

УДК 373.167.1:53+53(075.3)
ББК 22.3я72
Ф50

Авторский коллектив:

Г. Я. Мякишев, М. А. Петрова, О. С. Угольников, С. В. Пилипенко,
В. В. Кудрявцев, С. В. Степанов, В. Ф. Комиссаров, А. А. Заболотский

Учебник допущен к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, в соответствии с Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 254 от 20.05.2020 (в редакции приказа № 766 от 23.12.2020).

Издание выходит в pdf-формате.

Физика : 11-й класс : учебник : базовый уровень : издание в pdf-Ф50 формате / Г. Я. Мякишев, М. А. Петрова, О. С. Угольников [и др.]. — 4-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022. — 476, [4] с. : ил.

ISBN 978-5-09-101634-5 (электр. изд.). — Текст : электронный.
ISBN 978-5-09-087865-4 (печ. изд.).

Учебник предназначен для учащихся 11 классов, изучающих физику на базовом уровне, создан с учётом современных научных представлений и включает следующие разделы: «Электродинамика (продолжение)», «Колебания и волны», «Квантовая физика и астрофизика».

Методический аппарат учебника составляют вопросы, система заданий, включающих вычислительные и графические задачи, вопросы для обсуждения, содержащие качественные задачи, задания для экспериментальной проектной деятельности, темы рефератов и проектов, описания лабораторных работ.

Большое количество красочных иллюстраций, графиков и схем, разнообразные вопросы и задания, а также дополнительные сведения и любопытные факты способствуют эффективному усвоению учебного материала.

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)
ББК 22.3я72

ISBN 978-5-09-101634-5 (электр. изд.)
ISBN 978-5-09-087865-4 (печ. изд.)

© АО «Издательство «Просвещение», 2021
© Художественное оформление.
АО «Издательство «Просвещение», 2021
Все права защищены

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

ГЛАВА 1. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

§ 1.	Условия существования электрического тока. Электрический ток в проводниках	4
§ 2.	Закон Ома для участка цепи. Зависимость сопротивления от температуры	11
§ 3.	Сверхпроводимость	17
§ 4.	Соединение проводников	20
§ 5.	Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля—Ленца	26
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО... Из истории развития физики и техники	31
§ 6.	Измерение силы тока, напряжения и сопротивления в электрической цепи	32
§ 7.	Электродвижущая сила. Источники тока	37
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО... Из истории развития физики и техники	42
§ 8.	Закон Ома для полной цепи	43
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ...	50

ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В СРЕДАХ

§ 9.	Экспериментальные обоснования электронной проводимости металлов	51
§ 10.	Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Законы электролиза	54
§ 11.	Электрический ток в газах	61
§ 12.	Различные типы самостоятельного разряда. Плазма	67

§ 13.	Электрический ток в вакууме	72
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории развития физики и техники	78
§ 14.	Электрический ток в полупроводниках	79
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	На переднем крае науки	84
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ . . .	86

ГЛАВА 3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

§ 15.	Магнитные взаимодействия.	
	Магнитное поле токов	87
§ 16.	Индукция магнитного поля	91
§ 17.	Линии магнитной индукции	96
§ 18.	Действие магнитного поля на проводник с током.	
	Закон Ампера	99
§ 19.	Движение заряженных частиц в магнитном поле.	
	Сила Лоренца	108
§ 20.	Магнитные свойства вещества	114
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Интересные факты.	119
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ . . .	120

ГЛАВА 4. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

§ 21.	Опыты Фарадея. Магнитный поток	121
§ 22.	Закон электромагнитной индукции.	
	Вихревое электрическое поле	127
§ 23.	Самоиндукция. Индуктивность.	
	Энергия магнитного поля тока	134
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Интересные факты	139
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ . . .	140

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

ГЛАВА 5. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

§ 24.	Условия возникновения механических колебаний.	
	Две модели колебательных систем	142
§ 25.	Кинематика колебательного движения.	
	Гармонические колебания	146
§ 26.	Динамика колебательного движения	152
§ 27.	Превращение энергии при гармонических колебаниях.	
	Затухающие колебания	157

ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
Из истории развития физики и техники	162
§ 28. Вынужденные колебания. Резонанс	163
§ 29. Механические волны	169
§ 30. Волны в среде. Звук	174
ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
Интересные факты.	179
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	180

ГЛАВА 6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

§ 31. Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур	181
§ 32. Процессы при гармонических колебаниях в колебательном контуре	187
§ 33. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток	192
§ 34. Резистор в цепи переменного тока. Действующие значения силы тока и напряжения	196
§ 35. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока	199
§ 36. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи	204
§ 37. Трансформатор	208
ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
Из истории развития физики и техники	213
§ 38. Производство, передача и использование электрической энергии	214
§ 39. Электромагнитные волны	220
§ 40. Принципы радиосвязи и телевидения	226
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	232

ГЛАВА 7. ЗАКОНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

§ 41. Закон прямолинейного распространения света. Закон отражения света	233
ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
Из истории развития физики и техники.	240
§ 42. Закон преломления света	241
ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
Интересные факты.	246
§ 43. Явление полного внутреннего отражения	249
§ 44. Линзы. Формула тонкой линзы	252
§ 45. Построение изображений в тонких линзах	259

§ 46.	Глаз как оптическая система	266
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории развития физики и техники	269
§ 47.	Оптические приборы	270
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	276

ГЛАВА 8. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

§ 48.	Измерение скорости света. Дисперсия света	277
§ 49.	Принцип Гюйгенса	281
§ 50.	Интерференция волн	284
§ 51.	Интерференция света	288
§ 52.	Дифракция света	294
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории развития физики и техники	298
§ 53.	Дифракционная решётка	299
§ 54.	Поляризация световых волн	304
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории развития физики и техники	307
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	308

ГЛАВА 9. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

§ 55.	Законы электродинамики и принцип относительности	309
§ 56.	Постулаты специальной теории относительности	313
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Интересные факты	319
§ 57.	Масса, импульс и энергия в специальной теории относительности	319

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. АСТРОФИЗИКА

ГЛАВА 10. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА. СТРОЕНИЕ АТОМА

§ 58.	Равновесное тепловое излучение	324
§ 59.	Законы фотоэффекта	327
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Интересные факты	334
§ 60.	Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм	335
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории развития физики и техники	340
§ 61.	Планетарная модель атома	341
§ 62.	Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору	345
§ 63.	Лазеры	352
	ЗАДАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	357

ГЛАВА 11. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

§ 64.	Методы регистрации заряженных частиц	358
§ 65.	Естественная радиоактивность	362
§ 66.	Радиоактивные превращения. Закон радиоактивного распада. Изотопы	365
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Интересные факты.	370
§ 67.	Искусственное превращение атомных ядер. Протонно-нейтронная модель атомного ядра	370
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Интересные факты.	374
§ 68.	Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер	375
§ 69.	Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор	379
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	Из истории развития физики и техники.	384
§ 70.	Биологическое действие радиоактивных излучений	385
§ 71.	Термоядерные реакции. Термоядерный синтез	388
§ 72.	Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия	391
	ЭТО ЛЮБОПЫТНО...	
	На переднем крае науки	395

ГЛАВА 12. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ

§ 73.	Солнечная система	397
§ 74.	Солнце	407
§ 75.	Звёзды	411
§ 76.	Наша Галактика	421
§ 77.	Другие галактики	426
§ 78.	Пространственно-временные масштабы наблюдаемой Вселенной	431
§ 79.	Представления об эволюции Вселенной	436
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	446
	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	448
	ОТВЕТЫ К УПРАЖНЕНИЯМ	470