

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НРиИ

Сонькин М.А.

14 МАР 2014 2014

ПРОГРАММА
вступительных экзаменов по направлению
03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ
по профилю
Физика полупроводников

Томск 2014

Введение

В основу настоящей программы положены следующие вузовские дисциплины направления «Физика»: Общая физика, Атомная физика, Теоретическая физика, Физика конденсированного состояния.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Общие вопросы.

1. Законы сохранения импульса, момента импульса, энергии. Их связь с однородностью пространства.
2. Малые колебания системы материальных точек. Свободные колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Явление резонанса.
3. Первое начало термодинамики. Термодинамическое и статистическое определение энтропии. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики.
4. Равновесие фаз. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.
5. Фазовые переходы второго рода. Теория Ландау.
6. Канонический ансамбль. Статистическое определение свободной энергии.
7. Свободная энергия идеального газа. Уравнение состояния и химический потенциал идеального газа.
8. Термодинамические потенциалы.
9. Явления переноса: вязкость, диффузия, теплопроводность.
10. Броуновское движение. Случайные блуждания и диффузия броуновских частиц. Случайная сила и уравнение Ланжевена. Уравнение Лиувилля.
11. Основные свойства электронного газа в металлах в приближении свободных электронов. Распределение Ферми-Дирака. Поверхность Ферми.
12. Система уравнений Максвелла для напряженности электрического и индукции магнитного полей в вакууме.
13. Волновое уравнение для электромагнитного поля в вакууме. Плоские монохроматические волны. Поляризация электромагнитных волн.
14. Распространение света в веществе: дисперсия, фазовая и групповая скорости, комплексный показатель преломления.

Специальный блок.

1. Основные типы химических связей в твердых телах: ионные, ковалентные, металлические, ван-дер-Ваальсовы. Понятие об атомных и молекулярных орбиталях. Гибридизация атомных орбиталей.
2. Теорема Блоха и её основные следствия. Волновая функция электронов в идеальных кристаллических структурах. Квазиволновой вектор и квазиимпульсы электронов в кристаллических решетках.
3. Зонная модель твердого тела. Формирование энергетических зон и их заполнение электронами. Энергия Ферми. Приближение сильно и слабо связанных электронов.
4. Основные особенности электронных свойств полупроводников. Доноры и акцепторы. Собственная и примесная проводимость. Электронные и дырочные полупроводники.
5. Статистика электронов в полупроводниках. Вырожденный и невырожденный электронный газ. Критерий вырождения.
6. Квазичастицы в твердом теле: электроны, дырки, фононы, экситоны, поляроны. Дисперсионные зависимости, эффективная масса электронов и дырок.
7. Зоны Бриллюэна и методы их построения.
8. Межзонные оптические переходы в прямозонных и непрямозонных полупроводниках без учета экситонного эффекта.

9. Межзонные переходы во внешнем поле. Влияние магнитного поля на движение и энергетический спектр электронов и дырок. Уровни Ландау и циклотронный резонанс. Спектр межзонного поглощения в магнитном поле.
10. Экситоны большого радиуса в полупроводниках. Энергия связи и радиус экситона. Экситонное поглощение в прямозонных и непрямозонных полупроводниках.
11. Волновые функции мелких примесей в полупроводниковых кристаллах. Оптические переходы типа примесь-зона в поглощении и люминесценции. Экситоны, связанные на мелких примесях. Гигантская сила осциллятора перехода в связанное состояние.
12. Основные представления о кристаллических структурах с пониженной размерностью. Изолированные квантовые ямы и сверхрешетки. Системы I и II типов.
13. Электронные и дырочные уровни в изолированной квантовой яме на примере структуры GaAs/AlGaAs. Оптические переходы и правила отбора. Двумерные энергетические зоны и плотность состояний.
14. Экситонные состояния в квантовых ямах. Энергия связи тяжелых и легких экситонов в структуре GaAs/AlGaAs в зависимости от ширины ямы.
15. Электрические, фотоэлектрические и термоэлектрические явления в полупроводниковых гетероструктурах.
16. Эффект Холла в полупроводниковых гетероструктурах с двумерным электронным газом.

Рекомендуемая литература.

1. В. Л. Бонч-Бруевич, С. Г. Калашников "Физика полупроводников", М. Наука, 1977.
2. Питер Ю, Мануэль Кардона "Основы физики полупроводников" М., Физматлит, 2002.
3. "Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры." Под ред. Л.Ченг и К.Плог, Москва, "Мир", 1989 г.
4. John H. Davies "The physics of low-dimensional semiconductors. An introduction". Cambridge university press, United Kingdom, 1999.
5. G. Bastard, "Wave mechanics applied to semiconductor heterostructures". Les editions de physique, Les Ulis Cedex, France, 1989.