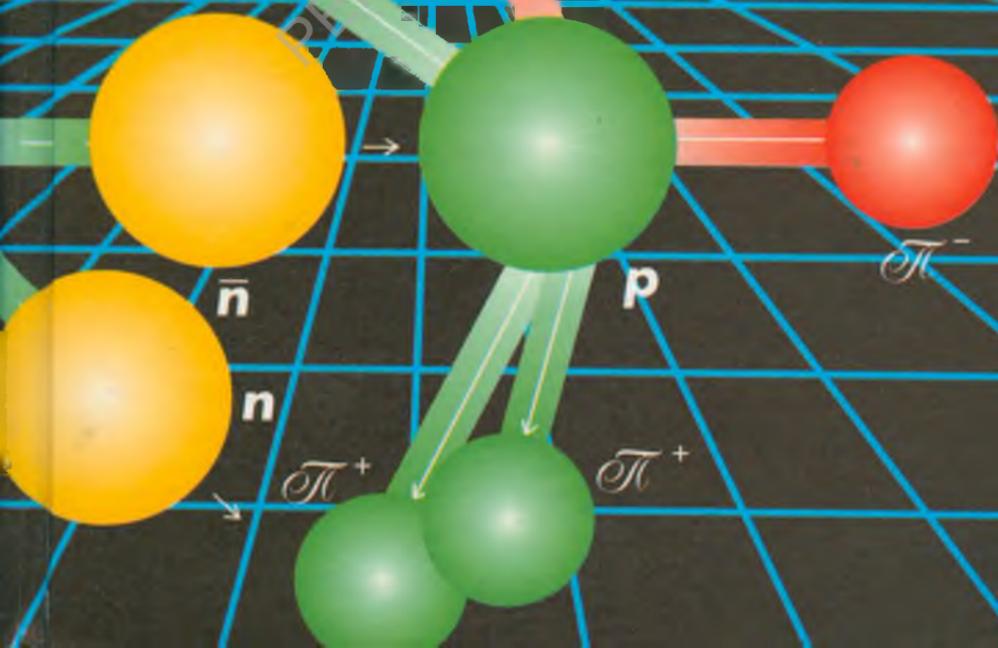


# ФИЗИКА



# ФИЗИКА

Под общей редакцией  
профессора В.А.ЯКОВЕНКО

*Допущено Министерством образования  
Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия  
для учащихся средних специальных  
учебных заведений*

Минск  
«Беларуская Энцыклапедыя»  
2002

УДК 53(075.3)  
ББК 22.3я721  
Ф50

**Авторы:**

**В.А.Бондарь, А.А.Луцевич, О.А.Новицкий,  
Ч.М.Федорков, С.В.Яковенко, В.И.Януть**

**Рецензенты:**

зав. каф. физики БГПА, доц., канд. физ.-матем. наук  
*П.Г.Кужир*; преподаватель физики Минского  
техникума-предприятия легкой промышленности  
*Н.Н.Вареник*; доц. каф. общ. физики БГУ,  
канд. физ.-мат. наук *Л.А.Исаченкова*

ISBN 985-11-0242-3

© Коллектив авторов, 2002  
© Оформление. БелЭН им. П.Бровки, 2002

## Предисловие

В данном учебном пособии, предназначенном для учащихся средних специальных учебных заведений (ССУЗ), изложены основы курса физики в соответствии с действующей программой, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь. Главная цель пособия — сформировать у учащихся целостную систему знаний о физической картине мира, привить навыки и умения применять эти знания для объяснения и предсказания физических явлений в природе и технике. Особое внимание обращено на разъяснение смысла физических законов.

Содержание пособия построено таким образом, чтобы по возможности учесть в нем основные успехи современной физики, а также ее использование в различных технологических процессах и методах исследования. Пособие написано при минимальном использовании аппарата высшей математики, не выходя за рамки табличных формул простейших производных и интегралов. Выводы многих физических закономерностей даются в упрощенном виде, в ряде случаев ограничиваются только качественно-теоретическим их обоснованием. Авторы ставили перед собой задачу показать историю развития физической науки, кратко изложить основные вопросы экспериментальной физики, по возможности ввести в текст новые сведения и раскрыть их сущность относительно будущей профессии учащихся.

Примеры, которые приводятся для иллюстрации физических процессов и явлений, взяты из разных отраслей промышленности, строительства, медицины, сельского хозяйства, сферы обслуживания и других областей.

Содержание пособия и структура параграфов соответствуют программам, рассчитанным на 130—180 часов учебных занятий. В зависимости от числа часов учебный материал может изучаться более обстоятельно или в ознакомительном плане.

Чтобы обеспечить преемственность между курсом физики базовой школы и ССУЗ в пособии в обзорном плане кратко рассматриваются основные вопросы механики. Их изложение дает возможность преподавателю в процессе повторения этого материала не только выявить исходный уровень знаний учащихся, но также актуализировать у них многие физические понятия (перемещение, траектория, скорость, ускорение, масса, сила, импульс силы, работа, энергия и др.), которыми они будут пользоваться при изучении основ молекулярно-кинетической теории, основ термодинамики, электродинамики и других разделов.

Изложение ведется с использованием Международной системы единиц (СИ). С этой целью в приложении рассматриваются вопросы, связанные с размерностями и единицами измерения физических величин, отмечаются основные особенности стандарта «Метрология. Единицы физических величин».

Пособие позволяет обеспечить серьезную подготовку учащихся по физике, которая в полной мере будет соответствовать требованиям программы.

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
Введение .....	5
<b>РАЗДЕЛ 1. МЕХАНИКА (ПОВТОРИТЕЛЬНО- ОБОБЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ) .....</b>	<b>8</b>
<b>Глава 1. ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ .....</b>	<b>8</b>
1.1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	8
1.2. РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ .....	12
1.3. РАВНОУСКОРЕННОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ .....	14
1.4. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ. ПРАВИЛО СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ .....	17
1.5. СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ .....	18
1.6. ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ .....	20
<b>Глава 2. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ .....</b>	<b>23</b>
2.1. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА .....	23
2.2. ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ .....	24
2.3. ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА .....	25
2.4. НЕИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА. СИЛЫ ИНЕРЦИИ .....	30
2.5. ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА .....	31
2.6. ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ. СИЛА ТЯЖЕСТИ. ВЕС ТЕЛА .....	32
2.7. СИЛЫ ТРЕНИЯ .....	36
<b>Глава 3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ .....</b>	<b>38</b>
3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ В МЕХАНИКЕ ...	38
3.2. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА .....	39
3.3. РАБОТА И МОЩНОСТЬ .....	41
3.4. РАБОТА СИЛ ТЯЖЕСТИ, УПРУГОСТИ И ТРЕНИЯ .....	42
3.5. ЭНЕРГИЯ. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ .....	44
3.6. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ .....	46
3.7. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В МЕХАНИКЕ .....	48
3.8. РАВНОВЕСИЕ ТЕЛА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛ .....	48
<b>Глава 4. ГИДРОМЕХАНИКА .....</b>	<b>52</b>

4.1. ДАВЛЕНИЕ. ЗАКОН ПАСКАЛЯ ДЛЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ ...	52
4.2. ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ .....	53
4.3. ЗАКОН АРХИМЕДА. ПЛАВАНИЕ ТЕЛ .....	55
<b>Глава 5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ .....</b>	<b>57</b>
5.1. КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	57
5.2. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ. ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ ДВИЖЕНИИ .....	60
5.3. ПРУЖИННЫЙ МАЯТНИК .....	62
5.4. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК .....	63
5.5. ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ. РЕЗОНАНС .....	65
5.6. УПРУГИЕ ВОЛНЫ .....	67
5.7. ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ .....	70
<b>РАЗДЕЛ II. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА .....</b>	<b>74</b>
<b>Глава 1. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ .....</b>	<b>74</b>
1.1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ .....	74
1.2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ .....	75
1.3. ДИФФУЗИЯ .....	77
1.4. СИЛЫ И ЭНЕРГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ МОЛЕКУЛАМИ .....	79
1.5. ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ГАЗОВ, ЖИДКОСТЕЙ И ТВЕРДЫХ ТЕЛ .....	81
1.6. ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ. ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА .....	82
1.7. ТЕМПЕРАТУРА И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ .....	87
1.8. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕМПЕРАТУРА — МЕРА СРЕДНЕЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МОЛЕКУЛ .....	89
1.9. СКОРОСТИ МОЛЕКУЛ ГАЗА. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛ ПО СКОРОСТЯМ .....	91
1.10. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСВЕЛЛА .....	93
1.11. УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА .....	96
1.12. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ .....	97

1.13. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗОВ В ТЕХНИКЕ .....	101
<b>Глава 2. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ .....</b>	<b>105</b>
2.1. ПОНЯТИЕ О ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ .....	105
2.2. РАБОТА В ТЕРМОДИНАМИКЕ .....	108
2.3. КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ .....	110
2.4. ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ .....	112
2.5. ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРВОГО ЗАКОНА ТЕРМОДИНАМИКИ К РАЗЛИЧНЫМ ИЗОПРОЦЕССАМ В ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗАХ .....	113
2.6. НЕОБРАТИМОСТЬ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ .....	115
2.7. ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ .....	116
2.8. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛООВОГО ДВИГАТЕЛЯ .....	118
<b>Глава 3. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА И ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ.....</b>	<b>121</b>
3.1. ПОНЯТИЕ ФАЗЫ ВЕЩЕСТВА. НАСЫЩЕННЫЙ ПАР И ЕГО СВОЙСТВА .....	121
3.2. ИЗОТЕРМА ПАРА. СЖИЖЕНИЕ ГАЗОВ .....	124
3.3. КИПЕНИЕ ЖИДКОСТИ .....	127
3.4. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА. АБСОЛЮТНАЯ И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ .....	129
3.5. ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ. ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА НА ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ .....	132
3.6. ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ .....	133
3.7. СМАЧИВАНИЕ .....	136
3.8. КАПИЛЛЯРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ .....	138
3.9. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА. КРИСТАЛЛЫ .....	140
3.10. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. АМОРФНЫЕ ТЕЛА .....	142
3.11. ДЕФОРМАЦИЯ. ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ ТВЕРДЫХ ТЕЛ .....	144
3.12. МЕХАНИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ. ЗАКОН ГУКА. ДИАГРАММА НАПРЯЖЕНИЙ И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ .....	148
3.13. ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ .....	151
3.14. ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ .....	153
<b>РАЗДЕЛ III. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ .....</b>	<b>157</b>
<b>Глава 1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА .....</b>	<b>157</b>

1.1. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД .....	157
1.2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДОВ НА ТЕЛЕ .....	160
1.3. СИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАРЯДОВ. ЗАКОН КУЛОНА .....	162
1.4. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ .....	164
1.5. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ...	166
1.6. ТЕОРЕМА ОСТРОГРАДСКОГО – ГАУССА. РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ.....	168
1.7. РАБОТА ПО ПЕРЕМЕЩЕНИЮ ЗАРЯДА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ. ПОТЕНЦИАЛ. РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ .....	173
1.8. ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ. СВЯЗЬ МЕЖДУ НАПРЯЖЕННОСТЬЮ ПОЛЯ И РАЗНОСТЬЮ ПОТЕНЦИАЛОВ .....	177
1.9. ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ .....	179
1.10. ДИЭЛЕКТРИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ. ПОЛЯРИЗАЦИЯ ДИЭЛЕКТРИКОВ .....	181
1.11. СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКИ И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКИ .....	185
1.12. ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ ПРОВОДНИКОВ .....	187
1.13. КОНДЕНСАТОРЫ .....	189
1.14. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ .....	192
<b>Глава 2. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА .....</b>	<b>195</b>
2.1. НОСИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК.....	195
2.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА .....	196
2.3. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ .....	198
2.4. ЗАКОН ОМА .....	199
2.5. ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ. СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ .....	201
2.6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПРОВОДНИКОВ .....	204
2.7. ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА .....	206
2.8. ЗАКОН ОМА ДЛЯ НЕОДНОРОДНОГО УЧАСТКА И ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ .....	207
2.9. ПРАВИЛА КИРХГОФА. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ .....	211
2.10. РАБОТА И МОЩНОСТЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА. ЗАКОН ДЖОУЛЯ–ЛЕНЦА .....	213

2.11. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ИСТОЧНИКА ТОКА .....	216
<b>ГЛАВА 3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ .....</b>	<b>218</b>
3.1. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ .....	218
3.2. ИНДУКЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ .....	220
3.3. ЗАКОН БИО-САВАРА-ЛАПЛАСА. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПРЯМОГО И КРУГОВОГО ТОКОВ .....	223
3.4. МАГНИТНЫЙ ПОТОК .....	226
3.5. ЗАКОН АМПЕРА. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОВОДНИКОВ С ТОКОМ .....	227
3.6. СИЛА ЛОРЕНЦА .....	228
3.7. ЭЛЕКТРОННАЯ ПРИРОДА МАГНЕТИЗМА. ДИАМАГНЕТИЗМ И ПАРАМАГНЕТИЗМ .....	231
3.8. ФЕРРОМАГНЕТИЗМ. ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ .....	235
3.9. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ .....	237
3.10. РОЛЬ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В ЯВЛЕНИЯХ, ПРОИСХОДЯЩИХ НА СОЛНЦЕ .....	241
<b>Глава 4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ .....</b>	<b>245</b>
4.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ ПРОВОДИМОСТИ МЕТАЛЛОВ .....	245
4.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКАХ. СОБСТВЕННАЯ И ПРИМЕСНАЯ ПРОВОДИМОСТИ .....	249
4.3. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОВОДИМОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСВЕЩЕННОСТИ .....	252
4.4. ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЙ ПЕРЕХОД. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД .....	254
4.5. ТРАНЗИСТОРЫ .....	258
4.6. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ. ЗАКОНЫ ФАРАДЕЯ .....	260
4.7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ГАЗАХ .....	263
4.8. ВОЛЬТ-АМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОВОГО РАЗРЯДА .....	265
4.9. ПЛАЗМА .....	267
4.10. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ВАКУУМЕ .....	268
4.11. ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ .....	269

4.12. ЭЛЕКТРОННЫЕ ПУЧКИ. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ ТРУБКА .....	272
<b>Глава 5. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ .....</b>	<b>275</b>
5.1. ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ. ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ .....	275
5.2. ПРАВИЛО ЛЕНЦА .....	276
5.3. ЗАКОН ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ .....	277
5.4. ЭДС ИНДУКЦИИ В ПРОВОДНИКЕ, КОТОРЫЙ ДВИЖЕТСЯ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ .....	279
5.5. САМОИНДУКЦИЯ. ИНДУКТИВНОСТЬ .....	283
5.6. ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ .....	284
<b>Глава 6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ .....</b>	<b>287</b>
6.1. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ .....	287
6.2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ИДЕАЛЬНОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ .....	291
6.3. АВТОКОЛЕБАНИЯ .....	295
6.4. ГЕНЕРАТОР НЕЗАГУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ .....	298
6.5. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК .....	299
6.6. РЕЗИСТОР В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА .....	301
6.7. КОНДЕНСАТОР В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА .....	303
6.8. КАТУШКА ИНДУКТИВНОСТИ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА .....	305
6.9. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. РЕЗОНАНС В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ .....	308
6.10. ТРАНСФОРМАТОР. ПЕРЕДАЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ .....	313
<b>Глава 7. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ .....</b>	<b>320</b>
7.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ .....	320
7.2. ОТКРЫТЫЙ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР .....	322
7.3. СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН .....	324
7.4. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ .....	327
7.5. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОСВЯЗИ .....	328
7.6. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕЛЕВИДЕНИЯ .....	332
7.7. ОСНОВЫ РАДИОЛОКАЦИИ .....	333
7.8. КОСМИЧЕСКОЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ .....	335
<b>РАЗДЕЛ IV. ОПТИКА .....</b>	<b>337</b>

<b>Глава 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА</b> ...	<b>337</b>
1.1. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИРОДЕ СВЕТА.	
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ПРИРОДА СВЕТА .....	337
1.2. СКОРОСТЬ СВЕТА .....	338
1.3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ	
В РАЗНЫХ ДИАПАЗОНАХ ДЛИН ВОЛН .....	339
1.4. ИСТОЧНИКИ СВЕТА .....	341
1.5. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ .....	342
1.6. ПРИНЦИП ГЮЙГЕНСА .....	347
1.7. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА .....	348
1.8. ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА .....	350
1.9. ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ .....	353
1.10. ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА В ЛИНЗАХ .....	354
1.11. ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ .....	358
1.12. КОГЕРЕНТНОСТЬ СВЕТОВЫХ ВОЛН.	
ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА .....	362
1.13. ДИФРАКЦИЯ СВЕТА .....	366
1.14. ПОНЯТИЕ О ГОЛОГРАФИИ .....	369
1.15. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА .....	370
1.16. ДИСПЕРСИЯ СВЕТА. СПЕКТРЫ .....	372
1.17. ПОНЯТИЕ ОБ ЭФФЕКТЕ ДОПЛЕРА .....	374
<b>Глава 2. КВАНТОВАЯ ОПТИКА</b> .....	<b>377</b>
2.1. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ .....	377
2.2. ЗАКОНЫ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КИРХГОФА	
И СТЕФАНА — БОЛЬЦМАНА .....	378
2.3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРЕ	
АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА .....	380
2.4. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ .....	382
2.5. СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ ЗВЕЗД .....	383
2.6. ВНЕШНИЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ	
И ЕГО ЗАКОНЫ .....	385
2.7. УРАВНЕНИЕ ЭЙНШТЕЙНА ДЛЯ ФОТОЭФФЕКТА .....	388
2.8. ВНУТРЕННИЙ ФОТОЭФФЕКТ .....	389
2.9. ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЭФФЕКТА .....	390
2.10. ЭФФЕКТ КОМПТОНА .....	394
2.11. ДАВЛЕНИЕ СВЕТА .....	396
2.12. ХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ СВЕТА .....	398

2.13. КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВАЯ ПРИРОДА СВЕТА .....	400
<b>Глава 3. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ</b>	
<b>ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>402</b>
3.1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ	
СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ .....	402
3.2. ПОСТУЛАТЫ ЭЙНШТЕЙНА .....	405
3.3. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ОДНОВРЕМЕННОСТИ СОБЫТИЙ .....	406
3.4. РЕЛЯТИВИСТСКИЙ ЗАКОН СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ .....	408
3.5. ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ПОНЯТИЙ ДЛИНЫ	
И ПРОМЕЖУТКОВ-ВРЕМЕНИ .....	409
3.6. ИМПУЛЬС, МАССА И ЭНЕРГИЯ В ТЕОРИИ	
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ .....	410
<b>РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА АТОМА</b>	
<b>И АТОМНОГО ЯДРА .....</b>	<b>414</b>
<b>Глава 1. ФИЗИКА АТОМА .....</b>	<b>414</b>
1.1. ОПЫТЫ РЕЗЕРФОРДА .....	414
1.2. ПЛАНЕТАРНАЯ МОДЕЛЬ АТОМА .....	415
1.3. ПОСТУЛАТЫ БОРА .....	416
1.4. ИЗЛУЧЕНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ АТОМАМИ .....	418
1.5. ФРАУНГОФЕРОВЫ ЛИНИИ В СПЕКТРАХ	
СОЛНЦА И ЗВЕЗД .....	421
1.6. ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ И ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	422
1.7. ЛАЗЕРЫ .....	425
<b>Глава 2. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА .....</b>	<b>429</b>
2.1. РАДИОАКТИВНОСТЬ .....	429
2.2. ЗАКОН РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА .....	431
2.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ .....	433
2.4. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИОАКТИВНОГО	
ИЗЛУЧЕНИЯ .....	437
2.5. ОТКРЫТИЕ НЕЙТРОНА И ПОЗИТРОНА .....	438
2.6. СОСТАВ АТОМНОГО ЯДРА .....	440
2.7. МАССА И ЭНЕРГИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР .....	442
2.8. ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ .....	443
2.9. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ .....	445
2.10. ДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ АТОМНЫХ ЯДЕР .....	446
2.11. ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ .....	447
2.12. ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ .....	449

2.13. ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИИ .....	451
2.14. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ .....	452
2.15. АНТИЧАСТИЦЫ .....	456
2.16. КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ .....	457
<b>Глава 3. ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ.</b>	
<b>ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД .....</b>	<b>459</b>
3.1. ТЕРМОЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ .....	459
3.2. ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА И ЗВЕЗД .....	461
3.3. СТРОЕНИЕ СОЛНЦА И ЗВЕЗД .....	463
3.4. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД .....	465
<b>РАЗДЕЛ VI. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ</b>	
<b>ПО АСТРОНОМИИ .....</b>	<b>469</b>
<b>Глава 1. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ .....</b>	<b>469</b>
1.1. НЕБЕСНАЯ СФЕРА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ .....	469
1.2. НЕБЕСНЫЕ КООРДИНАТЫ. УСЛОВИЯ	
ВИДИМОСТИ СВЕТИЛ .....	470
1.3. СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ .....	472
1.4. ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА .....	475
1.5. ИЗМЕРЕНИЕ РАССТОЯНИЙ В АСТРОНОМИИ .....	479
<b>Глава 2. СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ВСЕЛЕННОЙ .....</b>	<b>481</b>
2.1. ЗВЕЗДНАЯ СИСТЕМА — ГАЛАКТИКА .....	481
2.2. ДРУГИЕ ГАЛАКТИКИ .....	483
2.3. КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ. ЗАКОН ХАББЛА.	
РАДИОГАЛАКТИКИ И КВАЗАРЫ .....	485
2.4. ПОНЯТИЕ О КОСМОЛОГИИ. МОДЕЛЬ «ГОРЯЧЕЙ	
ВСЕЛЕННОЙ». ПРОИСХОЖДЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ	
ЭЛЕМЕНТОВ .....	487
2.5. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНОЙ	
КАРТИНЫ МИРА .....	490
2.6. СОВРЕМЕННАЯ НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА .....	491
<b>Приложение. ЕДИНИЦЫ И РАЗМЕРНОСТИ</b>	
<b>ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.</b>	
<b>МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ .....</b>	<b>494</b>