

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ

Под редакцией
академика Г С Ландсберга

ТОМ I

МЕХАНИКА. ТЕПЛОТА.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ
ФИЗИКА

Москва 1995
АОЗТ "ШРАЙК"

ББК 22 3
Э45

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ учебник физики: Учебное пособие.
Э45 В 3-х т./ Под ред. Г.С.Ландсберга.
Т.1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. -
Репринт. 10 изд.перераб.- М.: "ШРАЙК", "В.РОДЖЕР",
1995 - 608 с.,илл.

Один из лучших курсов элементарной физики, завоевавший огромную популярность. Достоинством курса является глубина изложения физической стороны рассматриваемых процессов и явлений в природе и технике

Для студентов и преподавателей подготовительных отделений и курсов вузов, старшеклассников общеобразовательных и профессиональных школ, а также лиц, занимающихся самообразованием и готовящихся к поступлению в вуз

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для слушателей подготовительных отделений высших учебных заведений

ОГЛАВЛЕНИЕ

От издательства	9
Из предисловия к первому изданию	11
Введение	15

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ МЕХАНИКА

Глава I Кинематика	19
------------------------------	----

§ 1. Движение тел (19). § 2. Кинематика. Относительность движения и покоя (21). § 3. Траектория движения (22). § 4. Поступательное и вращательное движения тела (23). § 5. Движение точки (25). § 6. Описание движения точки (26). § 7. Измерение длины (30). § 8. Измерение промежутков времени (33). § 9. Равномерное прямолинейное движение и его скорость (35). § 10. Знак скорости при прямолинейном движении (37). § 11. Единицы скорости (38). § 12. Графики зависимости пути от времени (40). § 13. Графики зависимости скорости от времени (44). § 14. Неравномерное прямолинейное движение. Средняя скорость (45). § 15. Мгновенная скорость (47). § 16. Ускорение при прямолинейном движении (49). § 17. Скорость прямолинейного равноускоренного движения (51). § 18. Знак ускорения при прямолинейном движении (52). § 19. Графики скорости при прямолинейном равноускоренном движении (53). § 20. Графики скорости при произвольном неравномерном движении (55). § 21. Нахождение пути, пройденного при неравномерном движении, при помощи графика скорости (56). § 22. Путь, пройденный при равнопеременном движении (57). § 23. Векторы (59). § 24. Разложение вектора на составляющие (62). § 25. Криволинейное движение (66). § 26. Скорость криволинейного движения (66). § 27. Ускорение при криволинейном движении (67). § 28. Движение относительно разных систем отсчета (70). § 29. Кинематика космических движений (72).

Глава II. Динамика	76
------------------------------	----

§ 30. Задачи динамики (76). § 31. Закон инерции (76). § 32. Инерциальные системы отсчета (79). § 33. Принцип относительности Галилея (80). § 34. Силы (81). § 35. Уравновешивающиеся силы. О покое тела и о движении по инерции (82). § 36. Сила — вектор. Эталон силы (84). § 37. Динамометры (86). § 38. Точка приложения силы (88). § 39. Равнодействующая сила (89). § 40. Сложение сил, направленных по одной прямой (90). § 41. Сложение

сил, направленных под углом друг к другу (91). § 42. Связь между силой и ускорением (92). § 43. Масса тела (94). § 44. Второй закон Ньютона (96). § 45. Единицы силы и массы (100). § 46. Системы единиц (100). § 47. Третий закон Ньютона (101). § 48. Примеры применения третьего закона Ньютона (105). § 49. Импульс тела (107). § 50. Система тел. Закон сохранения импульса (108). § 51. Применения закона сохранения импульса (109). § 52. Свободное падение тел (111). § 53. Ускорение свободного падения (112). § 54. Падение тела без начальной скорости и движение тела, брошенного вертикально вверх (113). § 55. Вес тела (115). § 56. Масса и вес (117). § 57. Плотность вещества (118). § 58. Возникновение деформаций (119). § 59. Деформации в покоящихся телах, вызванные действием только сил, возникающих при соприкосновении (120). § 60. Деформации в покоящихся телах, вызванные силой тяжести (121). § 61. Деформации тела, испытывающего ускорение (123). § 62. Исчезновение деформаций при падении тел (125). § 63. Разрушение движущихся тел (127). § 64. Силы трения (128). § 65. Трение качения (131). § 66. Роль сил трения (132). § 67. Сопротивление среды (134). § 68. Падение тел в воздухе (135).

Глава III. Статика 138

§ 69. Задачи статики (138). § 70. Абсолютно твердое тело (139). § 71. Перенос точки приложения силы, действующей на твердое тело (141). § 72. Равновесие тела под действием трех сил (142). § 73. Разложение сил на составляющие (144). § 74. Проекции сил. Общие условия равновесия (146). § 75. Связи. Силы реакции связей. Тело, закрепленное на оси (148). § 76. Равновесие тела, закрепленного на оси (151). § 77. Момент силы (152). § 78. Измерение момента силы (154). § 79. Пара сил (156). § 80. Сложение параллельных сил. Центр тяжести (156). § 81. Определение центра тяжести тел (159). § 82. Различные случаи равновесия тела под действием силы тяжести (162). § 83. Условия устойчивого равновесия под действием силы тяжести (165). § 84. Простые машины (168). § 85. Клин и винт (175).

Глава IV. Работа и энергия 179

§ 86. «Золотое правило» механики (179). § 87. Применения «золотого правила» (180). § 88. Работа силы (181). § 89. Работа при перемещении, перпендикулярном к направлению силы (183). § 90. Работа силы, направленной под любым углом к перемещению (183). § 91. Положительная и отрицательная работа (185). § 92. Единица работы (186). § 93. О движении по горизонтальной плоскости (186). § 94. Работа силы тяжести при движении по наклонной плоскости (187). § 95. Принцип сохранения работы (188). § 96. Энергия (189). § 97. Потенциальная энергия (191). § 98. Потенциальная энергия упругой деформации (194). § 99. Кинетическая энергия (195). § 100. Выражение кинетической энергии через массу и скорость тела (196). § 101. Полная энергия тела (197). § 102. Закон сохранения энергии (198). § 103. Силы трения и закон сохранения механической энергии (202). § 104. Превращение механической энергии во внутреннюю энергию (203). § 105. Всеобщий характер закона сохранения энергии (206). § 106. Мощность (207). § 107. Расчет мощности механизмов (208). § 108. Мощность, быстроходность и размеры механизма (209). § 109. Коэффициент полезного действия механизмов (210).

Глава V. Криволинейное движение	213
§ 110. Возникновение криволинейного движения (213). § 111. Ускорение при криволинейном движении (214). § 112. Движение тела, брошенного в горизонтальном направлении (216). § 113. Движение тела, брошенного под углом к горизонту (218). § 114. Полет пуль и снарядов (221). § 115. Угловая скорость (222). § 116. Силы при равномерном движении по окружности (224). § 117. Возникновение силы, действующей на тело, движущееся по окружности (226). § 118. Разрыв маховиков (228). § 119. Деформация тела, движущегося по окружности (230). § 120. «Американские горки» (233). § 121. Движение на закруглениях пути (235). § 122. Движение подвешенного тела по окружности (236). § 123. Движение планет (238). § 124. Закон всемирного тяготения (241). § 125. Искусственные спутники Земли (245).	

Глава VI. Движение в неинерциальных системах отсчета и силы инерции	253
§ 126. Роль системы отсчета (253). § 127. Движение относительно разных инерциальных систем отсчета (254). § 128. Движение относительно инерциальной и неинерциальной систем отсчета (255). § 129. Поступательно движущиеся неинерциальные системы (257). § 130. Силы инерции (258). § 131. Эквивалентность сил инерции и сил тяготения (260). § 132. Невесомость и перегрузки (263). § 133. Является ли Земля инерциальной системой отсчета? (265). § 134. Вращающиеся системы отсчета (266). § 135. Силы инерции при движении тела относительно вращающейся системы отсчета (269). § 136. Доказательство вращения Земли (270). § 137. Приливы (273).	

Глава VII. Гидростатика	275
§ 138. Подвижность жидкости (275). § 139. Силы давления (276). § 140. Измерение жсжимаемости жидкости (278). § 141. «Нежсжимаемая» жидкость (279). § 142. Силы давления в жидкости передаются во все стороны (279). § 143. Направление сил давления (280). § 144. Давление (280). § 145. Мембранный манометр (282). § 146. Независимость давления от ориентации площадки (282). § 147. Единицы давления (283). § 148. Определение сил давления по давлению (284). § 149. Распределение давления внутри жидкости (285). § 150. Закон Паскаля (285). § 151. Гидравлический пресс (287). § 152. Жидкость под действием силы тяжести (289). § 153. Сообщающиеся сосуды (293). § 154. Жидкостный манометр (295). § 155. Устройство водопровода. Нагнетательный насос (297). § 156. Сифон (298). § 157. Сила давления на дно сосуда (300). § 158. Давление воды в морских глубинах (303). § 159. Прочность подводной лодки (306). § 160. Закон Архимеда (307). § 161. Измерение плотности тел на основании закона Архимеда (312). § 162. Плавание тел (312). § 163. Плавание несплошных тел (315). § 164. Устойчивость плавания кораблей (317). § 165. Всплывание пузырьков (318). § 166. Тела, лежащие на дне сосуда (319).	

Глава VIII. Аэростатика	320
§ 167. Механические свойства газов (320). § 168. Атмосфера (321). § 169. Давление атмосферы (322). § 170. Другие опыты, показывающие существование атмосферного давления (324). § 171. Разрежающие насосы (327). § 172. Влияние атмосферного давления на уровень жидкости в трубке (328). § 173. Максимальная высота	

столба жидкости (330) § 174 Опыт Торричелли Ртутный барометр и барометр-анероид (332) § 175 Распределение атмосферного давления по высоте (335) § 176 Физиологическое действие пониженного давления воздуха (338) § 177 Закон Архимеда для газов (338) § 178. Воздушные шары и дирижабли (339), § 179 Применение сжатого воздуха в технике (341)

Глава IX Гидродинамика и аэродинамика 345

§ 180 Давление в движущейся жидкости (345). § 181. Течение жидкости по трубам. Трение жидкости (347). § 182 Закон Бернулли (350). § 183 Жидкость в неинерциальных системах отсчета (353). § 184 Реакция движущейся жидкости и ее использование (356), § 185. Перемещение на воде (358) § 186 Ракеты (361) § 187 Реактивные двигатели (362). § 188 Баллистические ракеты (363) § 189 Взлет ракеты с Земли (365) § 190 Сопrotивление воздуха Сопrotивление воды (366) § 191 Эффект Магнуса и циркуляция (370) § 192 Подъемная сила крыла и полет самолета (372) § 193 Турбулентность в потоке жидкости или газа (375), § 194 Ламинарное течение (376).

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ТЕПЛОТА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Глава X Тепловое расширение твердых и жидких тел 378

§ 195 Тепловое расширение твердых и жидких тел (378) § 196 Термометры (382) § 197 Формула линейного расширения (385). § 198 Формула объемного расширения (388) § 199 Связь между коэффициентами линейного и объемного расширения (389) § 200 Измерение коэффициента объемного расширения жидкостей (390) § 201, Особенности расширения воды (391)

Глава XI. Работа. Теплота. Закон сохранения энергии , 392

§ 202 Изменения состояния тел (392) § 203 Нагревание тел при совершении работы (393) § 204 Изменение внутренней энергии тел при теплопередаче (395) § 205. Единицы количества теплоты (396) § 206 Зависимость внутренней энергии тела от его массы и вещества (397) § 207 Теплоемкость тела (398) § 208 Удельная теплоемкость (399) § 209 Калориметр Измерение теплосмкостей (400) § 210 Закон сохранения энергии (403) § 2 Невозможность «вечного двигателя» (404) § 212 Различные виды процессов, при которых происходит передача теплоты (405)

Глава XII Молекулярная теория 410

§ 2 3 Молекулы и атомы (410) § 214 Размеры атомов и молекул (411) § 215 Микромир (412) § 216 Внутренняя энергия с точки зрения молекулярной теории (414) § 217 Молекулярное движение (415) § 218 Молекулярное движение в газах, жидкостях и твердых телах (416) § 219 Броуновское движение (417) § 220 Молекулярные силы (418)

Глава XIII. Свойства газов 421

§ 221. Давление газа (421) § 222 Зависимость давления газа от температуры (423). § 223. Формула, выражающая закон Шарля (424) § 224 Закон Шарля с точки зрения молекулярной теории (425), § 225, Изменение температуры газа при изменении его

объема. Адиабатические и изотермические процессы (426). § 226. Закон Бойля — Мариотта (428). § 227. Формула, выражающая закон Бойля — Мариотта (430). § 228. График, выражающий закон Бойля — Мариотта (431). § 229. Зависимость между плотностью газа и его давлением (432). § 230. Молекулярное толкование закона Бойля — Мариотта (433). § 231. Изменение объема газа при изменении температуры (434). § 232. Закон Гей-Люссака (435). § 233. Графики, выражающие законы Шарля и Гей-Люссака (436). § 234. Термодинамическая температура (437). § 235. Газовый термометр (439). § 236. Объем газа и термодинамическая температура (440). § 237. Зависимость плотности газа от температуры (440). § 238. Уравнение состояния газа (441). § 239. Закон Дальтона (443). § 240. Плотность газов (443). § 241. Закон Авогадро (445). § 242. Моль. Постоянная Авогадро (446). § 243. Скорости молекул газа (447). § 244. Об одном из способов измерения скоростей движения молекул газа (опыт Штерна) (451). § 245. Удельные теплоемкости газов (453). § 246. Молярные теплоемкости (454). § 247. Закон Дюлонга и Пти (456).

Глава XIV. Свойства жидкостей 457

§ 248. Строение жидкостей (457). § 249. Поверхностная энергия (458). § 250. Поверхностное натяжение (463). § 251. Жидкостные пленки (467). § 252. Зависимость поверхностного натяжения от температуры (468). § 253. Смачивание и несмачивание (469). § 254. Расположение молекул у поверхности тел (472). § 255. Значение кривизны свободной поверхности жидкости (473). § 256. Капиллярные явления (478). § 257. Высота поднятия жидкости в капиллярных трубках (480). § 258. Адсорбция (482). § 259. Флотация (483). § 260. Растворение газов (485). § 261. Взаимное растворение жидкостей (488). § 262. Растворение твердых тел в жидкостях (488).

Глава XV. Свойства твердых тел. Переход тел из твердого состояния в жидкое 490

§ 263. Введение (490). § 264. Кристаллические тела (491). § 265. Аморфные тела (494). § 266. Кристаллическая решетка (495). § 267. Кристаллизация (499). § 268. Плавление и отвердевание (500). § 269. Удельная теплота плавления (501). § 270. Переохлаждение (503). § 271. Изменение плотности веществ при плавлении (505). § 272. Полнмеры (506). § 273. Сплавы (509). § 274. Затвердевание растворов (511). § 275. Охлаждающие смеси (512). § 276. Изменения свойств твердого тела (513).

Глава XVI. Упругость и прочность 515

§ 277. Введение (515). § 278. Упругие и пластические деформации (515). § 279. Закон Гука (516). § 280. Растяжение и сжатие (517). § 281. Сдвиг (519). § 282. Кручение (521). § 283. Изгиб (523). § 284. Прочность (525). § 285. Твердость (526). § 286. Что происходит при деформации тел (527). § 287. Изменение энергии при деформации тел (528).

Глава XVII. Свойства паров 529

§ 288. Введение (529). § 289. Пар насыщенный и ненасыщенный (529). § 290. Что происходит при изменении объема жидкости и насыщенного пара (431). § 291. Закон Дальтона для пара (533). § 292. Молекулярная картина испарения (534). § 293. Завис-

мость давления насыщенного пара от температуры (536). § 294. Кипение (537). § 295. Удельная теплота парообразования (541). § 296. Охлаждение при испарении (545). § 297. Изменение внутренней энергии при переходе вещества из жидкого состояния в парообразное (546). § 298. Испарение при кривых поверхностях жидкости (547). § 299. Перегревание жидкости (548). § 300. Пересыщенные пары (549). § 301. Насыщение пара при возгонке (550). § 302. Превращение газа в жидкость (551). § 303. Критическая температура (552). § 304. Сжижение газов в технике (556). § 305. Вакуумная техника (559). § 306. Водяной пар в атмосфере (560).

Глава XVIII. Физика атмосферы 564

§ 307. Атмосфера (564). § 308. Тепловой баланс Земли (565). § 309. Адиабатические процессы в атмосфере (566). § 310. Облака (567). § 311. Искусственные осадки (570). § 312. Ветер (571). § 313. Предсказание погоды (572).

Глава XIX. Тепловые машины 574

§ 314. Условия, необходимые для работы тепловых двигателей (574). § 315. Паросиловая станция (575). § 316. Паровой котел (576). § 317. Паровая турбина (578). § 318. Поршневая паровая машина (579). § 319. Конденсатор (581). § 320. Коэффициент полезного действия теплового двигателя (581). § 321. Коэффициент полезного действия паросиловой станции (582). § 322. Бензиновый двигатель внутреннего сгорания (585). § 323. Коэффициент полезного действия двигателя внутреннего сгорания (589). § 324. Двигатель Дизеля (590). § 325. Реактивные двигатели (591). § 326. Передача теплоты от холодного тела к горячему (592).

Ответы и решения к упражнениям 596

Предметный указатель 600

Таблицы

1. Плотность некоторых веществ (118).
2. Сведения о планетах (238).
3. Коэффициент линейного расширения некоторых веществ (386).
4. Коэффициент объемного расширения некоторых жидкостей (390)
5. Удельная теплоемкость некоторых веществ (402).
6. Теплоемкость некоторых веществ (406).
7. Плотность некоторых газов при нормальных условиях (444).
8. Средняя скорость молекул некоторых газов (450).
9. Молекулярная теплоемкость некоторых газов при постоянном давлении и при постоянном объеме (455).
10. Молярная теплоемкость некоторых твердых веществ при 25°C (456).
11. Поверхностное натяжение некоторых жидкостей (465).
12. Зависимость поверхностного натяжения воды от температуры (469).
13. Растворимость в воде некоторых газов при различных температурах (487).
14. Растворимость в воде некоторых веществ при различных температурах (489).
15. Температура плавления некоторых веществ (501).
16. Удельная теплота плавления некоторых веществ (503).
17. Разрушающая нагрузка некоторых материалов при растяжении (526).
18. Давление насыщенного пара воды и ртути при различных температурах (536).
19. Температура кипения некоторых жидкостей при 760 мм рт. ст. (540).
20. Удельная теплота парообразования некоторых жидкостей (544).
21. Давление насыщенного пара над переохлажденной водой и над льдом (551).
22. Свойства воды и ее насыщенного пара при различных температурах (553).
23. Критическая температура и критическое давление некоторых веществ (554).
24. Давление насыщенного пара воды и абсолютная влажность воздуха в зависимости от температуры (561).
25. Удельная теплота сгорания некоторых сортов топлива (582).