

Лучшие
классические
учебники

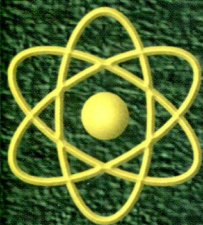
И. В. САВЕЛЬЕВ
**КУРС
ОБЩЕЙ
ФИЗИКИ**

ТОМ
2

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
И МАГНЕТИЗМ

•
ВОЛНЫ

•
ОПТИКА



Знание
Уверенность
Успех

И. В. САВЕЛЬЕВ

КУРС ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ТОМ 2

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
И МАГНЕТИЗМ

•

ВОЛНЫ

•

ОПТИКА

Издание четвертое,
стереотипное

ДОПУЩЕНО

*Научно-методическим советом по физике
Министерства образования и науки
Российской Федерации в качестве
учебного пособия для студентов
высших учебных заведений,
обучающихся по техническим (550000)
и технологическим (650000)
направлениям*



Санкт-Петербург · Москва · Краснодар
2005

ББК 22.3
С 12

Савельев И. В.

С 12 Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 4-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2005. — 496 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 5-8114-0629-0 (Общий)

ISBN 5-8114-0631-2 (Том 2)

Трехтомный курс общей физики, созданный профессором Московского инженерно-физического института, заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, лауреатом Государственной премии СССР И. В. Савельевым, знакомит студентов с основными идеями и методами физики. Особое внимание обращено на разъяснение смысла физических законов и на сознательное применение их.

Второй том включает материал, посвященный электричеству, магнетизму, волновой физике и оптике.

Учебник предназначен для технических вузов с расширенной программой по физике, однако изложение построено так, что опустив отдельные моменты, книгу можно использовать для вузов с обычной программой.

ББК 22.3

Координатор проекта
профессор *Н. М. КОЖЕВНИКОВ* (СПбГПУ)

Генеральный директор *А. Л. Кноп*. Директор издательства *О. В. Смирнова*
Художественный редактор *С. Л. Шапиро*
Оформление обложки *С. Л. Шапиро, А. Ю. Лапшин*

ЛР № 065466 от 21.10.97.
Гигиенический сертификат 78.01.07.953.П.001665.03.02
от 18.03.2002 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lpbl.spb.ru; www.lanpbl.spb.ru; 192029, Санкт-Петербург, Общественный пер., 5.
Издательство: тел./факс: (812)567-29-35, 567-05-97, 567-92-72;
pbl@lpbl.spb.ru; print@lpbl.spb.ru

Книги издательства «Лань»
можно приобрести в оптовых книготорговых организациях:
ООО «ЛАНЬ-ТРЕЙД». 192029, Санкт-Петербург, ул. Крупской, 13,
тел./факс: (812)567-54-93, тел.: (812)567-85-78, (812)567-14-45, 567-85-82, 567-85-91;
trade@lanpbl.spb.ru; www.lanpbl.spb.ru/price.htm
ООО «ЛАНЬ-ПРЕСС». 109263, Москва, 7-я ул. Текстильщиков, 6/19,
тел.: (095)178-65-85, 178-57-04; lanpress@ultimanet.ru
ООО «ЛАНЬ-ЮГ». 350072, Краснодар, ул. Жлобы, 1/1, тел.: (861)274-10-35;
lankrd98@mail.ru

Подписано в печать 30.06.05. Бумага офсетная. Гарнитура Литературная.
Формат 60×90 1/16. Печать офсетная. Усл. п. л. 31. Тираж 3000 экз.
Заказ № 3872

Отпечатано во ФГУП ИПК «Ульяновский Дом печати»
432980, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

Охраняется Законом РФ об авторском праве. Воспроизведение всей книги или любой ее части запрещается без письменного разрешения издателя. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.

© Издательство «Лань», серия, 2005
© И. В. Савельев, наследники, 2005
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2005

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Предисловие | 8 |
| Методические рекомендации | 9 |
| ЧАСТЬ I | |
| ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ | |
| Глава I. Электрическое поле в вакууме | 11 |
| § 1. Электрический заряд | 11 |
| § 2. Закон Кулона | 12 |
| § 3. Системы единиц | 14 |
| § 4. Рационализованная запись формул | 16 |
| § 5. Электрическое поле. Напряженность поля | 16 |
| § 6. Потенциал | 20 |
| § 7. Энергия взаимодействия системы зарядов | 24 |
| § 8. Связь между напряженностью электрического поля и потенциалом | 25 |
| § 9. Диполь | 28 |
| § 10. Поле системы зарядов на больших расстояниях | 34 |
| § 11. Описание свойств векторных полей | 36 |
| § 12. Циркуляция и ротор электростатического поля | 51 |
| § 13. Теорема Гаусса | 53 |
| § 14. Вычисление полей с помощью теоремы Гаусса | 54 |
| Глава II. Электрическое поле в диэлектриках | 60 |
| § 15. Полярные и неполярные молекулы | 60 |
| § 16. Поляризация диэлектриков | 62 |
| § 17. Поле внутри диэлектрика | 64 |
| § 18. Объемные и поверхностные связанные заряды | 65 |
| § 19. Вектор электрического смещения | 70 |
| § 20. Примеры на вычисление поля в диэлектриках | 73 |
| § 21. Условия на границе двух диэлектриков | 77 |
| § 22. Силы, действующие на заряд в диэлектрике | 80 |
| § 23. Сегнетоэлектрики | 81 |
| Глава III. Проводники в электрическом поле | 84 |
| § 24. Равновесие зарядов на проводнике | 84 |
| § 25. Проводник во внешнем электрическом поле | 86 |
| § 26. Емкость | 87 |
| § 27. Конденсаторы | 89 |
| Глава IV. Энергия электрического поля | 92 |
| § 28. Энергия заряженного проводника | 92 |
| § 29. Энергия заряженного конденсатора | 92 |
| § 30. Энергия электрического поля | 95 |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|------------|
| Глава V. Постоянный электрический ток | 98 |
| § 31. Электрический ток | 98 |
| § 32. Уравнение непрерывности | 101 |
| § 33. Электродвижущая сила | 102 |
| § 34. Закон Ома. Сопротивление проводников | 104 |
| § 35. Закон Ома для неоднородного участка цепи | 107 |
| § 36. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа | 108 |
| § 37. Мощность тока | 111 |
| § 38. Закон Джоуля — Ленца | 112 |
| Глава VI. Магнитное поле в вакууме | 114 |
| § 39. Взаимодействие токов | 114 |
| § 40. Магнитное поле | 116 |
| § 41. Поле движущегося заряда | 117 |
| § 42. Закон Био — Савара | 120 |
| § 43. Сила Лоренца | 123 |
| § 44. Закон Ампера | 125 |
| § 45. Магнитное взаимодействие как релятивистский эффект | 127 |
| § 46. Контур с током в магнитном поле | 133 |
| § 47. Магнитное поле контура с током | 138 |
| § 48. Работа, совершаемая при перемещении тока в магнитном поле | 140 |
| § 49. Дивергенция и ротор магнитного поля | 144 |
| § 50. Поле соленоида и тороида | 148 |
| Глава VII. Магнитное поле в веществе | 153 |
| § 51. Намагничение магнетика | 153 |
| § 52. Напряженность магнитного поля | 154 |
| § 53. Вычисление поля в магнетиках | 159 |
| § 54. Условия на границе двух магнетиков | 162 |
| § 55. Виды магнетиков | 165 |
| § 56. Магнитомеханические явления | 166 |
| § 57. Диамагнетизм | 170 |
| § 58. Парамагнетизм | 173 |
| § 59. Ферромагнетизм | 176 |
| Глава VIII. Электромагнитная индукция | 181 |
| § 60. Явление электромагнитной индукции | 181 |
| § 61. Электродвижущая сила индукции | 182 |
| § 62. Методы измерения магнитной индукции | 185 |
| § 63. Токи Фуко | 187 |
| § 64. Явление самоиндукции | 188 |
| § 65. Ток при замыкании и размыкании цепи | 191 |
| § 66. Взаимная индукция | 193 |
| § 67. Энергия магнитного поля | 195 |
| § 68. Работа перемещения ферромагнетика | 197 |
| Глава IX. Уравнения Максвелла | 199 |
| § 69. Вихревое электрическое поле | 199 |
| § 70. Ток смещения | 201 |
| § 71. Уравнения Максвелла | 205 |
| Глава X. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях | 208 |
| § 72. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле | 208 |
| § 73. Отклонение движущихся заряженных частиц электрическим и магнитным полями | 210 |

| | |
|---|----------------|
| § 74. Определение заряда и массы электрона | 212 |
| § 75. Определение удельного заряда ионов. Масс-спектрографы | 217 |
| § 76. Ускорители заряженных частиц | 221 |
| Глава XI. Классическая теория электропроводности металлов | 227 |
| § 77. Природа носителей тока в металлах | 227 |
| § 78. Элементарная классическая теория металлов | 229 |
| § 79. Эффект Холла | 233 |
| Глава XII. Электрический ток в газах | 236 |
| § 80. Несамостоятельная и самостоятельная проводимость | 236 |
| § 81. Несамостоятельный газовый разряд | 236 |
| § 82. Ионизационные камеры и счетчики | 240 |
| § 83. Процессы, приводящие к появлению носителей тока при самостоятельном разряде | 244 |
| § 84. Газоразрядная плазма | 248 |
| § 85. Тлеющий разряд | 251 |
| § 86. Дуговой разряд | 254 |
| § 87. Искровой и коронный разряды | 255 |
| Глава XIII. Электрические колебания | 258 |
| § 88. Квазистационарные токи | 258 |
| § 89. Свободные колебания в контуре без активного сопротивления | 259 |
| § 90. Свободные затухающие колебания | 262 |
| § 91. Вынужденные электрические колебания | 265 |
| § 92. Переменный ток | 270 |
| ЧАСТЬ 2 | |
| ВОЛНЫ | |
| Глава XIV. Упругие волны | 274 |
| § 93. Распространение волн в упругой среде | 274 |
| § 94. Уравнения плоской и сферической волн | 277 |
| § 95. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении | 280 |
| § 96. Волновое уравнение | 281 |
| § 97. Скорость упругих волн в твердой среде | 283 |
| § 98. Энергия упругой волны | 285 |
| § 99. Стоячие волны | 289 |
| § 100. Колебания струны | 292 |
| § 101. Звук | 292 |
| § 102. Скорость звука в газах | 295 |
| § 103. Эффект Доплера для звуковых волн | 300 |
| Глава XV. Электромагнитные волны | 302 |
| § 104. Волновое уравнение для электромагнитного поля | 302 |
| § 105. Плоская электромагнитная волна | 304 |
| § 106. Экспериментальное исследование электромагнитных волн | 306 |
| § 107. Энергия электромагнитных волн | 308 |
| § 108. Импульс электромагнитного поля | 310 |
| § 109. Излучение диполя | 312 |

ЧАСТЬ 3

ОПТИКА

| | |
|--|-----|
| Глава XVI. Предварительные сведения | 316 |
| § 110. Световая волна | 316 |
| § 111. Представление гармонических функций с помощью экспонент | 319 |
| § 112. Отражение и преломление плоской волны на границе двух диэлектриков | 321 |
| § 113. Световой поток | 327 |
| § 114. Фотометрические величины и единицы | 329 |
| § 115. Геометрическая оптика | 332 |
| § 116. Центрированная оптическая система | 336 |
| § 117. Тонкая линза | 344 |
| § 118. Принцип Гюйгенса | 345 |
| Глава XVII. Интерференция света | 347 |
| § 119. Интерференция световых волн | 347 |
| § 120. Когерентность | 352 |
| § 121. Способы наблюдения интерференции света | 360 |
| § 122. Интерференция света при отражении от тонких пластинок | 362 |
| § 123. Интерферометр Майкельсона | 371 |
| § 124. Многолучевая интерференция | 373 |
| Глава XVIII. Дифракция света | 381 |
| § 125. Введение | 381 |
| § 126. Принцип Гюйгенса — Френеля | 382 |
| § 127. Зоны Френеля | 384 |
| § 128. Дифракция Френеля от простейших преград | 389 |
| § 129. Дифракция Фраунгофера от щели | 400 |
| § 130. Дифракционная решетка | 407 |
| § 131. Дифракция рентгеновских лучей | 415 |
| § 132. Разрешающая сила объектива | 422 |
| § 133. Голография | 424 |
| Глава XIX. Поляризация света | 428 |
| § 134. Естественный и поляризованный свет | 428 |
| § 135. Поляризация при отражении и преломлении | 432 |
| § 136. Поляризация при двойном лучепреломлении | 435 |
| § 137. Интерференция поляризованных лучей | 440 |
| § 138. Прохождение плоскополяризованного света через кристаллическую пластинку | 441 |
| § 139. Кристаллическая пластинка между двумя поляризаторами | 443 |
| § 140. Искусственное двойное лучепреломление | 447 |
| § 141. Вращение плоскости поляризации | 449 |
| Глава XX. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом | 452 |
| § 142. Дисперсия света | 452 |
| § 143. Групповая скорость | 452 |
| § 144. Элементарная теория дисперсии | 458 |
| § 145. Поглощение света | 461 |
| § 146. Рассеяние света | 463 |
| § 147. Эффект Вавилова — Черенкова | 465 |
| Глава XXI. Оптика движущихся сред | 467 |
| § 148. Скорость света | 467 |
| § 149. Опыт Физо | 469 |

| | |
|---|------------|
| § 150. Опыт Майкельсона | 472 |
| § 151. Эффект Доплера | 476 |
| Приложения | 479 |
| I. Единицы электрических и магнитных величин в СИ и в гауссовой системе | 479 |
| II. Основные формулы электромагнетизма в СИ и в гауссовой системе | 481 |
| III. Векторный потенциал | 486 |
| Предметный указатель | 493 |