

Л. Э. Генденштейн,  
А. А. Булатова, И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина

# ФИЗИКА

11 класс

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВНИ

Учебник

В двух частях

Часть 2

Под редакцией В. А. Орлова

Допущено  
Министерством просвещения  
Российской Федерации

4-е издание, стереотипное

Москва  
«Просвещение»  
2024

УДК 373.167.1:53+53(075.3)  
ББК 22.3я721  
Ф50

**Авторы:**

Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова, И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина

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).

В соответствии с Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 858 от 21.09.2022 г. в отношении учебника установлен предельный срок использования.

Издание выходит в pdf-формате.

**Физика : 11-й класс : базовый и углублённый уровни : учебник :**  
Ф50 в 2 частях : издание в pdf-формате / Л. Э. Генденштейн, А. А. Булатова, И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина ; под ред. В. А. Орлова. — 4-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2024.

ISBN 978-5-09-119785-3 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-117294-2 (печ. изд.).

Ч. 2. — 206, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-09-119787-7 (электр. изд.).

ISBN 978-5-09-115472-6 (печ. изд.).

Линия учебников для среднего общего образования ориентирована на обучение решению задач. Параграфы представляют собой канву сценариев уроков, реализующих системно-деятельностный подход к обучению: тщательно подобранные задания погружены непосредственно в теорию. В 10 классе изложены темы: кинематика, динамика, законы сохранения в механике, статика и гидростатика, молекулярная физика и термодинамика, электростатика и постоянный электрический ток; в 11 классе — электро-динамика, колебания и волны, оптика, элементы теории относительности, квантовая физика, строение Вселенной. Материал для углублённого изучения отмечен звёздочкой. Имеются задания для проектно-исследовательской деятельности.

Соответствуют Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования и Примерной основной образовательной программе среднего общего образования.

Предназначены для всех наименований образовательных организаций: школ, лицеев, гимназий, центров образования, колледжей, СПО и пр.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)

ББК 22.3я721

*Учебное издание*

**Генденштейн Лев Элевич**  
**Булатова Альбина Александровна**  
**Корнильев Игорь Николаевич**  
**Кошкина Анжелика Васильевна**

**ФИЗИКА**

**11 класс**

**Базовый и углублённый уровни**

**Учебник**

**В двух частях. Часть 2**

**Центр математики, физики и астрономии**

**Ответственный за выпуск Г. Еришова**

**Редактор Г. Еришова. Методист Н. Лукиенко. Оформление Н. Новак**

**Художник Ю. Корчмарь. Технический редактор Е. Денюкова**

**Корректор И. Копылова. Компьютерная вёрстка А. Борисенко**

Дата подписания к использованию 15.03.2024. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 16,9.

Тираж экз. Заказ № .

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».

Российская Федерация, 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16,  
стр. 3, помещение 1Н.

Адрес электронной почты «Горячей линии» — [vopros@prosv.ru](mailto:vopros@prosv.ru).

ISBN 978-5-09-119787-7 (ч. 2, электр. изд.)

ISBN 978-5-09-119785-3 (электр. изд.)

ISBN 978-5-09-115472-6 (ч. 2, печ. изд.)

ISBN 978-5-09-117294-2 (печ. изд.)

© АО «Издательство «Просвещение», 2021

© Художественное оформление.

АО «Издательство «Просвещение», 2021

Все права защищены

## Оглавление

### ОПТИКА

#### Глава V. Геометрическая оптика

<b>§ 16. Законы геометрической оптики .....</b>	<b>4</b>
1. Лучи света и точечный источник света .....	4
2. Прямолинейное распространение света. Тень и полутень .....	5
3. Отражение света .....	6
4. Преломление света .....	9
5. Полное внутреннее отражение .....	12
<b>§ 17. Линзы. Построение изображений в линзах .....</b>	<b>17</b>
1. Виды линз. Основные элементы линзы .....	17
2. Фокусы линзы .....	19
3. Изображения в линзах .....	21
4. Построение изображений в линзах .....	22
5. Увеличение линзы .....	23
6. Формула тонкой линзы .....	25
*7. Исследование более сложных ситуаций .....	27
<b>§ 18. Глаз и оптические приборы .....</b>	<b>35</b>
1. Глаз .....	35
2. Оптические приборы .....	37
Главное в этой главе .....	41

#### Глава VI. Волновая оптика

<b>§ 19. Интерференция волн .....</b>	<b>42</b>
1. Свет — частицы или волны? .....	42
2. Интерференция волн на поверхности воды .....	43
3. Интерференция света .....	46
<b>§ 20. Дифракция волн .....</b>	<b>54</b>
1. Дифракция волн на поверхности воды .....	54
2. Дифракция света .....	55
3. Опыт Юнга с двумя щелями .....	55
4. Дифракционная решётка .....	58
<b>§ 21. Дисперсия. Поляризация.</b>	
<b>Принцип Гюйгенса — Френеля .....</b>	<b>63</b>
1. Дисперсия света .....	63
2. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения .....	64
3. Поляризация света .....	65
*4. Соотношение между волновой и геометрической оптикой .....	67
Главное в этой главе .....	73

## Глава VII. Элементы теории относительности

<b>§22. Основные положения специальной теории относительности .....</b>	<b>74</b>
1. Постулаты специальной теории относительности .....	74
2. Относительность одновременности.....	76
<b>§23. Энергия тела. Энергия покоя .....</b>	<b>80</b>
1. Энергия тела.....	80
2. Соответствие теории относительности и классической механики .....	83
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>84</b>

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### Глава VIII. Кванты и атомы

<b>§24. Фотоэффект. Фотоны.....</b>	<b>86</b>
*1. Тепловое равновесие между веществом и излучением. Гипотеза Планка о квантах.....	86
2. Явление фотоэффекта .....	87
3. Законы фотоэффекта .....	89
4. Теория фотоэффекта .....	90
5. Фотоны.....	92
6. Применения фотоэффекта .....	93
<b>§25. Строение атома. Атомные спектры .....</b>	<b>98</b>
1. Открытие атомного ядра. Планетарная модель атома.....	98
2. Теория атома Бора .....	100
3. Спектры излучения и поглощения .....	101
4. Энергетические уровни .....	103
5. Спонтанное и вынужденное излучения .....	104
6. Лазеры .....	105
7. Корпускулярно-волновой дуализм.....	107
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>112</b>

### Глава IX. Атомное ядро и элементарные частицы

<b>§26. Атомное ядро. Радиоактивность .....</b>	<b>113</b>
1. Строение атомного ядра.....	113
2. Ядерные силы.....	114
3. Открытие радиоактивности .....	114
4. Радиоактивные превращения.....	116
5. Закон радиоактивного распада .....	117
<b>§27. Ядерные реакции. Ядерная энергетика.....</b>	<b>122</b>
1. Ядерные реакции .....	122
2. Энергия связи атомных ядер .....	123
3. Реакции синтеза и деления ядер.....	125
4. Ядерный реактор.....	127
5. Ядерная энергетика.....	128

<b>§28. Элементарные частицы.....</b>	<b>133</b>
1. Классификация элементарных частиц.....	133
2. Фундаментальные частицы и фундаментальные взаимодействия .....	134
3. Методы регистрации и исследования элементарных частиц.....	136
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>140</b>

## СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

### Глава X. Солнечная система

<b>§29. Солнце .....</b>	<b>142</b>
1. Источник энергии Солнца.....	142
2. Строение Солнца .....	142
<b>§30. Планеты и другие тела Солнечной системы .....</b>	<b>145</b>
1. Две группы больших планет.....	145
2. Планеты земной группы.....	146
3. Планеты-гиганты.....	150
4. Малые тела Солнечной системы.....	152
5. Происхождение Солнечной системы.....	152
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>154</b>

### Глава XI. Звёзды и галактики

<b>§31. Звёзды.....</b>	<b>155</b>
1. Главная последовательность, красные гиганты и белые карлики .....	155
2. Эволюция звёзд.....	157
3. Нейтронные звёзды, новые и сверхновые, чёрные дыры .....	158
4. Происхождение химических элементов.....	159
<b>§32. Галактики .....</b>	<b>161</b>
1. Млечный Путь.....	161
2. Другие галактики.....	163
3. Распирение Вселенной .....	164
4. Большой взрыв .....	165
5. Тёмная энергия и тёмная материя .....	166
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>169</b>

<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ.....</b>	<b>170</b>
<b>ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>177</b>
<b>ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ.....</b>	<b>184</b>
<b>ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ .....</b>	<b>192</b>
<b>Предметно-именной указатель .....</b>	<b>198</b>