

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я7

Старостина И. А.

Краткий курс физики для бакалавров : учебное пособие / И. А. Старостина, Е. В. Бурдова, Р. С. Сальманов; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. — Казань : Изд-во КНИТУ, 2016. — 364 с.

ISBN 978-5-7882-2035-2

Учебное пособие написано в соответствии с действующей программой курса физики. Рассмотрены основы классической и современной физики по разделам «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество», «Магнетизм», «Оптика» и «Квантовая механика».

Особое внимание уделено выявлению органической взаимосвязи законов физики с производственными процессами и технологиями.

Предназначено для студентов-бакалавров пищевых, полимерных, нефтяных и других направлений подготовки, изучающих дисциплину «Физика».

Подготовлено на кафедре физики.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: академик АН РТ, доктор физико-математических наук, профессор *А. В. Ильясов*
директор института механики и математики КФУ доктор физико-математических наук, профессор *М. Г. Храмченков*

ISBN 978-5-7882-2035-2 © Старостина И. А., Бурдова Е. В.,
Сальманов Р. С., 2016
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
МЕХАНИКА	
Глава 1. Кинематики поступательного и вращательного движения	6
1.1. Радиус-вектор и его составляющие. Кинематические уравнения движения материальной точки.....	6
1.2. Основные кинематические характеристики поступательного движения.....	8
1.3. Частные случаи движения.....	11
1.4. Кинематические характеристики вращательного движения.....	11
1.5. Связь между линейными и угловыми кинематическими характеристиками.....	13
Глава 2. Динамика поступательного движения материальной точки и твердого тела	14
2.1. Масса тела, силовое поле, сила.....	14
2.2. Законы И. Ньютона.....	14
2.3. Закон сохранения импульса.....	17
2.4. Центр масс. Закон движения центра масс.....	19
2.5. Энергия, работа, мощность	20
2.6. Кинетическая и потенциальная энергии	23
2.7. Связь потенциальной энергии тела и действующей на него консервативной силы	25
2.8. Закон сохранения и превращения энергии в механике	26
Глава 3. Динамика вращательного движения	27
3.1. Основные характеристики динамики вращательного движения.....	27
3.2. Работа и кинетическая энергия при вращательном движении твердого тела.....	31
3.3. Основное уравнение вращательного движения тела вокруг неподвижной оси.....	32
Глава 4. Элементы релятивистской механики	33
4.1. Преобразования Галилея и механический принцип относительности	33

4.2. Постулаты специальной (частной) теории относительности	35
4.3. Преобразования Лоренца	36
4.4. Следствия из преобразований Лоренца	37
4.5. Основной закон динамики релятивистской частицы	40
4.6. Взаимосвязь массы и энергии. Закон сохранения энергии в релятивистской механике	41
4.7. Общая теория относительности	43

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Глава 5. Основные понятия молекулярной физики	44
5.1. Параметры состояния	44
5.2. Уравнение состояния идеального газа	45
5.3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов и его следствия	46
5.4. Барометрическая формула	49
5.5. Закон Больцмана о распределении частиц во внешнем потенциальном поле	51
5.6. Распределение Максвелла	51
Глава 6. Основные понятия термодинамики	54
6.1. Внутренняя энергия	54
6.2. Первое начало термодинамики	55
6.3. Теплоемкость	57
6.4. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам	59
6.5. Круговые процессы	62
6.6. Второе начало термодинамики. Энтропия	63
Глава 7. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах	64
7.1. Теплопроводность	64
7.2. Внутреннее трение (вязкость)	65
7.3. Диффузия	67
Глава 8. Реальные газы	68
8.1. Взаимодействие в реальных газах	68
8.2. Понятие фазы и фазовых переходов	69
8.3. Уравнение Ван-дер-Ваальса	69
8.4. Изотермы реальных газов	71

Глава 9. Жидкости	73
9.1. Свойства и строение жидкостей.....	73
9.2. Поверхностное натяжение жидкостей.....	74
9.3. Смачивание. Краевой угол.....	75
9.4. Поверхностное испарение и кипение жидкостей.....	77
9.5. Жидкие растворы.....	78
Глава 10. Особенности твердого состояния вещества	79
10.1. Структура твердых тел.....	79
10.2. Физические типы кристаллических решеток.....	80
10.3. Теплоемкость кристаллов.....	81
10.4. Плавление и кристаллизация.....	82

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Глава 11. Основы электростатики	84
11.1. Электрические заряды. Закон сохранения электрического заряда.....	84
11.2. Закон Кулона.....	85
11.3. Электростатическое поле и его напряженность.....	87
11.4. Графическое изображение электростатических полей.....	88
11.5. Принцип суперпозиции электростатических полей.....	89
11.6. Электростатическое поле электрического диполя.....	91
11.7. Поток вектора напряженности электростатического поля....	92
11.8. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.....	93
11.9. Применение теоремы Гаусса для расчета напряженности электростатического поля.....	96
11.10. Работа сил электростатического поля при перемещении заряда.....	97
11.11. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля.....	99
11.12. Потенциальная энергия и потенциал электростатического поля.....	99
11.13. Связь между потенциалом и напряженностью электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности.....	101
11.14. Вычисление разности потенциалов по напряженности поля.....	102
11.15. Диэлектрики в электростатическом поле.....	103
11.16. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков.....	104

11.17. Вектор поляризации и диэлектрическая восприимчивость диэлектриков.....	107
11.18. Напряженность поля в диэлектрике.....	108
11.19. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике.....	109
11.20. Сегнетоэлектрики.....	111
11.21. Пьезоэлектрический эффект.....	113
11.22. Проводники в электростатическом поле.....	115
11.23. Электрическая емкость уединенного проводника.....	118
11.24. Взаимная емкость. Конденсаторы.....	119
11.25. Энергия заряженного уединенного проводника, конденсатора. Энергия электростатического поля.....	122
Глава 12. Постоянный электрический ток.....	124
12.1. Электрический ток, сила и плотность тока.....	124
12.2. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение.....	126
12.3. Закон Ома для участка и полной замкнутой цепи.....	127
12.4. Сопротивление проводника. Явление сверхпроводимости..	129
12.5. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.....	130
12.6. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.....	132
Глава 13. Электрические токи в металлах, вакууме и полупроводниках.....	135
13.1. Опытные доказательства электронной проводимости металлов.....	135
13.2 Основные положения классической теории электропроводности металлов.....	136
13.3. Работа выхода электрона из металла. Контактная разность потенциалов.....	138
13.4. Термоэлектрические явления.....	141
13.5. Электрический ток в вакуумном диоде.....	143
13.6. Собственная и примесная проводимость полупроводников.....	145
13.7. Современная квантовая теория проводимости металлов.....	147
13.8. Элементы зонной теории твердых тел.....	150

МАГНЕТИЗМ

Глава 14. Магнитное поле в вакууме.....	154
14.1. Магнитное поле и его характеристики.....	154

14.2. Закон Био–Савара–Лапласа и его применение к расчету магнитного поля.....	157
14.3. Закон Ампера.....	161
14.4. Взаимодействие двух параллельных проводников с током..	162
14.5. Действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. Сила Лоренца.....	163
14.6. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме (теорема о циркуляции вектора B).....	165
14.7. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля.....	167
14.8. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.....	168
14.9. Рамка с током в однородном магнитном поле.....	169
Глава 15. Магнитное поле в веществе	171
15.1. Магнитный момент атома.....	173
15.2. Атом в магнитном поле.....	174
15.3. Намагниченность вещества. Закон полного тока в веществе.....	175
15.4. Виды магнетиков.....	178
15.5. Диамагнетизм. Диамагнетики.....	179
15.6. Парамагнетизм. Парамагнетики.....	180
15.7. Ферромагнетизм. Ферромагнетики.....	181
15.8. Доменная структура ферромагнетиков.....	185
15.9. Антиферромагнетики и ферриты.....	188
Глава 16. Явление электромагнитной индукции	189
16.1. Основной закон электромагнитной индукции.....	191
16.2. Явление самоиндукции.....	193
16.3. Явление взаимной индукции.....	195
16.4. Энергия магнитного поля.....	196
Глава 17. Уравнения Максвелла	198
17.1. Теория Максвелла для электромагнитного поля.....	198
17.2. Первое уравнение Максвелла.....	199
17.3. Ток смещения.....	201
17.4. Второе уравнение Максвелла.....	204
17.5. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.....	205
Глава 18. Механические и электромагнитные колебания	206
18.1. Механические колебания.....	206
18.2. Скорость и ускорение при гармоническом колебании.....	207

18.3. Гармонический осциллятор. Примеры гармонических осцилляторов.....	209
18.4. Затухающие колебания.....	211
18.5. Вынужденные колебания. Механический резонанс.....	213
18.6. Электромагнитные колебания. Колебательный контур.....	216
18.7. Дифференциальное уравнение свободных незатухающих колебаний	218
18.8. Затухание свободных колебаний в реальном контуре.....	219
18.9. Незатухающие колебания. Резонанс.....	220
18.10. Добротность контура и полоса пропускания	222
Глава 19. Упругие волны	223
19.1. Волновые процессы. Виды волн.....	223
19.2. Волновое уравнение. Уравнения и характеристики волн.....	224
19.3. Энергия волны. Перенос энергии.....	226
19.4. Принцип суперпозиции волн. Явление интерференции.....	227
ОПТИКА	229
Глава 20. Элементы геометрической оптики	229
20.1. Основные законы геометрической оптики.....	229
20.2. Явление полного внутреннего отражения.....	230
20.3. Электромагнитная теория света.....	231
Глава 21. Интерференция световых волн	233
21.1. Расчет интерференционной картины.....	233
21.2. Метод Юнга. Получение интерференционной картины.....	235
21.3. Интерференция света в тонких пленках.....	237
21.4. Применение интерференции.....	242
Глава 22. Дифракция света	243
22.1. Принцип Гюйгенса.....	243
22.2. Принцип Гюйгенса-Френеля.....	244
22.3. Метод зон Френеля.....	245
22.4. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.....	247
22.5. Дифракция Фраунгофера на прямоугольной щели.....	249
22.6. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке.....	251
22.7. Дифракция рентгеновских лучей.....	254
22.8. Дисперсия и разрешающая сила спектрального прибора.....	256
Глава 23. Поляризация света	257
23.1. Естественный и поляризованный свет.....	257
23.2. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.....	260

23.3. Поляризация света при двойном лучепреломлении.....	263
23.4. Виды поляризаторов. Анализ поляризованного света. Закон Малюса.....	266
23.5. Интерференция поляризованных лучей.....	269
23.6. Искусственная оптическая анизотропия.....	271
23.7. Оптическая активность веществ.....	273
Глава 24. Взаимодействие света с веществом	275
24.1. Поглощение света.....	275
24.2. Дисперсия света.....	277
24.3. Отражение и пропускание света. Окраска тел в природе....	279
24.4. Рассеяние света.....	280
Глава 25. Тепловое излучение тел	282
25.1. Теплообмен. Правило Прево.....	282
25.2. Характеристики теплового излучения.....	283
25.3. Закон Кирхгофа.....	285
25.4. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина.....	286
25.5. Квантовый характер излучения.....	287
25.6. Пирометрия и пирометры.....	290
Глава 26. Корпускулярные свойства света	291
26.1. Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта	291
26.2. Масса и импульс фотона.....	297
26.3. Давление света.....	298
26.4. Эффект Комптона	299

ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Глава 27. Основные положения квантовой механики	301
27.1. Модели атома Резерфорда и Бора. Противоречия классиче- ской физики.....	301
27.2. Корпускулярно-волновой дуализм свойств микрочастиц. Гипотеза Луи-де-Бройля	305
27.3. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.....	306
27.4. Вероятностный характер движения частиц. Задание состоя- ния микрочастицы. Волновая функция.....	308
27.5. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера.....	309
27.6. Частица в потенциальной яме. Квантование энергии частицы. Туннельный эффект.....	310
Глава 28. Физика атома	315

28.1. Электрон в атоме водорода.....	315
28.2. Квантовые числа.....	317
28.3. Опыт Штерна и Герлаха.....	319
28.4. Спин электрона.....	321
28.5. Многоэлектронный атом. Правила распределения электронов по орбиталям. Принцип Паули	322
28.6. Спектры излучения и поглощения атомов.....	325
28.7. Спонтанное и вынужденное излучение фотонов. Принцип работы квантового генератора.....	327
Глава 29. Атомное ядро	329
29.1. Состав ядра. Характеристики ядра.....	329
29.2. Капельная и оболочная модели ядра.....	330
29.3. Ядерные силы. Механизм взаимодействия нуклонов.....	331
29.4. Масса и энергия связи ядра.....	332
29.5. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета-, гамма – излучения.....	334
29.6. Цепная ядерная реакция деления. Деление ядер урана.....	336
29.7. Использование энергии ядерных цепных реакций. Атомная бомба. Ядерный реактор.....	338
29.8. Проблемы развития энергетики. Свойства ионизирующих излучений.....	339
29.9. Термоядерные реакции. Управляемый термоядерный синтез.....	340
29.10. Свойства и характеристики ионизирующих излучений.....	341
Глава 30. Элементарные частицы	343
30.1. Свойства элементарных частиц. Гравитационное, электро- магнитное, слабое и сильное взаимодействия.....	343
30.2. Классификация элементарных частиц.....	347
30.3. Современное состояние теории элементарных частиц. Гипо- теза Великого объединения.....	349
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	354
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	355