ОТВЕТЫ

1. ОСНОВЫ КИНЕМАТИКИ

27. $d = vt\sin\alpha = 35$ м. **28.** $v = 5$ м/с, $y = -0{,}5 + 0{,}8x$.

29. $v_2 = v_1 + 2v = 19$ км/ч, $v_2' = v_1 + v = 17$ км/ч.

30. $v_1 = \frac{L}{t} + \sqrt{\left(\frac{L}{t}\right)^2 + v^2} = 14$ м/с.

31. $v_1 = \frac{s}{\sqrt{t_1 t_2}} = 5{,}0$ м/с, $v_2 = \frac{s}{t_2} = 2{,}5$ м/с.

32. $t = \frac{L + l}{v} = 1{,}2 \cdot 10^2$ с.

33. На расстоянии 200 м от местонахождения автомобиля в начальный момент времени (см. рис. 288); $t = \frac{l}{v_1 + v_2} = 20$ с; не изменится.

34. $t_3 = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1} = 30$ мин.

35. $\tau = \frac{s}{v_1 - v_2} = 4$ ч, $s_1 = \frac{sv_1}{v_1 - v_2} = 2{,}0 \cdot 10^2$ км.

36. $v_1 = \frac{v}{\operatorname{tg}\alpha} = 8{,}7$ м/с. **37.** $l = l_0 - \frac{v_0^2}{2a} = 1 \cdot 10^2$ м. **38.** $t = \frac{t_1^2 + t_2^2}{2t_2}$.

39. $t_2 = \left(2 + \sqrt{2}\right)t_1 = 102$ мин.

40. $a = \frac{l_2 - l_1}{\tau^2} = 0{,}63$ м/с^2, $v_0 = \frac{3l_1 - l_2}{2\tau} = 3{,}8$ м/с.

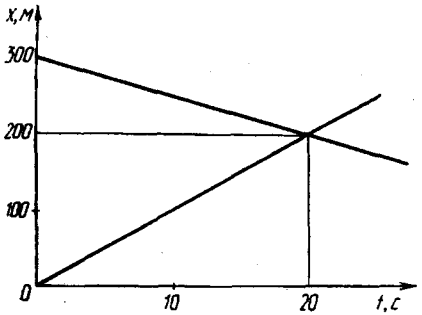
41. $H = \frac{g}{2}\left(\frac{l}{g\tau} + \frac{\tau}{2}\right)^2 = 2{,}3 \cdot 10^2$ м. **42.** $h = 6gt^2 = 2{,}1 \cdot 10^2$ км.

43. $v_0 = \frac{l_1 t_2^2 - l_2 t_1^2}{t_1 t_2^2 - t_2 t_1^2} = 10$ м/с. **44.** $v_1 = \frac{v}{\sqrt{2}} = 10$ м/с.

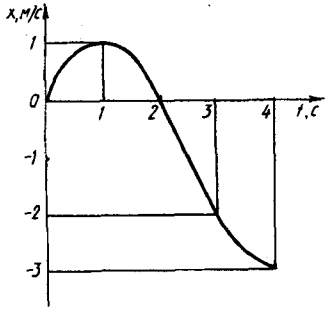
45. $v_0 = \frac{4s - 18s_5}{t} = 0{,}6$ м/с. **46.** $\frac{l_2}{l_3} = 3$.

47. $l = \frac{8v_1^2 v_2^2}{a(v_1 + v_2)^2} = 3{,}8$ км. **48.** $t_2 = \frac{at_1}{g}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{g}{a}}\right) = 4$ с.

49. $v_{ср} = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{2v_1 + v_2 + v_3} = 40$ км/ч.



Р и с. 288



Р и с. 289

50. $v_{max} = \dfrac{2s}{2s/v_{ср} - t_1 - t_2} = 58$ км/ч. **51.** $v = \sqrt{2al} = 89$ м/с.

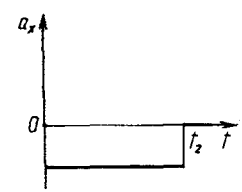
52. $\Delta t = \tau - \sqrt{\dfrac{2h}{g}} = 0{,}37$ с.

53. Решив уравнение $\tau = \sqrt{\dfrac{2h}{g}} + \dfrac{h}{v}$, получим $h = 150$ м.

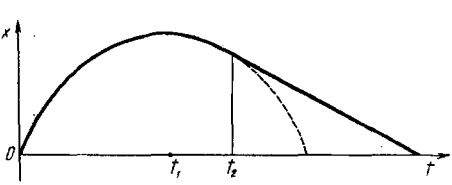
54. $t = \sqrt{\dfrac{l}{a\cos\alpha}} = 2$ с. **55.** $\tau = \sqrt{t^2 + \dfrac{2l}{g}} - t = 1$ с.

56. $h_1 = \dfrac{h}{9} = 30$ м, $h_2 = \dfrac{3h}{9} = 90$ м, $h_3 = \dfrac{5h}{9} = 150$ м.

57. См. рис. 289. **58.** См. рис. 290 и 291.



Р и с. 290



Р и с. 291

59. $l = \dfrac{v_0^2}{g} - v_0 t_1 + \dfrac{g t_1^2}{2} = 41$ м. **60.** См. рис. 292.

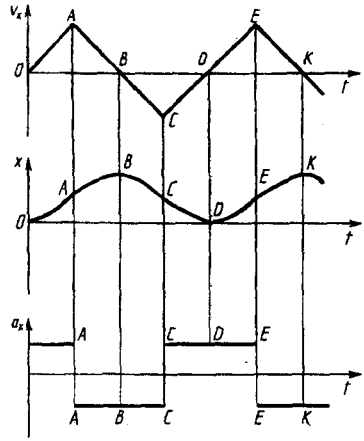
61. $t_1 = \dfrac{v_0}{g} + \dfrac{\tau}{2} = 6$ с, $h = \dfrac{v_0^2}{2g} - \dfrac{g\tau^2}{2} = 1{,}2 \cdot 10^2$ м. **62.** $l = \sqrt{2} v_0 \tau$.

63. $v_h = \sqrt{v_0^2 + 2g(H-h)} = 17$ м/с, $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH} = 22$ м/с.

64. $n_2 = 1 + (n_1 - 1)\dfrac{t_2}{t_1} = 11$. **65.** $l = \dfrac{1}{2} g(t_2^2 - t_1^2) = 15$ м.

66. $v_0 = \dfrac{1}{2}\sqrt{g(8h + g\tau^2)} = 40$ м/с.

67. $v_0 = \dfrac{g\tau}{2} = 50$ м/с, $H = g\tau^2/8 = 1{,}3 \cdot 10^2$ м.



Р и с. 292

68. $t = \dfrac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}}{g}$, $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$.

69. $\alpha = \dfrac{(v_1 - v_2)t}{l} = 1$ рад. **70.** $v_0 = h\sqrt{\dfrac{g}{2H}} = 7$ м/с.

71. $v_1 = v_2 = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 25$ м/с. **72.** $v = \sqrt{v_0^2 + 2g(H - h)} = 25$ м/с.

73. $v_0 = s\sqrt{\dfrac{g}{2H}} = 10$ м/с, $v_к = \sqrt{v_0^2 + 2gH} = 14$ м/с.

74. $\dfrac{H_1}{H_2} = \operatorname{tg}^2 \alpha$. **75.** $H = \dfrac{g\tau^2}{8} = 5$ м.

76. $t_1 = \dfrac{v_0 \sin\alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g} = 0{,}3$ с,

$t_2 = \dfrac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g} = 0{,}8$ с.

77. $h = \dfrac{v_0^2}{2g}(\operatorname{tg}^2\alpha_0 - \operatorname{tg}^2\alpha)\cos^2\alpha_0 = 6{,}7$ м.

78. $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$. **79.** $h_{\min} = l\operatorname{tg}\alpha - \dfrac{gl^2}{2v^2\cos^2\alpha} = 0{,}3$ м.

80. $s = 8h\sin\alpha = 8$ м. **81.** $s = t\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2\cos(\alpha_1 - \alpha_2)} = 46$ м.

82. Уравнение траектории $x^2 + y^2 = R^2$. Это уравнение окружности радиуса R. Модуль ускорения $a = \omega^2 R$, направлено оно по радиусу к центру окружности; ω – угловая скорость.

83. В 2 раза. **84.** $v_1 = 2v = 40$ км/ч. **85.** $R = \dfrac{lv_1}{v_1 - v_2} = 1{,}8$ м.

86. $n = \frac{v}{\pi d} = 1 \cdot 10^2$ с$^{-1}$. **87.** $v = 2\pi nl - \frac{a}{2\pi n} = 6$ м/с.

2. ОСНОВЫ ДИНАМИКИ

116. $F = \frac{m(v_1 - v_2)}{\tau} = 2{,}8 \cdot 10^4$ Н.

117. $v = \frac{F(\cos\alpha + \mu \sin\alpha) - \mu mg}{m} t = 39$ м/с, $s = \frac{vt}{2} = 2{,}0 \cdot 10^2$ м.

118. $a = \frac{F}{m_1 + m_2} - \mu g = 4$ м/с^2, $T = \frac{m_1 F}{m_1 + m_2} = 3$ Н.

119. $a = \frac{F}{m}\left(\cos\alpha_2 - \frac{mg - F\sin\alpha_2}{mg - F\sin\alpha_1}\cos\alpha_1\right) = 0{,}82$ м/с^2.

120. $s = \frac{F(F - \mu mg)t^2}{2\mu m^2 g}$, $F > \mu mg$. **121.** $F = m\sqrt{a^2 - g^2} = 7$ Н.

122. $a_1 = 2g\frac{m_2 - 2m_1}{4m_1 + m_2} = 2{,}8$ м/с^2, $a_2 = g\frac{m_2 - 2m_1}{4m_1 + m_2} = 1{,}4$ м/с^2,

$T_1 = \frac{3m_1 m_2 g}{4m_1 + m_2} = 1{,}3$ Н, $T_2 = \frac{6m_1 m_2 g}{4m_1 + m_2} = 2{,}6$ Н.

123. $t = \sqrt{\frac{h(m_1 + m_2)}{g(m_1 - m_2)}} = 1{,}4$ с.

124. $a = \frac{gm_2}{m_1 + m_2} = 2{,}5$ м/с^2, $T = \frac{m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 7{,}5$ Н.

125. $T_1 = F - T = 70$ Н.

126. $F = \frac{ES\Delta l}{l} = 2{,}16 \cdot 10^4$ Н, $F_{\min} = \sigma_{\text{пр}} S = 7{,}85 \cdot 10^4$ Н.

127. $t = \frac{F\tau}{mg}\left(1 + \sqrt{\frac{F}{F - mg}}\right)$.

128. $F = m\left(\frac{v^2 - v_0^2}{2s} + g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)\right)$.

129. $m = 2\left(M - \frac{F_A}{g}\right) = 2 \cdot 10^2$ кг.

130. $a = \frac{g(m_1(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) - m_2)}{m_1 + m_2} = 1$ м/с^2.

131. $m_1 = 3m_2$. **132.** $\mu = \frac{m_2}{m_1} - \frac{2s(m_1 + m_2)}{m_1 g t^2} = 0{,}2$.

133. $g = \frac{a(m_1 + m_2)}{m_2 - m_1} = 9{,}8$ м/с^2. **134.** $m_1 = \frac{4ms}{gt^2 - 2s} = 10$ г.

135. $F = \frac{4m_1 m_2 g}{m_1 + m_2} = 1 \cdot 10^1$ Н. **136.** $\frac{F_1}{F_2} = \frac{1 + \mu\,\text{tg}\,\alpha}{1 - \mu\,\text{tg}\,\alpha} = 1{,}1$.

137. $T = \dfrac{m(g+a)}{2\cos(\alpha/2)}$. **138.** $F = \rho S v^2 = 3 \cdot 10^1$ Н.

139. $F = m\left(g + \dfrac{2\sqrt{2gh}}{t}\right) = 2{,}2$ Н. **140.** $F_c = F - \dfrac{mv^2}{2l} = 2 \cdot 10^3$ Н.

141. $l = \dfrac{v^2}{2\mu g} = 51$ м. **142.** $v_2 = \dfrac{a_0 v_1}{a_0 - a_1} = 90$ км/ч.

143. $F_{\min} = \dfrac{\mu mg}{\sqrt{\mu^2 + 1}} = 1{,}5 \cdot 10^2$ Н. **144.** $F_{тр} = kt\cos\alpha = 6$ Н.

145. $T = \dfrac{F_1 + 2F_2}{3} = 80$ Н.

146. $F_{тр} = mg\sin\alpha$ при $\operatorname{tg}\alpha < \mu$, $F_{тр} = \mu mg\cos\alpha$ при $\operatorname{tg}\alpha > \mu$.

147. $\alpha = \arcsin\dfrac{a_1 + a_2}{2g} = 11°$; здесь $a_1 = 3$ м/с^2, $a_2 = 0{,}8$ м/с^2 находим из графика.

148. $\mu = \dfrac{n^2 - 1}{n^2 + 1}\operatorname{tg}\alpha = 0{,}2$. **149.** $h = \dfrac{v_0^2 \operatorname{tg}\alpha}{2g(\operatorname{tg}\alpha - \mu)}$.

150. $\alpha = \operatorname{arctg}\dfrac{v^2}{gR} = 45°$. **151.** $v = \sqrt{\dfrac{(n-1)gR}{n}} = 20$ м/с.

152. $v > \sqrt{(n-1)gR}$. **153.** $T = \sqrt{\dfrac{3\pi}{\rho G}} = 1 \cdot 10^2$ мин.

154. $R = \dfrac{v^2}{\mu g} = 51$ м. **155.** $F_в = 3mg = 1{,}2 \cdot 10^2$ Н.

156. $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{l\cos\alpha}} = 5$ рад/с, $T = \dfrac{mg}{\cos\alpha} = 2$ Н.

157. $g_Л = \dfrac{4\pi^2 l\cos\alpha}{T^2} = 9{,}8$ м/с^2. **158.** $R = \dfrac{mv^2}{\sqrt{P^2 - m^2g^2}} = 4 \cdot 10^2$ м.

159. $v = \sqrt{R\left(\dfrac{F}{m} - g\right)} = 1{,}4 \cdot 10^2$ м/с.

160. $g = g_3\dfrac{n_1^2}{n_2} = 1{,}7$ м/с^2, $\dfrac{v_{03}}{v_{0Л}} = \dfrac{\sqrt{n_2}}{n_1} = 2{,}4$.

161. $|\Delta\vec{p}| = \sqrt{2}mv = 14$ кг · м/с. **162.** $\alpha = \arccos 0{,}5 = 60°$.

163. $T = mg\left(1 + \dfrac{L^2}{2l(H-l)}\right) = 9$ Н. **164.** $T = 3mg$.

165. $T = 3mg\sin\alpha = 1{,}5$ Н, $T_{\max} = 3mg = 2{,}9$ Н.

166. $\alpha = \operatorname{arctg}\dfrac{v^2}{gR}$. **167.** $\mu = \dfrac{4\pi^2 n^2 r}{g} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}$.

168. $\omega = \sqrt{\dfrac{g}{R\cos\alpha}} = 5$ рад/с (здесь $\alpha = 60°$).

169. $T = \sqrt{\dfrac{6\pi}{\rho G}} = 9{,}7 \cdot 10^3$ с. **170.** $M = \dfrac{Rv^2}{G} = 2{,}0 \cdot 10^{30}$ кг.

171. $\rho = \dfrac{3rv^2}{4\pi GR^3} = 5 \cdot 10^2$ кг/м^3. **172.** $r = g_0R^2\left(\dfrac{1}{v_1^2} - \dfrac{1}{v_2^2}\right)$.

173. $F = \dfrac{(n^2-1)GmM}{R^2}$. **174.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}} = 84$ мин.

175. $v_2 = v_1\sqrt{\dfrac{n_1}{n_2}} = 1 \cdot 10^1$ км/с.

3. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

205. $F_c = \dfrac{m}{2d}\left(v_1^2 - v_2^2\right) = 6{,}3 \cdot 10^4$ Н. **206.** $A = 1{,}5mgl = 1{,}5 \cdot 10^2$ Дж.

207. $A = \left(\dfrac{m_1}{2} + m_2\right)gl = 1{,}3 \cdot 10^4$ Дж. **208.** $A = m(g+a)h = 3 \cdot 10^3$ Дж.

209. $A = \mu mg v\tau = 1{,}8 \cdot 10^9$ Дж. **210.** $A = 2mgh$.

211. $E = \mu m_2 gs\left(1 + \dfrac{m_2}{m_1}\right) = 88$ Дж. **212.** $E_k = \dfrac{m}{2}(20 - 8t)^2 = 8$ Дж.

213. $A = \dfrac{(\mu mg)^2}{2k} = 0{,}1$ Дж. **214.** $\mu = \dfrac{A}{mgs - A\operatorname{tg}\alpha} = 0{,}2$.

215. $s = \dfrac{lm_1}{m_1 + m_2} = 1$ м. **216.** $u = \dfrac{mv_0\cos\alpha}{M} = 8 \cdot 10^{-2}$ м/с.

217. $v = \dfrac{v_0}{M}\sqrt{M(m+M)} = 5{,}6$ м/с.

218. $v_2 = \dfrac{m_1v_1 - mv}{m_2} = 3 \cdot 10^2$ м/с, $\vec{v}_2 \uparrow\downarrow \vec{v}_1$.

219. а) $v = \dfrac{2mu}{M+2m} = 2$ м/с; б) $v = 0$;

в) $v = u\left(\dfrac{m}{M+m} + \dfrac{m}{M+2m}\right) = 2$ м/с;

г) $v = \dfrac{2m^2u}{M(M+2m)} = 0{,}5$ м/с.

220. $v = \dfrac{\sqrt{(m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2}}{m_1 + m_2}$. **221.** $\alpha = 120°$.

222. $v_1 = v\sqrt{1 - \dfrac{m}{M}}$, $v_2 = \dfrac{mv}{M}$. **223.** $l_1 = 4l = 40$ см.

224. $x = \dfrac{mg}{k}\left(1 + \sqrt{1 + \dfrac{2hk}{mg}}\right) = 0{,}1$ м.

225. $E_k = \dfrac{m}{2}(v_0^2 - 2v_0g\tau\sin\alpha + g^2\tau^2) = 2 \cdot 10^2$ Дж.

226. $v = 2\sqrt{0{,}6gl} = 4{,}2$ м/с. **227.** $v = \sqrt{4gl}$.

228. $Q = \dfrac{m_1m_2(v_1 + v_2)^2}{2(m_1 + m_2)} = 2 \cdot 10^1$ Дж. **229.** $Q = \dfrac{m_1m_2(v_1^2 + v_2^2)}{2(m_1 + m_2)}$.

230. а) $F = m_1 g\left(1 + \dfrac{4Hm_2^2}{h(m_1+m_2)^2}\right) = 8{,}9 \cdot 10^4$ Н,

б) $F = (m_1+m_2)g\left(1 + \dfrac{Hm_2^2}{h(m_1+m_2)^2}\right) = 9{,}2 \cdot 10^4$ Н.

231. $u_1 = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1+m_2}v_1$, $u_2 = \dfrac{2m_1}{m_1+m_2}v_1$.

232. $F = m\left(\dfrac{v_1^2 - v_2^2}{2(h_1-h_2)} + g\right) = 7{,}5 \cdot 10^3$ Н.

233. $v = \sqrt{v_0^2 + 2gH}$. **234.** В третьей.

235. $\alpha = \arccos\left(1 - \dfrac{1}{2gl}\left(\dfrac{mv}{m+M}\right)^2\right)$ при $\dfrac{m^2v^2}{gl(m+M)^2} \leqslant 4$.

236. $Q = m\left(gl\sin\alpha - \dfrac{v^2}{2}\right) = 1{,}4 \cdot 10^2$ Дж.

237. $k = \dfrac{2mgh}{(\Delta l)^2} = 4 \cdot 10^2$ Н/м. **238.** $E_k = \dfrac{1}{2}m(v_0^2 + g^2t^2) = 6 \cdot 10^2$ Дж.

239. $l = \dfrac{m^2v^2}{2\mu gM^2} = 0{,}5$ м. **240.** $N = \mu F \pi dn = 5 \cdot 10^2$ Вт.

241. $A_{тр} = mg\left(\dfrac{5}{2}R - H\right) = -2 \cdot 10^{-2}$ Дж. **242.** $h_{min} = \dfrac{5}{2}R = 10$ м.

243. $F = \dfrac{mg(h+l)}{l} = 2 \cdot 10^3$ Н. **244.** $h = \dfrac{k(L-l)^2}{2g(M+m)}$.

245. $v_0 = \sqrt{\dfrac{2E_k}{m}} - gt = 40$ м/с. **246.** $v = \sqrt{\dfrac{2(n-1)gh}{n}} = 14$ м/с.

247. $Q = \dfrac{m_1m_2v^2}{2(m_1+m_2)} + m_2gh = 1{,}5 \cdot 10^2$ Дж.

248. $Q = \dfrac{m_1v_1^2}{2}\left(1 - \dfrac{m_1}{m_2}\right) = 25$ Дж.

249. $\dfrac{Q}{E_0} = 1 - \dfrac{v^2}{v_0^2} - \dfrac{m(v_0-v)^2}{Mv_0^2} = 0{,}6$. **250.** $h = \dfrac{v_0^2(n-1)}{2ng} = 7{,}7$ м.

251. $s = \dfrac{(M-m)^3v^3}{2NM^2} = 30$ м.

252. $\Delta E_p = m_1gl(1-\cos\alpha) = 98$ Дж, $h = \dfrac{lm_1^2(1-\cos\alpha)}{(m_1+m_2)^2} = 0{,}16$ м.

253. $v = v_0\sqrt{\dfrac{\sin\alpha - \mu\cos\alpha}{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}} = 0{,}8$ м/с.

254. $N = pg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) = 2 \cdot 10^4$ Вт.

255. $N = \dfrac{\eta\rho g Vh}{t} = 2{,}3 \cdot 10^8$ Вт (здесь $\eta = 0{,}9$). **256.** $N = \dfrac{mgv}{2}$.

257. $v_1 = v_2 = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 25$ м/с. **258.** $Q = mg\left(h - \frac{g\tau^2}{8}\right) = 0.2$ Дж.

259. $v = \sqrt{\left(\frac{mv_0}{m+M}\right)^2 + 2gH}$. **260.** $l = 2\sqrt{h(n-1)(H-h)} = 1{,}6$ м.

261. $\alpha = \arccos\left(1 - \frac{2m^2v^2}{(M+m)^2 gl}\right) = 30°$.

262. $E_{k1} = \frac{1}{4}E_0$, $E_{k2} = \frac{3}{4}E_0$. **263.** $m_2 = \frac{13}{5}m_1$.

4. ОСНОВЫ СТАТИКИ

284. $l = \frac{m_1l_1 + m_2l_2}{m_1 + m_2} = 6$ см.

285. $F = \left(m_2 + \frac{ml/2 - (m+m_1)l_1}{l - l_1}\right)g = 4$ Н.

286. $m = \frac{2m_1 - 8m_2}{3} = 1$ кг.

287. $x = \frac{l(m_1 + m/2)}{m_1 + m_2 + m} = 0{,}3$ м. **288.** $r = \frac{lk_2}{k_1 + k_2} = 0{,}8$ м.

289. $m = \sqrt{m_1m_2} = 4$ кг. **290.** $F = \frac{\mu mg}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha} = 20$ Н.

291. $F = \frac{mg\left(\mu\sqrt{l^2 - h^2} + h\right)}{l} = 2{,}2 \cdot 10^3$ Н.

292. $h_{max} = \frac{l}{\sqrt{n^2+1}} = 20$ см. **293.** $F = \frac{mg}{\mu l}\left(h - \mu\sqrt{l^2 - h^2}\right) = 14$ Н.

294. $F = mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = 16$ Н.

295. $F = \frac{g}{2h}(ML + m(2L - l))\cos\alpha$. **296.** $l_1 = \frac{\mu l}{\mu + 1}$.

297. $F_{min} = \frac{mg}{\mu} = 6 \cdot 10^2$ Н.

298. $F_1 = \frac{mgl}{2(l - l_1)} = 3 \cdot 10^2$ Н, $F_2 = mg - F_1 = 2 \cdot 10^2$ Н.

299. $m \geqslant \frac{M}{2}$, $m \geqslant 0{,}5$ кг. **300.** $F = \frac{mgl}{2(H - 2a)} = 1 \cdot 10^2$ Н.

301. $F_{тр} = \frac{mg}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha} = 49$ Н. **302.** $\mu = \frac{\sin 2\alpha}{1 + 2\sin^2\alpha} = 0{,}5$.

303. $\alpha \geqslant \mathrm{arctg}\frac{3}{\mu}$, $\alpha \geqslant 84°$.

304. $T = \frac{mgl\sin\alpha\cos^2\alpha}{2h} = 1{,}5 \cdot 10^2$ Н,

$F_c = mg\left(1 - \dfrac{l\sin^2\alpha\cos\alpha}{2h}\right) = 5{,}1\cdot 10^2$ Н,

$F_в = \dfrac{mgl\sin\alpha\cos\alpha}{2h} = 1{,}7\cdot 10^2$ Н.

305. $h = \dfrac{R}{\sqrt{1+\mu^2}} = 1{,}5$ м. **306.** $T = \dfrac{mgl_1}{\sqrt{l_2^2 - l_1^2}} = 3\cdot 10^3$ Н.

307. $T = \dfrac{mg}{2\operatorname{tg}\alpha}$, $N = \dfrac{mg}{2\operatorname{tg}\alpha}\sqrt{4\operatorname{tg}^2\alpha + 1}$, $\vec{N}$ составляет с горизонтом угол $\beta = \operatorname{arctg}(2\operatorname{tg}\alpha)$.

308. $h = \dfrac{F_{тр}l}{mg}\operatorname{tg}\alpha\sin\alpha = 3$ м. **309.** $F = mg\dfrac{\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}$.

310. $r = \dfrac{2\rho_1 R}{\rho_1 + \rho_2} = 5{,}5$ см.

311. На расстоянии 0,3 м от шара массой m_4.

312. На расстоянии $r = R/6 = 5{,}0$ см от центра пластинки.

313. $x = \dfrac{R_1^4 - R_2^4}{R_1^3 + R_2^3} = 2$ см.

314. На биссектрисе угла, в вершине которого находится шарик массой $2m$, на расстоянии $a\sqrt{3}/4$ от этого шарика.

315. $\cos\alpha = \dfrac{1}{2}\left(3 - \dfrac{m_1 l_1}{m_2 l_2}\right) = 0{,}5$, $\alpha = 60°$.

316. $F = mg(\cos\alpha - \sin\alpha\operatorname{tg}\beta) = 36$ Н. **317.** $\alpha = \operatorname{arctg}\dfrac{1}{3} = 18°$.

5. ЖИДКОСТИ И ГАЗЫ

340. $\Delta h = \dfrac{4m}{\pi\rho d^2} = 1{,}8$ см. **341.** $F_{min} = \rho g h S = 15$ Н.

342. $h = \dfrac{(n-1)p_0}{\rho g} = 20$ м. **343.** $p = \dfrac{2gh\rho_1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = 5{,}33\cdot 10^3$ Па.

344. $p_{атм} = \dfrac{2\rho g h(l-h)}{l-2h} = 9{,}4\cdot 10^4$ Па. **345.** $l = h + \dfrac{\rho g h^2}{p_{атм}}$.

346. $F_{ср} = \dfrac{\rho g l h^2}{2} = 2{,}2\cdot 10^2$ Н.

347. $p = \dfrac{4(mv^2/2 + F_c l)}{\pi d^2} = 4{,}3\cdot 10^5$ кПа. **348.** $F = P\left(1 - \dfrac{\rho_2}{2\rho_1}\right) = 2$ Н.

349. $P_0 = \dfrac{P}{1 - \rho_2/\rho_1} = 1521$ Н. **350.** $V = m\left(\dfrac{2}{\rho_2} - \dfrac{1}{\rho_1}\right) = 9\cdot 10^{-3}$ м^3.

351. $\rho_1 = \dfrac{P_1\rho_2\rho_3}{(P_1 + P_2 - P_3)\rho_2 - P_2\rho_3} = 0{,}2\cdot 10^3$ кг/м^3.

352. $H = \dfrac{\rho_2 h}{\rho_2 - \rho_1} = 16$ м. **353.** $m = Sd(\rho_2 - \rho_1) = 20$ кг.

354. $V_п = \left(1 - \dfrac{\rho_2}{\rho_1}\right)V$. **355.** $x = \dfrac{l\rho_3(\rho_1 - \rho_2)}{2\rho_2(\rho_1 - \rho_3)} = 3$ см.

356. $m_г = m\dfrac{\rho_2}{\rho_1}$, на другую чашку.

357. $m_м = \dfrac{m(1/\rho_1 - 1/\rho_2)}{1/\rho_4 - 1/\rho_3} = 0{,}3m$. **358.** $\alpha = \dfrac{\rho_1}{\rho_2} = \dfrac{5}{4}$.

359. $\rho_3 = \alpha_1\rho_1 + \alpha_2\rho_2 = 4 \cdot 10^3$ кг/м^3.

360. $n_2 = \dfrac{n_1\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2} = 0{,}19$.

361. $\Delta h_1 = \dfrac{\rho_1 h}{\rho_2(1 + n^2)} = 6$ см, $\Delta h_2 = n^2\Delta h_1 = 0{,}4$ см.

362. $h = \dfrac{\rho_1\Delta h}{\rho_2} = 27$ см. **363.** $h = \dfrac{m_1 + m_2}{2\rho S} = 0{,}1$ м.

364. $\Delta h = \dfrac{m}{2\rho S} = 1 \cdot 10^{-2}$ м. **365.** $h = \dfrac{S_1h_1 + S_2h_2}{S_1 + S_2} = 25$ см.

366. $\dfrac{V_1}{V} = \dfrac{\rho_2 - \rho_3 P_1/(P_1 - P_2)}{\rho_2 - \rho_1} = 0{,}35$, т. е. 35%;

$\dfrac{V_2}{V} = 1 - 0{,}35 = 0{,}65$, т. е. 65%, $V = \dfrac{P_1 - P_2}{\rho g} = 400$ см^3.

367. $m = \dfrac{\rho_1(M - \rho_2 Sh)}{\rho_1 - \rho_2} = 60$ г.

368. $m = \dfrac{\rho_1(P_1\rho_3 - (P_1 - P_2)\rho_2)}{\rho_3(\rho_1 - \rho_2)g} = 965$ г.

369. $\Delta h = \dfrac{m}{\rho S} = 8 \cdot 10^{-3}$ м. **370.** $m = \rho Sh = 3 \cdot 10^6$ кг.

371. $S_{min} = \dfrac{m}{d(\rho_2 - \rho_1)} = 2$ м^2. **372.** $\rho_2 = \rho_1 - \dfrac{m}{nV} = 7 \cdot 10^2$ кг/м^3.

373. $h = \dfrac{\sigma_{пр}}{g(\rho_1 - \rho_2)} = 7{,}2 \cdot 10^3$ м.

374. $T_1 = g(\rho V - m) = 9{,}1 \cdot 10^2$ Н, $T_2 = \dfrac{T_1}{\cos\alpha} = 1{,}0 \cdot 10^3$ Н.

375. $\rho_2 = \dfrac{3}{4}\rho_1 = 7{,}5 \cdot 10^2$ кг/м^3.

376. $A = mg(H + h) - \rho Vgh = 1{,}5 \cdot 10^2$ Дж.

377. $A = mg\left(1 - \dfrac{\rho_2}{\rho_1}\right)\left(h - 3\sqrt{\dfrac{m}{\rho_1}}\right) = 1{,}2 \cdot 10^5$ Дж.

378. $A_{min} = \dfrac{\rho g S h^2}{8} = 2 \cdot 10^2$ Дж.

379. $h = \dfrac{\rho_1 H}{\rho_1 - \rho_2}$, $t = \dfrac{\rho_2}{\rho_1 - \rho_2}\sqrt{\dfrac{2H}{g}}$. **380.** $H = \dfrac{h(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1} = 0{,}2$ м.

381. $Q = (\rho_1 - \rho_2)Vgh = 4 \cdot 10^{-2}$ Дж.

382. $P = \dfrac{m\rho_2 gV}{M + m + \rho_1 V} = 21$ Н. **383.** $H = h\left(\dfrac{4\pi R^3 \rho}{3m} - 1\right)$.

6. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ. ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ

401. Одинаковое число $N = \dfrac{mN_A}{M} = 3 \cdot 10^{25}$.

402. $\langle v_{кв} \rangle = \sqrt{\dfrac{3pV}{m}} = 2 \cdot 10^3$ м/с, $\langle E \rangle = \dfrac{3pVM}{2mN_A} = 7 \cdot 10^{-21}$ Дж.

403. $n = \dfrac{p_0}{kT_0} = 2{,}7 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$. **404.** $p = \dfrac{2E}{3V} = 8 \cdot 10^5$ Па.

405. $m = \dfrac{pVM}{RT} = 4 \cdot 10^{-3}$ кг, $N = \dfrac{pVN_A}{RT} = 1{,}2 \cdot 10^{24}$.

406. $\langle v_{кв} \rangle = \sqrt{\dfrac{3pV}{m}} = 1{,}2 \cdot 10^3$ м/с. **407.** $T = \dfrac{pVM}{mR} = 4{,}8 \cdot 10^2$ К.

408. $M_2 = \dfrac{hM_1}{l - h} = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. **409.** $h_2 = \dfrac{7p_0}{\rho g} + 8h_1 = 8 \cdot 10^1$ м.

410. $m = m_0 \Big/ \left(\dfrac{\rho RT}{M(p_0 + \rho gh)} - 1\right) = 6 \cdot 10^{-4}$ кг.

411. $\delta = \left(\dfrac{T_2}{T_1} - 1\right)100\,\% = 4\,\%$. **412.** $m_2 = \dfrac{m_1}{2}$. **413.** $\alpha = 1 - \dfrac{n}{k}$.

414. $T_2 = \dfrac{p_2 V_1 T_0 T_1}{p_1 V_1 T_0 - p_0 V_2 T_1} = 255$ К ($p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па, $T_0 = 273$ К).

415. $\rho = \dfrac{pM}{RT} = 1$ кг/м^3, $m_0 = \dfrac{M}{N_A} = 5{,}3 \cdot 10^{-26}$ кг.

416. $\rho = \dfrac{p(m_1 + m_2)}{(m_1/M_1 + m_2/M_2)RT} = 0{,}5$ кг/м^3.

417. $p = \dfrac{Np_0 V_0}{V} = 2 \cdot 10^5$ Па. **418.** $\dfrac{V_c}{V_ц} = \dfrac{1}{\sqrt[3]{p_0/p} - 1} = 0{,}4$.

419. $m = \rho V\left(1 - \dfrac{p}{p_{атм} + \rho gh}\right) = 6$ кг.

420. $F_{max} = \dfrac{\pi p_{атм} d^2 (T_1 - T_2)}{4T_1} = 21$ Н.

421. $T_1 = \dfrac{T_2}{\left(1 - \dfrac{mg}{p_{атм} S}\right)\left(1 - \dfrac{m}{\rho Sh}\right)}$. **422.** $p = \dfrac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2}$.

423. $T_2 = \dfrac{T_1(p_{атм} + \rho g h(1 + S_2/S_1))(V_1 + S_2 h)}{p_{атм} V_1}$.

424. $p_{атм} = \dfrac{m}{S}\left(\dfrac{\alpha}{1-\alpha}a - g\right) = 1{,}0 \cdot 10^5$ Па.

425. $v = \dfrac{mRT}{pMS\tau} = 20$ м/с. **426.** $t_2 = 10{,}5$ °C.

427. $\varphi_2 = \varphi_1 \dfrac{p_{01}T_2}{p_{02}T_1} = 62\,\%$.

428. $m = (\varphi\rho_{01} - \rho_{02})Sh = 1{,}6 \cdot 10^7$ кг $(\varphi = 0{,}73)$.

429. $m = \dfrac{(\varphi_1\rho_{01} - \varphi_2\rho_{02})V}{100\%} = 86$ кг.

430. $p_0 = \dfrac{mRT \cdot 100\%}{MV\varphi} = 1{,}9 \cdot 10^3$ Па. **431.** $\varphi = \dfrac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = 27\%$.

432. $A = 2\sigma l_1 l_2 = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ Дж. **433.** $N = \dfrac{mg}{\sigma\pi d} = 1{,}1 \cdot 10^3$.

434. $m = \dfrac{\pi d\sigma t}{g\tau} = 20$ кг. **435.** $\sigma = \dfrac{\rho g d_1 d_2 \Delta h}{4(d_2 - d_1)} = 5 \cdot 10^2$ мН/м.

436. $m = \sigma\pi d/g = 2{,}3 \cdot 10^{-5}$ кг.

7. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

451. $m = \dfrac{\rho Vc(T_1 - T_2)}{\lambda + c(T_2 - T_3)} = 1$ кг. **452.** $m_2 = \dfrac{m_1 c_1 \Delta T}{c_2(T_2 - T_1 - \Delta T)} = 3{,}0$ кг.

453. $t_2 = t_1 + \dfrac{m_1\lambda}{cm_2} = 100$ °C. **454.** $n = 1 + \dfrac{c(t_1 - t_2)}{r} = 1{,}15$.

455. $m_1' = m_1 - \dfrac{c_2 m_2(t_{пл} - t_2) - c_1 m_1(t_1 - t_{пл})}{\lambda} = 1{,}9$ кг, $m_2' = 2{,}1$ кг, где $t_{пл} = 0$ °C.

456. $t = 0$ °C, $m_4 = \dfrac{m_3(r + c(t_2 - t_1))}{\lambda} = 4$ кг.

457. $m_3 = \dfrac{m_2(\lambda + c_2(T_{пл} - T_2)) - c_1 m_1(T_2 - T_1)}{c_1(T_к - T_1) + r - c_1(T_2 - T_1)}$.

458. $v = \sqrt{\dfrac{2(c(T_{пл} - T) + \lambda)}{\eta}} = 4{,}5 \cdot 10^2$ м/с.

459. $l = \sqrt{\dfrac{2h(v_0^2 - 2c\Delta T)}{g}} = 284$ м. **460.** $Q = \dfrac{ma\tau^2}{2} = 2 \cdot 10^8$ Дж.

461. $\Delta T = \dfrac{np^2}{2cmM} = 8$ К. **462.** $V = \left(\dfrac{1}{\eta} - 1\right)\dfrac{W\nu\tau}{\rho c\Delta T} = 9$ л.

463. $m = \dfrac{\eta UI\tau}{c(t_{пл} - t) + \lambda} = 1$ кг, где $t_{пл} = 0$ °C, $\eta = 0{,}8$.

464. $\tau_2 = \dfrac{\tau_1 r}{c(t_к - t_1)} = 30$ мин, где $t_к = 100$ °C.

465. $\eta = \dfrac{cm_2\Delta T}{qm_1} \cdot 100\% = 34\%$. **466.** $\tau = \dfrac{m(c\Delta T + \lambda)}{P} = 2$ ч 50 мин.

467. $m_2 = \dfrac{1}{g}\left(\dfrac{m_1 R\Delta T}{Mh} - p_0 S\right) = 2{,}8 \cdot 10^3$ кг.

468. $\Delta U = Q - \nu R(T_2 - T_1) = 2 \cdot 10^2$ Дж.

469. $U = \dfrac{3}{2} pV = 6 \cdot 10^5$ Дж. **470.** $\dfrac{V_2}{V_1} = 1 + \dfrac{Q}{\nu RT} = 3$.

471. $A = \left(p_0 + \dfrac{mg}{S}\right)\left(\dfrac{T_2}{T_1} - 1\right)V = 2 \cdot 10^2$ Дж.

472. $\Delta U = \left(C - \dfrac{(p_0 + mg/S)V}{T}\right)\Delta T = 4 \cdot 10^2$ Дж.

473. $m = \dfrac{M(Q_1 - Q_2)}{R\Delta T} = 4{,}8 \cdot 10^{-4}$ кг.

474. $A = (n-1)\nu RT = 8 \cdot 10^3$ Дж. **475.** $c_p = \dfrac{5}{2}\dfrac{R}{M}$, $c_V = \dfrac{3}{2}\dfrac{R}{M}$.

476. $Q = A = 25$ Дж. **477.** $\nu = \dfrac{2A}{3R\Delta T}$.

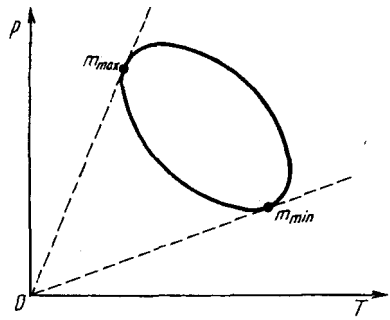
478. $Q = \dfrac{5}{2}(n-1)\nu RT = 1{,}9 \cdot 10^4$ Дж. **479.** $\dfrac{V_2}{V_1} = 1 + \dfrac{A}{\nu RT} = 2$.

480. $\Delta U = \dfrac{3}{2}\dfrac{m}{M} R\Delta T = 3 \cdot 10^3$ Дж, $A = \dfrac{m}{M} R\Delta T = 2 \cdot 10^3$ Дж,
$Q = \Delta U + A = 5 \cdot 10^3$ Дж.

481. $m = \dfrac{(n-1)pV + \Delta U}{\eta q} = 6 \cdot 10^{-3}$ кг.

482. $T_1 - T_3 = \dfrac{T_2 T_4 - T_3^2}{T_3} = -117$ К. **483.** См. рис. 293.

484. $h_{max} = \dfrac{Q(1 - T_0/T)}{mg} = 8{,}6$ м, где $T_0 = 273$ К.



Р и с. 293

485. $c = \dfrac{mgHT_2}{\rho V(T_2 - T_1)^2} = 4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К).

486. $s = \dfrac{q\rho V(T_1 - T_2)}{FT_1} = 5 \cdot 10^2$ км.

487. $\Delta U = Q_1 - \dfrac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2} = 5 \cdot 10^2$ Дж, $\eta = \dfrac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% = 20\%$.

8. ЭЛЕКРОСТАТИКА

521. $T = mg - \dfrac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = 1{,}1 \cdot 10^{-2}$ Н. **522.** $F = \dfrac{\sqrt{3} q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = 8 \cdot 10^{-6}$ Н.

523. $q_1 = \dfrac{Q + \sqrt{Q^2 + 16\pi\varepsilon_0 r^2 F}}{2} = 6 \cdot 10^{-6}$ Кл, $q_2 = Q - q_1 = -2 \cdot 10^{-6}$ Кл.

524. $|Q| = \dfrac{1 + 2\sqrt{2}}{4} q$, $Q < 0$.

525. $Q = -\dfrac{q}{4d^3}\sqrt{(4h^2 + d^2)^3} = -3{,}8 \cdot 10^{-6}$ Кл.

526. $E = \dfrac{\sqrt{2} q}{4\pi\varepsilon_0 a^2} = 3 \cdot 10^4$ В/м. **527.** $q = \dfrac{4\pi\varepsilon_0 E d^3}{l} = 1 \cdot 10^{-10}$ Кл.

528. $E = \dfrac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0} = 80$ В/м, под углом $\alpha = 45°$ к горизонту.

529. $E = \dfrac{|\sigma|}{9\varepsilon_0}$. **530.** $\alpha = \operatorname{arctg} \dfrac{qE}{mg} = 45°$.

531. $q_3 = -\dfrac{3\sqrt{3}}{4} q = -5$ мкКл. **532.** $E = \dfrac{|q|}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon a^2} = 41$ В/м, $\varphi = 0$.

533. $E = 0$, если на концах диагонали находятся одноименные заряды, и $E = \dfrac{q\sqrt{2}}{a^2 \pi\varepsilon_0}$, если разноименные.

534. $A = \dfrac{q\sigma R^2}{\varepsilon_0 (R + r)} = 1 \cdot 10^{-4}$ Дж.

535. $E_1 = \dfrac{R_1 \varphi}{(R_1 + r)^2} = 3{,}3 \cdot 10^2$ В/м, $E_2 = \dfrac{R_1^2 \varphi}{(R_1 + R_2)(R_1 + r)^2} = 1{,}1 \cdot 10^2$ В/м.

536. $A = \dfrac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon}\left(\dfrac{1}{r_2} - \dfrac{1}{r_1}\right) = 9 \cdot 10^{-2}$ Дж.

537. $q = \left(\dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} + C_3\right) U = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ Кл. **538.** $C = \dfrac{2\varepsilon_0 \varepsilon(\varepsilon + 1) S}{d(4\varepsilon + (\varepsilon + 1)^2)}$.

539. $\Delta q = \dfrac{\varepsilon_0 (\varepsilon - 1) S \mathscr{E}}{d} = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ Кл.

540. $C_2 = \dfrac{C_1 (U_1 - U_2)}{U_2} = 3$ мкФ. **541.** $U_2 = \dfrac{d_2 U_1}{d_1} = 2 \cdot 10^2$ В.

542. $I = \dfrac{C_1C_2(U_1+U_2)}{\tau(C_1+C_2)} = 6\cdot10^{-4}$ А. **543.** $h = H\dfrac{\rho_2}{\rho_1} + \dfrac{q^2}{2\varepsilon_0\varepsilon S^2\rho_1 g}$.

544. $U_2 = \dfrac{2U_1}{\varepsilon+1}$. **545.** $\Delta q = \dfrac{CU}{2} = 50$ мкКл, $q_1 = 0$.

546. $q = \dfrac{\varepsilon_0 Smg}{q_0}\operatorname{tg}\alpha = 3{,}6\cdot10^{-6}$ Кл. **547.** $r = \sqrt[3]{\dfrac{3eU}{4\pi d\rho g}} = 4\cdot10^{-6}$ м.

548. $T = mg\dfrac{\cos 2\alpha}{\cos\alpha} = 8{,}7\cdot10^{-3}$ Н.

549. $T = \dfrac{mg\sin^2\alpha\operatorname{tg}\alpha}{\varepsilon} = 3{,}5\cdot10^{-4}$ Н, равновесие безразличное.

550. $E = \dfrac{\pi d^3 g(\rho_2-\rho_1)}{6q} = 4\cdot10^4$ В/м.

551. Увеличится на $\Delta g = \dfrac{qE}{m} = 9{,}6\cdot10^{-4}$ м/с^2.

552. $t = \sqrt{\dfrac{2lU_1}{g(U_1-U_2)}} = 9\cdot10^{-2}$ с. **553.** $a = \dfrac{g}{11} = 0{,}89$ м/с^2.

554. $l = \dfrac{d}{2}\left(1+\dfrac{W_k}{qU}\right) = 1{,}6$ см. **555.** $v = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}} = 8{,}0\cdot10^6$ м/с.

556. $U_{min} = \dfrac{md^2v^2}{el^2} = 6\cdot10^2$ В.

557. $q = \pm\dfrac{r}{\sin\alpha}\sqrt{2\pi\varepsilon_0 m\left(\dfrac{g}{\cos\alpha}-\dfrac{\omega^2 r}{\sin\alpha}\right)} = \pm1{,}3\cdot10^{-7}$ Кл.

558. $v = \sqrt{v_0^2+\left(\dfrac{eEt}{m_e}\right)^2} = 9\cdot10^6$ м/с, $\alpha = \operatorname{arctg}\dfrac{eEt}{m_e v_0} = 24°$

(α – угол между векторами $\vec{v}$ и $\vec{v}_0$).

559. $T = \dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 l^2} - \dfrac{2mg}{\operatorname{tg}60°} = 0{,}1$ Н. **560.** $v = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}} = 1{,}2\cdot10^7$ м/с.

561. $s = \dfrac{mv^2}{2qE} = 2\cdot10^3$ м. **562.** $v = \sqrt{\dfrac{b(mg+qE)}{m(\operatorname{tg}\alpha+\operatorname{tg}\beta)\cos^2\alpha}} = 3$ м/с.

563. $h = \dfrac{Ul^2}{2dv^2}\dfrac{e}{m_e} = 6\cdot10^{-3}$ м.

564. $\beta = \operatorname{arctg}\dfrac{v\sin\alpha}{v\cos\alpha+eE\Delta t/m_e} = 45°$.

565. $W_B = W_A + 0{,}5R(3mg-F) = -4\cdot10^{-3}$ Дж.

566. $A = (\varepsilon^2-1)\dfrac{CU^2}{4}$. **567.** $U \geqslant \dfrac{Wd}{el} = 2\cdot10^2$ В.

568. $A_{мех} = \dfrac{C_0U^2(\varepsilon-1)}{2}$, $A_{ист} = -C_0U^2(\varepsilon-1)$.

569. $W = \dfrac{CE^2d^2}{2} = 2\cdot10^{-6}$ Дж, $w = \dfrac{\varepsilon\varepsilon_0E^2}{2} = 4\cdot10^{-6}$ Дж/м^3.

570. $Q = \dfrac{C_1C_2(U_1 - U_2)^2}{2(C_1 + C_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$ Дж.

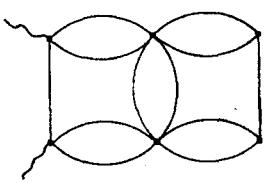
571. $A = \dfrac{\varepsilon_0 S U^2}{2d_1}\left(\dfrac{d_2}{d_1} - 1\right) = 1{,}7 \cdot 10^{-3}$ Дж. **572.** $\Delta W = -\dfrac{CU^2}{4}$.

573. $t = 2RC \approx 20{,}0$ с.

9. ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

608. $v = \dfrac{IM}{e\rho S N_A} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ м/с. **609.** $\delta = \dfrac{U_в}{I_a R_в} \cdot 100\% = 0{,}3\%$.

610. $R_2 = \dfrac{9}{8} R_1 = 90$ Ом. **611.** $n = \sqrt{R_1/R_2} = 4$.



Р и с. 294

612. Соединив точки с одинаковыми потенциалами, получим эквивалентную схему (рис. 294). По ней найдем сопротивление: $R_x = 7R/12 = 3{,}5$ Ом.

613. $U = 22$ В.

614. $R_д = R_в\left(\dfrac{U}{U_в} - 1\right) = 3{,}6 \cdot 10^3$ Ом.

615. $I = I_a\left(1 + \dfrac{\pi d^2 R_a}{4\rho l}\right) = 13$ А.

616. $l = \dfrac{I_a R_a S}{\rho(I - I_a)} = 2$ м.

617. $U_1 = \dfrac{UR_1}{R_1 + R_2} = 140$ В, $U_2 = \dfrac{UR_2}{R_1 + R_2} = 160$ В.

618. $t = \dfrac{q^2 R}{A} = 2$ с. **619.** $R = \dfrac{U_1(U_2 - U_1)}{P} = 24{,}2$ Ом.

620. $P_1' = \dfrac{P_1 P_2^2}{(P_1 + P_2)^2} = 96{,}0$ Вт, $P_2' = \dfrac{P_1^2 P_2}{(P_1 + P_2)^2} = 144$ Вт.

621. $R = \dfrac{kU^2}{(1 + k)^2 P} = 0{,}2$ Ом.

622. $P_1 = \dfrac{I_1^2(I_1R_1 - I_2R_2)}{I_2 - I_1} = 8$ Вт, $P_2 = \dfrac{I_2^2(I_1R_1 - I_2R_2)}{I_2 - I_1} = 12$ Вт,

$\eta_1 = \dfrac{R_1(I_2 - I_1)}{I_2(R_1 - R_2)} = 0{,}4$, $\eta_2 = \dfrac{R_2(I_2 - I_1)}{I_1(R_1 - R_2)} = 0{,}3$.

623. Если $R > r$, то бóльшая мощность выделяется при параллельном соединении резисторов, если $R < r$, – при последовательном.

624. $U = U_1 + \dfrac{4\rho l P}{\pi d^2 U_1} = 2{,}2 \cdot 10^2$ В. **625.** $m = \dfrac{4D\rho l^2(1 + k)^2 P}{kU^2} = 78$ кг.

626. $\mathscr{E} = (\sqrt{2} + 1)\sqrt{\dfrac{PR}{2}}$, $r = \dfrac{\sqrt{2}}{2} R$. **627.** $P_2' = \dfrac{P_1^2}{P_2} = 10$ Вт.

628. $\eta = 1 - \dfrac{IR}{\mathscr{E} - Ir} = 0{,}9$. **629.** $\eta = \dfrac{mgh}{IUt} \cdot 100\% = 49\%$.

630. $P_{max} = \dfrac{\mathscr{E} I_{max}}{4} = 3$ Вт. **631.** $P_{max} = \dfrac{k\mathscr{E}^2}{4R(1-k)} = 5$ Вт.

632. $P_1' = \dfrac{U_2^2 P_1 (P_2 + P_3)^2}{U_1^2 (P_1 + P_2 + P_3)^2} = 72$ Вт, $P_2' = \dfrac{U_2^2 P_1^2 P_2}{U_1^2 (P_1 + P_2 + P_3)^2} = 16$ Вт,

$P_3' = \dfrac{U_2^2 P_1^2 P_3}{U_1^2 (P_1 + P_2 + P_3)^2} = 32$ Вт.

633. $\dfrac{Q_1}{Q_2} = \dfrac{4(r + R/2)^2}{(r+R)^2} = 1{,}4$. **634.** $\dfrac{P_2}{P_1} = 1{,}1$.

635. $l = \dfrac{\eta U^2 S\tau}{\rho m (c(t_2 - t_1) + r)} = 1{,}2$ м ($t_2 = 100$ °C).

636. $\Delta T = \dfrac{j^2 \rho t}{cD} = 0{,}2$ К.

637. $\mathscr{E} = \dfrac{P_2 I_1^2 - P_1 I_2^2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = 12$ В, $r = \dfrac{\mathscr{E} I_1 - P_1}{I_1^2} = 2{,}0$ Ом.

638. $\Delta Q = IU\tau - cm(t_2 - t_1) = 1{,}9 \cdot 10^5$ Дж, $\eta = \dfrac{cm(t_2 - t_1)}{IU\tau} = 0{,}7$.

639. $\tau_3 = \dfrac{\tau_1 \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} = 5{,}7$ мин, $\tau_4 = \tau_1 + \tau_2 = 28$ мин.

640. $t_2 = 4t_1 = 12$ мин. **641.** $r = \sqrt{R_1 R_2} = 6$ Ом. **642.** $\dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{1}{9}$.

643. $\alpha = 1 - \dfrac{\rho V c \Delta T}{P\tau} = 0{,}4$. **644.** $I_3 = \dfrac{I_1 I_2}{I_1 + I_2} = 2$ А.

645. $q_1 = \dfrac{(\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2)(R_1 + R_3) C_1}{R_1 + R_3 + R_4}$, $q_2 = \dfrac{(\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2) R_3 C_2}{R_1 + R_3 + R_4}$.

646. $U_1' = \dfrac{\mathscr{E}}{1 + U_2/U_1} = 7$ В, $U_2' = \mathscr{E} - U_1' = 5$ В.

647. $R = \dfrac{Edr}{\mathscr{E} - Ed} = 5$ Ом. **648.** $U_1 = U_2 = \dfrac{4}{9}\mathscr{E}$.

649. $q = \left(1 - \dfrac{1}{n}\right)\mathscr{E}C$. **650.** $\mathscr{E} = \dfrac{q(R_1 + 2R_2)}{CR_1} = 110$ В.

651. $\mathscr{E} = \dfrac{U_2 I_1 - U_1 I_2}{I_1 - I_2} = 1 \cdot 10^1$ В, $r = \dfrac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} = 3$ Ом.

652. $\mathscr{E} = \dfrac{U_1 U_2}{3U_1 - 2U_2} = 40$ В. **653.** $q = \dfrac{\mathscr{E} CR}{2R + 3r} = 1{,}2 \cdot 10^{-4}$ Кл.

654. $\mathscr{E} = U - Ir = 23$ В. **655.** $I_{к.з} = \dfrac{U_1 I_2 + U_2 I_1}{U_1 - U_2} = 80$ А.

656. $R = \dfrac{\mathscr{E}_1 r_2 - \mathscr{E}_2 r_1}{\mathscr{E}_2} = 0{,}2$ Ом.

657. $R = \dfrac{r(2\sqrt{k}-1)}{2-\sqrt{k}} = 0{,}8$ Ом. **658.** $r = R$.

659. $r = \dfrac{R(nI_2 - I_1)}{nI_1 - I_2} = 0{,}3$ Ом, $\mathscr{E} = I_2\left(R + \dfrac{r}{n}\right) = 2$ В, где $n = 3$.

660. $R = \dfrac{2\mathscr{E}_2 r}{\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2} = 1$ Ом.

661. $P_1 = \dfrac{\mathscr{E}^2 U^2}{P(U^2/P + r)^2} = 42$ Вт. Не будет.

662. $P = \dfrac{m^2 R}{k^2\tau^2} = 40$ Вт. **663.** $\Delta I = I - \dfrac{m}{kt}$ = 0,1 А.

664. $q = \dfrac{It}{2} = 20$ Кл, $m = \dfrac{kIt}{2} = 6{,}6 \cdot 10^{-6}$ кг.

665. $m = kjStN = 3{,}6 \cdot 10^4$ кг, $W = UjStN = 1{,}1 \cdot 10^{13}$ Дж.

666. $t = \dfrac{\rho h}{kj} = 29$ ч. **667.** $W = \dfrac{UFmn}{\eta M} = 1{,}3 \cdot 10^8$ Дж.

668. $q = 2ewdSC_2R = 6 \cdot 10^{-13}$ Кл.

669. $F = I\sqrt{\dfrac{2Um_e}{e}} = 2{,}0 \cdot 10^{-7}$ Н.

10. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

692. $M = \dfrac{USBa}{4\rho} = 0{,}5$ Н · м.

693. Прямая, проходящая параллельно проводнику на расстоянии $r = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi B} = 5 \cdot 10^{-2}$ м от него, $F = IBl = 5 \cdot 10^{-3}$ Н.

694. $\alpha = \arcsin\dfrac{F}{IBl} = 30°$. **695.** $l = \dfrac{m(g + v/t)}{IB\sin\alpha} = 6$ м.

696. $I = \dfrac{mg}{2aB} = 5$ А. **697.** $A_{max} = IBls = 1{,}5 \cdot 10^{-1}$ Дж.

698. $E_k = \dfrac{e^2B^2R^2}{2m_e} = 5{,}6 \cdot 10^{-16}$ Дж. **699.** $R = \dfrac{El}{v_0 B} = 5 \cdot 10^{-3}$ м.

700. $\dfrac{q}{m} = \dfrac{8U}{B^2l^2} = 1 \cdot 10^8$ Кл/кг. **701.** $v \leqslant \dfrac{eBd}{m_e}$.

702. $p = \dfrac{hqB}{2\pi\cos\alpha} = 7{,}3 \cdot 10^{-24}$ кг · м/с.

703. $B = \dfrac{2\pi v\cos\alpha}{(e/m_e)L} = 2 \cdot 10^{-4}$ Тл.

704. $W_k = \dfrac{q^2B^2R^2}{2m\sin^2\alpha} = 1{,}2 \cdot 10^{-16}$ Дж. **705.** $N = \dfrac{rB(e/m_e)}{2\pi v\cos\alpha} = 3 \cdot 10^2$.

706. $\frac{e}{m_e} = \frac{2U}{B^2R^2} = 1{,}76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

707. $B = E\sqrt{\frac{m_e}{2W}}$, $\vec{B} \perp \vec{E}$ и $\vec{B} \perp \vec{v}$. **708.** $t = \frac{RB}{E}\sqrt{n-1} = 2 \cdot 10^{-3}$ с.

709. $v_{min} = \left(5gl + \frac{q^2B^2l^2}{2m^2}\left(1 - \sqrt{1 + \frac{4m^2g}{q^2B^2l}}\right)\right)^{1/2}$.

710. $v = \frac{1}{2m}\left(qB + \sqrt{(qB)^2 + \frac{4m^2}{l\cos\alpha}}\right) l \sin\alpha$.

711. $\Delta t = \frac{N\Phi}{\mathscr{E}_i} = 4{,}8 \cdot 10^{-1}$ с. **712.** $a = 2\sqrt{\frac{\mathscr{E}_i\tau}{B\sin 2\alpha}} = 3 \cdot 10^{-2}$ м.

713. $q = \frac{BdS}{2\rho}$. **714.** $\mathscr{E} = Blv = 4 \cdot 10^{-4}$ В.

715. $Q = \frac{B^2l^2v^2t}{R} = 2 \cdot 10^{-2}$ Дж. **716.** $\omega = \frac{2\mathscr{E}}{Bl^2} = 75$ рад/с.

717. $F = \frac{B^2l^2v}{R}$. **718.** $q = CS\frac{\Delta B}{\Delta t} = 5 \cdot 10^{-10}$ Кл.

719. $I = \frac{l^2}{12\pi R}\frac{\Delta B}{\Delta t} = 4 \cdot 10^{-4}$ А. **720.** $U = \frac{\omega Bl^2}{2} = 1{,}5$ В.

721. $I_m = \frac{\omega Bl^2}{R} = 6{,}0 \cdot 10^{-3}$ А. **722.** $I = \frac{B(S_1 - S_2)}{\tau R} = 4 \cdot 10^{-6}$ А.

723. $B = \frac{\mathscr{E}\tau}{a^2} = 2{,}0 \cdot 10^{-3}$ Тл. **724.** $q = \frac{2\pi r^2 B}{R} = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл.

725. $\alpha = \arccos\left(1 - \frac{qR}{BSN}\right) = 60°$.

726. $Q = \frac{NSa^3(\Delta B)^2}{4\rho\Delta t} = 1 \cdot 10^{-2}$ Дж. **727.** $Q = \frac{2B^2l_1^2l_2v}{R} = 1 \cdot 10^{-3}$ Дж.

728. $\langle\mathscr{E}_s\rangle = \frac{LI}{\Delta t} = 0{,}6$ В, $Q = \frac{LI^2}{2} = 4{,}3 \cdot 10^{-5}$ Дж.

729. $W = \frac{LU^2}{2R_1^2} = 1{,}3$ Дж, $\langle\mathscr{E}_s\rangle = \frac{LU}{R\Delta t} = 25$ В.

730. $|\mathscr{E}_i| = \frac{\Delta I/\Delta t}{4\pi^2\nu^2C} = 0{,}25$ В.

11. МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

742. $x_m = 50$ м, $v_m = 52$ м/с, $a_m = 54$ м/с^2, $F_m = 108$ Н, $E = 2{,}7 \cdot 10^3$ Дж.

743. $T = 6$ с, $x_m = 2$ м, $\varphi_0 = \pi/4$. **744.** $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}} = 1{,}8$.

745. $\frac{E_k}{E_p} = \mathrm{tg}^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$. **746.** $T = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}} = 4{,}5 \cdot 10^{-2}$ с.

747. $l = 4tva = 0{,}4$ м. **748.** $v_m = x_m\sqrt{\dfrac{k}{m}} = 3{,}8$ м/с.

749. $h_{\max} = \dfrac{2mg}{k}$. **750.** $\omega_1 = \sqrt{\dfrac{k_1 + k_2}{m}}$, $\omega_2 = \sqrt{\dfrac{k_1 k_2}{m(k_1 + k_2)}}$.

751. $\dfrac{l_2}{l_1} = \left(\dfrac{N_1}{N_2}\right)^2 = 4$. **752.** $T_1 = T\sqrt{\dfrac{mg - F}{mg + F}} = 1{,}6$ с.

753. $l = \dfrac{n^2\Delta l}{n^2 - 1} = 9 \cdot 10^{-2}$ м. **754.** $\Delta l = l\left(1 - \dfrac{t^2}{(t + \Delta t)^2}\right) = 8 \cdot 10^{-2}$ м.

755. $\Delta t = \dfrac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} = 0{,}3 \cdot 10^2$ с. **756.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g(1 - \rho_2/\rho_1)}}$.

757. $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + qU/(md)}} = 7 \cdot 10^{-1}$ с, если вектор напряженности поля направлен вниз; $T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g - qU/(md)}} = 2$ с, если вектор напряженности поля направлен вверх.

758. $F = mg\left(1 - \dfrac{v^2}{2gl}\right) = 4 \cdot 10^{-1}$ Н. **759.** $v = \dfrac{L}{2\pi}\sqrt{\dfrac{g}{l}} = 19$ м/с.

760. $l = \dfrac{gT^2}{4\pi^2} = 2 \cdot 10^{-1}$ м ($T = 1$ с следует из данного уравнения).

761. $a = g\left(\dfrac{T_0^2}{T^2} - 1\right) = 2$ м/с^2, ускорение направлено вверх.

762. $\Delta T = T_0\dfrac{h}{R} = 3 \cdot 10^{-3}$ с. **763.** $N = \dfrac{1}{\pi}\sqrt{\dfrac{h}{2l}\left(1 + \dfrac{g}{a}\right)} = 10$.

764. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g - a}} = 2$ с, лифт движется либо вниз с возрастающей скоростью, либо вверх с убывающей скоростью.

765. $E_{km} = E_{pm} = E = 2\pi^2\nu^2 m x_m^2 = 2 \cdot 10^{-4}$ Дж.

766. $v_m = x_m\sqrt{\dfrac{g}{l}} = 2 \cdot 10^{-1}$ м/с, $F_m = \dfrac{\pi\rho d^3 g x_m}{6l} = 0{,}1$ Н.

767. $l_1 = \dfrac{\Delta l}{(N_1/N_2)^2 - 1} = 24{,}9$ см, $l_2 = l_1 + \Delta l = 99{,}6$ см,

$g = \dfrac{4\pi^2 N_1^2 \Delta l}{t^2((N_1/N_2)^2 - 1)} = 9{,}82$ м/с^2.

768. а) $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}} = 1{,}42$ с; б) $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{\sqrt{g^2 + a^2}}} = 1{,}38$ с;

в) $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g\cos\alpha}} = 1{,}44$ с.

769. $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + a}} = 2$ с. **770.** $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{\rho g S}}$.

771. $x_m = \dfrac{2mv_0}{m + M}\sqrt{\dfrac{M}{k}} = 0{,}40$ м. **772.** $\nu = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{2\rho S g}{m}} = 2$ Гц.

773. $h = \dfrac{\rho_1 g T^2}{4\pi^2 \rho_2} = 0{,}3$ м. **774.** $\Delta\varphi = \dfrac{2\pi l \nu}{v} = \pi$.

775. $l_1 = \dfrac{\lambda}{2} = 30$ см, $l_2 = \dfrac{\lambda\Delta\varphi}{2\pi} = 7{,}5$ см. **776.** $\lambda = \dfrac{l}{N} = 8{,}00 \cdot 10^{-1}$ м.

777. $\lambda_2 = \dfrac{\lambda_1 v_2}{v_1} = 4$ м. **778.** $v = 2\nu(l_2 - l_1) = 3{,}6 \cdot 10^2$ м/с.

779. $l = \dfrac{v_1 v_2 t}{v_2 - v_1} = 7 \cdot 10^2$ м. **780.** $l = \dfrac{2 v_1 v_2}{\nu(v_2 - v_1)} = 4{,}5 \cdot 10^2$ м.

12. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

790. $\varepsilon = \dfrac{\lambda^2 d}{4\pi^2 c^2 \varepsilon_0 LS} = 6$. **791.** $\lambda = 2\pi\sqrt{LC} = 3 \cdot 10^5$ м.

792. Увеличить в $(\lambda\nu/c)^2 = 2$ раза. **793.** $I_{m2} = I_{m1}\sqrt{\dfrac{L_1}{L_2}} = \dfrac{I_{m1}}{\sqrt{2}}$.

794. От $\nu_1 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} = 5 \cdot 10^7$ Гц до $\nu_2 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} = 2 \cdot 10^7$ Гц,
от $\lambda_1 = c/\nu_1 = 6$ м до $\lambda_2 = c/\nu_2 = 15$ м.

795. $\dfrac{T_2}{T_1} = 2$. **796.** $I_m = U_m\sqrt{\dfrac{C}{L}}$. **797.** $T = \pi D\sqrt{\dfrac{\varepsilon\varepsilon_0\pi L}{d}} = 2 \cdot 10^{-6}$ с.

798. $\lambda = \dfrac{2\pi c q_m}{I_m} = 2 \cdot 10^2$ м. **799.** $I_m = 2\pi\nu q = 6 \cdot 10^{-2}$ А.

800. $L = \dfrac{2W_m}{I_m} = 1$ Гн. **801.** $Q = \dfrac{PL}{2R} = 1{,}6$ Дж.

802. $P = \dfrac{CU_m R}{2L} = 5 \cdot 10^{-3}$ Вт. **803.** $Q = \dfrac{\pi\omega N B^2 S^2}{R} = 7 \cdot 10^{-1}$ Дж.

804. Будет гореть.

805. $X_L = 2\pi\nu L = 13$ Ом, $X_C = \dfrac{1}{2\pi\nu C} = 40$ Ом,

$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \dfrac{1}{2\pi\nu C}\right)^2} = 2{,}0 \cdot 10^2$ Ом, $I = \dfrac{U}{Z} = 1{,}1$ А,

$I_m = I\sqrt{2} = 1{,}5$ А.

806. $C = \dfrac{I_m}{2\pi\nu\sqrt{2U^2 - I_m^2 R^2}} = 2 \cdot 10^{-5}$ Ф.

807. $I = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu L - \dfrac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}} = 0{,}99$ А, $U_R = IR = 20$ В,

$U_L = 2\pi\nu L I = 1{,}3 \cdot 10^2$ В, $U_C = \dfrac{I}{2\pi\nu C} = 27$ В.

808. $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = 13$ В.

809. $C = \frac{I}{2\pi\nu}\sqrt{\frac{1}{U_2^2 - U_1^2}} = 4 \cdot 10^{-6}$ Ф. **810.** $Q = \frac{I_m^2}{2} Rt = 7 \cdot 10^6$ Дж.

811. $L = \frac{1}{2\pi\nu}\sqrt{nR_1^2 - (R_1 + R_2)^2} = 0{,}3$ Гн. **812.** $\cos\varphi = \frac{P\sqrt{2}}{180I} = 0{,}8$.

813. $U = \sqrt{\mathscr{E}_1 \mathscr{E}_2} = 8$ В. **814.** $n_2 = \frac{n_1(Ir + U_2)}{U_1} = 40$.

815. $U_2 = U_1/k - Ir = 2 \cdot 10^1$ В. **816.** $R_2 = \frac{\eta(R_1 + r)}{1 - \eta} = 9{,}5 \cdot 10^3$ Ом.

817. $\frac{U_1}{U} = \sqrt{\frac{\Delta W}{tP\eta/100\%}} = 3$.

13. ЗАКОНЫ ОТРАЖЕНИЯ И ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА

822. $l_2 = \frac{l_1 d_2}{d_1} = 1 \cdot 10^2$ м, $\omega = \frac{\pi d_1^2}{4l_1^2} = 8 \cdot 10^{-9}$ ср, $\varphi = \frac{d_1}{l_1} = 1 \cdot 10^{-4}$ рад.

823. $v = 4\pi nR = 6 \cdot 10^1$ м/с. **824.** $\beta = \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2} = 60°$. **825.** $\gamma = \alpha$.

826. Вертикально вверх со скоростью $v = 3$ м/с.

827. $n_1 = \frac{n_2}{\operatorname{tg}\alpha} = 1{,}4$. **828.** $H = nh = 8$ см. **829.** $n = \frac{d}{h} = 1{,}5$.

830. $H = nh\,4$ м. **831.** $\beta = \arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{n}\right)$. **832.** $l = \frac{2h\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}} = 0{,}97$ м.

833. $H = nh = 4$ км. **834.** $b' = b\frac{\sqrt{1 - n^2\sin^2\alpha}}{\cos\alpha} = 10$ см.

835. $s = d\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right)\sin\alpha$. **836.** $v = c\frac{\sin\beta}{\sin\gamma} = 2 \cdot 10^8$ м/с.

837. $s = d\left(\operatorname{tg}\alpha - \frac{\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}\right) = 0{,}9$ см. **838.** $l = \frac{2h}{n} = 0{,}9$ м.

839. $\gamma = \alpha$, $l = \frac{2dn}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$.

840. $\theta = \alpha - \varphi + \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}(\sin\varphi)\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2\sin^2\alpha} - \cos\varphi\sin\alpha\right) = 47°$.

841. $\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{\sin\alpha}{n - \cos\alpha}\right)$.

842. $\beta = \arcsin\left(\sin\alpha\cos\varphi - (\sin\varphi)\sqrt{\left(\frac{n_в}{n_c}\right)^2 - \sin^2\alpha}\right) = 17°$.

843. $n = \frac{\sin\alpha}{\sin\varphi} = 1{,}4$. **844.** $\varphi = 60°$. **845.** $h = \frac{a}{2}\sqrt{n^2 - 1} = 1{,}8$ м.

846. $\varphi = \arcsin(n\sin\alpha) - \alpha = 22°$; не выйдет при углах падения $\alpha \geqslant \arcsin(1/n) = 40°$.

847. $s = \dfrac{d}{n}\left(1 - \dfrac{1}{\sqrt{n^2+1}}\right)$.

14. СОБИРАЮЩИЕ И РАССЕИВАЮЩИЕ ЛИНЗЫ

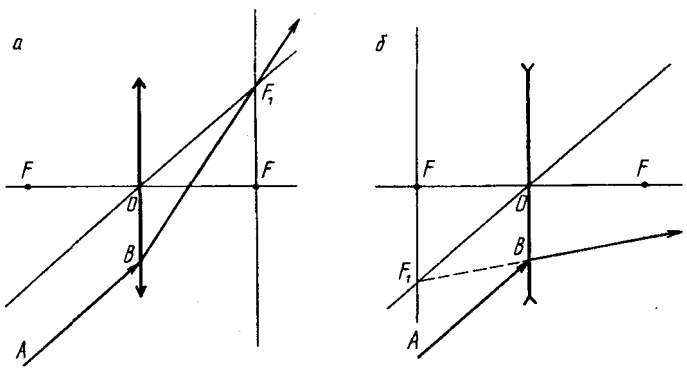
859. См. рис. 295. **860.** См. рис. 296. **861.** См. рис. 297.

862. См. рис. 298. **863.** а) См. рис. 299; б) см. рис. 300.

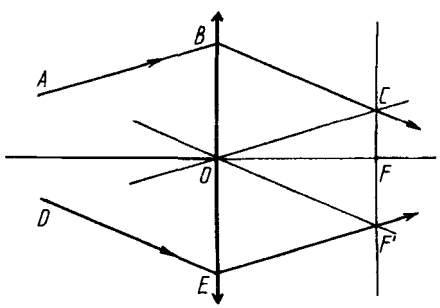
864. $F = \pm(1+\sqrt{2})l = \pm 9{,}6$ см.

865. $H = \dfrac{hF}{l} = 4$ см, $d_1 = F\left(1 + \dfrac{1}{\Gamma}\right) = 11$ см, $d_2 = F\left(1 - \dfrac{1}{\Gamma}\right) = 9$ см.

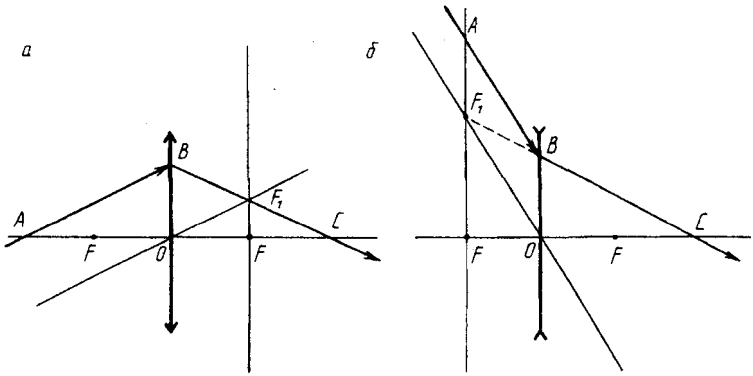
866. $F = \dfrac{fd}{d-f} = 12$ см, $D = -\dfrac{1}{F} = -8{,}3$ дптр.



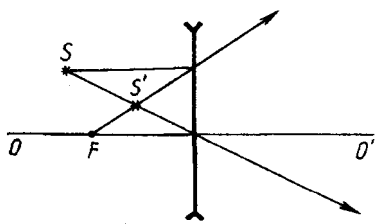
Р и с. 295



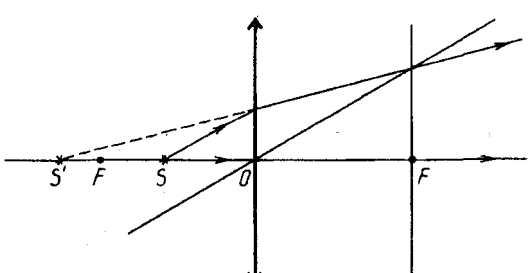
Р и с. 296



Р и с. 297



Р и с. 298

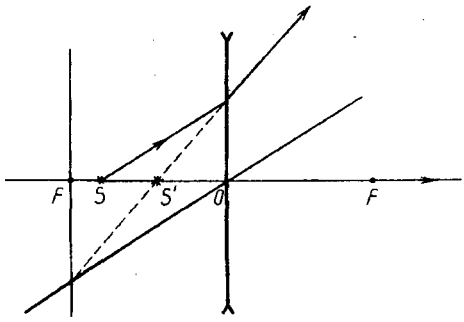


Р и с. 299

867. $F = \dfrac{L^2 - l^2}{4L} = 24$ см. **868.** $H_2 = \dfrac{h^2}{H_1} = 9$ см.

869. Если $d > f$, то $\Gamma = \dfrac{2F - l + \sqrt{l^2 + 4F^2}}{2F + l + \sqrt{l^2 + 4F^2}} = \dfrac{1}{3}$,

если $d < f$, то $\Gamma = \dfrac{2F + l + \sqrt{l^2 + 4F^2}}{2F - l + \sqrt{l^2 + 4F^2}} = 3$ (d – расстояние от предмета до линзы; f – расстояние от линзы до изображения).



Р и с. 300

870. $D_1 = \dfrac{\Gamma+1}{\Gamma d} = 3$ дптр, $D_2 = \dfrac{\Gamma-1}{\Gamma d} = 2$ дптр.

871. $F = \dfrac{L^2 - l^2}{4L} = 24$ см. **872.** $d = \dfrac{1}{|D|} = 0{,}5$ м.

873. $h = 2H = 1{,}4$ см. **874.** $d = \dfrac{1-k}{-|D|} = 0{,}6$ м.

875. $n = 1 + \dfrac{R(k+1)}{d} = 1{,}6$. **876.** $f = \left(1 + \dfrac{1}{k}\right)F = \dfrac{2}{3}F$.

877. $F = \dfrac{f}{\Gamma+1} = 0{,}1$ м. **878.** $\varphi_{max} = \operatorname{arctg}\dfrac{a}{2F} = 32°$.

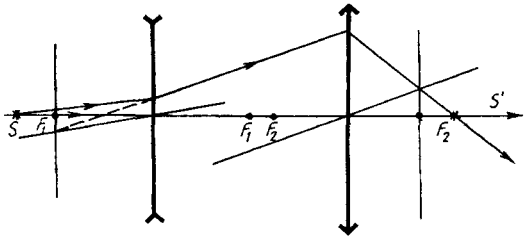
879. Линза собирающая, $F = \dfrac{\Gamma d}{\Gamma - 1} = 10$ см.

880. $d = 2F$. **881.** $D = \dfrac{h}{f(h-f)} = 1{,}7$ дптр.

882. $F = \dfrac{l_1 l_2}{l_2 - l_1} = 30$ см. **883.** $F = \dfrac{l d_1}{d_2 - d_1} = 7$ см.

884. $l = \dfrac{dr}{d-F} = 3$ см. **885.** $g_C = \dfrac{16\pi^2 R f^2}{T^2 d^2} = 2{,}7 \cdot 10^2$ м/с^2.

886. $l = F_1$. **887.** См. рис. 301.



Р и с. 301

888. $f_2 = \dfrac{F_2(ld_1 - lF_1 - d_1F_1)}{(d_1 - F_1)(l - F_2) - d_1F_1} = 60$ см.

889. $f_2 = \dfrac{F_2(ld_1 - lF_1 - d_1F_1)}{(d_1 - F_1)(l + F_2) - d_1F_1} = 30$ см. **890.** $D = \dfrac{d - d_0}{dd_0} = 3$ дптр.

891. $\Gamma = \dfrac{F}{h - F} = 1:4000$. **892.** $F = \dfrac{d_2h_2 - d_1h_1}{h_2 - h_1} = 0{,}4$ м.

893. $\Gamma = d_0D = 4$, $d_0 = 25$ см, см. рис. 260.

894. $f = (1 + \Gamma)F = 4{,}2$ м. **895.** $v' = \dfrac{vF}{d - F} = 4$ см/с.

896. $d = F\left(1 + \dfrac{gt^2}{4\pi^2N^2l}\right) = 4$ м.

15. СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

901. $l_1 = nl_2 = 16$ мм. **902.** $N' = nN = 39$.

903. $\lambda_2 = \dfrac{\lambda_1}{n} = 405$ нм, $\nu_2 = \nu_1 = \dfrac{c}{\lambda_1} = 5{,}6 \cdot 10^{14}$ Гц, зеленый.

904. $\alpha = \operatorname{arctg}\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2} = 55°$. **905.** Обеспечит.

906. $\Delta\lambda = (n - 1)\lambda = 198$ нм. **907.** $x_3 = \dfrac{(2k + 1)\lambda l}{2d} = 6$ мм ($k = 3$).

908. $d = \dfrac{k\lambda}{2} = 1{,}3$ мкм ($k = 4$). **909.** $R = \dfrac{2r_k^2}{(2k - 1)\lambda} = 0{,}64$ м ($k = 3$).

910. $N = 9$. **911.** $\varphi_2 = \arcsin\left(\dfrac{k_2 \sin\varphi_1}{k_1}\right) = 15°$ ($k_1 = 2$, $k_2 = 3$).

16. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

915. $l = l_0\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}} = 0{,}6$ м. **916.** $\tau = \dfrac{\tau_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 125$ ч.

917. $E = c\sqrt{p^2 + m^2c^2} = 2 \cdot 10^{-10}$ Дж,

$E_k = c\sqrt{p^2 + m^2c^2} - mc^2 = 5 \cdot 10^{-11}$ Дж.

918. $E_0 = mc^2 = 9 \cdot 10^{16}$ Дж.

919. $u = \dfrac{v_1 + v_2}{1 + v_1v_2/c^2} = 0{,}98c$, где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

920. $v_2' = \dfrac{|-v_2 - v_1|}{1 + v_1v_2/c^2} = 0{,}96c$, где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

17. СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ

925. $E = \frac{hc}{\lambda} = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж, $p = \frac{h}{\lambda} = 1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с.

926. $n = \frac{hc}{\lambda E} = 1{,}5$. **927.** $N = \frac{Pt\lambda}{hc} = 5 \cdot 10^{1}$. **928.** $P = \frac{Nhc}{\eta\lambda t} = 4 \cdot 10^{1}$ Вт.

929. $p_{max} = \sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_{max} - \lambda)}{\lambda_{max}\lambda}} = 4 \cdot 10^{-25}$ кг · м/с.

930. $N = \frac{W\lambda}{hc} = 3 \cdot 10^{13}$.

931. $\nu = \nu_{min} + \frac{eU_з}{h} = 1 \cdot 10^{15}$ Гц, $A = h\nu_{min} = 4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

932. $v = \sqrt{\frac{2hc(\lambda_{max} - \lambda)}{m\lambda_{max}\lambda}} = 2 \cdot 10^{5}$ м/с.

933. $\lambda_2 = \frac{k^2\lambda_1\lambda_{max}}{\lambda_{max} - (1 - k^2)\lambda_1} = 540$ нм.

934. $h = \frac{E_{km}}{\nu - \nu_{min}} = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, $A = h\nu_{min} = 4 \cdot 10^{-19}$ Дж.

935. $I = \frac{\eta P\lambda e}{hc} = 8 \cdot 10^{-10}$ А.

936. $A = \frac{hc}{\lambda_1} - eU = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж, $\lambda_{max} = \frac{hc}{A} = 6 \cdot 10^{-7}$ м, не будет.

937. $\Delta E_{k\,max} = \Delta E = 3$ эВ. **938.** $\lambda_{max} = \frac{(n_2 - 1)c}{(n_2 - n_1)\nu} = 5 \cdot 10^{-7}$ м.

939. $A = \frac{hc}{\lambda} - e\varphi_{max} = 4$ эВ. **940.** $A = \frac{hc}{\lambda} - \frac{(RBe)^2}{2m_e}$.

941. $\theta = \arccos\left(1 - \frac{E_0(E - E')}{EE'}\right) = 31°$, $E_k = E - E' = 0{,}05$ МэВ.

942. $p_e = \sqrt{p^2 + (p')^2 - 2pp'\cos\theta} = 5 \cdot 10^{-23}$ кг · м/с, где $p = \frac{h}{\lambda}$,

$p' = \frac{h}{\lambda + \lambda_C(1 - \cos\theta)}$.

943. $E' = \frac{2hc}{3\lambda_C(1 - \cos\theta)} = 1 \cdot 10^{-13}$ Дж,

$p' = \frac{2h}{3\lambda_C(1 - \cos\theta)} = 4 \cdot 10^{-22}$ кг · м/с.

18. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО

955. $\rho = \frac{3m_0}{4\pi R_0^3} = 1{,}8 \cdot 10^{17}$ кг/м^3, $m = \rho V = 1{,}8 \cdot 10^{11}$ кг.

956. $r = \frac{qeN_A}{\pi\varepsilon_0 Mv^2} = 3 \cdot 10^{-14}$ м. **957.** $\frac{m_м}{m_\alpha} = \frac{\sqrt{E_0} + \sqrt{E}}{\sqrt{E_0} - \sqrt{E}} = 16$.

958. $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = 1{,}92 \cdot 10^7$ м/с. **959.** $R_1 = 0{,}96R_2$.

960. $n = \frac{e}{4\pi r\sqrt{\pi\varepsilon_0 m_e r}} = 6{,}6 \cdot 10^{15}$ с$^{-1}$. **961.** $\Delta E = hc\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) = 13$ эВ.

962. $r = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_e v^2} = 5{,}2 \cdot 10^{-11}$ м, $E = \frac{4\pi\varepsilon_0 m_e^2 v^4}{e^3} = 5{,}3 \cdot 10^{11}$ В/м.

963. $E = \frac{e}{4\pi\varepsilon_0 r_1^2} = 5{,}1 \cdot 10^{11}$ В/м, $E_k = \frac{e^2}{8\pi\varepsilon_0 r_1} = 2{,}2 \cdot 10^{-18}$ Дж.

964. $\frac{v_э}{v} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 \hbar v} = 9{,}3 \cdot 10^3$. **965.** $d = \frac{W_1 - W_2 - A}{eE} = 9{,}2 \cdot 10^{-3}$ м.

966. $E_p/E_k = -2$.

967. а) $Z = 13$, $N = 14$; б) $Z = 82$, $N = 125$; в) $Z = 92$, $N = 143$.

968. $E_{св} = c^2(92m_p + (235 - 92)m_n - m_я) = 1784$ МэВ.

969. $\Delta m_1 = 4(\Delta m_2 + m_2) - m_1 = 0{,}12$ а.е.м., $E_{св} = c^2\Delta m_1 = 1{,}1 \cdot 10^2$ МэВ.

970. $\frac{E_{св}}{A} = \frac{\left(Z_{^1_1\mathrm{H}} + (A - Z)m_n - m_a\right)931{,}5}{A} = 7{,}98$ МэВ.

971. $E_0 = \frac{EM}{mN_A} = 3{,}2 \cdot 10^{-11}$ Дж ($M = 235 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).

972. $P = \frac{\eta E_0 m N_A}{Mt \cdot 100\%} = 5{,}2 \cdot 10^7$ Вт.

973. $t = \frac{\alpha m N_A E_0}{PM} = 1{,}9 \cdot 10^2$ сут ($M = 235 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).

974. Первый и второй переходы обусловлены β-распадом, а третий – α-распадом.

975. $t = \frac{T\lg n}{\lg 2} = 54$ сут. **976.** $T = \frac{t\lg 2}{\lg(N_0/(N_0 - \Delta N))} = 4$ сут.

977. $N = \frac{I\tau}{2en} = 2{,}3 \cdot 10^{13}$. **978.** $N = 17$.

979. α-Частица $\left(^4_2\mathrm{He}\right)$, $E = \frac{E_0 m N_A}{M} = 2{,}4 \cdot 10^{11}$ Дж

($M = 7 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).

980. Нейтрон, протон и α-частица.

981. а) $^1_1\mathrm{H} + {}^1_0n \to {}^2_1\mathrm{H} + \gamma$; б) $^9_4\mathrm{Be} + \gamma \to {}^4_2\mathrm{He} + {}^4_2\mathrm{He} + {}^1_0n$.

982. $Q_1 = 2{,}4$ МэВ, $Q_2 = -1{,}03$ МэВ.