

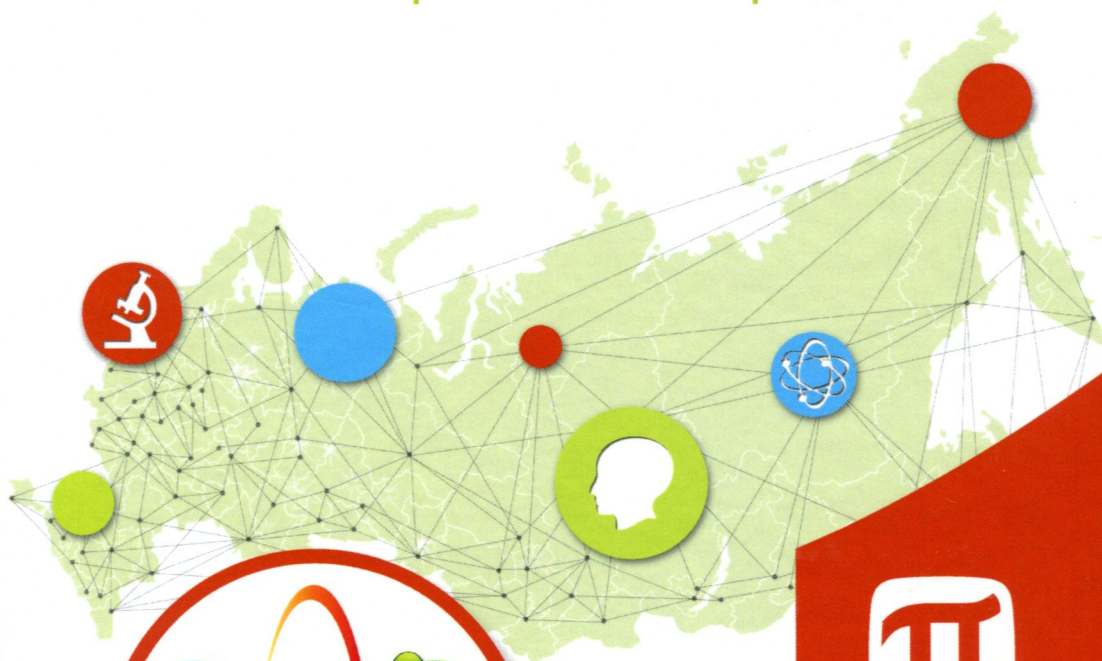
УНИВЕРСИТЕТЫ РОССИИ



**А. А. Матышев**

# АТОМНАЯ ФИЗИКА

Часть 1. Дискретность вещества  
и электрического заряда



**ПОЛИТЕХ**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

**Юрайт**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)



**А. А. Матьшев**

# **АТОМНАЯ ФИЗИКА**

## **Часть 1**

# **Дискретность вещества и электрического заряда**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА**

*Рекомендовано Научно-методическим советом по физике  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся  
по направлению подготовки «Техническая физика»*

**Книга доступна в электронной библиотечной системе  
[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)**

**Москва • Юрайт • 2016**

УДК 53(075.8)

ББК 22.3я73

М34

**Автор:**

**Матышев Александр Александрович** — доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры физической электроники отделения электроники и телекоммуникаций Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

**Рецензенты:**

*Ежов В. Ф.* — кандидат физико-математических наук, заместитель директора по науке и заведующий лабораторией молекулярных и атомных пучков Петербургского института ядерной физики Российской академии наук;

*Лыков С. Н.* — кандидат физико-математических наук, профессор кафедры физики полупроводников и наноэлектроники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

**Матышев, А. А.**

М34 *Атомная физика. В 3 ч. Часть 1. Дискретность вещества и электрического заряда : учеб. пособие для академического бакалавриата / А. А. Матышев. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 282 с. — Серия : Университеты России.*

ISBN 978-5-9916-7542-0 (ч. 1)

ISBN 978-5-9916-7539-0

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

В пособии изложены основы атомной и квантовой физики, главное внимание уделено экспериментальным основам физики атомов и молекул, а также методам определения мировых констант в области атомной физики.

Недогматически написанный материал пособия разделен на части: «Дискретность вещества», «Дискретность электрического заряда», «Дискретность электромагнитного излучения» и «Дискретность динамических переменных классической физики». Необходимость издания такой серии диктуется острыми проблемами в преподавании фундаментальных дисциплин. В данной части пособия рассматривается дискретность вещества и электрического заряда.

Структура материала максимально облегчает необходимость принятия нерелятивистской квантовой механики в качестве теоретического описания явлений атомного и субатомного масштаба. Для контроля знаний в конце каждой из глав приведены задачи, рекомендуемые для решения.

*Предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Техническая физика».*

УДК 53(075.8)

ББК 22.3я73

*Книга издана в рамках совместного проекта Издательства «Юрайт» и Издательства Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Оригинал-макет предоставлен Издательством Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.*



*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».*

ISBN 978-5-9916-7542-0 (ч. 1)

ISBN 978-5-9916-7539-0

© Матышев А. А., 2014

© Издательство Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, 2014

© ООО «Издательство Юрайт», 2016

## Оглавление

Предисловие к предыдущему изданию .....	5
Введение.....	7
<b>Глава 1. Дискретность вещества .....</b>	<b>15</b>
1.1. Развитие атомистических представлений до начала XX века .....	15
1.1.1. Распределение Максвелла по скорости .....	24
1.1.2. Распределение по длине свободного пробега .....	43
1.1.3. Распределение Больцмана.....	54
1.2. Процессы переноса.....	58
1.2.1. Диффузия .....	59
1.2.2. Теплопроводность .....	69
1.2.3. Вязкость .....	77
1.3. Окончательная победа атомизма.....	88
1.3.1. Броуновское движение .....	88
1.3.2. Эксперименты Перрена.....	99
<i>Задачи к главе 1</i> .....	110
<b>Глава 2. Дискретность электрического заряда .....</b>	<b>113</b>
2.1. Электролиз.....	114
2.2. Основные представления теории электролитов.....	121
2.3. Электролитическая проводимость .....	132
2.4. Проводимость газов .....	142
2.4.1. Несамостоятельный разряд.....	147
2.4.2. Экспериментальное определение характеристик газовых ионов.....	154
2.5. Катодные лучи. Открытие электрона и делимости атома .....	165
2.6. Измерение заряда электрона Милликенем.....	175
2.7. Динамика частиц в статических полях .....	186
2.7.1. Сводка основных результатов релятивистской динамики .....	191
2.7.2. Движение заряженных частиц в статическом однородном магнитном поле .....	201
2.7.3. Циклотрон .....	205
2.7.4. Статическое поперечное однородное магнитное поле как масс-спектрометр (анализатор отношения $e/m$ ).....	209
2.7.5. Движение заряженных частиц в статическом электрическом поле .....	213
2.8. Первые экспериментальные данные о строении атома.....	217
2.8.1. Рассеяние электронов в веществе.....	217
2.8.2. Открытие изотопов. Определение истинных масс атомов .....	224
2.9. Создание Резерфордом ядерной модели атома.....	234
2.9.1. Открытие радиоактивности и идентификация $\alpha$ -частиц .....	235

---

2.9.2. Открытие обратного рассеяния $\alpha$ -частиц и создание ядерной модели атома .....	240
2.9.3. Описание рассеяния $\alpha$ -частиц в рамках ядерной модели атома .....	246
2.9.4. Экспериментальная проверка формулы Резерфорда. Определение заряда и размеров ядра .....	254
2.9.5. Протон и нейтрон. Краткая сводка современных представлений о структуре материи .....	257
2.9.6. Недостаточность законов классической физики для описания строения атома .....	264
2.9.6. Недостаточность законов классической физики для описания строения атома .....	264
<i>Задачи к главе 2</i> .....	280