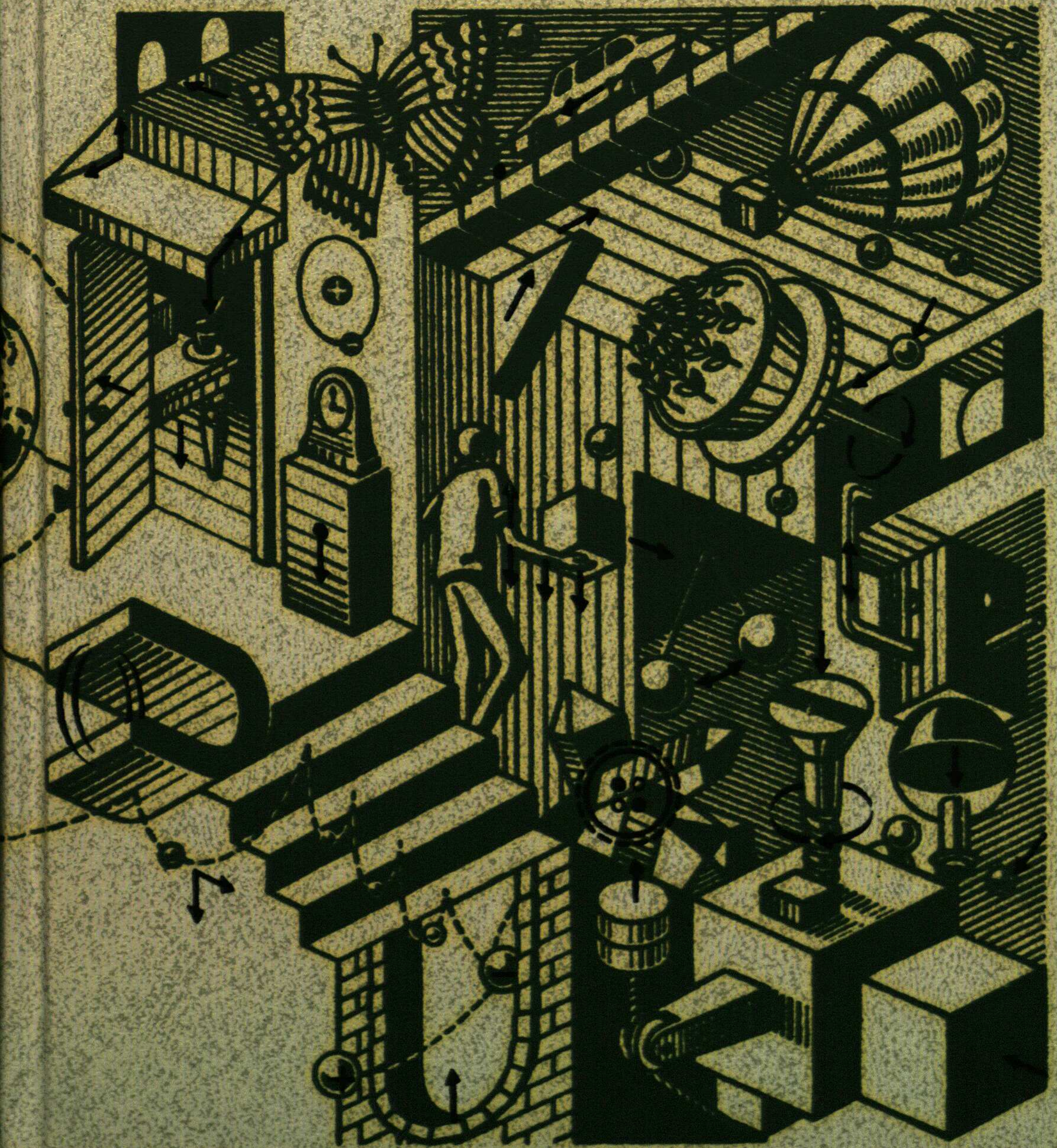


p 2013
5546

Г.И. Трофимова

Курс Физики



Оглавление

Предисловие	3		
Введение	4		
Предмет физики и ее связь с другими науками	4		
Единицы физических величин	5		
 1 Физические основы механики 			
<i>Глава 1. Элементы кинематики</i>	<i>8</i>		
§ 1. Модели в механике. Система отсчета. Траектория, длина пути, вектор перемещения	8		
§ 2. Скорость	9		
§ 3. Ускорение и его составляющие	10		
§ 4. Угловая скорость и угловое ускорение	12		
Контрольные вопросы	13		
Задачи	13		
 <i>Глава 2. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела</i>	 <i>14</i>		
§ 5. Первый закон Ньютона. Масса. Сила	14		
§ 6. Второй закон Ньютона	15		
§ 7. Третий закон Ньютона	16		
§ 8. Силы трения	16		
§ 9. Закон сохранения импульса. Центр масс	18		
§ 10. Уравнение движения тела переменной массы	19		
Контрольные вопросы	20		
Задачи	21		
 <i>Глава 3. Работа и энергия</i>	 <i>21</i>		
§ 11. Энергия, работа, мощность	21		
§ 12. Кинетическая и потенциальная энергии	22		
§ 13. Закон сохранения энергии	24		
§ 14. Графическое представление энергии	26		
§ 15. Удар абсолютно упругих и неупругих тел	27		
Контрольные вопросы	30		
Задачи	31		
		<i>Глава 4. Механика твердого тела</i>	<i>31</i>
		§ 16. Момент инерции	31
		§ 17. Кинетическая энергия вращения	32
		§ 18. Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела	33
		§ 19. Момент импульса и закон его сохранения	34
		§ 20. Свободные оси. Гироскоп	36
		§ 21. Деформации твердого тела	38
		Контрольные вопросы	41
		Задачи	41
		 <i>Глава 5. Тяготение. Элементы теории поля</i>	 <i>42</i>
		§ 22. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения	42
		§ 23. Сила тяжести и вес. Невесомость	43
		§ 24. Поле тяготения и его напряженность	44
		§ 25. Работа в поле тяготения. Потенциал поля тяготения	44
		§ 26. Космические скорости	46
		§ 27. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции	46
		Контрольные вопросы	50
		Задачи	50
		 <i>Глава 6. Элементы механики жидкостей</i>	 <i>51</i>
		§ 28. Давление в жидкости и газе	51
		§ 29. Уравнение неразрывности	52
		§ 30. Уравнение Бернулли и следствия из него	52
		§ 31. Вязкость (внутреннее трение). Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкостей	55
		§ 32. Методы определения вязкости	56
		§ 33. Движение тел в жидкостях и газах	57
		Контрольные вопросы	59
		Задачи	59
		 <i>Глава 7. Элементы специальной (частной) теории относительности</i>	 <i>60</i>
		§ 34. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности	60
		§ 35. Постулаты специальной (частной) теории относительности	61
		§ 36. Преобразования Лоренца	62
		§ 37. Следствия из преобразований Лоренца	63

§ 38. Интервал между событиями	66
§ 39. Основной закон релятивистской динамики материальной точки	67
§ 40. Закон взаимосвязи массы и энергии	68
Контрольные вопросы	71
Задачи	71

2

Основы молекулярной физики и термодинамики

<i>Глава 8. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов</i>	73
§ 41. Опытные законы идеального газа	73
§ 42. Уравнение Клапейрона — Менделеева	75
§ 43. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов	76
§ 44. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения	78
§ 45. Барометрическая формула. Распределение Больцмана	80
§ 46. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул	81
§ 47. Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории	82
§ 48. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах	83
§ 49. Вакуум и методы его получения. Свойства ультраразреженных газов	85
Контрольные вопросы	87
Задачи	88

Глава 9. Основы термодинамики

§ 50. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул	88
§ 51. Первое начало термодинамики	89
§ 52. Работа газа при изменении его объема	90
§ 53. Теплоемкость	91
§ 54. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам	93
§ 55. Адиабатический процесс. Политропный процесс	94
§ 56. Круговой процесс (цикл). Обратимые и необратимые процессы	96
§ 57. Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью	97
§ 58. Второе начало термодинамики	98

§ 59. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его к. п. д. для идеального газа	100
Контрольные вопросы	102
Задачи	103

Глава 10. Реальные газы, жидкости и твердые тела

§ 60. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия	103
§ 61. Уравнение Ван-дер-Ваальса	105
§ 62. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ	106
§ 63. Внутренняя энергия реального газа	108
§ 64. Эффект Джоуля — Томсона	108
§ 65. Сжижение газов	110
§ 66. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение	111
§ 67. Смачивание	113
§ 68. Давление под искривленной поверхностью жидкости	114
§ 69. Капиллярные явления	115
§ 70. Твердые тела. Моно- и поликристаллы	116
§ 71. Типы кристаллических твердых тел	117
§ 72. Дефекты в кристаллах	121
§ 73. Теплоемкость твердых тел	122
§ 74. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела	123
§ 75. Фазовые переходы I и II рода	124
§ 76. Диаграмма состояния. Тройная точка	125
Контрольные вопросы	127
Задачи	127

3

Электричество и электромагнетизм

<i>Глава 11. Электростатика</i>	128
§ 77. Закон сохранения электрического заряда	128
§ 78. Закон Кулона	128
§ 79. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля	130
§ 80. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поле диполя	131
§ 81. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме	133
§ 82. Применение теоремы Гаусса к расчету некоторых электростатических полей в вакууме	134
§ 83. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля	136
§ 84. Потенциал электростатического поля	137

§ 85. Напряженность как градиент потенциала. Эквипотенциальные поверхности	138	<i>Глава 14. Магнитное поле</i>	176
§ 86. Вычисление разности потенциалов по напряженности поля	139	§ 109. Магнитное поле и его характеристики	176
§ 87. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков	140	§ 110. Закон Био--Савара—Лапласа и его применение к расчету магнитного поля	178
§ 88. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике	141	§ 111. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов	180
§ 89. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике	143	§ 112. Магнитная постоянная. Единицы магнитной индукции и напряженности магнитного поля	181
§ 90. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред	144	§ 113. Магнитное поле движущегося заряда	181
§ 91. Сегнетоэлектрики	145	§ 114. Действие магнитного поля на движущийся заряд	182
§ 92. Проводники в электростатическом поле	146	§ 115. Движение заряженных частиц в магнитном поле	183
§ 93. Электрическая емкость уединенного проводника	148	§ 116. Ускорители заряженных частиц	184
§ 94. Конденсаторы	149	§ 117. Эффект Холла	186
§ 95. Энергия системы зарядов, заряженного уединенного проводника и заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля	151	§ 118. Циркуляция вектора \mathbf{B} для магнитного поля в вакууме	186
Контрольные вопросы	153	§ 119. Магнитное поле соленоида и тороида	187
Задачи	153	§ 120. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для поля \mathbf{B}	189
<i>Глава 12. Постоянный электрический ток</i>	154	§ 121. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле	189
§ 96. Электрический ток, сила и плотность тока	154	Контрольные вопросы	191
§ 97. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение	155	Задачи	191
§ 98. Закон Ома. Сопротивление проводников	156	<i>Глава 15. Электромагнитная индукция</i>	193
§ 99. Работа и мощность тока. Закон Джоуля—Ленца	158	§ 122. Явление электромагнитной индукции (опыты Фарадея)	193
§ 100. Закон Ома для неоднородного участка цепи	159	§ 123. Закон Фарадея и его вывод из закона сохранения энергии	193
§ 101. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей	160	§ 124. Вращение рамки в магнитном поле	195
Контрольные вопросы	162	§ 125. Вихревые токи (токи Фуко)	196
Задачи	162	§ 126. Индуктивность контура. Самоиндукция	197
<i>Глава 13. Электрические токи в металлах, вакууме и газах</i>	163	§ 127. Токи при размыкании и замыкании цепи	198
§ 102. Элементарная классическая теория электропроводности металлов	163	§ 128. Взаимная индукция	199
§ 103. Вывод основных законов электрического тока из классической теории электропроводности металлов	164	§ 129. Трансформаторы	200
§ 104. Работа выхода электронов из металла	166	§ 130. Энергия магнитного поля	201
§ 105. Эмиссионные явления и их применение	167	Контрольные вопросы	202
§ 106. Ионизация газов. Несамостоятельный газовый разряд	169	Задачи	203
§ 107. Самостоятельный газовый разряд и его типы	171	<i>Глава 16. Магнитные свойства вещества</i>	203
§ 108. Плазма и ее свойства	174	§ 131. Магнитные моменты электронов и атомов	203
Контрольные вопросы	175	§ 132. Диа- и парамагнетизм	205
Задачи	176	§ 133. Намагниченность. Магнитное поле в веществе	206
		§ 134. Условия на границе раздела двух магнетиков	208
		§ 135. Ферромагнетики и их свойства	209
		§ 136. Природа ферромагнетизма	211
		Контрольные вопросы	212
		Задачи	213

Глава 17. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	213
§ 137. Вихревое электрическое поле	213
§ 138. Ток смещения	214
§ 139. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля	216
Контрольные вопросы	218

4

Колебания и волны

Глава 18. Механические и электромагнитные колебания	219
§ 140. Гармонические колебания и их характеристики	219
§ 141. Механические гармонические колебания	221
§ 142. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники	222
§ 143. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре	223
§ 144. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения	225
§ 145. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний	227
§ 146. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Автоколебания	229
§ 147. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (механических и электромагнитных) и его решение	232
§ 148. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний (механических и электромагнитных). Резонанс	234
§ 149. Переменный ток	235
§ 150. Резонанс напряжений	238
§ 151. Резонанс токов	239
§ 152. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока	240
Контрольные вопросы	241
Задачи	242
Глава 19. Упругие волны	243
§ 153. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны	243
§ 154. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение	244
§ 155. Принцип суперпозиции. Групповая скорость	246
§ 156. Интерференция волн	246
§ 157. Стоячие волны	247
§ 158. Характеристика звуковых волн	249
§ 159. Эффект Доплера в акустике	251
§ 160. Ультразвук и его применение	252
Контрольные вопросы	252
Задачи	253

Глава 20. Электромагнитные волны	254
§ 161. Экспериментальное получение электромагнитных волн	254
§ 162. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны	256
§ 163. Энергия электромагнитных волн	257
§ 164. Импульс электромагнитного поля	258
§ 164. Излучение диполя. Применение электромагнитных волн	258
Контрольные вопросы	259
Задачи	260

5

Оптика. Квантовая природа излучения

Глава 21. Элементы геометрической и электронной оптики	261
§ 165. Основные законы оптики. Полное отражение	261
§ 166. Тонкие линзы. Изображение предметов с помощью линз	263
§ 167. Аберрации (погрешности) оптических систем	266
§ 168. Основные фотометрические величины и их единицы	267
§ 169. Элементы электронной оптики	269
Контрольные вопросы	271
Задачи	271
Глава 22. Интерференция света	271
§ 170. Развитие представлений о природе света	271
§ 171. Когерентность и монохроматичность световых волн	274
§ 172. Интерференция света	276
§ 173. Методы наблюдения интерференции света	277
§ 174. Интерференция света в тонких пленках	279
§ 175. Применение интерференции света	281
Контрольные вопросы	284
Задачи	284
Глава 23. Дифракция света	285
§ 176. Принцип Гюйгенса—Френеля	285
§ 177. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света	286
§ 178. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске	288
§ 179. Дифракция Фраунгофера на одной щели	290
§ 180. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке	291
§ 181. Пространственная решетка. Рассеяние света	293
§ 182. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа—Брэггов	294

§ 183. Разрешающая способность оптических приборов	295
§ 184. Понятие о голографии	296
Контрольные вопросы	298
Задачи	298

<i>Глава 24. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом</i>	299
---	-----

§ 185. Дисперсия света	299
§ 186. Электронная теория дисперсии света	300
§ 187. Поглощение (абсорбция) света	302
§ 188. Эффект Доплера	303
§ 189. Излучение Вавилова — Черенкова	304
Контрольные вопросы	305
Задачи	305

<i>Глава 25. Поляризация света</i>	306
--	-----

§ 190. Естественный и поляризованный свет	306
§ 191. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков	308
§ 192. Двойное лучепреломление	309
§ 193. Поляризационные призмы и поляроиды	311
§ 194. Анализ поляризованного света	312
§ 195. Искусственная оптическая анизотропия	314
§ 196. Вращение плоскости поляризации	315
Контрольные вопросы	316
Задачи	316

<i>Глава 26. Квантовая природа излучения</i>	317
--	-----

§ 197. Тепловое излучение и его характеристики	317
§ 198. Закон Кирхгофа	318
§ 199. Законы Стефана—Больцмана и смещения Вина	319
§ 200. Формулы Рэлея—Джинса и Планка	320
§ 201. Оптическая пирометрия. Тепловые источники света	322
§ 202. Виды фотоэлектрического эффекта. Законы внешнего фотоэффекта	324
§ 203. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Экспериментальное подтверждение квантовых свойств света	326
§ 204. Применение фотоэффекта	328
§ 205. Масса и импульс фотона. Давление света	329
§ 206. Эффект Комптона и его элементарная теория	330
§ 207. Диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения	331
Контрольные вопросы	332
Задачи	333

6

Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел

<i>Глава 27. Теория атома водорода по Бору</i>	334
--	-----

§ 208. Модели атома Томсона и Резерфорда	334
§ 209. Линейчатый спектр атома водорода	335
§ 210. Постулаты Бора	336
§ 211. Опыты Франка и Герца	337
§ 212. Спектр атома водорода по Бору	338
Контрольные вопросы	340
Задачи	340

<i>Глава 28. Элементы квантовой механики</i>	341
--	-----

§ 213. Корпускулярно-волновой дуализм свойств веществ	341
§ 214. Некоторые свойства волн де Бройля	342
§ 215. Соотношение неопределенностей	343
§ 216. Волновая функция и ее статистический смысл	346
§ 217. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний	348
§ 218. Принцип причинности в квантовой механике	349
§ 219. Движение свободной частицы	350
§ 220. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками»	351
§ 221. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект	353
§ 222. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике	355
Контрольные вопросы	357
Задачи	357

<i>Глава 29. Элементы современной физики атомов и молекул</i>	358
---	-----

§ 223. Атом водорода в квантовой механике	358
§ 224. 1s-состояние электрона в атоме водорода	361
§ 225. Спин электрона. Спиновое квантовое число	362
§ 226. Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны	362
§ 227. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям	364
§ 228. Периодическая система элементов Менделеева	365
§ 229. Рентгеновские спектры	367
§ 230. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях	369

§ 231. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света	370	§ 252. Дефект массы и энергия связи ядра	408
§ 232. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения	371	§ 253. Спин ядра и его магнитный момент	409
§ 233. Оптические квантовые генераторы (лазеры)	373	§ 254. Ядерные силы. Модели ядра	410
Контрольные вопросы	376	§ 255. Радиоактивное излучение и его виды	411
Задачи	376	§ 256. Закон радиоактивного распада. Правила смещения	413
<i>Глава 30. Элементы квантовой статистики</i>	377	§ 257. Закономерности α -распада	414
§ 234. Квантовая статистика. Фазовое пространство. Функция распределения	377	§ 258. β^- -Распад. Нейтрино	415
§ 235. Понятие о квантовых статистиках Бозе—Эйнштейна и Ферми—Дирака	378	§ 259. Гамма-излучение и его свойства	417
§ 236. Вырожденный электронный газ в металлах	379	§ 260. Резонансное поглощение γ -излучения (эффект Мёссбауэра)	419
§ 237. Понятие о квантовой теории теплоемкости. Фононы	380	§ 261. Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц	421
§ 238. Выводы квантовой теории электропроводности металлов	382	§ 262. Ядерные реакции и их основные типы	424
§ 239. Сверхпроводимость. Понятие об эффекте Джозефсона	383	§ 263. Позитрон. β^+ -Распад. Электронный захват	426
Контрольные вопросы	384	§ 264. Открытие нейтрона. Ядерные реакции под действием нейтронов	427
Задачи	384	§ 265. Реакция деления ядра	429
<i>Глава 31. Элементы физики твердого тела</i>	385	§ 266. Цепная реакция деления	430
§ 240. Понятие о зонной теории твердых тел	385	§ 267. Понятие о ядерной энергетике	431
§ 241. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории	386	§ 268. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций	433
§ 242. Собственная проводимость полупроводников	388	Контрольные вопросы	435
§ 243. Примесная проводимость полупроводников	390	Задачи	436
§ 244. Фотопроводимость полупроводников	393	<i>Глава 33. Элементы физики элементарных частиц</i>	436
§ 245. Люминесценция твердых тел	394	§ 269. Космическое излучение	436
§ 246. Контакт двух металлов по зонной теории	396	§ 270. Мюоны и их свойства	437
§ 247. Термоэлектрические явления и их применение	398	§ 271. Мезоны и их свойства	438
§ 248. Выпрямление на контакте металл—полупроводник	400	§ 272. Типы взаимодействий элементарных частиц	439
§ 249. Контакт электронного и дырочного полупроводников (p - n -переход)	401	§ 273. Частицы и античастицы	441
§ 250. Полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы)	404	§ 274. Гипероны. Странность и четность элементарных частиц	443
Контрольные вопросы	406	§ 275. Классификация элементарных частиц. Кварки	444
Задачи	406	Контрольные вопросы	447
		Задачи	448
		Закключение	449
		Основные законы и формулы	450
		1. Физические основы механики	450
		2. Основы молекулярной физики и термодинамики	452
		3. Электричество и электромагнетизм	453
		4. Колебания и волны	456
		5. Оптика. Квантовая природа излучения	457
		6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	458
		7. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	459
		Предметный указатель	461

7

Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц

<i>Глава 32. Элементы физики атомного ядра</i>	407
--	-----

§ 251. Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа	407
---	-----