

Министерство образования и науки РФ
Пензенский государственный университет
Политехнический институт

Программа
вступительных испытаний в магистратуру на направление подготовки
03.04.02 – Физика

(магистерская программа «Физика конденсированного
состояния вещества»)

Пенза 2015

Настоящая программа разработана на основе требований ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра 03.03.02 – Физика.

Перечень дисциплин и их основные разделы, выносимые на экзамен.

Дисциплина «Основы кристаллофизики»:

1. Симметрия структуры кристаллов.
 - 1.1.1. Элементарная ячейка. Основные системы кристаллов (сингонии). Трансляционные решетки Бравэ. Период решетки. Координационное число. Коэффициент упаковки.
 - 1.1.2. Кристаллографические индексы Миллера. Обратная решетка. Методы исследования атомной структуры твердых тел.
 - 1.2. Дефекты в кристаллах.
 - 1.2.1. Классификация дефектов.
 - 1.2.2. Точечные тепловые и радиационные дефекты.
 - 1.2.3. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Движение дислокаций.
 - 1.2.4. Источники дислокаций.
 - 1.3. Структура расплавов и кристаллизация.
 - 1.3.1. Структура расплавленных металлов. Энергетические условия процесса кристаллизации. Гомогенная кристаллизация. Гетерогенное образование зародышей.
 - 1.3.2. Кинетика кристаллизации. Рост кристаллов при затвердевании чистых металлов.
 - 1.3.3. Методы выращивания монокристаллов из расплавов металлов: метод Чалмерса, Бриджмена и Чохральского.
 - 1.3.4. Понятие о металлических сплавах и твердых растворах, интерметаллических соединениях и металлических стеклах. Упорядоченные и неупорядоченные растворы (сверхструктуры). Ближний порядок в твердых растворах.
 - 1.4. Компоненты тензора упругой деформации твердого тела. Упругие модули – модуль Юнга, модуль сдвига, модуль объемной упругости. Показатель анизотропии.
 - 1.5. Диэлектрические свойства твердых тел.
 - 1.5.1. Основные свойства диэлектриков, типы поляризации.
 - 1.5.2. Электронная упругая поляризация.
 - 1.5.3. Ионная упругая поляризация.
 - 1.5.4. Дипольная упругая поляризация.
 - 1.5.5. Электронная тепловая (релаксационная) поляризация.
 - 1.5.6. Ионная тепловая (релаксационная) поляризация.
 - 1.5.7. Дипольная тепловая (релаксационная) поляризация.
 - 1.5.8. Электрострикция, пьезоэффект, пирозэффект – основные понятия.

Рекомендуемая литература.

1. Шаскольская М.П. Кристаллография. М.: Высшая школа, 2000, 441 с.
2. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. М., 1979, 640 с.
3. Най Дж. Физические свойства кристаллов и их описание при помощи тензоров и матриц. М., 1974.
4. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и металловедение. М., 1973.

Дисциплина «Физика твердого тела»:

- 2.1. Основные типы связей в твердом теле.
 - 2.1.1. Строение атомов и периодическая система элементов. Электронная структура многоэлектронных атомов.
 - 2.1.2. Типы межатомной связи – гомополярные и гетерополярные. Энергия связи.
 - 2.1.3. Ионная связь.
 - 2.1.4. Ковалентная связь.
 - 2.1.5. Металлическая и водородная связь. Энергия кристаллической решетки.

- 2.1.6. Классификация кристаллов по типам химической связи: ионные кристаллы, атомные кристаллы, металлические кристаллы, принцип плотной упаковки, молекулярные кристаллы, кристаллы с водородными связями.
- 2.2. Механические свойства твердых тел.
- 2.2.1. Виды деформации. Закон Гука. Диаграмма относительной деформации при одноосном растяжении. Коэффициент Пуассона.
- 2.2.2. Закон Гука для упругого твердого тела. Коэффициент гармоничности.
- 2.2.3. Деформация сдвига и кручения. Деформация изгиба однородной балки.
- 2.2.4. Методы определения модуля Юнга – статический, динамический: резонансный и импульсный. Метод поперечных колебаний – модулемер Панова.
- 2.2.5. Методы определения модуля сдвига – метод крутильного маятника.
- 2.3. Теплоемкость твердых тел.
- 2.3.1. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга-Пти.
- 2.3.2. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.
- 2.3.3. Уточненная теория теплоемкости Дебая.
- 2.3.4. Тепловое расширение твердых тел.
- 2.3.5. Теплопроводность твердых тел.
- 2.4. Электронная теория твердых тел.
- 2.4.1. Классическая теория электропроводности металлов Друде-Лоренца.
- 2.4.2. Модель газа свободных электронов – модель Зоммерфельда.
- 2.5. Магнитные свойства твердых тел.
- 2.5.1. Основные типы и классификация магнетиков. Намагниченность, восприимчивость, магнитная проницаемость.
- 2.5.2. Магнитные свойства атомов. Гиромагнитное отношение. Прецессия Лармора. Орбитальный ток.
- 2.5.3. Физическая природа диамагнетизма. Классическая теория парамагнетизма Ланжевена.
- 2.5.4. Природа ферромагнетизма. Температурная зависимость намагниченности насыщения. Точка Кюри. Закон Кюри-Вейса.
- 2.5.5. Обменное взаимодействие – теория Френкеля-Гейзенберга. Доменная структура ферромагнетиков. Эффект Баркгаузена. Петля гистерезиса.
- 2.6.5. Явление сверхпроводимости.
- 2.6.1. Основные свойства сверхпроводников. Эффект Мейснера. Сверхпроводники I и II рода.
- 2.6.2. Основы микроскопической теории. Куперовские пары. Энергетическая щель и квазичастицы в сверхпроводниках. Туннельный эффект. Эффект Джозефсона.

Рекомендуемая литература

1. Гуртов В.А., Осауленко Р.Н. Физика твердого тела для инженеров: Учеб. пособие. М.: Техносфера, 2007 г.
 2. Ливанов Д.В. Физика металлов: Учебник для вузов. М.: МИСИС, 2006 .
 3. Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твердого тела: Учеб. пособие для вузов. М.: Издательство физ.-мат. лит., 2001 г.
 4. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела: Учебник для студентов, обучающихся по специальностям «Физика». – Изд. 2, Нижн. Новгород: НГУ, 1993 г., 491 с.
 5. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.; Наука, 1978 г.
 6. Задачи по физике твердого тела. Под ред. Г.Дж. Голдсмида. М.: Наука, 1976 г.
 7. Епифанов Г.И. Физика твердого тела. Изд. 2, М.: Высш. Шк., 1977 г.
 8. Мокиевский Л.И., Жилицкий М.З. Задачи по физике твердого тела. Изд. ППИ, г. Пенза, 1972 г.
 9. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела. М.: Мир, 1966 г.
 10. Жданов Г.С. Физика твердого тела. М.: Изд. Московского университета, 1962 г.
- Дисциплина «**Физика полупроводников**»:

- 3.1. Элементы физической статистики.
 - 3.1.1. Способы описания состояния макроскопической системы. Невырожденные и вырожденные коллективы.
 - 3.1.2. Число состояний для микрочастиц. Критерий невырожденности идеального газа. Энергия Ферми.
 - 3.1.3. Функция распределения для невырожденного и вырожденного газа – фермионов и бозонов. Правила статистического усреднения.
- 3.2. Колебания кристаллической решетки.
 - 3.2.1. Нормальные колебания решетки. Фононы. Плотность фононных состояний. Спектр нормальных колебаний решетки. Гармоническое и адиабатическое приближения. Упругие волны в кристаллах.
 - 3.2.2. Колебания одномерной линейной цепочки.
 - 3.2.3. Колебания двумерной цепочки. Дисперсионные соотношения.
 - 3.2.4. Колебания атомов трехмерной решетки. Акустическая и оптическая ветвь.
- 3.3. Электрические свойства полупроводников.
 - 3.3.1. Классификация твердых тел по электрическим свойствам. Удельное сопротивление и проводимость полупроводников.
 - 3.3.2. Зонная модель – модель почти свободных электронов.
 - 3.3.3. Движение электрона в периодическом поле кристалла под действием электрического поля.
 - 3.3.4. Эффективная масса электрона.
 - 3.3.5. Заполнение энергетических зон электронами. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Понятие о дырках. Примесные полупроводники. Донорные и акцепторные уровни.
 - 3.3.6. Дрейф электронов под действием внешнего поля. Время релаксации. Подвижность электронов. Зависимость подвижности заряженных частиц от температуры.
 - 3.3.7. Термоэлектрические свойства: эффект Зеебека, эффект Пельтье и Томсона.
- 3.4. Оптические свойства кристаллов – отражение, пропускание, поглощение. Основы твердотельной квантовой электроники. Мазеры и лазеры. Фотопроводимость. Люминесценция.

Рекомендуемая литература.

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников: Учебник для вузов. – 4-е изд., стер. – С.-П.: Лань, 2009. – 400 с.
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. 9-е изд., стер. – С.-П.: Лань, 2009. – 480 с.
3. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. 3-е изд., стер. – С.-П.: Лань, 2008. – 624 с.
4. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых приборов и диэлектрических материалов. 3-е изд., стер. – С.-П.: Лань, 2008. – 424 с.
5. Гуртов В.А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие. – 2-е изд., доп. М.: Техносфера, 2005 г. – 408 с.
6. Гаман В.И. Физика полупроводниковых приборов: Учебн. Пособ. // В.И. Гаман. Томск: Издат. НТЛ, 2000 г. – 426 с.
79. Шишкин Г.Г. Приборы квантовой электроники.: Учеб. пос. для вузов. – М.: Сайнс-Пресс, 2004 г. – 80 с.
8. Протасов Ю.С. Твердотельная электроника // Ю.С. Протасов, С.В. Чувашев, МГТУ им. Баумана, 2003 г. – 480 с.

Руководитель магистерской программы, д.ф.-м.н., профессор

В.Д. Кревчик