

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 1

Минск
РИВШ
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. СТРУКТУРА ВЕЩЕСТВА	9
1.1. Атом	9
1.1.1. Общая характеристика строения атома	10
1.1.2. Энергия атома и ее квантование	12
1.1.3. Квантовые состояния атома водорода	14
1.1.4. Электронные оболочки и электронные конфигурации сложных атомов	16
1.1.5. Атомные спектры	19
1.1.6. Химические и физические свойства атома	22
1.2. Молекула	23
1.2.1. Химическая связь	24
1.2.2. Энергия связи атомов	27
1.2.3. Классификация связей	29
1.2.4. Структура молекул	37
1.2.5. Внутренняя энергия молекулы	40
1.2.6. Молекулярные спектры	44
1.2.7. Свойства молекул	46
1.3. Фазовое состояние вещества	48
1.3.1. Фазовый переход первого рода	50
1.3.2. Фазовый переход второго рода	51
1.3.3. Диаграмма состояния	53
1.3.4. Упорядоченность в твердых телах	56
Вопросы для самоподготовки	59
Глава 2. КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ И АМОРФНОЕ СОСТОЯНИЕ	60
2.1. Кристаллическая структура	61
2.1.1. Симметрия кристаллов	61
2.1.2. Кристаллическая решетка	64
2.1.3. Кристаллографические обозначения	69
2.1.4. Обратная решетка	71

2.1.5. Геометрическая модель	72
2.1.6. Колебания кристаллической решетки.....	77
2.1.7. Дефекты в кристаллах	81
2.1.8. Типы кристаллов	90
2.1.9. Домены.....	96
2.2. Стеклообразное и аморфное состояние	99
2.2.1. Терминология и классификация	100
2.2.2. Стекла.....	104
2.2.3. Аморфные металлы	108
2.2.4. Аморфные и стеклообразные полупроводники	110
2.3. Жидкие кристаллы	112
Вопросы для самоподготовки.....	116
Глава 3. ЗОННАЯ ТЕОРИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ	118
3.1. Квантовомеханические предпосылки зонной теории	118
3.1.1. Корпускулярно-волновой дуализм	118
3.1.2. Волновые функции и уравнение Шрёдингера	120
3.2. Зоны Бриллюэна.....	127
3.3. Поверхность и энергия Ферми.....	130
3.4. Энергетический спектр электронов в кристалле	132
3.4.1. Одномерная модель электронных зон.....	133
3.4.2. Заполнение зон электронами в идеальном кристалле	138
3.4.3. Эффективная масса электрона.....	141
3.4.4. Примесные уровни и поверхностные состояния	145
3.5. Энергетический спектр некристаллических твёрдых тел.....	149
3.5.1. Плотность состояний.....	149
3.5.2. Границы применимости зонной теории.....	153
3.6. Квантовые представления в физике твёрдого тела	155
3.6.1. Концепция квазичастиц.....	155
3.6.2. Типы квазичастиц	158
3.6.3. Взаимодействие и движение частиц в твёрдом теле	162
Вопросы для самоподготовки.....	166
Глава 4. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ.....	167
4.1. Основные термины и определения	167
4.2. Упругость	172
4.3. Пластичность	178

4.4. Прочность	182
4.4.1. Физическая природа прочности	182
4.4.2. Показатели прочности	185
4.4.3. Длительная прочность	189
4.4.4. Усталость	191
4.5. Твердость.....	193
4.6. Трибологические свойства	197
Вопросы для самоподготовки.....	204
Глава 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ.....	205
5.1. Электропроводность	205
5.2. Поляризация.....	208
5.2.1. Основные понятия	208
5.2.2. Механизмы поляризации.....	210
5.3. Проводники.....	216
5.3.1. Металлы	216
5.3.2. Твердые электролиты.....	221
5.4. Полупроводники	225
5.4.1. Классификация.....	225
5.4.2. Зонная структура.....	227
5.4.3. Собственная и примесная проводимость	229
5.4.4. Контактные явления	237
5.5. Диэлектрики.....	241
5.5.1. Механизмы проводимости	241
5.5.2. Поляризация диэлектрика в отсутствие внешнего электрического поля	247
5.5.3. Электреты	253
5.6. Сверхпроводимость.....	258
5.6.1. Эксперимент и модели	258
5.6.2. Эффект Джозефсона	262
Вопросы для самоподготовки.....	265
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	267