

**Шкиль, Т. В.** Конспект лекций по физике / Т. В. Шкиль, И. В. Мардасова. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. — 381 с.: ил. — (Зачет и экзамен).

УДК 53(075.8)

ББК 22

**Ч/З №1 — 1 экз.**

Конспект лекций по физике состоит из восьми частей, в которых в доступной форме излагаются физические основы механики, молекулярной физики и термодинамики, электромагнетизма, колебаний и волн, волновой и квантовой оптики, элементы квантовой физики и физики атомного ядра.

Конспект предназначен для студентов инженерно-технических специальностей высших учебных заведений.

*Зачет и экзамен*

---

**Т.В. Шкиль, И.В. Мардасова**

# **КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИКЕ**

РОСТОВ-НА-ДОНУ

 **ФЕНИКС**  
2014

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
-------------------	---

Введение.....	4
---------------	---

## Часть 1.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

1. Элементы кинематики.....	8
1.1. Основные кинематические понятия и характеристики .....	8
1.2. Прямолинейное движение.....	13
1.3. Криволинейное движение. Нормальное, тангенциальное и полное ускорения.....	13
1.4. Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение .....	15
2. Динамика материальной точки .....	19
2.1. Законы Ньютона. Основное уравнение динамики поступательного движения .....	19
2.2. Виды взаимодействий. Силы упругости и трения .....	22
2.3. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела .....	24
2.4. Закон сохранения импульса .....	28
2.5. Уравнение движения тела переменной массы .....	30
2.6. Формула Циолковского .....	33
3. Работа и энергия.....	33
3.1. Работа и мощность .....	33
3.2. Энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.....	36
3.3. Соударение тел .....	41
4. Динамика вращательного движения твердого тела .....	43
4.1. Момент инерции.....	43
4.2. Момент силы .....	46
4.3. Основное уравнение динамики вращательного движения .....	47
4.4. Момент импульса.....	48
4.5. Работа и кинетическая энергия при вращательном движении .....	51

<b>5. Элементы механики жидкостей</b> .....	53
5.1. Давление жидкости и газа.....	53
5.2. Уравнение неразрывности .....	55
5.3. Уравнение Бернулли .....	56
5.4. Вязкость (внутреннее трение). Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей .....	59
<b>6. Элементы специальной теории относительности</b> .....	61
6.1. Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея.....	61
6.2. Постулаты специальной теории относительности Эйнштейна .....	63
6.3. Преобразования Лоренца .....	64
6.4. Следствия из преобразований Лоренца .....	66
6.5. Основной закон релятивистской динамики. Энергия в релятивистской механике .....	70
6.6. Закон взаимосвязи массы и энергии .....	72

## Часть 2

# ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

<b>7. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов</b> .....	74
7.1. Основные положения и основные понятия молекулярно-кинетической теории .....	74
7.2. Уравнение состояния идеального газа. Опытные газовые законы .....	76
7.3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов .....	79
7.4. Закон Максвелла о распределении молекул по скоростям. Характерные скорости молекул.....	82
7.5. Распределение Больцмана .....	86
7.6. Средняя длина свободного пробега молекул .....	88
7.7. Явления переноса.....	89
<b>8. Основы термодинамики</b> .....	94
8.1. Основные понятия термодинамики .....	94
8.2. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы .....	96
8.3. Внутренняя энергия и работа газа при расширении. Первый закон термодинамики .....	98
8.4. Теплоемкость .....	101

8.5.	Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс .....	102
8.6.	Тепловые двигатели, их КПД. Цикл Карно .....	105
8.7.	Понятие об энтропии. Второе начало термодинамики...	109
<b>9.</b>	<b>Реальные газы .....</b>	<b>113</b>
9.1.	Уравнение Ван-дер-Ваальса .....	113
9.2.	Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ .....	116
<b>10.</b>	<b>Свойства жидкостей .....</b>	<b>119</b>
10.1.	Поверхностное натяжение жидкостей .....	119
10.2.	Давление под изогнутой поверхностью жидкости.....	122
10.3.	Смачивание и капиллярные явления .....	124
<b>11.</b>	<b>Кристаллическое состояние вещества .....</b>	<b>127</b>
11.1.	Строение кристаллов. Классификация кристаллов .....	127
11.2.	Теплоемкость кристаллов .....	131

### Часть 3

## ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

<b>12.</b>	<b>Электростатика .....</b>	<b>133</b>
12.1.	Электрические заряды, их свойства и классификация. Закон Кулона.....	133
12.2.	Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Поток вектора $\vec{E}$ .....	136
12.3.	Теорема Гаусса для потока вектора $\vec{E}$ и ее применение для расчета полей протяженных зарядов в вакууме.....	141
12.4.	Работа при перемещении заряда в электростатическом поле .....	145
12.5.	Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов.....	147
12.6.	Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности.....	149
12.7.	Диполь в электрическом поле .....	151
12.8.	Поляризация диэлектриков. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение $\vec{D}$ .....	153
12.9.	Распределение зарядов на проводнике. Проводник во внешнем электрическом поле .....	157

12.10.	Емкость единичного проводника. Емкость шара.....	160
12.11.	Конденсаторы и их емкость. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов .....	161
12.12.	Энергия электростатического поля.....	163
<b>13.</b>	<b>Постоянный электрический ток .....</b>	<b>165</b>
13.1.	Сила и плотность тока .....	165
13.2.	Электродвижущая сила и напряжение.....	168
13.3.	Законы Ома. Сопротивление проводников .....	170
13.4.	Последовательное и параллельное соединение проводников .....	173
13.5.	Работа и мощность тока. Закон Джоуля — Ленца .....	174
13.6.	Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.....	175
<b>14.</b>	<b>Магнитное поле .....</b>	<b>178</b>
14.1.	Магнитное поле, его свойства и характеристики .....	178
14.2.	Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного потока .....	182
14.3.	Закон Био — Савара — Лапласа и его применение для расчета магнитных полей .....	183
14.4.	Теорема о циркуляции вектора $\vec{H}$ (закон полного тока) и ее применение для расчета магнитных полей .....	186
<b>15.</b>	<b>Действие магнитного поля на проводники с током и движущиеся электрические заряды.....</b>	<b>189</b>
15.1.	Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.....	189
15.2.	Контур с током в магнитном поле. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле .....	190
15.3.	Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле .....	194
<b>16.</b>	<b>Магнитные свойства вещества .....</b>	<b>199</b>
16.1.	Магнитные моменты электронов и атомов.....	199
16.2.	Диа- и парамагнитные эффекты .....	201
16.3.	Намагничивание вещества .....	204
16.4.	Диа- и парамагнетики .....	205
16.5.	Ферромагнетики и их свойства .....	207
16.6.	Природа ферромагнетизма .....	211

<b>17. Электромагнитная индукция.....</b>	<b>214</b>
17.1. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Вихревые токи .....	214
17.2. Индуктивность. Самоиндукция и взаимная индукция.....	219
17.3. Энергия и объемная плотность энергии магнитного поля.....	221
<b>18. Уравнения Максвелла .....</b>	<b>222</b>
18.1. Ток смещения .....	222
18.2. Первое и второе уравнения Максвелла.....	226
18.3. Система уравнений Максвелла .....	228

#### Часть 4 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

<b>19. Механические колебания .....</b>	<b>229</b>
19.1. Гармонические колебания и их характеристики.....	229
19.2. Свободные незатухающие механические колебания .....	231
19.3. Свободные затухающие механические колебания .....	235
19.4. Сложение гармонических колебаний .....	238
19.5. Вынужденные механические колебания. Резонанс.....	241
19.6. Продольные и поперечные упругие волны .....	245
19.7. Уравнение плоской бегущей волны.....	249
19.8. Энергия упругой волны. Вектор Умова.....	251
<b>20. Электромагнитные колебания и волны .....</b>	<b>252</b>
20.1. Свободные незатухающие колебания в колебательном контуре .....	252
20.2. Свободные затухающие электромагнитные колебания .....	257
20.3. Вынужденные электромагнитные колебания. Электрический резонанс .....	259
20.4. Образование электромагнитных волн. Уравнение плоской электромагнитной волны .....	263
20.5. Энергия электромагнитной волны. Вектор Умова – Пойнтинга .....	265
20.6. Шкала электромагнитных волн.....	267

## Часть 5 ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

<b>21. Интерференция света .....</b>	<b>269</b>
21.1. Интерференция световых волн и методы ее наблюдения .....	269
21.2. Интерференция света от двух когерентных источников .....	273
21.3. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Интерференция в плоскопараллельной пластине .....	275
<b>22. Дифракция света .....</b>	<b>279</b>
22.1. Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Метод зон Френеля .....	279
22.2. Дифракция Фраунгофера на щели .....	284
22.3. Дифракция на дифракционной решетке .....	286
<b>23. Дисперсия света.....</b>	<b>289</b>
23.1. Нормальная и аномальная дисперсии.....	289
23.2. Связь аномальной дисперсии с поглощением света .....	291
<b>24. Поляризация света.....</b>	<b>294</b>
24.1. Поляризация света при отражении и преломлении. Закон Брюстера .....	294
24.2. Двойное лучепреломление.....	299
24.3. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса.....	301

## Часть 6 КВАНТОВАЯ ОПТИКА

<b>25. Тепловое излучение .....</b>	<b>304</b>
25.1. Тепловое излучение и его характеристики. Закон Кирхгофа .....	304
25.2. Законы излучения абсолютно черного тела: Стефана – Больцмана и Вина.....	308
25.3. Формулы Рэлея – Джинса и Планка .....	309
<b>26. Фотоэлектрический эффект .....</b>	<b>311</b>
26.1. Внешний фотоэффект и его опытные законы.....	311
26.2. Квантовая теория внешнего фотоэффекта .....	314



## Часть 7 ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

<b>27. Теория атома водорода по Бору .....</b>	<b>317</b>
27.1. Модели атома. Опыт Резерфорда .....	317
27.2. Постулаты Бора. Теория одноэлектронного атома Бора.....	320
27.3. Спектр атома водорода .....	323
<b>28. Элементы квантовой механики .....</b>	<b>325</b>
28.1. Волновые свойства микрочастиц. Гипотеза де Бройля.....	325
28.2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга .....	327
28.3. Волновая функция. Уравнение Шрёдингера .....	330
<b>29. Элементы зонной теории твердых тел.....</b>	<b>335</b>
29.1. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории .....	335
29.2. Собственная и примесная проводимости полупроводников .....	339
29.3. <i>p-n</i> -переход и его свойства.....	345

## Часть 8 ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

<b>30. Элементы физики атомного ядра .....</b>	<b>349</b>
30.1. Состав атомного ядра. Ядерные силы .....	349
30.2. Дефект массы и энергия связи ядра атома .....	351
30.3. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада.....	353
30.4. Характерные особенности радиоактивных распадов .....	357
30.5. Ядерные реакции .....	359
30.6. Цепная ядерная реакция.....	361
30.7. Термоядерная реакция синтеза. ....	364
<b>31. Классификация элементарных частиц.....</b>	<b>366</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>372</b>
<b>Литература .....</b>	<b>374</b>