

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

Издание выходит в pdf-формате.

**Физика** : 11-й класс : базовый и углублённый уровни : учеб-  
Ф50 ник : в 2 частях : издание в pdf-формате / Л. Э. Генденштейн,  
А. А. Булатова, И. Н. Корнильев, А. В. Кошкина ; под ред.  
В. А. Орлова. — 3-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022.  
ISBN 978-5-09-102102-8 (электр. изд.). — Текст : электронный.  
ISBN 978-5-09-087419-9 (печ. изд.).  
Ч. 1. — 191, [1] с. : ил.  
ISBN 978-5-09-101625-3 (электр. изд.).  
ISBN 978-5-09-087420-5 (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 — электродинамика, 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 1

Центр физики и астрономии

Ответственный за выпуск *Г. Ершова*

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

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

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

Подписано в печать 01.02.2022. Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 15,6.

Тираж экз. Заказ № .

Акционерное общество «Издательство «Просвещение».

Российская Федерация, 127473, г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16,  
стр. 3, этаж 4, помещение I.

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

ISBN 978-5-09-101625-3 (ч. 1, электр. изд.)

ISBN 978-5-09-102102-8 (электр. изд.)

ISBN 978-5-09-087420-5 (ч. 1, печ. изд.)

ISBN 978-5-09-087419-9 (печ. изд.)

© Генденштейн Л. Э., Булатова А. А.,

Корнильев И. Н., Кошкина А. В., 2019

© АО «Издательство «Просвещение», 2021

© Художественное оформление

АО «Издательство «Просвещение», 2021

Все права защищены

## Оглавление

<b>БУДЕМ ИЗУЧАТЬ ФИЗИКУ ВМЕСТЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА</b>	
<b>Глава I. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ</b>	
<b>§ 1. Магнитные взаимодействия. Магнитное поле .....</b>	<b>6</b>
1. Взаимодействие постоянных магнитов .....	6
2. Взаимодействие проводников с токами .....	7
3. Магнитные свойства вещества .....	8
4. Магнитное поле.....	10
5. Правило буравчика.....	12
<b>§ 2. Закон Ампера .....</b>	<b>21</b>
1. Сила Ампера.....	21
2. Закон Ампера .....	22
3. Правило левой руки .....	22
4. Рамка с током в магнитном поле.....	26
<b>*§ 3. Исследование более сложных ситуаций .....</b>	<b>32</b>
1. Стержень на горизонтальных направляющих .....	32
2. Стержень на наклонных направляющих .....	33
3. Полный оборот стержня, подвешенного на проводах .....	34
4. Проводник с током в неоднородном магнитном поле.....	35
<b>§ 4. Сила Лоренца .....</b>	<b>39</b>
1. Модуль силы Лоренца .....	39
2. Направление силы Лоренца .....	40
3. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.....	43
*4. «Фильтр скоростей» .....	43
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>48</b>
<b>Глава II. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ</b>	
<b>§ 5. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца ...</b>	<b>49</b>
1. Опыты Фарадея.....	49
2. Явление электромагнитной индукции .....	51
3. Правило Ленца.....	53
<b>§ 6. Закон электромагнитной индукции .....</b>	<b>60</b>
1. ЭДС индукции .....	60
2. Закон электромагнитной индукции.....	61
3. Напряжение на концах проводника, движущегося в магнитном поле .....	63
*4. Исследование более сложных ситуаций.....	65
<b>§ 7. Самоиндукция. Энергия магнитного поля .....</b>	<b>70</b>
1. Явление самоиндукции .....	70
2. Индуктивность .....	71
3. Энергия магнитного поля контура с током .....	73
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>78</b>
<b>КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ</b>	
<b>Глава III. КОЛЕБАНИЯ</b>	
<b>§ 8. Свободные механические колебания .....</b>	<b>80</b>
1. Условия существования свободных колебаний .....	80

2. Основные характеристики колебаний.....	82
3. Гармонические колебания .....	83
<b>§ 9. Динамика механических колебаний .....</b>	<b>89</b>
1. Пружинный маятник.....	89
2. Математический маятник.....	94
3. Скорость и ускорение тела при гармонических колебаниях.....	96
<b>§ 10. Энергия механических колебаний.</b>	
<b>Вынужденные колебания .....</b>	<b>99</b>
1. Превращения энергии при свободных гармонических колебаниях.....	99
2. Вынужденные колебания .....	101
<b>§ 11. Колебательный контур.....</b>	<b>106</b>
1. Свободные электромагнитные колебания .....	106
*2. Вывод формулы для периода электромагнитных колебаний.....	108
3. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями.....	110
*4. Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс.....	110
<b>§ 12. Переменный электрический ток .....</b>	<b>115</b>
1. Индукционный генератор электрического тока.....	115
2. Действующие значения напряжения и силы тока .....	117
*3. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока .....	119
4. Производство, передача и потребление электроэнергии ....	123
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>131</b>
<b>Глава IV. ВОЛНЫ</b>	
<b>§ 13. Механические волны. Звук .....</b>	<b>132</b>
1. Механические волны .....	132
2. Звук .....	136
<b>§ 14. Электромагнитные волны.....</b>	<b>140</b>
1. Предсказание и открытие электромагнитных волн .....	140
2. Свойства электромагнитных волн .....	141
3. Практическое применение электромагнитных излучений и шкала электромагнитных волн .....	143
<b>§ 15. Передача информации с помощью электромагнитных волн.....</b>	<b>145</b>
1. Принципы радиосвязи .....	145
*2. Передача радиоволн.....	147
*3. Приём радиоволн .....	149
4. Современные средства связи.....	154
<b>Главное в этой главе .....</b>	<b>157</b>
<b>Погрешности измерений.....</b>	<b>158</b>
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>162</b>
<b>ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>167</b>
<b>Рекомендации по оформлению проектно-исследовательской работы .....</b>	<b>170</b>
<b>ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ .....</b>	<b>171</b>
<b>ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ .....</b>	<b>180</b>
<b>Предметно-именной указатель .....</b>	<b>189</b>