

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»

Соболев С.В., Коротковский В.И.

ОСНОВЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Учебное пособие

*Рекомендовано федеральным учебно-методическим объединением в си-
стеме высшего образования по укрупненным группам специальностей и
направлений подготовки 16.00.00. «Физико-технические науки и техноло-
гии» в качестве учебного пособия для реализации основных профессио-
нальных образовательных программ высшего образования по направлению
подготовки бакалавров 16.03.01 «Техническая физика» и направлению под-
готовки магистров 16.04.01 «Техническая физика»*

Курс 2018

Б36.7
с54

УДК 539.8

ББК 22.3

С 54

Рецензенты:

Кузьменко А.П., доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры нанотехнологий и инженерной физики Юго-Западного государственного университета, г. Курск, Россия
Еркович О.С., кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

С 54 Соболев С.В., Коротковский В.И.

Основы физики конденсированного состояния: Учебное пособие / Соболев С.В., Коротковский В.И. – Юго-Западный гос. ун-т, Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга», 2018. – 140 с.

ISBN 978-5-907049-01-7

В учебном пособии последовательно излагаются основы следующих вопросов физики конденсированной среды: магнитные свойства вещества; диэлектрики; кристаллическая решётка; зонная теория твёрдых тел; сверхпроводимость; сверхтекучесть.

Теоретический материал пособия дополнен условиями практических заданий и ответов к ним.

Для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлению подготовки «Техническая физика», а также студентов смежных направлений подготовки, в учебные планы которых входит дисциплина «Физика конденсированного состояния».

ISBN 978-5-907049-01-7

УДК 539.8

ББК 22.3

Б/н/в.

© Соболев С.В., 2018

© Коротковский В.И., 2018

БЕН РАН © Юго-Западный государственный университет, 2018
отдел в Учреждении РАН
Научном центре РАН
в Черноголовке

© ЗАО «Университетская книга», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	6
Глава I. Магнитные свойства вещества.....	7
§ 1. Диамагнетики. Теорема Лармора. Магнитная восприимчивость диамагнетиков. Замечание о диамагнетизме газа свободных электронов металла.....	7
§ 2. Классическая теория парамагнетизма. Закон Кюри	11
§ 3. Основы квантовой теории парамагнетизма	13
§ 4. Парамагнетизм электронного газа	15
§ 5. Адиабатное размагничивание парамагнитных тел как способ получения низких температур.....	18
§ 6. Ферромагнетики и их свойства. Закон Кюри–Вейсса. Перестройка доменной структуры в процессе намагничивания ферромагнетика ..	19
§ 7. Классическая теория ферромагнетизма Вейсса и её затруднения ..	24
§ 8. Обменное взаимодействие и возникновение ферромагнитного состояния	28
<i>Задачи.....</i>	31
Глава II. Диэлектрики.....	34
§ 1. Неполярные диэлектрики и их поляризуемость в постоянном электрическом поле. Формула Клаузиуса–Мосотти.....	34
§ 2. Полярные диэлектрики и температурная зависимость их поляризуемости. Формула Дебая.....	36
§ 3. Сегнетоэлектрики	39
§ 4. Дисперсия электромагнитных волн. Показатель преломления плоской монохроматической электромагнитной волны в неполярном диэлектрике. Нормальная и аномальная дисперсия	40
<i>Задачи.....</i>	47
Глава III. Кристаллическая решётка	48
§ 1. Межатомные и межмолекулярные взаимодействия	48
§ 2. Геометрия кристаллической решётки.....	56
§ 3. Акустические и оптические колебания кристаллической решётки. Закон дисперсии. Нормальные колебания решётки.....	60
§ 4. Характер тепловых колебаний кристаллической решётки. Распределение числа нормальных колебаний решётки по частотам. Фононы. Энергия нормальных колебаний.....	65
<i>Задачи.....</i>	69
Глава IV. Зонная теория твёрдых тел.....	71
§ 1. Расщепление атомных энергетических уровней электронов в кристалле и образование энергетических зон. Структура зоны	71

§ 2. Движение электрона в периодическом поле кристалла. Функция Блоха. Модель Кронига–Пенни.....	74
§ 3. Зоны Бриллюэна. Эффективная масса электрона	78
§ 4. Деление тел на изоляторы, проводники и полупроводники с точки зрения зонной теории	83
§ 5. Классическая теория электропроводности и её затруднения	87
§ 6. Элементы квантовой теории электропроводности чистых металлов	89
Задачи.....	92
Глава V. Сверхпроводимость	94
§ 1. Явление сверхпроводимости. Основные свойства сверхпроводящего состояния вещества	94
§ 2. Электронный газ в металле в нормальном состоянии	98
§ 3. Основы теории сверхпроводимости металлов	102
§ 4. Электромагнитные свойства сверхпроводников. Сверхпроводники лондоновского и пиппардовского типа. Квантование магнитного потока.....	106
§ 5. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода.....	111
§ 6. Эффект Джозефсона	115
§ 7. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.....	118
Глава VI. Сверхтекучесть	121
§ 1. Квантовая жидкость. Жидкий гелий и его основные свойства	121
§ 3. Двухжидкостная феноменологическая модель $HeII$	127
§ 4. Жидкий 3He	132
Заключение	135
Ответы	136
Основная литература	138
Дополнительная литература	139