупругость).

Тема 11. Рентгеноструктурный анализ: основы метода, идентификация фаз.

План ответа:

1. Физическая основа метода: дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке.
2. Уравнение Вульфа-Брэгга: $2d \cdot \sin\theta = n\lambda$.
3. Схема дифрактометра: источник, монохроматор, детектор.
4. Качественный фазовый анализ: сравнение экспериментальной дифрактограммы (набор углов 2θ и интенсивностей) с эталонными данными из баз (PDF, ICDD).
5. Информация, получаемая из РФА: фазовый состав образца, наличие примесей, параметры элементарной ячейки, размер кристаллитов (областей когерентного рассеяния).

Тема 12. Определение параметров элементарной ячейки по рентгенограмме.

План ответа:

1. Связь угла дифракции (θ) с межплоскостным расстоянием (d) и параметрами решетки.
2. Индексирование рентгенограммы: приписывание индексов Миллера (hkl) каждому пику.
3. Формулы для расчета параметров для различных сингоний (кубическая, тетрагональная и др.).
4. Использование закона Брэгга и формулы d для вычисления параметра a .
5. Методы экстраполяции для повышения точности (функция Нельсона-Райли, метод наименьших квадратов).

Тема 13. Электронная микроскопия в исследовании твердых тел.

План ответа:

1. Принцип работы: фокусировка пучка электронов магнитными линзами.
2. Растровая электронная микроскопия (РЭМ, SEM): формирование изображения поверхности (топографии) с помощью вторичных и отраженных электронов. Элементный анализ (EDX).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 11 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ, ТЕМ): прохождение электронов через тонкий образец. Изучение внутренней структуры, дефектов, дислокаций. Электронограмма.
4. Разрешающая способность методов.
5. Примеры получаемых изображений (морфология порошков, сколы керамики, наночастицы, границы зерен).

Тема 14. Термические методы анализа (ТГА, ДСК/ДТА) в химии твердого тела.

План ответа:

1. Сущность термического анализа: регистрация свойств вещества при изменении температуры.
2. Термогравиметрический анализ (ТГА): регистрация изменения массы образца (кривая ТГ). Изучение процессов разложения, окисления, адсорбции.
3. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК): регистрация разности тепловых потоков между образцом и эталоном. Изучение эндо- и экзотермических процессов (плавление, кристаллизация, фазовые переходы).
4. Дифференциально-термический анализ (ДТА): регистрация разности температур образца и эталона.
5. Совмещенный анализ (ТГА-ДСК/ДТА): получение комплексной информации о термическом поведении материала.

Тема 15. Диффузия в твердых телах: механизмы и методы изучения.

План ответа:

1. Определение диффузии как переноса массы в твердом теле.
2. Основные механизмы диффузии: вакансионный, межузельный, краудинный, циклический (обменный).
3. Законы Фика (I и II) для описания диффузионных потоков.
4. Температурная зависимость коэффициента диффузии: уравнение Аррениуса $D = D_0 \cdot \exp(-Q/RT)$.
5. Методы изучения диффузии: метод радиоактивных изотопов, метод диффузионных пар (электронно-зондовый микроанализ), метод релаксации внутреннего трения.
6. Роль диффузии в спекании, твердофазном синтезе и фазовых превращениях.

Тема 16. Зонная теория твердого тела: проводники, полупроводники, диэлектрики.

План ответа:

1. Основные положения зонной теории: образование энергетических зон из атомных уровней.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 12 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. Валентная зона, зона проводимости, запрещенная зона (E_g).
3. Классификация твердых тел по ширине запрещенной зоны и заполнению зон:
 - Проводники (металлы): зона проводимости частично заполнена или перекрывается с валентной зоной.
 - Полупроводники: $E_g < 3-4$ эВ.
 - Диэлектрики: $E_g > 4$ эВ.
4. Электропроводность как функция ширины запрещенной зоны и температуры.
5. Различие между собственными и примесными полупроводниками.

Тема 17. Методы исследования электрических свойств материалов.

План ответа:

1. Измерение удельного сопротивления (проводимости) постоянному току: двухзондовый и четырехзондовый методы.
2. Импедансная спектроскопия: измерение комплексного сопротивления в широком диапазоне частот. Разделение вкладов зерен, границ зерен и электродов. Построение годографов импеданса.
3. Измерение термо-ЭДС (эффект Зеебека) для определения типа проводимости (n- или p-тип) и концентрации носителей заряда.
4. Эффект Холла: определение концентрации и подвижности носителей заряда.
5. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) для изучения нелинейных эффектов.

Тема 18. Ионная проводимость и твердые электролиты.

План ответа:

1. Понятие ионной проводимости: перенос заряда ионами, а не электронами.
2. Твердые электролиты (суперионные проводники): материалы с аномально высокой ионной проводимостью (сравнимой с проводимостью расплавов и растворов электролитов).
3. Механизмы ионной проводимости: вакансионный, межузельный (эстафетный).
4. Кристаллическая структура твердых электролитов: наличие "каркаса" и разупорядоченной подрешетки подвижных ионов (примеры: стабилизированный диоксид циркония, β -глинозем, NASICON).
5. Применение: твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ), сенсоры кислорода, электрохимические насосы, твердотельные аккумуляторы.

Тема 19. Диэлектрики, сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики.

План ответа:

1. **Диэлектрики:** Определение, поляризация во внешнем поле, диэлектрическая проницаемость (ϵ). Применение (изоляторы, конденсаторы).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 13 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- Пьезоэлектрики:** Прямой пьезоэффект (возникновение заряда при деформации) и обратный пьезоэффект (деформация в поле). Нецентросимметричные кристаллы. Применение (пьезозажигалки, датчики, актуаторы, кварцевые резонаторы).
- Сегнетоэлектрики:** Подкласс пьезоэлектриков с наличием спонтанной поляризации, переориентируемой внешним полем. Диэлектрический гистерезис. Высокая ϵ . Точка Кюри (фазовый переход в параэлектрик). Примеры (титанат бария, цирконат-титанат свинца).
- Пироэлектрики:** Изменение спонтанной поляризации при нагреве (частный случай сегнетоэлектриков?).

Тема 20. Магнитные свойства твердых тел.

План ответа:

- Классификация магнетиков по магнитной восприимчивости (χ) и поведению магнитных моментов:
 - Диамагнетики ($\chi < 0$, слабая).
 - Парамагнетики ($\chi > 0$, слабая, хаотичная ориентация).
 - Ферромагнетики ($\chi > 0$, большая, параллельная ориентация, домены, гистерезис, точка Кюри).
 - Антиферромагнетики (антипараллельная ориентация, точка Нееля).
 - Ферримагнетики (нескомпенсированная антипараллельная ориентация, ферриты).
- Магнитный гистерезис (остаточная намагниченность, коэрцитивная сила).
- Применение магнитных материалов: постоянные магниты, сердечники трансформаторов, магнитная запись информации, спинтроника.

Часть 2. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации (зачет) с планом ответа

Вопросы к зачету (7, 8, 9 семестры)

Вопрос 1. Кристаллические твердые тела. Моно- и поликристаллы и их применение.

План ответа:

- Определение кристаллического состояния: дальний порядок в расположении атомов, трансляционная симметрия.
- Характеристики: анизотропия свойств, наличие температуры плавления.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 14 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. **Монокристаллы:** единый кристалл с непрерывной кристаллической решеткой. Свойства: анизотропия, однородность. Применение: оптика (поляризаторы), микроэлектроника (подложки, полупроводники), ювелирное дело, лазерные материалы.
4. **Поликристаллы:** агрегат множества мелких, разориентированных кристаллитов (зерен). Свойства: изотропия (в среднем). Применение: большинство металлов и сплавов, керамика (конструкционные материалы).

Вопрос 2. Нанокристаллические вещества. Их практическое применение.

План ответа:

1. Определение: материалы, размер кристаллитов (зерен) в которых составляет менее 100 нм.
2. Особые свойства, обусловленные размерным эффектом:
 - Высокая доля поверхности (развитая поверхность).
 - Квантово-размерные эффекты (изменение электронной структуры, ширины запрещенной зоны).
 - Изменение температуры плавления.
3. Применение:
 - Катализаторы (высокая удельная поверхность).
 - Медицина (адресная доставка лекарств, биосенсоры).
 - Электроника (квантовые точки).
 - Конструкционные материалы (упрочнение).
 - Солнцезащитные кремы (оксид цинка, диоксид титана).

Вопрос 3. Аморфные твердые вещества. Свойства и использование.

План ответа:

1. Определение аморфного состояния: отсутствие дальнего порядка, ближний порядок сохраняется. Метастабильное состояние.
2. Отличия от кристаллов: изотропия свойств, отсутствие четкой температуры плавления (интервал размягчения).
3. Получение: быстрое охлаждение расплава (металлические стекла), золь-гель метод, осаждение из газовой фазы.
4. Примеры и применение:
 - Стекла (силикатные, халькогенидные) — оптика, тара.
 - Аморфный кремний — тонкопленочные солнечные батареи.
 - Металлические стекла (аморфные сплавы) — трансформаторы, магнитомягкие материалы.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 15 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Вопрос 4. Вещества с каркасной структурой. Свойства и применение.

План ответа:

1. Определение: кристаллическая структура, в которой атомы образуют жесткий трехмерный каркас с полостями и каналами.
2. Примеры:
 - Цеолиты (алюмосиликаты) — каркас с порами молекулярного размера.
 - Клатраты (соединения включения) — "хозяин" (каркас) и "гость".
 - Металл-органические каркасы (MOF) — каркас из ионов металлов и органических линкеров, рекордсмены по пористости.
3. Свойства: молекулярно-ситовой эффект, высокая удельная поверхность, способность к ионному обмену.
4. Применение: адсорбенты, ионообменники, катализаторы, хранилища газов (водорода, метана).

Вопрос 5. Соединения со слоистой структурой. Соединения внедрения и клатраты.

План ответа:

1. **Слоистые структуры:** анизотропия связей (сильные связи внутри слоя, слабые — между слоями, типа Ван-дер-Ваальса). Примеры: графит, дисульфид молибдена (MoS_2), слюды, глины.
2. **Соединения внедрения (интеркаляты):** внедрение атомов или молекул ("гостя") в межслоевое пространство ("хозяина").
3. Изменение свойств при интеркаляции: увеличение проводимости (графит), изменение оптических свойств.
4. Применение: электроды литий-ионных аккумуляторов (интеркаляция лития в графит или слоистые оксиды), твердые смазки (MoS_2).
5. **Клатраты** - соединения включения, где "гость" находится в замкнутой полости каркаса.

Вопрос 6. Твердые растворы. Изовалентное и гетеровалентное замещение.

План ответа:

1. Определение твердого раствора: фаза переменного состава, в которой атомы одного компонента (растворенного) распределены в кристаллической решетке другого (растворителя).
2. Типы твердых растворов: замещения и внедрения.
3. **Изовалентное замещение:** замещение иона на ион с той же валентностью (напр., Mg^{2+} на Ni^{2+} в оксиде). Не приводит к изменению числа электронов.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 16 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. **Гетеровалентное замещение:** замещение иона на ион с другой валентностью (напр., замещение Zr^{4+} на Ca^{2+} в ZrO_2). Для сохранения электронейтральности возникают дефекты (вакансии кислорода).
5. Управление свойствами: создание точечных дефектов (кислородных вакансий), изменение типа проводимости, стабилизация высокотемпературных фаз.

Вопрос 7. Наноструктуры, объемные кластеры. Получение и области использования.

План ответа:

1. Определение наноструктур (0D, 1D, 2D, 3D). Объемные кластеры (фуллерены, наночастицы) как 0D объекты.
2. Методы получения "снизу-вверх" (химический синтез, золь-гель, пиролиз) и "сверху-вниз" (измельчение, литография).
3. Примеры наноструктур:
 - 0D: Квантовые точки (полупроводниковые нанокристаллы).
 - 1D: Нанопроволока, нанотрубки (углеродные, BN).
 - 2D: Графен, диалкогениды переходных металлов.
4. Использование: нанoeлектроника, фотодетекторы, катализ, композиты, сенсорика.

Вопрос 8. Влияние дислокаций на свойства кристаллов.

План ответа:

1. Определение дислокаций как линейных дефектов кристаллической решетки (краевые, винтовые).
2. Влияние на механические свойства:
 - Определяют реальную прочность (значительно ниже теоретической).
 - Пластическая деформация связана с движением дислокаций.
 - Упрочнение (наклеп) — увеличение плотности дислокаций, препятствующих их движению.
3. Влияние на другие свойства: могут быть центрами зарождения новой фазы, влиять на диффузию (ускорять ее вдоль дислокаций), ухудшать электронные свойства полупроводников.
4. Экспериментальные методы исследования: травление ямок, просвечивающая электронная микроскопия.

Вопрос 9. Экспериментальные методы изучения поверхности (Оже-спектроскопия, РФЭС).

План ответа:

1. Важность изучения поверхности для катализа, коррозии, микроэлектроники.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 17 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

2. **РФЭС (Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, XPS):** облучение образца рентгеновским излучением и анализ кинетической энергии выбитых электронов. Позволяет определить элементный состав (кроме H, He) и, что важно, **химическое состояние (валентность)** элемента.
3. **Оже-электронная спектроскопия (ОЭС, AES):** облучение образца пучком электронов, анализ энергии Оже-электронов. Высокая локальность (можно сканировать по поверхности). Элементный анализ.
4. Высокий вакуум как обязательное условие работы методов.
5. Глубина анализа — несколько атомных слоев (поверхностная чувствительность).

Вопрос 10. Механохимическая активация и ее использование.

План ответа:

1. Определение: изменение структуры, свойств и реакционной способности твердых тел под действием механической энергии (измельчение, трение, давление).
2. Процессы при механоактивации: накопление дефектов, аморфизация, полиморфные переходы, локальный разогрев, эмиссия электронов.
3. Результат: снижение температуры и увеличение скорости последующих твердофазных реакций.
4. Использование: механохимический синтез (получение интерметаллидов, ферритов, гидридов), активация сырья в цементной промышленности, переработка отходов, получение нанокompозитов.

Вопрос 11. Кристаллизация из растворов, расплавов и газовой фазы.

План ответа:

1. **Из растворов:** снижение растворимости (охлаждение, выпаривание). Получение чистых веществ (перекристаллизация), выращивание кристаллов солей.
2. **Из расплавов:** охлаждение жидкой фазы.
 - Выращивание монокристаллов (методы Чохральского, Бриджмена, Вернейля).
 - Получение поликристаллических слитков и аморфных тел (быстрая закалка).
3. **Из газовой фазы (PVD, CVD):**
 - Физическое осаждение (PVD) — испарение и конденсация.
 - Химическое осаждение (CVD) — химические реакции с участием газообразных прекурсоров на подложке.
4. Применение газофазных методов: получение эпитаксиальных пленок, нанотрубок, покрытий.

Вопрос 12. Гидротермальные методы синтеза. Выращивание монокристаллов.

План ответа:

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 18 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Сущность гидротермального синтеза: химические реакции и кристаллизация в водных растворах при повышенных температуре (100-1000°C) и давлении (1-1000 МПа) в закрытых сосудах (автоклавах).
2. Преимущества: возможность получения кристаллов веществ, нестабильных при плавлении (кварц), низкотемпературный синтез термодинамически метастабильных фаз, хорошее качество кристаллов.
3. Выращивание монокристаллов: метод температурного перепада (растворение сырья в горячей зоне и рост в более холодной).
4. Примеры: промышленный синтез монокристаллов кварца, получение цеолитов, синтез наночастиц.

Вопрос 13. Методы Чохральского и Бриджмена-Стокбаргера. Зонная плавка.
План ответа:

1. **Метод Чохральского (Czochralski):** вытягивание монокристалла из расплава на затравку с последующим вращением. Получение крупных кристаллов, напр., кремния для электроники.
2. **Метод Бриджмена-Стокбаргера (Bridgman-Stockbarger):** кристаллизация расплава в контейнере при его медленном перемещении из горячей зоны в холодную. Применяется для получения галогенидов, металлов.
3. **Зонная плавка (Zone melting):** метод очистки веществ, основанный на различной растворимости примесей в твердой и жидкой фазах. Расплавленная зона медленно перемещается вдоль слитка, концентрируя примеси на конце. Позволяет получать сверхчистые материалы.
4. Сравнение областей применения.

Вопрос 14. Получение твердых веществ в виде тонких слоев и пленок.
План ответа:

1. Тонкие пленки — слой материала толщиной от нм до мкм.
2. Классификация методов:
 - **PVD (Physical Vapor Deposition):** термическое испарение, магнетронное распыление. Материал переносится физически.
 - **CVD (Chemical Vapor Deposition):** химическая реакция на поверхности подложки. Хорошее покрытие рельефа.
 - **Золь-гель метод:** нанесение раствора (центрифугирование, погружение) с последующей сушкой и отжигом.
 - **Электрохимическое осаждение.**
3. **Поликристаллические пленки:** состоят из множества зерен. Применение: покрытия, тонкопленочные резисторы.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 19 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. **Эпитаксиальные пленки:** монокристаллические пленки, ориентированные относительно монокристаллической подложки. Основа современной полупроводниковой электроники (гетероструктуры).

Вопрос 15. Керамика. Получение и применение.

План ответа:

1. Определение керамики как поликристаллического неорганического неметаллического материала, полученного спеканием порошков.
2. Основные стадии получения:
 - Подготовка сырья (помол, смешение).
 - Формование (прессование, шликерное литье, экструзия).
 - Сушка.
 - Спекание (высокотемпературный обжиг) — уплотнение и упрочнение за счет диффузионных процессов.
3. Классификация по составу: оксидная (Al_2O_3 , ZrO_2), неоксидная (карбиды, нитриды), силикатная.
4. Применение: конструкционная (детали двигателей, броня), функциональная (пьезокерамика, сегнетоэлектрики), инструментальная (режущие пластины), строительная, биокерамика (имплантаты).

Вопрос 16. Методы получения наночастиц и их применение.

План ответа:

1. Классификация методов синтеза наночастиц:
 - Физические: лазерная абляция, испарение-конденсация в газе, механохимический синтез.
 - Химические: осаждение из растворов (контроль нуклеации и роста), золь-гель метод, гидротермальный синтез, пиролиз аэрозолей, микроэмульсии.
2. Контроль размера и формы частиц — ключевая задача.
3. Примеры: наночастицы металлов (Au , Ag) — плазмоника, катализ; оксидов (TiO_2 , ZnO) — фотокатализ, УФ-фильтры; полупроводников (CdSe) — квантовые точки.
4. Области применения: биомедицина, катализ, оптика, энергетика, электроника.

Вопрос 17. Рентгеноструктурный анализ. Исследование порошков и монокристаллов.

План ответа:

1. Физическая основа — дифракция рентгеновских лучей.
2. **Порошковый метод (РФА):** исследуется поликристаллический образец. Результат — дифрактограмма (набор пиков).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 20 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- Цели: идентификация фаз (качественный анализ), определение параметров решетки, количественный анализ фаз, оценка размера кристаллитов, изучение микронапряжений.
- 3. **Монокристалльный метод:** исследуется один кристалл. Результат — набор рефлексов в трехмерном пространстве.
- Цели: полное определение кристаллической структуры (координаты всех атомов, типы связей), расшифровка сложных структур. Это самый точный метод.
- 4. Сравнение: порошковый метод проще, быстрее, но дает меньше информации; монокристалльный — сложен (требует качественного кристалла), но дает исчерпывающие данные о структуре.

Вопрос 18. Электронная и нейтронная дифракция. Особенности и возможности методов.

План ответа:

1. Общий принцип: волновая природа электронов и нейтронов.
2. **Электроннография (дифракция электронов):** Используется в ПЭМ.
 - Особенности: сильное взаимодействие с веществом (подходит для тонких пленок и поверхностей).
 - Возможности: определение структуры тонких пленок, изучение текстуры, фазовый анализ малых областей.
3. **Нейтронография (дифракция нейтронов):** Используется на ядерных реакторах.
 - Особенности: слабое взаимодействие (нужны большие образцы), высокая проникающая способность, рассеяние на ядрах (а не на электронах).
 - Возможности: определение положения легких атомов (водорода, лития) в присутствии тяжелых, изучение магнитной структуры (рассеяние на магнитных моментах), изучение атомной динамики.

Вопрос 19. Кристаллооптический анализ.

План ответа:

1. Сущность метода: изучение прозрачных кристаллов и минералов в проходящем поляризованном свете с помощью поляризационного микроскопа.
2. Основные наблюдаемые явления:
 - Показатели преломления.
 - Двойное лучепреломление (для анизотропных кристаллов).
 - Плеохроизм (изменение окраски в зависимости от направления поляризации).
 - Угасание кристалла при скрещенных николях.
 - Характерные коноскопические фигуры (для определения оптической оси и знака кристалла).

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 21 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. Возможности: идентификация минералов, определение симметрии кристалла, оценка качества, диагностика фаз.

Вопрос 20. Электронная микроскопия: принципы и возможности.

План ответа:

1. Общий принцип: использование пучка электронов с малой длиной волны для получения изображения с высоким разрешением.
2. **Растровая электронная микроскопия (РЭМ, SEM):** сканирование поверхности сфокусированным пучком. Регистрация вторичных и отраженных электронов. Изображение топографии поверхности. Возможность элементного анализа (EDX).
3. **Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ, TEM):** прохождение электронов через тонкий образец. Позволяет видеть внутреннюю структуру (кристаллическую решетку, дислокации, дефекты упаковки, границы зерен). Электронная дифракция для определения структуры малых областей.
4. Атомное разрешение в современной ПЭМ.

Вопрос 21. Спектральные методы: ИК- и КР- спектроскопия.

План ответа:

1. Сущность колебательной спектроскопии: изучение переходов между колебательными уровнями энергии молекул и кристаллов.
2. **Инфракрасная спектроскопия (ИК):** поглощение инфракрасного излучения, частота которого совпадает с частотой колебаний. Необходимо изменение дипольного момента при колебании.
3. **Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР, Рамановская):** неупругое рассеяние монохроматического света (обычно видимого) с изменением частоты на величину колебательных переходов. Необходимо изменение поляризуемости.
4. Возможности в химии твердого тела: идентификация фаз (спектр — "отпечаток пальца"), изучение локальной структуры, обнаружение примесей, изучение фазовых переходов, анализ напряжений.

Вопрос 22. Резонансные методы: ЯМР, ЭПР, мессбауэровская спектроскопия.

План ответа:

1. Общий принцип: резонансное поглощение электромагнитного излучения при изменении энергетического состояния ядра или электрона в магнитном поле.
2. **ЯМР (Ядерный магнитный резонанс):** резонанс ядер с ненулевым спином (^1H , ^{13}C , ^{29}Si и др.) в магнитном поле. Химический сдвиг дает информацию о локальном окружении (ближнем порядке). Используется для изучения структуры силикатов, полимеров, цеолитов.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 22 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. **ЭПР (Электронный парамагнитный резонанс):** резонанс неспаренных электронов. Изучение парамагнитных центров, точечных дефектов, примесных ионов переходных металлов.
4. **Мессбауэровская (ядерная гамма-резонансная) спектроскопия:** резонансное поглощение гамма-квантов ядрами в твердом теле. Высокая чувствительность к локальному окружению. Применяется для изотопов ^{57}Fe , ^{119}Sn . Дает информацию о валентности, координации, магнитном состоянии атомов Fe или Sn в образце.

Вопрос 23. Методы определения химического состава (рентгенофлуоресцентный анализ, масс-спектрометрия).

План ответа:

1. **Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА, XRF):** облучение образца рентгеновским излучением, возбуждение флуоресценции атомов, анализ спектра флуоресценции.
 - Быстрый, неразрушающий, многоэлементный анализ.
 - Определяет элементный состав от Na до U.
 - Количественный анализ с использованием стандартов.
2. **Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS):** перевод образца в раствор, распыление в плазму (ионизация), разделение ионов по массе.
 - Высочайшая чувствительность (до ppt — частиц на триллион).
 - Изотопный анализ.
 - Разрушающий метод (требуется растворение).
3. **Локальный рентгеноспектральный анализ (EDX/ WDS) в РЭМ:** элементный анализ в микрообъеме.

Вопрос 24. Методы исследования ближнего окружения атомов (EXAFS, XANES).

План ответа:

1. Суть метода рентгеновской абсорбционной спектроскопии (XAS): изучение тонкой структуры края поглощения рентгеновского излучения атомом.
2. **XANES (X-ray Absorption Near Edge Structure)** — область вблизи края поглощения (до ~50 эВ). Чувствителен к валентности и геометрической симметрии (координации) поглощающего атома.
3. **EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure)** — область за краем поглощения (~50-1000 эВ). Осцилляции обусловлены интерференцией фотоэлектрона, рассеянного на соседних атомах.
4. Возможности EXAFS: определение расстояний до соседних атомов (с высокой точностью), типа и числа соседних атомов (координационное число), беспорядка в структуре. Работает для аморфных веществ, растворов.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 23 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

5. Требуется синхротронное излучение.

Вопрос 25. Исследования термических свойств веществ.

План ответа:

1. **Термогравиметрический анализ (ТГА):** регистрация изменения массы образца при нагреве. Позволяет изучать дегидратацию, разложение, окисление, сублимацию.
2. **Дифференциально-термический анализ (ДТА):** регистрация разности температур между образцом и эталоном. Выявляет любые процессы, идущие с поглощением (эндо-) или выделением (экзо-) тепла.
3. **Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК):** регистрация разности тепловых потоков. Позволяет количественно измерить теплоту процессов (ΔH), теплоемкость (C_p).
4. Применение: построение фазовых диаграмм, изучение фазовых переходов, полиморфизма, реакционной способности, термической стабильности материалов.
5. Современные приборы совмещают ТГА и ДСК.

Вопрос 26. Методы исследования электрических и магнитных свойств.

План ответа:

1. **Электрические свойства:**
 - Измерение проводимости (вольт-амперные характеристики, 2-х и 4-х зондовый метод).
 - Импедансная спектроскопия (изучение отклика на переменном токе в широком диапазоне частот, разделение вкладов зерен и границ).
 - Эффект Холла (определение типа, концентрации и подвижности носителей заряда).
 - Измерение термо-ЭДС (определение типа проводимости).
 - Измерение диэлектрической проницаемости (ϵ) и тангенса угла диэлектрических потерь ($\tan \delta$).
2. **Магнитные свойства:**
 - Измерение намагниченности в зависимости от поля (М-Н кривые, петля гистерезиса) и температуры (М-Т кривые).
 - Определение коэрцитивной силы, остаточной намагниченности, точки Кюри (T_c) или Нееля (T_N).
 - Используемые приборы: СКВИД-магнитометр (SQUID), вибрационный магнитометр (VSM).

Вопрос 27. Ионная проводимость и твердые электролиты.

План ответа: (см. Часть 1, Тема 18)

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 24 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Вопрос 28. Полупроводники и их применение.

План ответа:

1. Определение: материалы с шириной запрещенной зоны (E_g) от ~ 0.1 до $\sim 3-4$ эВ.
2. Собственные (беспримесные) полупроводники: проводимость за счет перехода электронов через E_g (электроны и дырки).
3. Примесные полупроводники:
 - n-тип (доноры) — избыток электронов.
 - p-тип (акцепторы) — избыток дырок.
4. Ключевые свойства: сильная зависимость проводимости от температуры, света, примесей; наличие p-n перехода.
5. Применение: диоды, транзисторы, солнечные батареи, светодиоды (LED), лазеры, датчики (температуры, газа), интегральные микросхемы.

Вопрос 29. Диэлектрики. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики и пьезоэлектрики.

План ответа: (см. Часть 1, Тема 19)

Вопрос 30. Магнитные материалы: структура и свойства.

План ответа: (см. Часть 1, Тема 20)

Вопрос 31. Оптические материалы. Основные области применения.

План ответа:

1. Требования к оптическим материалам: прозрачность в нужном диапазоне, однородность, лучевая прочность.
2. Классы материалов и их применение:
 - **Стекла (силикатные, германатные, фторидные):** линзы, призмы, окна, световоды (оптоволокно).
 - **Кристаллы:** CaF_2 , MgF_2 , сапфир (Al_2O_3) — для УФ и ИК оптики, лазерные кристаллы (рубин, YAG:Nd).
 - **Полупроводники:** GaAs, GaN — основа светодиодов и лазерных диодов.
 - **Электрооптические кристаллы** (ниобат лития, LiNbO_3) — модуляторы света.
 - **Сцинтилляторы** (NaI:Tl , BGO) — детекторы излучения.
 - **Люминофоры** — преобразование излучения (экраны, лампы, LED).

Вопрос 32. Сверхпроводящие материалы.

План ответа:

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 25 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

1. Явление сверхпроводимости: исчезновение электрического сопротивления ниже критической температуры (T_c) и выталкивание магнитного поля (эффект Мейснера).
2. Традиционные (низкотемпературные) сверхпроводники: металлы (Hg, Pb, Nb) и интерметаллиды (NbTi, Nb₃Sn). Объясняются теорией БКШ. $T_c < 30$ К.
Применение: магниты для МРТ, ускорителей.
3. Высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП): сложные оксиды меди (купраты), например YBa₂Cu₃O_{7-δ} (YBCO), Bi- и Tl-содержащие керамики. $T_c > 77$ К (температура кипения жидкого азота). Механизм до конца не ясен.
4. Проблемы применения ВТСП: керамика хрупкая, сложно изготовить провода, необходимость сильного охлаждения. Перспективы: линии электропередач без потерь, мощные магниты, квантовые интерференционные датчики (SQUID).

Вопрос 33. Тугоплавкие материалы: металлы, оксиды, карбиды, нитриды.

План ответа:

1. Определение: материалы с температурой плавления выше 2000°C, сохраняющие прочность при высоких температурах.
2. Тугоплавкие металлы: W (вольфрам), Mo (молибден), Ta (тантал), Nb (ниобий), Re (рений). Применение: нити накала, нагреватели, детали ракетных двигателей, тигли.
3. Тугоплавкие оксиды: Al₂O₃ (корунд), ZrO₂ (диоксид циркония), MgO (периклаз). Применение: огнеупоры, футеровка печей, тигли.
4. Тугоплавкие карбиды (SiC, TiC, WC, B₄C), нитриды (Si₃N₄, BN, AlN), бориды (TiB₂). Применение: абразивы, режущий инструмент, защитные покрытия, броня, ядерная энергетика (поглотители нейтронов).
5. Комбинация свойств: высокая твердость, химическая инертность, теплопроводность.

Вопрос 34. Композиционные материалы, их классификация и методология создания.

План ответа:

1. Определение композиционного материала (КМ): искусственно созданный неоднородный материал, состоящий из матрицы и армирующего наполнителя.
2. Цель создания: получение свойств, не достижимых для отдельных компонентов (сочетание прочности и легкости, жаропрочности и т.д.).
3. Классификация:
 - По материалу матрицы: полимерные (ПКМ), металлические (МКМ), керамические (ККМ), углерод-углеродные.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 26 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- По типу наполнителя: дисперсные частицы, волокна (непрерывные, короткие), слоистые.
- 4. Методология создания: правило смесей, роль границы раздела фаз (адгезия).
- 5. Примеры: стеклопластики, углепластики, металлокерамика (твердые сплавы WC-Co), жаропрочные никелевые сплавы с направленной кристаллизацией.

Вопрос 35. Аморфные материалы и стекла.

План ответа: (см. Вопрос 3)

4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Лабораторный практикум по химии твердого тела» проводится в форме зачета в 7, 8 и 9 семестрах.

Зачет выставляется по результатам работы в семестре на основании представленных отчетов по лабораторным работам и результатов собеседования по разделам практикума.

Процедура оценивания состоит из двух частей:

Текущий контроль в семестре: оценка качества оформления отчетов по лабораторным работам, защита отчетов в ходе собеседования с преподавателем.

Итоговое собеседование: проверка теоретических знаний по вопросам к зачету.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается соблюдение требований, обозначенных в рабочей программе дисциплины (модуля): предоставление инструкции в доступной форме, использование специальных технических средств, увеличение времени подготовки ответа по заявлению обучающегося.

Дополнительные материалы и оборудование:

При выполнении заданий и подготовке к собеседованию обучающийся имеет право пользоваться:

- справочными таблицами физико-химических величин;
- непрограммируемым калькулятором;
- собственными отчетами по лабораторным работам.

4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 27 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Зачет в конце семестра выставляется по результатам сдачи отчетов по каждой лабораторной работе в течение семестра и итогового собеседования.
 Максимальное число баллов за семестр (устные ответы и отчеты) - **100 баллов**.

Оценочное средство	Критерии оценки	Количество баллов
Отчет по лабораторной работе	- Правильность оформления и структура отчета (цель, методика, расчеты) - 0-20 б. - Правильность обработки экспериментальных данных, построения графиков - 0-30 б. - Обоснованность выводов и их соответствие поставленной цели - 0-20 б.	0-70
Собеседование / Защита отчета	- Понимание теоретических основ метода/синтеза - 0-10 б. - Аргументированные ответы на вопросы преподавателя - 0-10 б. - Владение терминологией и понимание актуальности работы - 0-10 б.	0-30

Итоговая шкала оценивания зачета:

- оценка "зачтено" – 60-100 баллов;
- оценка "не зачтено" – 0-59 баллов.

4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Уровни сформированности компетенций (УК-3, ПК-1, УК-10) определяются следующим образом:

Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено» (91-100 баллов) и предполагает: обучающийся демонстрирует глубокие, систематизированные знания теоретических основ химии твердого тела и современных методов исследования; свободно интерпретирует результаты экспериментов, устанавливает взаимосвязь «состав-структура-свойство»; уверенно планирует научное исследование, генерирует оригинальные идеи по решению поставленных задач; проявляет лидерские качества при работе в команде и строго соблюдает этические и правовые нормы профессиональной деятельности.

	МИНОБРНАУКИ России Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет химический		
Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине Лабораторный практикум по химии твердого тела, по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ».			
Версия документа - 1	стр. 28 из 28	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Средний уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено» (70-90 баллов) и предполагает: обучающийся демонстрирует достаточно полные знания, но допускает незначительные ошибки в описании механизмов процессов; правильно выбирает методы исследования для решения стандартных задач, способен анализировать полученные результаты; владеет навыками командной работы и планирования эксперимента; в профессиональной деятельности ориентируется на правовые и этические нормы, но допускает несущественные неточности при их интерпретации.

Базовый уровень сформированности компетенций соответствует оценке «зачтено» (60-69 баллов) и предполагает: обучающийся владеет основными понятиями и законами дисциплины, но испытывает затруднения при анализе сложных физико-химических процессов; способен выполнять эксперимент по готовому плану и обрабатывать результаты с помощью преподавателя; демонстрирует понимание необходимости командной работы и профилактики коррупционного поведения, но не всегда может предложить конкретные меры.

Низкий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «не зачтено» (менее 60 баллов): обучающийся демонстрирует фрагментарные знания, не способен планировать эксперимент и интерпретировать его результаты; не владеет навыками работы в коллективе и не ориентируется в правовых нормах профессиональной этики.