

УДК 530.145  
ББК 22.31  
Т52

Интернет-магазин  
**MATHES**

<http://shop.rcd.ru>

- физика
- математика
- биология
- нефтегазовые  
технологии

**Толмачев В. В., Федотов А. А., Федотова С. В.**

Основы квантовой механики: Учебное пособие. — Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. — 240 с.

В учебном пособии излагаются основные идеи квантовой механики на примере одноэлектронной атомной системы и оптического спектра атома водорода. Полно обсуждены оптико-механическая аналогия и классические волны действия.

Пособие предназначено студентам младших курсов технических вузов и университетов, изучающим курс общей физики, а также всем, интересующимся основами квантовой физики.

**ISBN 5-93972-446-9**

**ББК 22.31**

© В. В. Толмачев, А. А. Федотов, С. В. Федотова, 2005

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005

<http://rcd.ru>

<http://ics.org.ru>

# Оглавление

<b>Предисловие</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>Введение</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>ГЛАВА 1. Волновая квантовая механика</b>	<b>23</b>
<b>А. Геометрическая оптика</b>	<b>24</b>
1.1. Волны геометрической оптики и принцип Гюйгенса . . . . .	24
1.2. Принцип Ферма . . . . .	30
1.3. Уравнение эйконала . . . . .	35
1.4. Оптический принцип Гамильтона . . . . .	39
1.5. Оптико-механическая аналогия . . . . .	44
<b>В. Механика материальной частицы в потенциальном поле сил</b>	<b>46</b>
1.6. Принцип Мопертюй . . . . .	46
1.7. Механический принцип Гамильтона . . . . .	50
1.8. Волны действия . . . . .	55
<b>С. Вывод уравнения Шредингера</b>	<b>69</b>
1.9. Приближение коротких волн в теории Френеля . . . . .	69
1.10. Уравнение Шредингера и вывод из него уравнения Гамильтона–Якоби . . . . .	72
<b>Д. Примеры решения уравнения Шредингера</b>	<b>77</b>
1.11. Решение уравнения Шредингера для сферической прямоугольной ямы . . . . .	77
1.12. Решение уравнения Шредингера для одномерного осциллятора	80
<b>ГЛАВА 2. Операторная квантовая механика</b>	<b>85</b>
<b>А. Операторы физических величин</b>	<b>87</b>
2.1. Функции состояний и операторы физических величин . . . . .	87
2.2. Измерение значения физической величины . . . . .	104

<b>В. Примеры решения операторных задач</b>	<b>110</b>
2.3. Нахождение энергетического спектра квантового одномерного гармонического оператора . . . . .	110
2.4. Нахождение собственных значений операторов квадрата квантового углового момента и его проекции на ось . . . . .	116
<b>С. Вероятностная интерпретация волновой функции. Соотношение неопределенностей</b>	<b>122</b>
2.5. Вероятностный физический смысл волновой функции . . . . .	122
2.6. Средние значения и неопределенности физических величин в состояниях квантовой системы . . . . .	124
2.7. Соотношение неопределенностей . . . . .	129
2.8. Физический смысл соотношения неопределенностей . . . . .	132
2.9. Копенгагенская интерпретация квантовой механики . . . . .	136
<b>ГЛАВА 3. Квантовая теория атома водорода</b>	<b>140</b>
<b>А. Решение нерелятивистского уравнения Шредингера для атома водорода без учета спина электрона</b>	<b>140</b>
3.1. Стационарные состояния нерелятивистского атома водорода .	141
3.2. Интегралы движения и квантовые числа нерелятивистского атома водорода . . . . .	151
3.3. Сравнение с экспериментом . . . . .	156
3.4. Поправка на конечность массы ядра и доплеровское уширение спектральной линии . . . . .	160
<b>В. Релятивистские эффекты. Тонкое и сверхтонкое взаимодействие. Мультиплетная структура спектральных линий</b>	<b>166</b>
3.5. Спиновый момент импульса электрона . . . . .	167
3.6. Построение новых полных волновых функций $s$ - и $p$ -состояний атома с учетом спина . . . . .	171
3.7. Тонкая и сверхтонкая структура линий спектра атома водорода	178
<b>С. Индуцированные и спонтанные квантовые переходы</b>	<b>194</b>
3.8. Индуцированные электромагнитные квантовые переходы . . .	195
3.9. Спонтанные электромагнитные квантовые переходы атома . .	213
<b>Д. Атом водорода в слабом магнитном поле. Примеры расчета зеемановских мультиплетов</b>	<b>231</b>
3.10. Атом водорода в слабом однородном постоянном внешнем магнитном поле . . . . .	231