

УДК 539.2(075.8)
Ч-497

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, профессор *В.К. Черепанова*
канд. техн. наук, доцент *С.В. Спунтай*

Работа подготовлена на кафедре общей физики
для студентов II курса МТФ направлений 15.03.02
и 15.03.05 дневной формы обучения

Чернышев А.П.

Ч-497 Введение в физику твердого тела и нанофизику. Специальный курс физики. Конспект лекций: учебное пособие / А.П. Чернышев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 88 с.

ISBN 978-5-7782-4048-3

В настоящее время идет быстрое развитие элементной базы микроэлектроники. Элементная база изменяется на всех уровнях характерных размеров: от нанометровых элементов микроэлектроники, построенных с применением наночастиц, нанопроволоки и тонких пленок, до электронных компонентов с геометрическими размерами элементов порядка нескольких микрометров. Специальный курс физики позволяет познакомить студентов с основными физическими принципами, положенными в основу разработки и использования современной элементной базы микроэлектроники. Для этого студенты изучают соответствующие разделы квантовой механики, физики твердого тела и квантовой оптики. Настоящее пособие призвано помочь в изучении специального курса физики как на аудиторных занятиях, так и при самостоятельном изучении. Пособие предназначено для студентов МТФ, обучающихся по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» дневной формы обучения.

УДК 539.2(075.8)

ISBN 978-5-7782-4048-3

© Чернышев А.П., 2019
© Новосибирский государственный
технический университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Кристаллические решетки и структуры	3
1.1. Классификация кристаллических структур по их характерному размеру	3
1.2. Радиальная функция распределения	5
1.3. Радиальная парная корреляционная функция $g(r)$	6
1.4. Решетка Браве	7
1.5. Решетка Браве для двумерных кристаллов	10
1.6. Кристаллическая структура химических соединений	11
1.7. Ячейка Вигнера–Зейтца	14
1.8 Индексы Миллера	15
Задача для самопроверки	17
2. Дифракция потоков частиц и рентгеновского излучения на кристаллах	18
2.1. Волны де Бройля. Формула де Бройля	18
2.2. Дифракция электронов и молекул	19
Задача для самопроверки	21
2.3. Дифракция рентгеновских лучей	22
2.4. Интенсивность рассеяния рентгеновского излучения и частиц на кристаллах	25
2.5. Расчет амплитуды рассеяния решеткой Браве	28
2.6. (Геометрический) структурный фактор и обратная решетка	29
2.7. Зона Бриллюэна	32

2.8. Расчет структурного фактора базиса. Законы погасания для различных типов структур	34
2.9. Атомный фактор рассеяния (форм-фактор атома).....	35
Задача для самопроверки	36
Задача для самопроверки	37
3. Распределение фермионов и бозонов по энергиям	38
3.1. Микроскопическое описание состояния термодинамической системы	38
3.2. Макроскопическое описание состояния термодинамической системы. Статистический вес.....	39
3.3. Фермионы	40
3.4. Второе начало термодинамики. Температура	42
3.5. Системы с переменным числом частиц	44
3.6. Бозоны. Распределение Бозе–Эйнштейна.....	46
4. Колебания кристаллической решетки.....	48
4.1. Нормальные колебания решётки	48
4.2. Дисперсионные кривые	49
4.3. Спектр нормальных колебаний решетки	55
4.4. Квантовый гармонический осциллятор (общие свойства). Фононы.....	57
4.5. Теплоемкость кристаллической решетки при постоянном объеме.....	60
4.6. Теплоемкость электронного газа	62
Задача для самопроверки	63
4.7. Тепловое расширение твердых тел	65
Задача для самопроверки	67
5. Уравнение Шрёдингера	69
5.1. Волновая функция (пси-функция).....	69
5.2. Временное и стационарное уравнения Шрёдингера при наличии взаимодействия	71
5.3. Бесконечно глубокая одномерная потенциальная яма	72
5.4. Собственные значения и собственные функции. Ортогональность собственных функций	75
Задача для самопроверки	77

5.5. Принцип суперпозиции и среднее значение физической величины	77
5.6. Прохождение частиц через потенциальный барьер «Туннельный эффект» («ступенька»)	78
5.7. Гармонический осциллятор	81
Задача для самопроверки	82
Библиографический список	84