

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой ОФ

Лидер А.М.

« 21 » 04 2016 г.

АННОТАЦИЯ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

1. Наименование модуля (дисциплины) «Спецглавы физики»
2. Условное обозначение (код) в учебных планах Б1.ВМ5.1.3.2
3. Направление (специальность) (ООП) 03.03.02 Физика
4. Профиль подготовки (специализация, программа)
Физика конденсированного состояния вещества
5. Квалификация (степень) бакалавр
6. Обеспечивающее подразделение кафедра общей физики
7. Преподаватель Кузнецов П.В., тел. 286-840
E-mail kuznetsovpv@tpu.ru
9. Результаты освоения модуля (дисциплины). В результате освоения дисциплины «Специальные главы физики» студент должен приобрести способности к организации и планированию физических исследований, проведению теоретических и экспериментальных исследований в профессиональной области и критическому переосмыслению накопленного опыта.
10. Содержание модуля (дисциплины) *(перечень основных тем (разделов))*

Раздел 1. Кристаллическая структура и форма твердых тел

Кристаллические и аморфные твердые тела.

Симметрия твердых тел

Элементарная ячейка, базис, симметрия решетки. Операции симметрии: трансляционная симметрия, точечная симметрия, плоские решетки и их симметрия, двумерные точечные группы и пространственные группы, трехмерные кристаллические системы. Структура реальных кристаллов. Индексы Миллера и кристаллографические направления. Определение положения точки в элементарной ячейке.

Типы межатомных связей

Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Ионная связь, ее происхождение и характеристики. Постоянная Маделунга. Примеры структур ионных кристаллов. Ковалентная связь, ее происхождение и свойства. Водородная связь. Металлическая связь. Коллективизация электронов и модель металла. Изотропность металлической связи.

Дифракция в кристаллах

Дифракция как метод исследования. Использование трех типов излучения. Условие дифракции Брэгга. Атомный фактор рассеяния. Структурный фактор. Обратная решетка. Векторы обратной решетки. Условие дифракции Лауэ. Зоны Бриллюэна. Экспериментальные методы рентгенографического исследования структуры кристаллов. Метод Лауэ. Метод вращения кристалла. Метод порошка (метод Дебая – Шеррера). Дифракция в аморфных телах.

Дефекты кристаллической решетки

Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии и межузельные атомы. Дефекты Френкеля и Шоттки. Плотность дефектов в состоянии теплового равновесия. Дислокация. Плотность дислокаций. Напряжения, связанные с дислокациями. Движение дислокаций. Механическое напряжение. Деформация. Закон Гука для изотропных тел. Пластические свойства кристаллических твердых тел. Хрупкое разрушение. Методы упрочнения кристаллов.

Раздел 2. Динамика решетки

Упругие волны, смещение атомов и фононы. Колебательные моды одноатомной решетки. Линейная одноатомная цепочка. Колебания трехмерного одноатомного кристалла. Число мод, плотность состояний. Колебательный спектр решетки с базисом. Нормальные колебания линейной двухатомной цепочки. Акустическая и оптическая ветвь. Трехмерный кристалл с многоатомным базисом. Рассеяние фотонов на фононах, взаимодействие фононов

Статистика фононов и теплоемкость решетки

Классическая модель для вычисления энергии решетки. Модель Эйнштейна. Модель Дебая. Температура Дебая. Ангармонические эффекты. Теплопроводность. Решеточная теплопроводность и длина свободного пробега фононов. Нормальные процессы и процессы переброса. Рассеяние фононов, обусловленное дефектами. Влияние U- процессов на теплопроводность. Электронная теплопроводность в металлах и

полупроводниках. Тепловое расширение твердых тел.

Раздел 3. Электроны в металлах

Типичные свойства металлов. Свободные электроны и положительные атомные остатки (ионы). Хаотическое и упорядоченное движение электронов. Классическая теория свободных электронов. Распределение скоростей Максвелла – Больцмана. Упругое рассеяние и средняя длина свободного пробега. Модель Друдэ. Модель Лоренца. Несостоятельность классических моделей.

Процессы переноса в металлах

Теплоемкость металлов. Электропроводность металлов. Время релаксации. Аддитивная природа электросопротивления. Правило Маттисена. Эффект Холла. Зонная теория твердых тел. Движение электрона в самосогласованном поле. Функции Блоха. Разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Число уровней в зоне. Металлы и диэлектрики. Строение поверхности Ферми. Эффективная масса электронов. Плотность состояний.

Раздел 4. Полупроводники

Равновесная статистика электронов

Собственные и примесные полупроводники. Концентрация электронов и уровень Ферми. Статистика свободных дырок. Собственная концентрация электронно-дырочных пар. Отклонение от модели собственного полупроводника. Неравновесные носители тока. Эффект Холла.

Контактные явления

Работа выхода. Контакт двух металлов. Контактная разность потенциалов. Толщина двойного электрического слоя, возникающего в месте контакта двух металлов. Контакт металла с полупроводником. Запирающий слой. Устройства, основанные на контактных явлениях.

Раздел 5. Диэлектрические и магнитные свойства материалов

Поляризация. Виды поляризуемости. Макроскопическое электрическое поле. Деполяризующее поле. Локальное электрическое поле на атоме. Поле Лоренца. Поле диполей внутри полости. Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость. Диэлектрическая релаксация. Время релаксации. Сегнетоэлектрики.

Классификация магнетиков. Природа диа-, пара- и ферромагнетизма. Парамагнетизм. Формула Ланжевена и закон Кюри. Ферро-, ферри-, антиферромагнетизм. Точка Кюри и температурная зависимость намагниченности. Ферромагнитные домены. Границы доменов. Магнитный гистерезис. Коэрцитивная сила. Практическое использование магнитных свойств материалов.

Раздел 6. Сверхпроводимость

Сверхпроводящее состояние. Возникновение сверхпроводимости. Теория Бардина – Купера - Шриффера. Проводимость на постоянном и переменном токе. Теплоемкость. Сверхпроводимость и магнитные поля. Эффект Мейснера. Квантование магнитного потока и незатухающие токи. Диамагнетизм сверхпроводников I и II рода. Микроскопическая теория сверхпроводников. Куперовские пары. Применение сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.

11. Курс 3 семестр 6 количество кредитов 3

12. Пререквизиты: математика, физика, теория вероятностей и математическая статистика, теоретическая физика.

13. Кореквизиты кристаллография, методы исследования конденсированного состояния материалов, физические основы наноматериалов, методы исследования наноматериалов, металлы и полупроводники: технологии и процессы.

14. Вид аттестации (экзамен, зачет) зачет

Автор(ы) доцент кафедры общей физики Кузнецов П.В.

