

УДК 004.4:[530.145:620.3](075)
ББК 32.973.26.-018.227+22.314я7+22.37я7
Д26

Дегтяренко Н.Н.

Введение в физику неупорядоченных конденсированных систем:
учебное пособие. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – 228 с.

В пособии приводятся принципы и физические основы явлений в неупорядоченных конденсированных системах, обусловленных наличием беспорядка той или иной природы. Основное внимание уделяется описанию моделей беспорядка и изменению свойств твердых тел при его появлении за счет большой концентрации дефектов структуры.

Содержание книги базируется на изучении студентами дисциплин циклов ЕН и ОПД: математики, общей физики, теории упругости, квантовой механики, теории поля, статистической физики, теоретической физики твердого тела. Пособие рекомендовано для освоения студентами методов построения и моделирования свойств материалов.

Рецензент д-р физ.-мат. наук, проф. О.В. Нагорнов

Учебное пособие подготовлено в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ

ISBN 978-5-7262-1509-9

© Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ», 2011

Редактор Т.В. Волвенкова
Подписано к печати 15.12.2010. Формат 60х84 1/16
Печ. л. 14,25. Уч.-изд. л. 14,0. Тираж 100 экз. Изд. № 1/4/2.
Заказ № 27
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
115409, Москва Каширское ш., 31.

ООО «Полиграфический комплекс «Курчатовский».
144000, Московская область, г. Электросталь, ул. Красная, д. 42

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
РАЗДЕЛ 1. Неупорядоченная конденсированная система с высокой концентрацией дефектов	9
1.1. Основные примеры неупорядоченных конденсированных систем.....	13
1.2. Некоторые экспериментальные данные по неупорядоченным системам.....	17
1.3. Эргодическая теорема. Физически достоверный объем.....	22
РАЗДЕЛ 2. Модели и метрика ячеистого беспорядка	30
2.1. Беспорядок замещения.....	30
2.2. Магнитный беспорядок.....	32
2.3. «Ледовый» беспорядок.....	39
2.4. Метрика ячеистого беспорядка.....	42
2.5. Применение модели Изинга для различных неупорядоченных систем ячеистого беспорядка.....	44
2.5.1. Магнетики.....	44
2.5.2. Сплавы.....	46
2.5.3. Сегнетоэлектрики.....	47
2.6. Дальний порядок.....	47
2.7. Размер и области упорядочения и упорядоченные домены.....	51
2.8. Спектральный беспорядок.....	56
2.9. Термодинамика ячеистого беспорядка.....	59
2.10. Ближний порядок и корреляции.....	61
2.11. Подobie и группа перенормировки в теории критических явлений.....	66
РАЗДЕЛ 3. Модели и метрика топологического беспорядка	69
3.1. Беспорядок на уровне атомной структуры.....	69
3.2. Размерность и порядок.....	71
3.3. Неупорядоченные линейные цепочки.....	72
3.3.1. Модель Кронига – Пенни для неупорядоченной цепочки.....	74

3.4. Приводимый и неприводимый топологический беспорядок.....	75
3.5. Физическая реализация одномерных систем	76
3.6. Дислокационный беспорядок	79
3.7. Поликристаллический беспорядок	80
3.7.1. Атомные функции распределения	81
3.7.2. Аморфный или паракристаллический?	86
3.8. Жидкие кристаллы, состоящие из несферических молекул	88
3.9. Беспорядок газового типа	90
РАЗДЕЛ 4. Модели и метрика континуального беспорядка.....	92
4.1. Континуальные модели.....	92
4.2. Однородные случайные поля	93
4.3. Гауссовы случайные поля.....	98
РАЗДЕЛ 5. Наблюдение беспорядка.....	104
РАЗДЕЛ 6. Возбуждения в неупорядоченных системах	112
6.1. Возбуждения в неупорядоченных системах.....	112
6.2. Возбуждения в одномерных системах	117
6.3. Фазовое представление.....	122
6.4. Запрещенные зоны в спектрах неупорядоченных цепочек.....	125
6.5. Плотность состояний	129
6.6. Приближение локальной плотности.....	131
6.7. Квазиклассические электроны в случайном потенциальном рельефе	136
РАЗДЕЛ 7. Перколяция	143
7.1 Введение. Терминология	143
7.2. Задачи перколяции на регулярных решетках.....	146
7.3. Перколяция на решетке Бёте	150
7.4. Регулярные решетки: плоские и пространственные	153
7.5. Пороги протекания для объемных решеток	156
7.6 Оценка порога протекания задачи узлов.....	158
7.7. Задача координационных сфер.....	163

7.8. Структура бесконечного кластера. Модель Шкловского – де Жена.	167
7.9. Роль размеров системы	171
7.10. Электропроводность вблизи порога протекания	174
7.11. Мощность скелета бесконечного кластера вблизи порога протекания. Роль мертвых концов	177
РАЗДЕЛ 8. Теория прыжковой проводимости	179
8.1. Прыжковая проводимость	184
8.2. Концентрационная зависимость прыжковой проводимости	189
8.3. Температурная зависимость прыжковой проводимости	191
РАЗДЕЛ 9. Локализация и делокализация носителей. Анализ с точки зрения перколяционного подхода	195
9.1. Локализация электронов в неупорядоченных системах	195
9.2. Узкие зоны и переход Мотта	196
9.3. Модель Андерсона	202
9.4. Связь плотности числа состояний с критерием локализации	204
РАЗДЕЛ 10. Гранулированные материалы	211
10.1. Гранулированные материалы	211
10.2. Кулоновская блокада и переход металл-изолятор	219
Список литературы	227