

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	16
ВВЕДЕНИЕ. Краткая научная аксиоматика физики и мироздания	21

Часть I. МЕХАНИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. Кинематика материальной точки	29
1.1. Механика и ее структура. Материальная точка и твердое тело	29
1.2. Перемещение и пройденный путь	31
1.3. Скорость, ускорение	32
1.4. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения	34
2. Динамика материальной точки	36
2.1. Первый закон Ньютона	36
2.2. Второй закон Ньютона. Масса. Сила. Неинерциальные системы отсчета	37
2.3. Третий закон Ньютона	39
2.4. Закон сохранения импульса. Центр масс (инерции). Движение центра инерции	40
3. Работа и энергия	42
3.1. Работа силы. Мощность	42
3.2. Энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Консервативные и диссипативные силы	44
3.3. Связь силы и потенциальной энергии. Условие равновесия	45
3.4. Закон сохранения энергии	49
3.5. Упругое и неупругое соударение тел	50

4. Кинематика и динамика вращательного движения твердого тела	55
4.1. Кинематика твердого тела. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение	55
4.2. Работа при вращательном движении. Момент силы	57
4.3. Кинетическая энергия при вращательном движении. Момент инерции	58
4.4. Теорема Штейнера	63
4.5. Уравнение динамики вращательного движения	64
4.6. Закон сохранения момента импульса	65
4.7. Аналогия между поступательным и вращательным движением	67
5. Гармонические и затухающие колебания	68
5.1. Гармонические колебания. Свободные колебания системы	68
5.2. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение	69
5.3. Затухающие колебания. Коэффициент затухания, декремент, логарифмический декремент, время релаксации	71
6. Сложение колебаний. Вынужденные колебания	74
6.1. Представления колебаний	74
6.2. Сложение колебаний одинаковой частоты и одинакового направления	75
6.3. Сложение колебаний близких частот. Битения	76
6.4. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу	77
6.5. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Период и амплитуда вынужденных колебаний	79
6.6. Резонанс. Семейство резонансных кривых	80
7. Волны	81
7.1. Упругие волны. Продольные и поперечные волны	81

7.2. Уравнение плоской волны. Фазовая скорость	83
7.3. Волновое уравнение упругой волны и его решение	84
7.4. Плотность энергии упругой волны	87
7.5. Перенос энергии бегущей волной. Вектор Умова	88
7.6. Принцип суперпозиции при сложении волн. Стоячая волна. Колебания струны	89
8. Релятивистская механика	91
8.1. Преобразования Галилея и постулаты релятивистской механики	91
8.2. Интервал, его инвариантность. Четырехмерный мир Минковского и 4-векторы	94
8.3. Преобразования Лоренца	96
8.4. Следствия релятивистской механики: замедление времени и сокращение длины	98
8.5. Импульс тела и основное уравнение релятивистской динамики	100
8.6. Кинетическая и полная энергии в релятивистской механике. Энергия покоя. Релятивистский инвариант	102
9. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ). Принципы классической статистической физики	104
9.1. Физические основы молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа	104
9.2. Вывод основного уравнения МКТ	106
9.3. Элементы классической статистической физики. Функции распределения и их роль	107
10. Распределение Максвелла и характерные скорости молекул. Барометрическая формула. Распределение Больцмана	110
10.1. Распределение Максвелла по составляющим скорости	110
10.2. Распределение Максвелла по модулю скорости. Нахождение наиболее вероятной, средней, среднеквадратичной скоростей	114

10.3. Барометрическая формула	116
10.4. Распределение Больцмана.....	118
11. Элементы физической кинетики. Явления переноса в газах.....	119
11.1. Средняя длина пробега и частота столкновений молекул.....	119
11.2. Общий вид уравнения переноса	122
11.3. Диффузия и коэффициент диффузии.....	124
11.4. Теплопроводность и коэффициент теплопроводности.....	126
11.5. Вязкость и коэффициент вязкости	127
11.6. Броуновское движение и диффузия	129
11.7. Поглощение и рассеяние частиц. Закон Бугера – Ламберта. Транспортировка фотонов и ускоренных частиц через слои вещества.....	131
12. Первое начало термодинамики.....	134
12.1. Первое начало термодинамики и закон сохранения энергии.....	134
12.2. Работа и теплота. Работа, совершаемая газом в различных изопроцессах.....	135
12.3. Внутренняя энергия идеального газа. Степени свободы молекул. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы.....	137
12.4. Теплоемкость идеального газа при постоянном объеме и давлении. Уравнение Майера.....	139
12.5. Адиабатный процесс. Вывод уравнения адиабаты	142
13. Второе начало термодинамики. Энтропия	144
13.1. Формулировки второго начала термодинамики	144
13.2. КПД кругового процесса.....	145
13.3. Цикл Карно. КПД идеальной тепловой машины. Теоремы Карно	147

13.4. Энтропия. Изменение энтропии в процессах идеального газа. Энтропия и термодинамическая вероятность. Формула Больцмана.....	149
14. Реальные газы. Агрегатные состояния и фазовые переходы	152
14.1. Уравнение Ван-дер-Ваальса	152
14.2. Агрегатные состояния и фазовые переходы. Изотермы Ван-дер-Ваальса	154
14.3. Внутренняя энергия реального газа	156
Часть II. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА	
15. Закон Кулона и электрическое поле	159
15.1. Закон Кулона.....	159
15.2. Электрическое поле и электрическое смещение	161
15.3. Принцип суперпозиции электрических полей.....	164
15.4. Электрический диполь. Поле диполя	165
16. Теорема Гаусса для электрического поля.....	168
16.1. Поток вектора напряженности электрического поля и электрического смещения.....	168
16.2. Теорема Гаусса в интегральной форме.....	169
16.3. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости и двух плоскостей	171
16.4. Поле равномерно заряженной бесконечной нити и цилиндрической поверхности	173
16.5. Поле равномерно заряженной сферы.....	174
16.6. Поле равномерно заряженного шара	175
16.7. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.....	176
17. Потенциал электростатического поля	177
17.1. Работа сил электростатического поля. Консервативность электростатических сил	177

17.2. Теорема о циркуляции вектора напряженности поля	179
17.3. Определение потенциала электростатического поля	180
17.4. Связь между потенциалом и напряженностью	182
17.5. Вычисление разности потенциалов в поле заряженных плоскостей, сферы и цилиндрической поверхности	183
18. Проводники в электростатическом поле. Конденсаторы и энергии электростатического поля	184
18.1. Проводники в электростатическом поле. Поле внутри и вне заряженного проводника	184
18.2. Электрическая емкость проводника	186
18.3. Конденсаторы	187
18.4. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Плотность энергии электростатического поля	190
19. Диэлектрики в электрическом поле	192
19.1. Поляризация диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Свободные и связанные заряды	192
19.2. Вектор поляризации, диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость	194
19.3. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике. Явления на границе раздела двух диэлектриков. Предомление линий смещения и напряженности	196
19.4. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, электреты. Явления на разломах	199
20. Постоянный ток. Законы Ома и Джоуля — Ленца	200
20.1. Постоянный ток. Виды тока. Сила тока. Плотность тока	200
20.2. Закон Ома в дифференциальной форме	202
20.3. Закон Ома в интегральной форме. Сопротивление	203

20.4. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Обобщенный закон Ома и закон Ома для замкнутой цепи	204
20.5. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной и интегральной формах	205
21. Газовый разряд и плазма	206
21.1. Проводимость газов. Носители тока. Ионизация и рекомбинация. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды	206
21.2. Вольтамперная характеристика газового разряда. Ударная ионизация	208
21.3. Типы самостоятельных газовых разрядов	210
21.4. Понятие о плазме	213
22. Магнитное поле тока	215
22.1. Магнитное поле тока и его проявления. Магнитная индукция и напряженность магнитного поля. Магнитный момент	215
22.2. Закон Био — Савара — Лапласа и его применение к расчету магнитных полей	219
22.3. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля. Расчет поля соленоида и тороида	221
22.4. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля в интегральной и дифференциальной форме	224
22.5. Действие магнитного поля на токи. Закон Ампера	226
22.6. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном и неоднородном магнитных полях	227
22.7. Магнитная сила как релятивистская поправка к силе Кулона	229
23. Магнитное поле в веществе	236
23.1. Магнитный момент электронов и атомов. Намагниченность	236
23.2. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики	240

23.3. Условия на границе раздела двух магнетиков	243
24. Электромагнитная индукция	246
24.1. Основной закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Генераторы переменного тока.....	246
24.2. Самоиндукция. Индуктивность соленоида	248
24.3. Взаимоиндукция	249
24.4. Нестационарные процессы в цепи, содержащей индуктивность.....	251
24.5. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля	253
25. Уравнения Максвелла	254
25.1. Электромагнитное поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной форме	254
25.2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.....	257
25.3. Закон сохранения заряда. Теорема Пойнтинга. Энергия электромагнитного поля. Вектор Умова — Пойнтинга	261
25.4. Волновое уравнение. Решения волнового уравнения. Интенсивность электромагнитной волны	263
25.5. Принцип работы радиоприемника. Шкала электромагнитных волн	266
26. Волновая оптика. Геометрическая оптика. Интерференция света.....	268
26.1. Волновая и геометрическая оптика. Четыре закона геометрической оптики	268
26.2. Интерференция света. Когерентность	271
26.3. Принцип Гюйгенса — Френеля. Расчет интерференционной картины двух источников.....	274
26.4. Интерференция в тонких пленках	277
27. Дифракция света	282
27.1. Метод зон Френеля. Дифракция на круглом отверстии и круглом диске	282

27.2. Дифракция в параллельных лучах от одной щели.....	285
27.3. Дифракционная решетка. Условия главных максимумов. Дисперсия и разрешающая способность решетки.....	288
27.4. Дифракция от объемных решеток	292
28. Поляризация света	293
28.1. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера	293
28.2. Поляризационные приборы. Закон Малюса.....	295
28.3. Двойное лучепреломление. Поляризация света в одноосных кристаллах. Построения волновых поверхностей. Призма Николя	297
29. Дисперсия света	299
29.1. Нормальная и аномальная дисперсия	299
29.2. Электронная теория дисперсии	300
29.3. Анализ результатов теории дисперсии	302

Часть III. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

30. Квантовая природа света. Давление света. Фотоэффект и эффект Комптона	307
30.1. Квантовая природа света. Фотоны	307
30.2. Давление света	309
30.3. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна	310
30.4. Эффект Комптона	313
31. Квантовая теория излучения	315
31.1. Равновесное тепловое излучение. Лучеиспускательная и лучепоглощательная способность. Черное и серое тело.....	315
31.2. Закон Кирхгофа.....	317
31.3. Закон Стефана — Больцмана.....	319
31.4. Закон смещения Вина.....	319

31.5. Формула Рэлея — Джинса	321
31.6. Квантовая гипотеза и закон Планка. Связь закона Планка и законов излучения абсолютно черного тела	322
31.7. Спонтанное и вынужденное излучения	324
31.8. Лазеры	327
32. Планетарная модель атома и спектры	329
32.1. Опыты Резерфорда. Классическая модель атома	329
32.2. Постулаты Бора и их следствия	331
32.3. Дискретность энергетических уровней в атоме и происхождение линейчатых спектров. Опыты Франка и Герца	333
32.4. Спектры атома водорода и водородоподобных ионов. Недостатки теории Бора	334
33. Волны де Бройля и волновая функция	336
33.1. Гипотеза де Бройля и ее экспериментальное подтверждение	336
33.2. Свойства волн де Бройля: фазовая и групповая скорости, дисперсия	338
33.3. Волны де Бройля и квантовые условия Бора. Частицы, проявляющие волновые свойства	340
33.4. Вероятность местонахождения микрочастицы. Волновая функция. Нормировка и ограничения на волновые функции. Принцип суперпозиции. Средние значения координат	342
33.5. Соотношение неопределенностей для координаты и импульса. Спектральный анализ пространственного пути волн де Бройля	345
33.6. Соотношение неопределенностей для времени и энергии. Короткие и длинные пути. Принцип соответствия	350
34. Уравнение Шредингера	354
34.1. Уравнение Шредингера для свободной частицы	354
34.2. Общее уравнение Шредингера	355
34.3. Стационарное уравнение Шредингера	356

34.4. Уравнения Шредингера в операторной форме. Оператор Гамильтона	357
34.5. Связь классической и квантовой механики. Теорема Эренфеста	359
34.6. Решение уравнения Шредингера для свободной частицы	360
35. Потенциальный ящик и потенциальный барьер	361
35.1. Потенциальный ящик: уравнение Шредингера, граничные условия, волновые функции, энергия и вероятность местонахождения частицы	361
35.2. Потенциальный барьер бесконечной ширины. Уравнение Шредингера и его решение для случаев $E < U$, $E > U$	365
35.3. Потенциальный барьер конечной ширины. Случаи $E > U$, $E < U$	370
35.4. Туннельный эффект. Коэффициенты прозрачности и отражения	373
36. Гармонический осциллятор	375
36.1. Потенциальная яма	375
36.2. Исходная классическая теория гармонического осциллятора	377
36.3. Квантовая теория гармонического осциллятора	379
36.4. Волновые функции и энергетические уровни квантового осциллятора	382
37. Квантовая теория водородоподобного атома	383
37.1. Уравнение Шредингера для электрона в водородоподобном атоме	383
37.2. Квантовые числа. Возбужденные состояния электрона в водородоподобном атоме и спектры	385
37.3. Спин электрона. Кратность вырождения уровней водородоподобных атомов	387
37.4. $1s$ -состояние атома водорода	388
37.5. Спин-орбитальное взаимодействие. Эффекты Зеемана и Штарка	390

38. Квантовая теория многоэлектронных атомов	391
38.1. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны	391
38.2. Принцип Паули	393
38.3. Строение многоэлектронных атомов	394
38.4. Рентгеновские спектры	396
39. Квантовая теория молекул	398
39.1. Гетерополярная и гомеополярная связи. Обменное взаимодействие.....	398
39.2. Образование молекул	400
39.3. Колебательная и вращательная энергия молекул	401
40. Элементы физики твердого тела	404
40.1. Качественное обоснование зонной теории. Адиабатное приближение. Одноэлектронное приближение. Самосогласованное поле.....	404
40.2. Уравнение Шредингера для кристаллов. Теорема Блоха и туннелирование.....	405
40.3. Решение уравнения Шредингера в приближении слабой связи	407
40.4. Зоны Бриллюэна и эффективная масса электрона.....	410
40.5. Приближение сильной связи.....	412
40.6. Металлы, диэлектрики, полупроводники по зонной теории	413
41. Строение атомного ядра. Радиоактивность	415
41.1. Заряд, масса, радиус, спин, квантовый характер ядра	415
41.2. Удельная энергия связи ядер разных элементов. Модели ядра.....	417
41.3. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада	419
41.4. α -распад, β -распад. Нейтрино	421
41.5. γ -излучение и его свойства	424
41.6. Искусственная радиоактивность	426
41.7. Регистрация и дозы радиоактивных излучений.....	429

42. Современная физическая картина мира	431
42.1. Космические лучи.....	431
42.2. Четыре вида фундаментальных взаимодействий.....	432
42.3. Элементарные и фундаментальные частицы. Кварки.....	434
42.4. Эволюция Вселенной	436
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	438
ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ И ВЕЛИЧИНЫ	440