



А. Б. Колпачев
О. В. Колпачева

Строение атома и элементы квантовой физики

учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-технологическая академия

А. Б. КОЛПАЧЕВ
О. В. КОЛПАЧЕВА

**СТРОЕНИЕ АТОМА
И ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ**

Учебное пособие

Ростов-на-Дону–Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2024

УДК 539.1(075.8)+530.145 (075.8)

ББК 22.383я73+22.314 я73

К615

Печатается по решению кафедры физико-математических основ инженерного образования Института компьютерных технологий и информационной безопасности Южного федерального университета (протокол № 11 от 17июня 2024 г.)

Рецензенты:

зав. кафедрой электротехники и электроники Донского государственного технического университета, доктор физико-математических наук,
профессор *А. А. Лаврентьев*

профессор кафедры математики и физики Таганрогского института имени А. П. Чехова (филиала) Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), кандидат технических наук,
доцент *С. Н. Кихтенко*

Колпачев, А. Б.

К615 Строение атома и элементы квантовой физики : учебное пособие / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2024. – 98 с.

ISBN 978-5-9275-4821-7

Пособие содержит изложение разделов курса физики, касающихся строения атома, радиоактивности и предпосылок создания квантовой механики.

Предназначено для студентов ЮФУ, обучающихся по направлениям «Приборостроение», «Электронная техника, радиотехника и связь», «Электроника и нанoeлектроника».

УДК 539.1(075.8)+530.145 (075.8)

ББК 22.383я73+22.314 я73

ISBN 978-5-9275-4821-7

© Южный федеральный университет, 2024
© Колпачев А. Б., Колпачева О. В., 2024
© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. РАДИОАКТИВНОСТЬ	6
1.1. Открытие радиоактивности	6
1.2. Исследование ионизации газов радиоактивным излучением	9
1.3. Открытие новых радиоактивных элементов	15
1.4. Исследование состава радиоактивного излучения, α -, β -, γ -лучи	17
1.5. Радиоактивные превращения химических элементов распада	21
1.6. Закон радиоактивного распада	24
2. СТРОЕНИЕ АТОМА	27
2.1. Ранние модели атома	28
2.2. Применение рассеяния микрочастиц для исследования структуры вещества	31
2.3. Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц	33
2.4. Квантование действия	39
2.5. Боровская теория атома водорода. Правило квантования орбит. Постулаты Бора	47
2.6. Квантование энергии в атоме водорода	50
2.7. Характеристические оптические спектры излучения и поглощения	56
2.8. Спектральные серии и спектральные формулы	59
2.9. Объяснение спектральных формул	61
2.10. Опыт Франка и Герца	64
2.11. Как устроен атом?	67
3. ВОЛНОВЫЕ СВОЙСТВА ЧАСТИЦ	69
3.1. Недостатки теории атома водорода Н. Бора	69
3.2. Попытки объяснения квантования с точки зрения волновой теории. Гипотеза де Бройля	70
3.3. Длина волны де Бройля и характеристики микрочастицы	72
3.4. Доказательство того, что наличие у частиц волновых свойств не противоречит законам физики	77
3.5. Длина волны де Бройля	81

Содержание

3.6. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля	83
3.7. Применение принципа корпускулярно-волнового дуализма для описания поведения частиц	88
3.8. Соотношения неопределенностей	89
3.9. Принцип дополнительности	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	96

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Колпачев, А. Б.* Квантовые явления в оптике [Текст]: учебное пособие / А. Б. Колпачев, О. В. Колпачева. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2021. – 128 с.
2. *Кудрявцев, П. С.* Курс истории физики [Текст]: учебное пособие для студентов педагогических институтов по физическим специальностям / П. С. Кудрявцев. – 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Просвещение, 1982. – 447 с.
3. Альфапедия [Электронный ресурс] / Исторические электрометры // Электрометры. – URL: <https://alphapedia.ru/w/Electrometer> (дата обращения 27.11.2024).
4. Центральный военно-морской музей имени императора Петра Великого [Электронный ресурс] // Квадрантный электрометр, лабораторный. – URL: <https://navalvuseum.ru/collection/ship/svyaz?id=274> (дата обращения 27.11.2024).
5. *Кудрявцев, П. С.* История физики. Т.2. От Менделеева до открытия кванта (1870–1900) [Текст] / П. С. Кудрявцев. – Москва: Учпедгиз, 1956. – 487 с.
6. *Храмов, Ю. А.* Физики [Текст]: биографический справочник / Ю. А. Храмов; под ред. А. И. Ахиезера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – С. 250. – 400 с.
7. *Кудрявцев, П. С.* История физики. Т.3. От открытия кванта до квантовой механики [Текст] / П. С. Кудрявцев. – Москва: Просвещение, 1971. – 424 с.
8. *Храмов, Ю. А.* Физики [Текст]: биографический справочник / Ю. А. Храмов; под ред. А. И. Ахиезера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – С. 255. – 400 с.
9. *Храмов, Ю. А.* Физики [Текст]: биографический справочник / Ю. А. Храмов; под ред. А. И. Ахиезера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – С. 263. – 400 с.

10. *Ландау, Л. Д.* Механика [Текст] / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1973. – 208 с.
11. *Фейнман, Р.* Фейнмановские лекции по физике. Т. 4: Электродинамика [Текст]: в 4 кн. / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – Вып. 6. – Москва: Мир, 1977. – С. 96. – 347 с.
12. *Кудрявцев, П. С.* История физики. От древности до Менделеева. [Текст]: в 2 т. / П. С. Кудрявцев. – Москва: Учпедгиз. – Т. 1. – 1956. – 563 с.
13. *Шпольский, Э. В.*, Атомная физика. Введение в атомную физику [Текст]: учебное пособие в 2 т. / Э. В. Шпольский. – 7-е изд., испр. – Москва: Наука; Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – Т. 1 – 552 с.
14. *Ашкрофт, Н.* Физика твердого тела [Текст] / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – Москва: Мир, 1979. – Т. 1. – С. 105–106. – 399 с.
- 15.

Учебное издание

**КОЛПАЧЕВ Алексей Борисович
КОЛПАЧЕВА Ольга Валериевна**

**СТРОЕНИЕ АТОМА
И ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ**

Учебное пособие

Редакторы: *З. И. Надточий, Н. И. Лунёва*

Корректоры: *З. И. Надточий, Н. И. Лунёва*

Компьютерная верстка *И. А. Бобровской*

Подписано в печать 20.01.2025 г.

Бумага офсетная. Формат 60×84 ¹/₁₆. Усл. печ. лист. 5,7.

Уч. изд. лист. 5,0. Тираж 30 экз. Заказ № 9855.

Издательство Южного Федерального университета.

Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции.

Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ

344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел. 8(863)243-41-66.