

Классический курс

Г. Я. Мякишев
Б. Б. Буховцев
В. М. Чаругин

физика

11 класс

Базовый и углублённый уровни

Учебник

Под редакцией **Н. А. Парфентьевой**

Допущено
Министерством просвещения
Российской Федерации

12-е издание, стереотипное

Москва
«Просвещение»
2024

УДК 373.167:53+53(075.3)
ББК 22.3я721
М99

Серия «Классический курс» основана в 2007 году

Разделы «Основы электродинамики», «Колебания и волны», «Оптика» и «Квантовая физика» написаны **Б. Б. Буховцевым** и **Г. Я. Мякишевым**.
Раздел «Астрономия» написан **В. М. Чаругиным**.

На учебник получены **положительные** заключения **научной** (заключение РАО № 953 от 18.11.2016 г.), **педагогической** (заключение РАО № 724 от 21.11.2016 г.) и **общественной** (заключение РКС № 439-ОЭ от 19.12.2016 г.) экспертиз.

Издание выходит в pdf-формате.

Мякишев, Геннадий Яковлевич.

М99 Физика : 11-й класс : базовый и углублённый уровни : учебник : издание в pdf-формате / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин ; под ред. Н. А. Парфентьевой. — 12-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2024. — 432 с. : [4] л. ил. — (Классический курс).

ISBN 978-5-09-116781-8 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-112179-7 (печ. изд.).

Материал учебника, завершающего предметную линию «Классический курс», даёт представление о современной физике: теории относительности, квантовой физике, физике атомного ядра и элементарных частиц, строении Вселенной.

Учебный материал содержит информацию, расширяющую кругозор учащегося; темы докладов на семинарах, интернет-конференциях; ключевые слова, несущие главную смысловую нагрузку по изложенной теме; образцы заданий ЕГЭ.

УДК 373.167:53+53(075.3)
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-09-116781-8 (электр. изд.)
ISBN 978-5-09-112179-7 (печ. изд.)

© АО «Издательство «Просвещение»,
2014, 2019
© Художественное оформление.
АО «Издательство «Просвещение»,
2014, 2019
Все права защищены

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ (Продолжение)

Глава 1. Магнитное поле	5
§ 1. Магнитное поле. Индукция магнитного поля	—
§ 2. Сила Ампера	11
§ 3.* Примеры решения задач по теме «Сила Ампера»	17
§ 4. Действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. Сила Лоренца	20
§ 5.* Примеры решения задач по теме «Сила Лоренца»	24
§ 6. Магнитные свойства вещества	27
Глава 2. Электромагнитная индукция	31
§ 7. Электромагнитная индукция. Магнитный поток	—
§ 8. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции	35
§ 9.* ЭДС индукции в движущихся проводниках	40
§ 10.* Примеры решения задач по теме «Закон электромагнитной индукции»	43
§ 11. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля	47
§ 12.* Примеры решения задач по теме «Самоиндукция. Энергия магнитного поля»	50

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Глава 3. Механические колебания	53
§ 13. Свободные колебания	—
§ 14. Гармонические колебания	59
§ 15.* Примеры решения задач по теме «Гармонические колебания»	66
§ 16. Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс	69
Глава 4. Электромагнитные колебания	74
§ 17. Свободные электромагнитные колебания	—
§ 18.* Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями	77
§ 19. Гармонические электромагнитные колебания в колебательном контуре. Формула Томсона	80
§ 20.* Примеры решения задач по теме «Гармонические электромагнитные колебания»	83
§ 21. Переменный электрический ток. Резистор в цепи переменного тока	86
§ 22.* Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока	91
§ 23. Резонанс в электрической цепи	96
§ 24.* Примеры решения задач по теме «Переменный электрический ток»	98
§ 25.* Автоколебания	101

§ 26.*	Генератор переменного тока. Трансформатор	105
§ 27.*	Производство, передача и потребление электрической энергии	109
§ 28.*	Примеры решения задач по теме «Трансформатор. Передача электроэнергии»	113
Глава 5.	Механические волны	116
§ 29.	Волновые явления. Характеристики волны	—
§ 30.*	Распространение волн в упругих средах. Уравнение гармонической бегущей волны	122
§ 31.	Звуковые волны	125
§ 32.*	Примеры решения задач по теме «Механические волны»	128
§ 33.	Интерференция, дифракция и поляризация механических волн	131
§ 34.*	Примеры решения задач по теме «Интерференция и дифракция механических волн»	138
Глава 6.	Электромагнитные волны	140
§ 35.	Электромагнитное поле. Электромагнитная волна	—
§ 36.*	Экспериментальное обнаружение электромагнитных волн. Плотность потока электромагнитного излучения	146
§ 37.*	Изобретение радио А. С. Поповым. Принципы радиосвязи	151
§ 38.*	Модуляция и детектирование	155
§ 39.	Свойства электромагнитных волн	157
§ 40.*	Распространение радиоволн. Радиолокация	160
§ 41.*	Понятие о телевидении	163
§ 42.	Развитие средств связи	166
§ 43.*	Примеры решения задач по теме «Электромагнитные волны»	168

ОПТИКА

Глава 7.	Световые волны	172
§ 44.	Скорость света	—
§ 45.	Принцип Гюйгенса. Закон отражения света	174
§ 46.*	Примеры решения задач по теме «Закон прямолинейного распространения света. Законы отражения света»	176
§ 47.	Законы преломления света	179
§ 48.	Полное отражение света	183
§ 49.*	Примеры решения задач по теме «Закон преломления света. Полное отражение света»	187
§ 50.	Линзы. Построение изображений в линзе	191
§ 51.	Формула тонкой линзы. Увеличение линзы	197
§ 52.*	Примеры решения задач по теме «Линзы»	199
§ 53.	Дисперсия света	203
§ 54.	Интерференция света	206
§ 55.*	Некоторые области применения интерференции	211

§ 56.	Дифракция света	213
§ 57.*	Границы применимости геометрической оптики	216
§ 58.	Дифракционная решётка	218
§ 59.*	Примеры решения задач по теме «Интерференция и дифракция света»	221
§ 60.	Поперечность световых волн. Поляризация света	225
Глава 8.	Элементы теории относительности	229
§ 61.*	Законы электродинамики и принцип относительности	—
§ 62.	Постулаты теории относительности	232
§ 63.	Основные следствия из постулатов теории относительности	236
§ 64.	Элементы релятивистской динамики	239
§ 65.*	Примеры решения задач по теме «Элементы специальной теории относительности»	242
Глава 9.	Излучение и спектры	246
§ 66.	Виды излучений. Источники света	—
§ 67.*	Спектры и спектральный анализ	249
§ 68.	Шкала электромагнитных волн	254
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА		
Глава 10.	Световые кванты	260
§ 69.	Фотоэффект	—
§ 70.*	Применение фотоэффекта	266
§ 71.	Фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм	268
§ 72.*	Давление света. Химическое действие света	272
§ 73.*	Примеры решения задач по теме «Световые кванты. Фотоэффект»	275
Глава 11.	Атомная физика	279
§ 74.	Строение атома. Опыты Резерфорда	—
§ 75.	Квантовые постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору	284
§ 76.*	Лазеры	289
§ 77.*	Примеры решения задач по теме «Атомная физика»	294
Глава 12.	Физика атомного ядра	299
§ 78.	Строение атомного ядра. Ядерные силы	—
§ 79.*	Обменная модель ядерного взаимодействия	303
§ 80.	Энергия связи атомных ядер	305
§ 81.*	Примеры решения задач по теме «Энергия связи атомных ядер»	308
§ 82.	Радиоактивность	310
§ 83.*	Виды радиоактивного излучения	313
§ 84.	Закон радиоактивного распада. Период полураспада	318
§ 85.*	Примеры решения задач по теме «Закон радиоактивного распада»	321

§ 86.*	Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц	323
§ 87.	Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции	327
§ 88.	Деление ядер урана. Цепная реакция деления	332
§ 89.*	Ядерный реактор	337
§ 90.	Термоядерные реакции	340
§ 91.*	Примеры решения задач по теме «Ядерные реакции»	342
§ 92.	Применение ядерной энергии	344
§ 93.*	Изотопы. Получение и применение радиоактивных изотопов	346
§ 94.*	Биологическое действие радиоактивных излучений	350
Глава 13.	Элементарные частицы	353
§ 95.	Три этапа в развитии физики элементарных частиц	—
§ 96.	Открытие позитрона. Античастицы	357
§ 97.*	Лептоны	359
§ 98.*	Адроны. Кварки	361

АСТРОНОМИЯ

Глава 14.	Солнечная система	365
§ 99.*	Видимые движения небесных тел. Законы Кеплера	—
§ 100.	Система Земля—Луна	371
§ 101.	Физическая природа планет и малых тел Солнечной системы.....	374
Глава 15.	Солнце и звёзды	379
§ 102.	Солнце	—
§ 103.	Основные характеристики звёзд	384
§ 104.*	Внутреннее строение Солнца и звёзд	388
§ 105.	Эволюция звёзд: рождение, жизнь и смерть звёзд	392
Глава 16.	Строение Вселенной	394
§ 106.	Млечный Путь — наша Галактика	—
§ 107.	Галактики	397
§ 108.*	Строение и эволюция Вселенной	402
§ 109.*	Примеры решения задач по теме «Астрономия»	406
Заключение	408	
Единая физическая картина мира	—	
Лабораторные работы	413	
Ответы к задачам для самостоятельного решения	422	
Ответы к образцам заданий ЕГЭ	424	
Предметно-именной указатель	426	