

**В. П. Милантьев**

# АТОМНАЯ ФИЗИКА

**УЧЕБНИК И ПРАКТИКУМ ДЛЯ ВУЗОВ**

**2-е издание, исправленное и дополненное**

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника и практикума для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим и естественнонаучным направлениям и специальностям*

*Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Физика»*



**Курс с практическими заданиями и дополнительными материалами доступен на образовательной платформе «Юрайт», а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

**Москва ■ Юрайт ■ 2024**

## Оглавление

<b>Предисловие .....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Основные эксперименты и развитие представлений о строении атома .....</b>	<b>7</b>
§ 1.1. Модели атома .....	7
§ 1.2. опыты Резерфорда. Ядерная модель атома .....	10
§ 1.3. Спектральные закономерности. Комбинационный принцип. Спектр атома водорода .....	19
§ 1.4. Квантовая теория Бора. Принцип соответствия .....	23
§ 1.5. опыты Франка и Герца. Экспериментальное доказательство дискретности атомных состояний .....	36
§ 1.6. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля .....	47
§ 1.7. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля .....	59
§ 1.8. Статистическая интерпретация волн де Бройля .....	67
§ 1.9. Соотношения неопределенностей .....	75
<b>Глава 2. Физические принципы квантовой механики.....</b>	<b>87</b>
§ 2.1. Уравнение Шредингера. Уравнение сохранения вероятности .....	87
§ 2.2. Квантование как проблема собственных значений. Операторы физических величин .....	92
§ 2.3. Одновременно измеряемые физические величины. Законы сохранения. Четность состояний .....	102
§ 2.4. Потенциальные «ямы» и «барьеры» .....	106
§ 2.5. Линейный гармонический осциллятор .....	119
§ 2.6. Момент импульса, Квантовый ротатор .....	126
§ 2.7. Магнитные свойства атомов. Магнитомеханические эффекты. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона .....	136
§ 2.8. Принцип тождественности одинаковых частиц. Принцип Паули .....	147
§ 2.9. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна .....	153
§ 2.10. Правила отбора .....	159
§ 2.11. Ширина уровней энергии. Ширина и форма спектральных линий .....	163
§ 2.12. Общие принципы индуцированного усиления электромагнитного излучения. Мазеры и лазеры .....	171
<b>Глава 3. Строение и свойства атомов.....</b>	<b>178</b>
§ 3.1. Движение в центрально-симметричном поле. Атом водорода .....	178
§ 3.2. Тонкая структура термов. Лэмбовский сдвиг .....	189

§ 3.3. Сложение моментов импульса. Типы связей электронных моментов в атоме .....	199
§ 3.4. Электронные оболочки атомов. Физическое объяснение периодической системы элементов Д. И. Менделеева .....	207
§ 3.5. Уровни энергии и спектры атомов щелочных металлов .....	215
§ 3.6. Атом гелия. Спектры атомов второй группы.....	220
§ 3.7. Основные состояния сложных атомов. Относительные интенсивности спектральных линий.....	228
§ 3.8. Рентгеновское излучение атомов. Рассеяние и поглощение рентгеновского излучения.....	233
§ 3.9. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака .....	243
§ 3.10. Явление магнитного резонанса. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).....	253
§ 3.11. Атом в электрическом поле. Эффект Штарка.....	259
§ 3.12. Возбужденные атомы. Ридберговские атомы.....	264
§ 3.13. Неупругие удары второго рода. Процессы хемоионизации.....	270
<b>Глава 4. Строение и свойства молекул.....</b>	<b>278</b>
§ 4.1. Адиабатическое приближение. Электронные термы.....	278
§ 4.2. Вращение и колебания ядер. Полосатые спектры молекул.....	285
§ 4.3. Электронные спектры молекул. Принцип Франка–Кондона .....	301
§ 4.4. Комбинационное рассеяние света. Метод КАРС.....	308
§ 4.5. Типы химической связи молекул. Ионная и ковалентная связи. Силы Ван-дер-Ваальса .....	316
§ 4.6. Валентность. Атомные и молекулярные орбитали.....	327
<b>Глава 5. Строение и свойства твердых тел .....</b>	<b>341</b>
§ 5.1. Классификация твердых тел. Основные типы связей в твердых телах.....	341
§ 5.2. Колебания атомов кристаллической решетки. Фононы.....	347
§ 5.3. Основные представления зонной теории твердых тел.....	356
§ 5.4. Металлы, диэлектрики, полупроводники .....	369
<b>Заключение .....</b>	<b>379</b>
<b>Приложение 1. Периодическая система элементов.....</b>	<b>380</b>
<b>Приложение 2. Основные физические постоянные.....</b>	<b>383</b>
<b>Приложение 3. Десятичные приставки к единицам измерения ...</b>	<b>384</b>
<b>Приложение 4. Оператор Лапласа в сферических координатах (<math>r, \varphi, \theta</math>): .....</b>	<b>385</b>
<b>Предметный указатель.....</b>	<b>386</b>
<b>Именной указатель.....</b>	<b>393</b>
<b>Вопросы и задачи для самостоятельной работы студентов.....</b>	<b>399</b>
<b>Рекомендуемая литература.....</b>	<b>415</b>