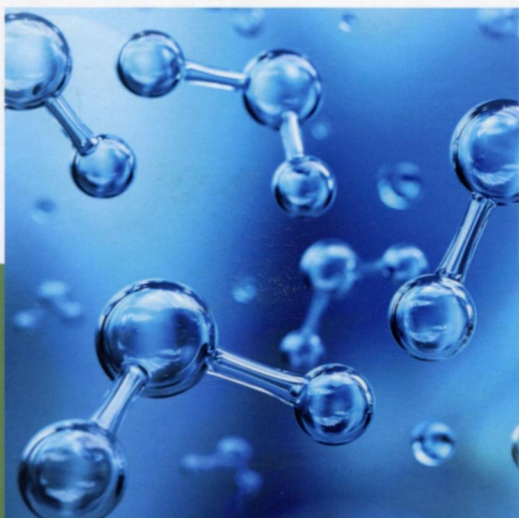


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

# СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА



E.LANBOOK.COM

# СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР  
2023

12

УДК 544.1  
ББК 24.5я73

**С 86** Строение вещества : учебное пособие для вузов / В. И. Вигдорович, Л. Е. Цыганкова, М. Н. Урядникова [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 216 с. : ил. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-507-46270-4**

В учебном пособии изложены природа элементарных частиц, строение атомов и молекул, природа химической связи, строение и свойства элементарных полупроводников и соединений типа  $A^{III}B^V$ , природа связи в подобных соединениях, электронное строение металлов и их кристаллографические структуры, строение твердых растворов, основы теоретического наноматериаловедения, природа наноразмерных эффектов и малоатомных кластерных образований.

Приводится большое количество оригинальных расчетных задач по курсу «Строение вещества».

Учебное пособие представляет интерес для студентов химических и химико-технологических факультетов университетов, изучающих курс «Строение вещества» и смежные учебные дисциплины, и преподавателей вузов, ведущих эти предметы.

УДК 544.1  
ББК 24.5я73

**Рецензенты:**

*В. Н. СЕМЕНОВ* — доктор химических наук, профессор Воронежского государственного университета;

*А. Б. ШЕИН* — доктор химических наук, профессор Пермского государственного национального исследовательского университета.

**Обложка**  
*Ю. В. ГРИГОРЬЕВА*

© Издательство «Лань», 2023  
© Коллектив авторов, 2023  
© Издательство «Лань», художественное оформление, 2023

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	<b>3</b>
<b>Введение</b> .....	<b>6</b>
<b>Глава I. Материя как объективная реальность</b> .....	<b>8</b>
1.1. Проблема неисчерпаемости материи.....	9
1.2. Вещество как форма материи.....	11
1.3. Некоторые вопросы структуры элементарных частиц.....	14
1.4. Высокотемпературная сверхпроводимость.....	19
1.5. Поле как форма существования материи.....	20
Вопросы для самоконтроля.....	23
<b>Глава II. Начала квантовой механики</b> .....	<b>24</b>
2.1. Решение уравнения Шрёдингера для движения частицы в одномерном потенциальном ящике (потенциальной яме).....	32
2.1.1. Элементарная частица, совершающая простое гармоническое движение.....	33
2.1.2. Атом водорода.....	34
2.1.3. Молекулярный ион водорода $H_2^+$ .....	34
2.1.4. Элементарная частица в трехмерном потенциальном ящике.....	35
2.1.5. Использование полярных координат для оценки характера движения электрона в атоме водорода.....	37
Вопросы для самоконтроля.....	39
<b>Глава III. Электронное строение атомов химических элементов</b> .....	<b>40</b>
3.1. Многоэлектронные атомы.....	45
Вопросы для самоконтроля.....	48
<b>Глава IV. Химическая связь как фактор образования химических соединений</b> .....	<b>49</b>
4.1. Ионная связь.....	49
4.2. Метод МО (молекулярных орбиталей).....	54
4.2.1. Метод молекулярных орбиталей.....	54
4.2.2. Гомоядерные молекулы.....	58
4.2.3. Гетероядерные молекулы и ионы.....	59
4.2.4. Природа межмолекулярного взаимодействия.....	60
4.2.5. Обобщение представлений о природе межмолекулярных взаимодействий.....	62
4.2.6. Водородная связь.....	71
Вопросы для самоконтроля.....	77

<b>Глава V. Химия полупроводников .....</b>	<b>78</b>
5.1. Общие сведения о полупроводниках .....	79
5.2. Основы зонной теории твердого тела .....	80
5.3. Детализация зонной теории в практике твердых тел .....	86
5.4. Собственная проводимость полупроводников .....	89
5.5. Примесная проводимость полупроводников .....	90
5.6. Химическая связь в полупроводниках .....	92
5.7. Механизм примесной проводимости .....	93
5.8. Некоторые свойства полупроводников .....	95
5.8.1. Элементарные полупроводники .....	95
5.8.2. Полупроводники $A^{III}B^V$ .....	96
Вопросы для самоконтроля .....	96
<b>Глава VI. Некоторые проблемы материаловедения .....</b>	<b>98</b>
6.1. Металлы .....	98
6.2. Природа металлической связи .....	98
6.3. Резонанс связи (Л. Полинг) .....	99
6.4. Типичная структура металлов .....	100
6.5. Основные характеристики и элементы симметрии кристаллов .....	103
6.6. Виды несовершенств реальных кристаллов металлов .....	109
6.6.1. Точечные несовершенства .....	109
6.6.2. Краевые дислокации .....	110
6.6.3. Винтовые дислокации .....	112
6.7. Некоторые особенности электронного строения металлов с позиций квантово-химических представлений .....	113
6.8. Разрешенные энергетические состояния электронов в металлах .....	115
6.9. Модель газа свободных электронов .....	116
6.10. Твердые растворы металлов .....	119
6.10.1. Твердые растворы замещения .....	119
6.10.2. Твердые растворы внедрения .....	120
6.10.3. Твердые растворы вычитания .....	121
6.11. Химические (интерметаллические) соединения .....	122
6.11.1. Электронные соединения .....	125
6.11.2. Фазы внедрения .....	127
6.12. Диаграммы состояния металлов (бинарные системы) .....	128
6.12.1. Правило рычага .....	130
6.12.2. Диаграмма состояния металлов с полной (неограниченной) растворимостью в жидком состоянии и полной нерастворимостью в твердом состоянии .....	131

6.12.3. Диаграмма состояния бинарной металлической системы с неограниченной растворимостью в жидком и ограниченной в твердом состоянии.....	132
Вопросы для самоконтроля.....	135
<b>Глава VII. Наноматериалы.....</b>	<b>136</b>
7.1. Структура, свойства, пути и проблемы использования (общие соображения).....	136
7.2. Некоторые методологические вопросы получения, изучения свойств и применения наноструктурированных систем.....	137
7.3. Классификация наноразмерных эффектов.....	144
7.4. Наносостояние вещества.....	145
7.5. Связь физических и физико-химических параметров кластеров с уровнем их агрегации.....	150
7.6. Зависимость энергии связи атомов в кластерах металлов IB-подгруппы системы Д. И. Менделеева от уровня их агрегации ..	155
7.6.1. Кластеры $Cu_n$ .....	156
7.6.2. Кластеры $Ag_n$ .....	158
7.6.3. Кластеры $Au_n$ .....	158
7.7. Некоторые вопросы термодинамики наноструктурированных материалов.....	161
7.7.1. Ранние исследования связи поверхностного натяжения, теплот и температур фазовых переходов с эффективными размерами наноструктурированных материалов.....	161
7.7.2. Аналитические выражения 1-го и 2-го начал термодинамики и термодинамических потенциалов, учитывающие эффективные размеры наноструктурированных материалов.....	170
7.8. Роль нанообразования в кинетике и механизме растворения интерметаллических соединений.....	173
7.8.1. Экспериментальные результаты ряда авторов.....	175
7.8.2. Возможный механизм протекания фазовой перегруппировки.....	180
Вопросы для самоконтроля.....	182
<b>Примеры решения задач.....</b>	<b>183</b>
<b>Задачи.....</b>	<b>191</b>
<b>Примерная тематика рефератов.....</b>	<b>209</b>
<b>Некоторые константы.....</b>	<b>210</b>
<b>Литература.....</b>	<b>211</b>