



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский технологический университет»

МИРЭА

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

 В.Л. Панков

«1» марта 2016 г.



Программа вступительного экзамена

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки

03.06.01 «Физика и астрономия»

Направленность (научная специальность)

01.04.07 «Физика конденсированного состояния»

Форма обучения – очная, заочная

Москва, 2016

Структура кристаллов и межатомные связи

1. Аморфные и кристаллические тела. Трансляции, элементарная ячейка. Векторы трансляции, примитивные векторы трансляции. Объем элементарной ячейки. Решетка Браве, базис.
2. Кристаллические системы и типы решеток Браве. Преобразования симметрии. Точечные и пространственные преобразования симметрии. Оси симметрии (возможный порядок осей), центр симметрии. Пространственные элементы симметрии. Точечные и пространственные группы симметрии кристалла (определение группы). Международные обозначения точечных групп.
3. Атомные структуры некоторых соединений NaCl, графита, алмаза и т.д. Квазикристаллы. Примитивная элементарная ячейка Вигнера-Зейтца. Индексы Миллера для атомных плоскостей и кристаллографических направлений.
4. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов на кристалле. Рентгенографический анализ. Условия Вульфа-Брэгга. Методы Лауэ, вращения кристалла, порошковый метод Дебая. Условия когерентности лучей рассеянных различными элементарными ячейками.
5. Атомный форм-фактор. Структурный фактор (на примере ОЦК и ГЦК решеток). Дифракция в аморфных телах.
6. Обратное пространство. Векторы обратной решетки. Условие дифракционного максимума. Зона Бриллюэна. Дефекты кристаллической решетки: точечные, дислокации, плоскости двойникования. Вектор Бюргерса.
7. Типы межатомных связей. Ван-дер-ваальсово взаимодействие. Энергия
8. отталкивания (r^{-12}). Ковалентная связь. Ионная связь. Водородная связь. Металлическая связь.

Теория упругости

1. Понятие тензора. Тензор упругости. Тензор напряжения.
2. Условия равновесия тел (через тензор напряжения).
3. Закон Гука. Коэффициент Ламе. Модуль всестороннего сжатия.
4. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.
5. Условие равновесия изотропных тел (через тензор деформации).
6. Упругие свойства кристаллов различной симметрии.
7. Упругие волны в изотропных средах.
8. Упругие волны в кристаллах.
9. Поверхностные волны.
10. Продольные колебания пластины. Продольные колебания стержня.
11. Изгибные колебания стержней. Граничные условия. Кручение стержней.

Динамика кристаллической решетки

1. Гармонические колебания кристаллической решетки. Силовые постоянные. Одномерная цепочка атомов одного и двух сортов. Законы

дисперсии, фазовая и групповая скорости. Акустические и оптические колебания.

2. Число мод колебаний. Плотность состояний. Динамика решетки трехмерного кристалла. Вектора поляризации данного колебания. Преобразование к нормальным координатам кристаллической решетки.

3. Понятие о квазичастицах. Фононы. Энергия и квазиимпульс фонона. Условность разделения на продольные и поперечные колебания при больших квазиимпульсах.

4. Выражение для оператора смещения через операторы рождения и уничтожения фононов. Методы исследования фононных спектров. Фактор Дебая-Уолера.

5. Фононы и теплоемкость решетки. Закон Дюлонга и Пти. Модели Эйнштейна и Дебая. Спектральная плотность состояний для колебаний решетки.

6. Особенности Ван-Хова спектральной плотности состояний. Параметр малости атомных смещений в процессе колебаний. Локальные колебания. Ангармонизм кристаллической решетки.

Кинетические явления в диэлектриках

1. Кинетическое уравнение Больцмана для идеального газа квазичастиц. Интеграл столкновений (на примере трехфононных процессов). Тау-приближение для интеграла столкновений.

2. Теплопроводность диэлектрика. N и U процессы. Область высоких температур. Область низких температур. Баллистический режим. Оценка для величины коэффициента теплопроводности.

Основы теории металлов

1. Идеальный электронный газ. Принцип Паули. Плотность состояний. Равновесное распределение при $T=0$. Энергия, импульс и скорость Ферми электронов. Плотность состояний на ПФ.

2. Распределение Ферми при конечных температурах. Химпотенциал. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.

3. Магнитная спиновая восприимчивость.

4. Зонная теория металлов. Приближение почти свободных электронов. Теорема Блоха. Приближение сильной связи.

5. ЛКАО. Понятие эффективной массы. Плотность состояний в реальном металле. Понятие о квазичастицах в Ферми-жидкости. Затухание квазичастиц.

6. Металлы в магнитном поле. Квазиклассическое приближение. Уровни Ландау. Диамагнетизм электронов проводимости. Особенность плотности состояний.

7. Осцилляции восприимчивости (эффект де Гааза-ван Альфена) и сопротивления (эффект Шубникова де Гааза). Спад амплитуды осцилляций с уменьшением магнитного поля.

8. Экранирование электрического поля в металлах. Уравнение Пуассона и его решение вблизи поверхности металла и для точечного заряда в металле. Дебаевский радиус экранирования. Экранирование электрического поля в плазме и невырожденном электронном газе в полупроводнике.

9. Диэлектрическая проницаемость металла. Пространственная дисперсия. Фриделевские осцилляции элементарной плотности.

10. Плазменные колебания. Плазменная частота. Скин-эффект. Резонанс Азбеля-Канера.

11. Электропроводность металлов. Теория Друде. Выражение для электропроводности в квантовом случае (из кинуравнения). Остаточное сопротивление металлов. Транспортное время.

12. Теплопроводность металла при низких температурах. Закон Видемана-Франца.

13. Электрон-фононное взаимодействие. Интеграл столкновений.

14. Случай высоких температур. Зависимость сопротивления и теплопроводности металлов от температуры.

15. Случай низких температур. Роль процессов переброса. Открытые и закрытые ПФ. Диффузия электрона по ПФ. Закон Блоха для сопротивления.

16. Электрон – электронное рассеяние.

17. Термоэлектрические явления.

Полупроводники

1. Полупроводники. Концентрация носителей в собственном полупроводнике.

2. Доноры и акцепторы. Концентрация несобственных носителей. Компенсация.

3. Подвижность электронов в полупроводнике. Рассеяние электронов фононами. Междолинное рассеяние.

4. Рассеяние электронов заряженными примесями в ПИ.

5. Эффект Холла. Холловская подвижность.

6. Магнетосопротивление (двухзонная модель).

7. Оптика полупроводников. Механизмы поглощения. Рекомбинация носителей. Неравновесные носители. Экситоны.

8. Примесная проводимость. Переход металл-диэлектрик. Модель Хаббарда.

9. Андерсоновская локализация.

10. Дрейфовый и диффузионный токи. P-n переход.

Диэлектрики

1. Диэлектрики. Дипольный и деформационные (электронный и ионный) механизмы поляризации. Температурные и частотные зависимости данных вкладов в поляризацию.

2. Локальное поле. Формула Клаузиуса-Мосотти для диэлектрической проницаемости. Поляризационная катастрофа.

3. Ангармонизм. ФП типа смещения и типа порядок-беспорядок.

2. Локальное поле. Формула Клаузиуса-Мосотти для диэлектрической проницаемости. Поляризационная катастрофа.
3. Ангармонизм. ФП типа смещения и типа порядок-беспорядок.
4. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пьезоэлектрики, сегнетоэластики. Домены в сегнетоэлектриках и сегнетоэластиках. Гистерезис.
5. Электрострикция.

МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Магнитные моменты (спиновый и орбитальный). Обменное и диполь-дипольное взаимодействия. Магнитная анизотропия. Виды магнетиков. Модели Гайзенберга и Изинга.
2. Виды магнитного упорядочения (ферро-антиферро-ферри). Теория среднего поля.
3. s-f обменное взаимодействие. Взаимодействие РККИ.
4. Спиновые волны в ферромагнетике.
5. Магнитное упорядочение делокализованных моментов.
6. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Пиннинг. Применения сверхпроводников.

Литература

1. Ашкрофт Н., Мермин П. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979.
2. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Мир, 1978.
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
4. Харрисон У. Теория твердого тела. М.: Мир, 1972.
5. Абрикосов А.А. Основы теории металлов. М.: Наука, 1987.
6. Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.
7. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000.

Директор
Физико-технологического института



В.С. Кондратенко