

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73
М34

Редакционный совет серии «Физика в технических университетах»:

Варшалович Д.А., академик РАН, СПбГПУ — председатель;
Алферов Ж.И., академик РАН, лауреат Нобелевской премии;
Васильев Ю.С., академик РАН, Президент СПбГПУ;
Гладун А.Д., профессор МФТИ; *Иванов В.К.*, профессор СПбГПУ;
Калашников Н.П., профессор МИФИ; *Кожевников Н.М.*, профессор
СПбГПУ — зам. председателя; *Крохин О.Н.*, академик РАН, профессор
МИФИ, ФИАН; *Морозов А.Н.*, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана;
Рудской А.И., член-кор. РАН, ректор СПбГПУ

Рецензенты:

Кандидат физико-математических наук, заместитель директора по науке
и заведующий лабораторией молекулярных и атомных пучков
Петербургского института ядерной физики РАН *В. Ф. Ежов*

Кандидат физико-математических наук, профессор кафедры физики
полупроводников и нанoeлектроники СПбГПУ *С. Н. Лыков*

М а т ы ш е в А. А. **Атомная физика**. В 2 т. Т. 1 : учеб. пособие / А. А. Матышев. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. — 531 с. — (Физика в технических университетах).

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 двухтомный учебник содержит четыре главы — «Дискретность вещества», «Дискретность электрического заряда», «Дискретность электромагнитного излучения» (том 1) и «Дискретность динамических переменных классической физики» (том 2), а также четыре приложения, помещенных во втором томе.

Материал, изложенный в учебнике, 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.

Табл. 17. Ил. 132.

ISBN 978-5-7422-4209-3 (т. 1)
ISBN 978-5-7422-4208-6

© Матышев А. А., 2014

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
Введение	7
Глава 1. Дискретность вещества	15
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
Задачи к главе 1	110
Глава 2. Дискретность электрического заряда	113
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 Милликеном.....	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 α -частиц	235
2.9.2	Открытие обратного рассеяния α -частиц и создание ядерной модели атома	240
2.9.3	Описание рассеяния α -частиц в рамках ядерной модели атома.....	246
2.9.4	Экспериментальная проверка формулы Резер- форда. 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
	Задачи к главе 2	280
	Глава 3. Дискретность электромагнитного излучения	283
3.1	Открытие рентгеновских лучей	284
3.1.1	Первые результаты, касающиеся природы рентгеновских лучей	290
3.1.2	Завершение дискуссии о природе рентге- новских лучей победой электромагнитной точки зрения.....	308
3.1.3	Рентгеноструктурный анализ.....	318
3.1.4	Рентгеноспектральный анализ.....	348

3.1.5	Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Биологическое действие рентгеновских лучей. Защита от лучей	360
3.2	Тепловое излучение и открытие постоянной Планка	369
3.2.1	Характеристики теплового излучения.....	370
3.2.2	Равновесное тепловое излучение и абсолютно черное тело.....	378
3.2.3	Закон Кирхгофа.....	389
3.2.4	Давление равновесного теплового излучения и закон Стефана-Больцмана.....	392
3.2.5	Законы Вина	398
3.2.6	Экспериментальное изучение равновесного теплового излучения	408
3.2.7	Открытие постоянной Планка. Закон излучения Планка	413
3.3	Фотонная теория Эйнштейна и ее экспериментальные подтверждения.....	425
3.3.1	Фотоэффект	430
3.3.2	Эффект Комптона как прямое доказательство существования фотонов.....	447
3.3.3	Обратный эффект Комптона как прямое доказательство существования фотонов	486
3.3.4	Регистрация единичных электронов и фотонов	491
3.4	Интерпретация волновых свойств излучения в рамках фотонной теории	497
3.4.1	Интерференция и дифракция в фотонной теории	501
3.4.2	Интерференционные опыты с единичными квантами	511
3.4.3	Эффект Доплера в фотонной теории.....	517
3.5	Краткая сводка с комментариями основных положений фотонной теории.....	519
	Задачи к главе 3	524