



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский технологический университет»

МИРЭА



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

В.Л. Панков В.Л. Панков

« 28 » марта 2018 г.

Программа вступительного экзамена

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки

04.06.01 «Химические науки»

Направленность (научная специальность)

02.00.21 «Химия твердого тела»

Форма обучения – очная, заочная

Москва, 2018

Зонный характер энергетического спектра электронов в твердых телах. Энергетический спектр электронов в трехмерном кристалле. Построение зон Брюллюэна. Общий алгоритм построения поверхностей Ферми. Зонная структура полупроводников.

Два подхода к анализу динамики решетки (атомистический и континуальный). Дуализм описания колебаний атомов кристаллической решетки. Свойства твердых тел, формируемые фононным спектром. Эффекты ангармонизма колебаний атомов кристаллической решетки.

Объекты исследования с кристаллическим, некристаллическим и аperiodическим строением. Ближний и дальний порядок. Понятие структуры. Основные свойства кристаллов. Периодичность. Симметрия. Ячейки Бравэ. Пространственные и точечные группы симметрии. Метод кристаллографического индизирования.

Основные понятия и категории кристаллохимии. Теория плотнейших шаровых упаковок и плотных шаровых кладок. Основные правила, положения и соотношения в кристаллохимии. Условия устойчивости кристаллических структур с различным характером связи. Основы сравнительной и энергетической кристаллохимии.

Скалярные, векторные и тензорные свойства кристаллов. Принципы Неймана и Кюри. Указательная и характеристические поверхности. Оптическая индикатриса и ее свойства. Двойное лучепреломление.

Общие представления о поверхности твердых тел. Структура поверхности и поверхностные явления; энергетика поверхности. Физическая абсорбция газов на поверхности твердых тел. Хемосорбция. Кинетика хемосорбции. Реакции на поверхности раздела.

Реакционная способность твердых тел. Природа твердофазных реакций. Механизм важнейших твердофазных реакций; кинетика и термодинамика. Факторы, влияющие на реакционную способность. Химия интеркаляции.

Однокомпонентные системы. Двухкомпонентные системы. Т-Х и Р-Т-Х диаграммы состояния бинарных и тройных систем.

Получение кристаллических материалов (методы: керамические, химические, высокого давления, дуговые, золь-гель, криохимические, МОСVD и CVD). Выращивание кристаллов из газовой фазы, расплава и раствора. Теории роста. Методы получения нанокристаллов.

Классификация нанообъектов. Размерный эффект, причины появления и связь с физико-химическими свойствами. Электронная структура. Две квантовые статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Образование зон в энергетическом спектре электронов. Основные причины отличия поверхностных свойств от объемных. Свойства наноструктур.

Основы теории дифракции. Амплитуда и интенсивность рассеяния. Структурная амплитуда. Синтез и ряды Фурье. Фазовая проблема. Рентгенография монокристаллов и прикладные задачи. Два этапа структурного анализа. Определение кристаллической структуры. Рентгенография поликристаллов и прикладные задачи. Определение, уточнение и проверка кристаллической структуры. Теоретическое

обоснование изменения дифракционной картины при переходе от поликристаллического к нанокристаллическому и аморфному состоянию. Применение дифракционных методов для изучения аморфных, паракристаллических и нанокристаллических объектов. Метод радиального распределения атомов. Малоугловое рентгеновское рассеяние.

Электроннография, нейтронография и прикладные задачи. Особенности рентгеновского синхротронного излучения (СИ). Задачи, решаемые с помощью СИ.

Классификация дефектов кристаллической структуры. Виды точечных дефектов и их ассоциаты. Квазихимические реакции и уравнение электронейтральности. Полные и частичные дислокации. Вектор Бюргерса. Границы блоков. Дефекты упаковки. Двойники. Элементы двойникования. Антисимметрия.

Основы динамической теории. Интерференционные явления в тонких и поглощающих кристаллах. Основные методы исследования реальной структуры кристаллов.

Колебательная (ИК и КРС), резонансная (ЯМР, ЯКР, ЭПР), рентгеновская абсорбционная (EXAFS, XANES) и электронная (СЭМ, ПЭМ, ВРЭМ) спектроскопия.

Электропроводность металлов (приближенное время релаксации и механизмы релаксации, плотность электрического тока и плотность потока энергии; термоэлектрические эффекты) и полупроводников (энергетические зоны и уровни примесей и дефектов, статистика носителей заряда, подвижность и проводимость, эффекты сильных электрических полей). Явление сверхпроводимости (феноменология сверхпроводимости, низко и высокотемпературная сверхпроводимость). Аспекты дизайна материалов. Диэлектрики. Сегнетоэлектрики и релаксоры, антисегнетоэлектрики. Суперионники. Пьезоэлектрики. Фотонные кристаллы.

Диамагнетизм и парамагнетизм. Кооперативный магнетизм (феноменология ферро- и антиферромагнетизма, микроскопические представления, энергия анизотропии, магнитострикция, доменная структура ферромагнетиков, процессы перемагничивания). Ферромагнетизм (эффекты сильных магнитных полей, магнитосопротивление). Спинотроника.

Оптические свойства металлов (поглощение и дисперсия, аномальный скин-эффект, внешний фотоэлектрический эффект). Оптические свойства полупроводников и диэлектриков (поглощение свободными носителями, фундаментальное и экситонное поглощение, фотоэлектрические и магнитооптические эффекты). Люминесценция. Индуцированное излучение. Взаимодействия мощного когерентного излучения с веществом (оптические нелинейные эффекты, воздействие потоков энергии на вещество).

Химические сенсоры. Физико-химические эффекты. Классификационные признаки и классы химических сенсоров. Термодинамические основы теории химических сенсоров. Адсорбционные процессы, используемые в химической сенсорике.

Связь состава, строения, условий получения и структурно-зависящих свойств.

Литература

1. Урусов В.С., Еремин Н. Кристаллохимия. Краткий курс. - М.: Изд-во Московского университета. 2010.
2. Минько Н.И., Строкова В.В., Жерновский И.В., Нарцев В.М. Методы получения и свойства нанообъектов. - М.: Флинта, Наука, 2009.
3. Рамбиди Н.Г. Структура и свойства наноразмерных образований. Реалии сегодняшней нанотехнологии. - Долгопрудный: Изд.дом «Интеллект», 2011.
4. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008.
5. А.А.Елисеев, А.В.Лукашин. Функциональные материалы. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010, 452с
6. Кузьмичева Г.М. Рентгенография наноразмерных объектов. Часть I, II. Учебное пособие. - М.: Изд. ИПЦ МИТХТ. 2010.
7. Кузьмичева Г.М. Теоретические и экспериментальные основы полиморфизма. Учебное пособие. - М.: Изд. ИПЦ МИТХТ. 2012.
8. Ковтуненко П.В. Физическая химия твердого тела. Кристаллы с дефектами. - М., 1993.
9. Современная кристаллография. / Под ред. Вайнштейна Б.К. - М.: Наука, 1979, Т. 1-4
10. Пинскер З.Г. Динамическое рассеяние рентгеновских лучей в идеальных кристаллах. - М.: Наука, 1974.
11. Нозик Ю.З., Озеров Р.П., Хенниг К. Структурная нейтронография. Т. 1-3. - М.: АТОМИЗДАТ, 1979.
12. Рао Ч.Н.Р., Гопалакришнан Дж. Новые направления в химии твердого тела. - Новосибирск. 1990.
13. Порай-Кошиц М.А. Основы структурного анализа химических соединений. - М.: Высшая школа. 1982.
14. Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. - М.: ЗАО «Геоинформмарк». 2000.
15. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. - М.: 2005
16. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. - М.: Издательский центр "Академия". 2006.
17. Фетисов Г.В. «Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ». - М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007.
18. Щука А.А. Нанoeлектроника. - М.: Физматкнига, 2007.
19. Ищенко А.А., Гиричев Г.В., Тарасов Ю.И. Дифракция электронов: структура и динамика свободных молекул и конденсированного состояния вещества. - М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2012. 614 с.
20. Кузьмичева Г.М. Основные разделы кристаллографии. Часть I, II. Учебное пособие. - М.: МИТХТ. 2002.

21. Кузьмичева Г.М. Основные кристаллохимические понятия. Учебное пособие. - М.: МИТХТ. 2007.

22. Кузьмичева Г.М. Плотнейшие шаровые упаковки и плотные шаровые кладки. Учебное пособие. - М.: МИТХТ. 2000.

23. Кузьмичева Г.М. Кристаллохимические закономерности в Периодической системе элементов Д.И.Менделеева. Простые вещества. Основные кристаллические структуры соединений. Учебное пособие. - М.: МИТХТ. 2000.

24. Кузьмичева Г.М. Основные кристаллохимические категории». Учебное пособие. - М.: МИТХТ. 2001.

25. Кузьмичева Г.М. Структурная обусловленность свойств. Часть I, II, III, IV. - М.: МИТХТ, 2002-2004.

26. Кузьмичева Г.М. Порошковая дифрактометрия в материаловедении. Часть I,II Учебное пособие. - М.: Изд. МИТХТ. 2005-2006.

Директор Института тонких
химических технологий



М.А. Маслов