

В. А. Гольдаде, А. В. Семченко, С. А. Хахомов

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

*Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по специальностям
«Физика», «Прикладная физика», «Радиофизика
и информационные технологии»
и по специальностям магистратуры «Ядерная физика
и радиационная безопасность», «Ядерные физика и технологии»*

В двух частях

Часть 2

Минск
РИВШ
2023

Гольдаде, В. А. Физика твердого тела : учебное пособие. В 2 ч. Ч 2. / В. А. Гольдаде, А. В. Семченко, С. А. Хахомов. — Минск : РИВШ, 2023. — 235 с.

УДК 539.5(075.8)

ББК 22

Абонемент уч. лит. — 4 экз.

Чит. зал №1 — 1 экз.

В учебном пособии изложены основные разделы физики твердого тела – от строения атома и молекулы до структуры и свойств твердых тел. На основании понятий дальнего и ближнего порядков рассмотрена структура вещества в твердом состоянии. Изложены основы зонной теории твердых тел и квантовомеханический подход к изучению структуры и свойств твердых тел. Описаны основные свойства твердых тел (механические, электрические, магнитные, оптические), явления переноса, взаимодействие излучений с веществом.

Во второй части приведены сведения о магнитных свойствах твердых тел, явлениях переноса, взаимодействии излучений с веществом, поверхностных явлениях. Отдельная глава посвящена новому разделу физики твердого тела – метаматериалам.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ	9
1.1. Терминология	9
1.2. Магнетизм микрочастиц	12
1.3. Магнетики	14
1.3.1. Диамагнетизм	16
1.3.2. Парамагнетизм	19
1.3.3. Ферромагнетизм	23
1.3.4. Антиферромагнетизм	30
1.3.5. Ферримагнетизм	34
1.4. Доменная структура магнетиков	39
1.5. Магнитная релаксация	44
1.6. Магнитострикция	47
1.7. Магнетизм в науке и технике	50
Вопросы для самоподготовки	55
Глава 2. ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА	56
2.1. Феноменологическая теория	56
2.2. Диффузия	59
2.2.1. Терминология	60
2.2.2. Диффузия в твердых телах	62
2.2.3. Значение диффузионных процессов	66
2.3. Перенос зарядов и излучения	68
2.4. Теплопроводность	75
2.5. Вязкость	81
2.6. Термоэлектрические явления	83
2.6.1. Эффект Зеебека	84
2.6.2. Эффект Пельтье	86
2.6.3. Эффект Томсона	87

2.7. Гальваномагнитные явления	88
2.7.1. Эффект Холла.....	89
2.7.2. Магниторезистивный эффект.....	91
2.8. Калорические эффекты	92
2.8.1. Виды калорических эффектов.....	92
2.8.2. Термодинамические основы калорических эффектов.....	95
2.8.3. Материалы, перспективные для реализации калорических эффектов.....	97
2.8.4. Электрокалорический холодильник.....	98
2.8.5. Магнитный рефрижератор.....	100
Вопросы для самоподготовки	102

Глава 3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ

С ВЕЩЕСТВОМ	104
3.1. Электромагнитное излучение	104
3.1.1. Распространение электромагнитных волн.....	105
3.1.2. Диапазоны электромагнитного излучения.....	109
3.2. Оптические свойства твердых тел	114
3.2.1. Взаимодействие света с веществом.....	115
3.2.2. Поглощение света.....	117
3.2.3. Рассеяние света.....	120
3.2.4. Фотоэффект.....	126
3.2.5. Люминесценция.....	131
3.2.6. Тормозное излучение.....	134
3.2.7. Излучение Черенкова – Вавилова.....	135
3.2.8. Эффект Комптона.....	136
3.2.9. Фотохимическое и механическое действие света.....	139
3.3. Основы квантовой электроники	141
3.3.1. Спонтанное и вынужденное излучения.....	142
3.3.2. Оптические квантовые генераторы.....	143
3.3.3. Применение лазеров.....	147
3.4. СВЧ-излучение	150
3.4.1. Механизмы поглощения СВЧ-излучения.....	151
3.4.2. Материалы и экраны – поглотители СВЧ-излучения.....	155
3.5. Радиоактивное излучение	157
3.5.1. Взаимодействие с веществом.....	158
3.5.2. Модифицирование материалов.....	162
Вопросы для самоподготовки	165

Глава 4. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	167
4.1. Поверхность	167
4.2. Адсорбция	173
4.2.1. Статика адсорбции.....	175
4.2.2. Кинетика адсорбции	178
4.3. Смачивание и растекание	180
4.4. Капиллярные явления	183
4.5. Адгезия	185
4.6. Наноструктуры и нанотехнологии	190
Вопросы для самоподготовки	199
Глава 5. МЕТАМАТЕРИАЛЫ	200
5.1. Киральные материалы и среды	201
5.2. Среда с одновременно отрицательными дielekтрической и магнитной проницаемостями	204
5.3. Маскировка объектов	210
5.4. Оптимальная форма спирали как элемента метаматериала: равенство dielectricкой, магнитной и киральной восприимчивостей	212
5.5. Метаматериалы для СВЧ-диапазона на основе спиральных элементов	216
5.6. Киральные метаматериалы для терагерцового диапазона на основе спиральных элементов	220
5.7. Слабо отражающие метаматериалы с компенсированной киральностью для терагерцового диапазона	222
Вопросы для самоподготовки	226
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	228
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	231