

ОТВЕТЫ

Раздел 1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

- 1.1. $4,16 \cdot 10^{42}$; $2,30 \cdot 10^{39}$. 1.2. $n = 6,3 \cdot 10^{18}$; $F = 2,8 \cdot 10^6$ Н. 1.3. $r = \sqrt[6]{\frac{9ke^2}{16\gamma\rho^2\pi^2}} = 7,6 \cdot 10^{-5}$ м. 1.4. $F = 4,4 \cdot 10^{18}$ Н. 1.5. $q = -8 \cdot 10^{-14}$ Кл; $n = 1,5 \cdot 10^5$. 1.6. $q_1 = 3,8 \cdot 10^{-5}$ Кл; $q_2 = 1,2 \cdot 10^{-5}$ Кл. 1.7. $q_1 = 1,4 \cdot 10^{-8}$ Кл; $q_2 = 6,6 \cdot 10^{-8}$ Кл. 1.8. $F = 26,01$ мН. 1.9. $m = 6,2$ г. 1.10. 1600 кг/м³. 1.11. $x = 0,25$ м. 1.12. $r = 18$ мм. 1.13. $q_1 = q_2 > 0$, $T_1 = 3$ мН, $T_2 = 3$ мН; $q_1 < 0$, $q_2 > 0$, $T_1 = 5$ мН, $T_2 = 1$ мН. 1.14. $F = \sqrt{3}k \frac{q^2}{a^2}$. 1.15. В точке пересечения медиан, $q = -\frac{Q}{\sqrt{3}}$. 1.16. $F = 0,3$ Н. 1.17. $F = 1,7 \cdot 10^{-4}$ Н. 1.18. $F = 0,5$ мН. 1.19. $q = -18,3$ нКл. 1.20. $x = 0,07$ м. 1.21. $F = k\tau q \frac{l}{r(r+l)} = 54$ мкН. 1.22. $F = \frac{kq\tau\sqrt{2}}{l} = 6,3$ Н. 1.23. $F = \frac{kq\tau\sqrt{5}}{l} = 4$ мН. 1.24. $F = \frac{kq_1q_2r}{\sqrt{(R^2+r^2)^3}}$; $F_1 = 0,16$ Н; $F_2 = 2,24$ мН; $R_{\max} = 0,071$ м; $R_{\min} = 0, \infty$. 1.25. $F = \frac{2k\tau Q}{r} = 3,6$ мН. 1.26. $T = \frac{Q_1Q}{8\pi^2\epsilon_0 R^2}$. 1.27. $r = \frac{2}{3}a$; $r = 2a$, где a — расстояние на прямой, соединяющей заряды, от меньшего заряда. 1.28. $E_1 = 2,5 \cdot 10^4$ В/м; $|E_2| = |E_3| = 0,88 \cdot 10^4$ В/м. 1.29. $x_0 = 4,0$ см, одна точка. 1.30. $E_a = \frac{kq\sqrt{4l^2-r^2}}{l^3} = 5,8 \cdot 10^5$ В/м; $E_b = \frac{kqr}{l^3} = 4,3 \cdot 10^5$ В/м. 1.31. $E = 16,8$ кВ/м. 1.32. $E_1 = 0,53$ кВ/м; $E_2 = 0,25$ кВ/м. 1.33. $E = 793 \cdot 10^6$ В/м. 1.34. $E = 16$ кВ/м; $\alpha = 45^\circ$. 1.35. В двух случаях напряженность в центре не равна 0. $E_1 = 60$ кВ/м, $E_2 = 30$ кВ/м. 1.36. $E = 0$. 1.37. $E = \frac{k\tau}{2l} = 135$ кВ/м. 1.38. $E = \frac{2kl\tau}{r\sqrt{4r^2+l^2}} = 55,3$ МВ/м. 1.39. $E = \frac{k\tau}{r} \sqrt{\frac{2l^2-2r\sqrt{l^2+r^2}}{r^2+l^2}} = 39$ кВ/м. 1.40. $E = \frac{k\tau}{l_1l_2} \sqrt{2(l_1^2-l_1l_2+l_2^2)} = 38$ кВ/м. 1.41. $E_1 = 0$; $E_2 = -1,6$ кВ/м; $E_3 = -1,71$ кВ/м; $E_4 = -1,59$ кВ/м; $E_5 = -1,15$ кВ/м; $h = R/\sqrt{2} = 7,14$ см. 1.42. $E = (2kq \sin \alpha/2)/\pi R^2$; $E_1 = 5,73$ кВ/м; $E_2 = 4,30$ кВ/м. 1.43. $E = \frac{2kq}{R^2} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{R^2+h^2}}\right)$; $E_1 = 10^5$ В/м; $E_2 = 0,30 \cdot 10^5$ В/м. 1.44. $E_1 = 4,2 \cdot 10^6$ В/м;

$E_2 = 2,1 \cdot 10^6$ В/м. **1.45.** $F = \frac{6ke^2l^2}{R^4} = 2,1 \cdot 10^{-8}$ Н. **1.46.** $F = \frac{2kQql}{r^3} = 4$ мН. **1.47.** $F =$
 $= \nabla E P = 20$ мН. **1.48.** $r = 6 \cdot 10^{-4}$ м. **1.49.** $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + qE/m}} = 1,1$ с; $T_2 = 2\pi \times$
 $\times \sqrt{\frac{l}{g - qE/m}} = 1,3$ с. **1.50.** $T = 2,6$ мН. **1.51.** $l = 0,11$ м; $F = mg \frac{T_0^2 - T^2}{T^2} = 36$ мН.
1.52. $N_E = 4,5$ В·м. **1.53.** $N_E = 0,3$ кВ·м; $N_D = 25 \cdot 10^{-10}$ Кл. **1.54.** $N_E = 2,7$ В·м.
1.55. $N_D = \frac{q}{2} \left(1 - \frac{R}{\sqrt{x^2 + l^2}} \right) = 1 \cdot 10^{-8}$ Кл. **1.56.** $N = 452$ В·м. **1.57.** $E_1 = 0$; $E_2 =$
 $= 0,9$ кВ/м; $E_3 = 0,4$ кВ/м. **1.58.** $E_1 = 0$; $E_2 = 1,1$ кВ/м; $E_3 = 0,2$ кВ/м. **1.59.** $E_1 = 0$,
 $E_2 = \frac{\sigma R}{\epsilon_0 r} = 75$ В/м. **1.60.** $E_1 = 0$, $E_2 = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon \epsilon_0 r_2} = 25$ В/м, $E_3 = \frac{\sigma_1 R_1 + \sigma_2 R_2}{\epsilon_0 r_3} = 0$. **1.61.** $F =$
 $= 8,1$ Н; $A = \frac{\tau^2}{2\pi\epsilon_0 \ln(r_1/r_2)} = 0,11$ Дж. **1.62.** $F = 5,1$ кН. **1.63.** $F = \frac{\tau_1 \tau_2}{2\pi\epsilon_0} \ln 2 =$
 $= 1,2 \cdot 10^{-3}$ Н. **1.64.** $F = \frac{q_1 q_2}{24\pi\epsilon_0 r^2} = 1,5 \cdot 10^{-4}$ Н. **1.65.** $F_1 = \frac{\epsilon_0 S F^2}{2q^2} = 4,9$ мН. **1.66.** $Q =$
 $= \frac{mgS\epsilon_0 \operatorname{tg} \alpha}{q} = 1,1 \cdot 10^{-6}$ Кл. **1.67.** $\varphi = 1$ кВ. **1.68.** $\frac{\Delta W}{Q} = 162$ Дж/Кл. **1.69.** $A =$
 $= -4,5 \cdot 10^{-6}$ Дж; $\Delta W = 4,5 \cdot 10^{-6}$ Дж. **1.70.** $\varphi = 200$ В; $\Delta\varphi = 100$ В. **1.71.** $\varphi =$
 $= 26 \cdot 10^3$ В; $E = 8,5 \cdot 10^5$ В/м. **1.72.** $r_1 = 8$ см; $r_2 = 4$ см; $E = 8,7 \cdot 10^3$ В/м.
1.73. $\varphi = 0$; $E = 7,2 \cdot 10^6$ В/м. **1.74.** $\varphi = 2k\tau \ln \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 87$ В. **1.75.** $\varphi = 36$ В. **1.76.** $\Delta\varphi =$
 $= \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_1}{r_2} = -125$ В. **1.77.** $\varphi = 2k\tau \ln 3 = 1978$ В. **1.78.** $\varphi = k\tau \ln(\sqrt{2} + 1) = 0,8$ кВ.
1.79. $\varphi = 8k\tau \ln(1 + \sqrt{2}) = 63$ В. **1.80.** $\varphi = \frac{2kq}{R^2} (\sqrt{R^2 + l^2} - l)$; $\varphi_0 = 0,36$ кВ; $\varphi_1 = 149$ В.
1.81. $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma(r_1 - r_2)}{2\epsilon_0} = -56$ В. **1.82.** $\Delta\varphi = 141$ В. **1.83.** $\Delta\varphi = \frac{h}{r} \sqrt{\frac{F}{2\pi\epsilon_0}} = 600$ В.
1.84. $\varphi_0 = 10$ В, $\varphi_1 = 1$ В. **1.85.** $\sigma = 29,5$ нКл/м². **1.86.** $R = \frac{k}{\varphi} \frac{4q_1 + 3q_2}{6}$; $R_1 = 0,5$ м;
 $R_2 = 1$ м. **1.87.** $R = \frac{\varphi_1 r_1}{\varphi_0} = 6$ см. **1.88.** $\operatorname{grad} \varphi = 226$ В/м. **1.89.** $\operatorname{grad} \varphi = \frac{\varphi}{r} = 200$ В/м.
1.90. $\operatorname{grad} \varphi = 180$ кВ/м. **1.91.** $\Delta\varphi = 2kq \frac{l - 2r}{r(l - r)} = 3508$ В. **1.92.** $\varphi_1 = 5$ В; $E_1 = 50$ В/м;

$\varphi_2 = 4,99 \text{ В}; E_2 = 2,52 \text{ В/м}; q_1 = 10,4 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}; q_2 = 17,34 \cdot 10^{-11} \text{ Кл. 1.93. а) } q_1 = 0;$
 $\varphi = \frac{kq}{r+R} = 85 \text{ В}; \text{ б) } q_2 = -\frac{qR}{r+R} = 2,8 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}; \varphi = 0. \text{ 1.94. } q = -\frac{q_1 l_2 + q_2 l_1}{l_1 l_2} =$
 $= 1 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}, F = \frac{kr(q_1 l_2 + q_2 l_1)}{l_1^3 l_2^3} \sqrt{q_1^2 l_2^4 + q_2^2 l_1^4} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ Н. 1.95. 1. } \varphi_1 = 1,5 \text{ кВ}; E_1 =$
 $= 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}; \varphi_2 = 0,9 \text{ кВ}; E_2 = 1,8 \cdot 10^4 \text{ В/м}; \varphi_3 = 0,6 \text{ кВ}; E_3 = 0,92 \cdot 10^4 \text{ В/м. 2. } \varphi_1 =$
 $= 0,6 \text{ кВ}; E_1 = 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}; \varphi_2 = 0; E_2 = 0; \varphi_3 = 0; E_3 = 0. \text{ 1.96. } \varphi_1 = \varphi \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \right) = 12 \text{ В.}$
1.97. $\varphi = \frac{\varphi_1 r_1}{r_2} = 18 \text{ В. 1.98.}$ На внешней поверхности — $q_1 = +10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$ на внут-
 ренней — $q_2 = -5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл. 1.99. } q = \varepsilon_0 S E = \pm 8,85 \cdot 10^{-10} \text{ Кл. 1.100. } q_1 = -5 \text{ нКл};$
 $q_2 = 5 \text{ нКл. 1.101.}$ На первой пластинке — $q_1 = +8,85 \cdot 10^{-10} \text{ Кл};$ на второй —
 $q_2 = -8,85 \cdot 10^{-10} \text{ Кл. 1.102. } q = \pm \frac{Q}{2R} = \pm 0,5 \cdot 10^{-9} \text{ В/м. 1.103. } q = \pm \frac{\varphi r}{k} = \pm 2 \cdot 10^{-11} \text{ Кл.}$
1.104. $\varphi = kq \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) = 4,2 \text{ кВ. 1.105. } \sigma_1 = -k\varepsilon_0 \frac{q}{l_1^2} = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2; \sigma_2 = -k\varepsilon_0 \frac{q l_1}{l_2^3} =$
 $= 9,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2; q^* = -q. \text{ 1.106. } E = kq \sqrt{\frac{1}{r^4} + \frac{1}{(r^2 + 4l^2)^2} - \frac{2}{r \sqrt{(r^2 + 4l^2)^3}}} = 6,7 \text{ кВ/м.}$
1.107. $E = \frac{Q}{32\pi\varepsilon_0 r^2} \sqrt{5 - 2\sqrt{2}}. \text{ 1.109. } E_1 = 4,35 \text{ В/м}; D_1 = 1 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/м}^2; E_2 = 7,24 \text{ В/м};$
 $D_2 = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ Кл/м}^2; E_3 = 4,7 \text{ В/м}; D_3 = 0,42 \cdot 10^{-10} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.110. } E_1 = 0, D_1 = 0,$
 $E_2 = 13,6 \text{ В/м}, D_2 = 84 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/м}^2, E_3 = 229 \text{ В/м}, D_3 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.111. } Q' =$
 $= Q \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}. \text{ 1.113. } \sigma = \varepsilon_0 (\varepsilon - 1) \frac{U}{d} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.114. } \sigma = \frac{U}{d} \varepsilon_0 \varepsilon = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2;$
 $\sigma_1 = \frac{U}{d} (1 - \varepsilon) \varepsilon_0 = -5,3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.115. } \sigma_1 = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \varepsilon_0 E_0 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.116. } p =$
 $= \varepsilon \varepsilon_0 E^2 = 56 \text{ кПа. 1.117. } \sigma = (\varepsilon - 1) \sqrt{2 \frac{\varepsilon_0 F}{\varepsilon S}} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.118. } \frac{F_1}{F_0} = \frac{1}{\varepsilon} = 0,5;$
 $\frac{F_2}{F_0} = \varepsilon = 2,1. \text{ 1.119. } q = 5,6 \text{ мкКл. 1.120. } \sigma_1 = \frac{q}{4\pi r^2} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} = -2,7 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2;$
 $\sigma_2 = \frac{q}{4\pi(r+d)^2} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2. \text{ 1.121. } \sigma = \frac{q}{4\pi r^2} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}; \sigma_1^* = 4,7 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2;$

$$\sigma_2^* = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2; \quad \varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{\epsilon-1}{\epsilon R_1} + \frac{\epsilon-1}{\epsilon R_3} - \frac{1}{R_2} \right) = 3,5 \text{ кВ.} \quad \mathbf{1.122.} \quad E_1 = 0,$$

$$E_2 = 28 \text{ В/м}, \quad E_3 = 0. \quad \mathbf{1.123.} \quad E_1 = 2,8 \text{ В/м}; \quad D_1 = 5,0 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/м}^2; \quad E_2 = 7,6 \text{ В/м};$$

$$D_2 = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/м}^2. \quad \mathbf{1.124.} \quad P = \epsilon_0(E_0 - E) = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2. \quad \mathbf{1.125.} \quad \epsilon = \frac{\epsilon_0 E_0}{\epsilon_0 E_0 - P} = 1,3;$$

$$P_0 = \frac{P\mu}{N_{A\rho}} = 5,8 \cdot 10^{-33} \text{ Кл}\cdot\text{м}. \quad \mathbf{1.126.} \quad E = \frac{P_n}{\epsilon_0(\epsilon-1)} = 11,3 \cdot 10^6 \text{ В/м}. \quad \mathbf{1.127.} \quad \text{tg } \alpha_2 = \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \text{tg } \alpha_1;$$

$$\alpha_2 = 76,6^\circ; \quad E_2 = E_1 \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = 1,32 \cdot 10^4 \text{ В/м}; \quad \sigma = \epsilon_0 \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_2} E_1 \cos \alpha_1; \quad \sigma = 0,1 \text{ мкКл/м}^2.$$

$$\mathbf{1.128.} \quad E_1 = \frac{U\epsilon_2}{\epsilon_2 d_1 + \epsilon_1 d_2} = 8,6 \cdot 10^3 \text{ В/м}; \quad E_2 = \frac{U\epsilon_1}{\epsilon_1 d_2 + \epsilon_2 d_1} = 5,1 \cdot 10^4 \text{ В/м}; \quad U_1 = \frac{U d_1 \epsilon_2}{\epsilon_2 d_1 + \epsilon_1 d_2} =$$

$$= 43 \text{ В}; \quad U_2 = \frac{U d_2 \epsilon_1}{\epsilon_1 d_2 + \epsilon_1 d_2} = 257 \text{ В}; \quad \sigma = \epsilon_0 \frac{U}{d} = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2. \quad \mathbf{1.129.} \quad C = 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ Ф}.$$

$$\mathbf{1.130.} \quad \sigma_1 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2; \quad \sigma_2 = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2. \quad \mathbf{1.131.} \quad \Delta U = \frac{\sigma}{\epsilon_0} (d_1 - d) = 45 \text{ В}.$$

$$\mathbf{1.132.} \quad U_1 = \frac{\epsilon}{\epsilon_1} U = 600 \text{ В}. \quad \mathbf{1.133.} \quad U_1 = \frac{\epsilon}{\epsilon_1} U = 100 \text{ В}; \quad C = 18 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}; \quad C_1 = 53 \cdot 10^{-12} \text{ Ф};$$

$$\sigma = \sigma_1 = \frac{\epsilon\epsilon_0 U}{d} = 0,53 \text{ мкКл/м}^2. \quad \mathbf{1.134.} \quad 1. \quad q = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}; \quad \Delta E = -6,5 \cdot 10^3 \text{ В/м}.$$

$$2. \quad q = 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}; \quad \Delta E = 0. \quad \mathbf{1.135.} \quad C = \frac{\epsilon\epsilon_0 d^2}{4h} \left(\frac{2\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}. \quad \mathbf{1.136.} \quad C =$$

$$= \frac{3\epsilon\epsilon_0 S}{2d}. \quad \mathbf{1.137.} \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d}. \quad \mathbf{1.138.} \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{\frac{d_1}{\epsilon_1} - \frac{d-d_1}{\epsilon}}. \quad \mathbf{1.139.} \quad C = \frac{\epsilon_0 S}{d \left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{1}{\epsilon_3} \right)} =$$

$$= 1,4 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}. \quad \mathbf{1.140.} \quad C = 32,4 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}. \quad \mathbf{1.141.} \quad C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{(N-1)d} = 3,1 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}. \quad \mathbf{1.142.} \quad U =$$

$$= \frac{q(r_2 - r_1)}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_1 r_2}. \quad \mathbf{1.143.} \quad \text{Если шар находится в масле, то } R = 0,21 \text{ м; если в воздухе,}$$

$$\text{то } R = 0,46 \text{ м}. \quad \mathbf{1.144.} \quad E = \frac{rR}{(R-r)r_1^2} U = 4,4 \cdot 10^4 \text{ В/м}. \quad \mathbf{1.145.} \quad C = 2,1 \cdot 10^{-10} \text{ Ф/м}.$$

$$\mathbf{1.146.} \quad E = \frac{U}{r_1 \ln(R/r)} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ В/м}. \quad \mathbf{1.147.} \quad 1. \quad U_1 = U_2 = 120 \text{ В}; \quad q_1 = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}; \quad q_2 =$$

$$= 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}. \quad 2. \quad q_1 = q_2 = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}; \quad U_1 = 80 \text{ В}; \quad U_2 = 40 \text{ В}. \quad \mathbf{1.148.} \quad U_1 =$$

$$= \frac{2}{3} U = 4 \text{ В}. \quad \mathbf{1.149.} \quad U = \frac{C_1 U_1 + C_2 U_2}{C_1 + C_2} = 40 \text{ В}. \quad \mathbf{1.150.} \quad C_2 = C_1 \frac{U_1 - U}{U - U_2} = 10 \text{ мкФ}.$$

1.151. $q = C_1 \frac{C_2 U_2 - C_1 U_1}{C_1 + C_2}$. **1.152.** $U_2 = \frac{-C_1 U_1 + (C_1 + C_2) U}{C_2} = 250 \text{ В}$. **1.153.** $U_2 =$
 $= \frac{2C_1 C_2}{(C_1 + C_2)^2} U_1 = 267 \text{ В}$; $q_1 = 26,7 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$; $q_2 = 53,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. **1.154.** $U_1 = 100 \text{ кВ}$,

$U_2 = 50 \text{ кВ}$, $U_3 = 20 \text{ кВ}$, $C = 59 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$, $U = 170 \text{ кВ}$. **1.155.** $\Delta q = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} - \frac{1}{2} \right) CU =$
 $= 0,17 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. **1.156.** 1. Уменьшится в 5 раз. 2. Уменьшится в 9 раз.

1.157. $d = 2 \text{ мм}$. **1.158.** $C = 0,4 \text{ мкФ}$. **1.159.** $C = 20 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$. **1.160.** $C =$
 $= \frac{\varepsilon_0 l^2}{4d} \frac{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + 10\varepsilon_1 \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}$. **1.161.** а) $E_1 = \frac{2\varepsilon_2 U}{d(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} = 42,9 \text{ кВ/м}$; $E_2 = \frac{2\varepsilon_1 U}{d(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} =$

$= 257,4 \text{ кВ/м}$; $C = \frac{2\varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_0 S}{d(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}$; б) $E_1 = E_2 = \frac{U}{d} = 150 \text{ кВ/м}$; $C = \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) S}{2d}$.

1.162. $U = 1125 \text{ В}$; $C = 0,8 \text{ мкФ}$. **1.163.** $Q = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. **1.164.** $W = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$.

1.165. $W = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$. **1.166.** $W = 9 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$. **1.167.** $W = 63 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$.

1.168. $W = 9,8 \text{ Дж}$. **1.169.** $Q = 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$. **1.170.** $W = \frac{q^2}{16\pi\varepsilon_0 R_1} = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$.

1.171. $W = \frac{q^2 d}{8\pi\varepsilon_0 \varepsilon R_1 (R_1 + d)} = 12 \text{ Дж}$. **1.172.** $W_1 = \frac{2\pi\rho^2 R^5}{45\varepsilon_0 \varepsilon} = 7,9 \text{ мкДж}$; $W_2 = \frac{2\pi\rho^2 R^5}{9\varepsilon_0} =$

$= 79 \text{ мкДж}$. **1.173.** $\frac{W_2}{W_1} = \sqrt[3]{N^2} = 100$. **1.174.** $\Delta W = -2\pi\varepsilon_0 (\varphi_1 - \varphi_2)^2 \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} =$

$= -42 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$. **1.175.** $W = 5 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$. **1.176.** $W = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$; $F = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$.

1.177. $Q = 0,18 \text{ Дж}$. **1.178.** $\omega = 0,3 \text{ Дж/м}^3$. **1.179.** $\omega = 2,5 \text{ Дж/м}^3$. **1.180.** а) $Q_0 = Q$,

$\frac{E}{E_0} = \frac{1}{\varepsilon}$, $\frac{U}{U_0} = \frac{1}{\varepsilon}$, $\frac{W}{W_0} = \frac{1}{\varepsilon}$; б) $U = U_0$, $E = E_0$, $\frac{Q}{Q_0} = \varepsilon$, $\frac{W}{W_0} = \varepsilon$. **1.181.** $U_2 = 1500 \text{ В}$,

$A = 200 \text{ нДж}$. **1.182.** а) $\frac{W_2}{W_1} = n$; б) $\frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{n}$, где $n = \frac{d_2}{d_1}$. **1.183.** а) $A =$

$= \frac{1}{2} \frac{\varepsilon_0 S U^2 (d_2 - d_1)}{d_1^2} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$; б) $A = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon_0 S U^2 (d_1 - d_2)}{d_1 d_2} = -1,3 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$. **1.184.** $A =$

$= \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U^2 d_1}{2(d - d_1)d} = 11,1 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$. **1.185.** а) $A = \frac{\sigma_1^2 V}{2\varepsilon_0 (1 - \varepsilon)} = -19,7 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$; б) $A =$

$= \frac{\sigma_1^2 V (\varepsilon + 1)}{2\varepsilon_0 (\varepsilon - 1)} = 0,1 \text{ мДж}$. **1.186.** $\sigma = \sqrt{2\varepsilon\varepsilon_0 P} = 13 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$; $E = 38 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; $D =$

$= 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$; $\omega = 1,3 \text{ Дж/м}^3$. **1.187.** $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = 0,3 \text{ мДж}$; не зависит.

1.188. а) $W_1 = 2$ Дж; $W_2 = 1$ Дж; $W_3 = 0,7$ Дж; б) $W_1 = 0,6$ Дж; $W_2 = 1,2$ Дж; $W_3 = 1,8$ Дж. 1.189. $\Delta W = -\frac{C_1 C_2 (C_1 - C_2)^2}{2(C_1 + C_2)^3} U^2 = -1,1 \cdot 10^{-2}$ Дж. 1.190. $A = -CU^2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1} = -11 \cdot 10^{-6}$ Дж.

Раздел 2. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

2.1. $Q = \frac{\varepsilon_0 S U}{d} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) = 7,9 \cdot 10^{-10}$ Кл. 2.2. $I = \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \varepsilon v a}{d} \approx 0,3$ мкА. 2.3. $I = \frac{\Delta C}{\Delta t} U = 1$ мкА. 2.4. $Q = 15$ Кл. 2.5. $Q = 20$ Кл. 2.6. $Q = \frac{3}{2} I_1 \Delta t = 0,27$ Кл. 2.7. $R = 0,57$ Ом. 2.8. $l = 3,75$ м; $U = 0,3$ В. 2.9. $U = 6,6$ В. 2.11. $I = 23,5$ А. 2.12. $R = \frac{\rho h}{\pi r_1 r_2} = 1,6 \cdot 10^{-2}$ Ом. 2.13. $\rho = 5 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. 2.14. $N = 2000$. 2.15. $\frac{l_{Al}}{l_{Cu}} = 2$. 2.16. $S = 1,1$ мм². 2.17. $N = 35$. 2.18. $R = 8$ Ом, $l = 32$ м. 2.19. $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 30$ Ом. 2.20. $\frac{R_1}{R_2} = 4$. 2.21. $U_1 = 48$ В, $U_2 = 24$ В, $U_3 = 16$ В, $U_4 = 12$ В. 2.22. $R_1 = R_3 = 7,5$ Ом; $R_2 = 11,25$ Ом; $I_2 = 0,4$ А; $I_3 = 0,6$ А. 2.23. $R = 20,2$ Ом; $\frac{\Delta R}{R} = 0,7\%$. 2.24. $N = 6$. 2.26. $R_{\text{ш}} = 82$ мОм. 2.27. $R = 7$ Ом. 2.28. $U_1 = 10,3$ В; $U_2 = 9,4$ В. 2.29. $U_2 = 40$ В. 2.30. $U_1 = \frac{U(R + 2r_2)r_1}{R(r_2 + r_1) + 4r_2r_1} = 96,3$ В; $U_2 = 83,7$ В. 2.31. $R_{\text{д}} = 1$ МОм. 2.32. $R_{\text{д}} = 12$ кОм. 2.33. $R_{\text{ш}} = 0,5$ Ом; $R_{\text{д}} = 9950$ Ом. 2.34. $R_{\text{ш}} = 0,25$ Ом; $n = 200$. 2.35. $R_1 = 90$ Ом, $R_2 = 490$ Ом, $R_3 = 2490$ Ом, $R_4 = 4990$ Ом. 2.36. $R_{\text{д}} = \frac{U}{I} - R_{\text{ш}} \left(\frac{c}{c_0} - 1 \right) = 105,5$ Ом. 2.37. $\varphi_a - \varphi_6 = 1,2$ В. 2.38. $\varphi_a - \varphi_6 = 1,8$ В. 2.39. 1. $\varphi_a - \varphi_6 = 1,3$ В. 2. При $\varepsilon_1 = \varepsilon_2$, $r_1 = r_2$ и последовательном соединении источников. 2.40. $r_1 = r_2 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 2,4$ Ом. 2.41. $U_1 = 1,8$ В; $U_2 = 0,3$ В; $U_3 = -0,1$ В. 2.42. $n = 100$. 2.43. $I_1 = \frac{\varepsilon_1(r + R) - \varepsilon_2 R}{r(r + 2R)} = -0,245$ А; $I_2 = \frac{\varepsilon_2(r + R) - \varepsilon_1 R}{r(r + 2R)} = 0,38$ А; $I_3 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r + 2R} = 0,135$ А. 2.44. $I = \frac{\varepsilon_1 r_2 + \varepsilon_2 r_1}{R r_1 + R r_2 + r_1 r_2} = 0,53$ А. 2.45. $U = 2,5$ В. 2.46. 1. $I = 1$ А, $U_1 = 0$, $U_2 = 0$ В, $U_3 = 0$ В. 2. $I = 1$ А, $U_1 = 1$ В, $U_2 = 0$, $U_3 = -1$ В.

- 2.47.** $U = 0$. **2.48.** $R = r = 0,6 \text{ Ом}$. **2.49.** $\Delta I = 4 \text{ А}$. **2.50.** $\frac{U_1}{U_2} \approx 2,3$. **2.51.** $I_{\max} = 7,2 \text{ А}$.
- 2.52.** $\frac{I_2}{I_1} = n$. **2.53.** $A = 288 \text{ Дж}$; $P = 28,8 \text{ Вт}$; $R = 5 \text{ Ом}$. **2.54.** 6 часов. **2.55.** $I = 0,27 \text{ А}$; $R = 807 \text{ Ом}$. **2.56.** Три параллельно соединенные лампочки с $P = 40 \text{ Вт}$ соединяются последовательно с двумя остальными, соединенными параллельно. **2.57.** 1. $P_1 = 80 \text{ Вт}$, $P_2 = 40 \text{ Вт}$. 2. $P_1 = 8,9 \text{ Вт}$; $P_2 = 17,8 \text{ Вт}$.
- 2.58.** $r = \frac{U_1 - U}{P} U = 6,2 \text{ Ом}$. **2.59.** $U = 184 \text{ В}$, $P = 2604 \text{ Вт}$, $\eta = 70 \%$. **2.60.** 1. $I = 1 \text{ А}$, $R = 2 \text{ Ом}$. 2. $I = 2 \text{ А}$; $R = 0,5 \text{ Ом}$. **2.61.** $R_1 = 0,33 \text{ Ом}$; $R_2 = 3 \text{ Ом}$. **2.62.** $I = 2 \text{ А}$. **2.63.** $P = \frac{4}{3} P_0$. **2.64.** $P = 880 \text{ Вт}$, $P_1 = 752 \text{ Вт}$, $\eta = 85 \%$. **2.65.** $I = 25 \text{ А}$.
- 2.66.** $P = 96 \text{ Вт}$. **2.67.** $\eta_1 = \frac{P_1}{\frac{P_2 I_1^2 - P_1 I_2^2}{I_2 I_1^2 - I_1 I_2^2} I_1} = 83 \%$, $\eta_2 = \frac{P_2}{\frac{P_2 I_1^2 - P_1 I_2^2}{I_2 I_1^2 - I_1 I_2^2} I_2} = 67 \%$, $I = 60 \text{ А}$.
- 2.68.** $I = \frac{kmgv}{\eta_1 \eta_2 U} = 78,4 \text{ А}$. **2.69.** $r = \frac{IUt - mgh}{I^2 t} = 9,7 \text{ Ом}$; $\eta = 49 \%$. **2.71.** $P = 15 \text{ Вт}$.
- 2.72.** $I = \frac{P_2 I_1^2 - P_1 I_2^2}{P_2 I_1 - P_1 I_2} = 8 \text{ А}$, $P = 32 \text{ Вт}$. **2.73.** $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, $r = 3 \text{ Ом}$. **2.74.** 1. $P = \frac{3 \mathcal{E}_0^2}{4 r_0} = 1 \text{ Вт}$. 2. $P = \frac{\mathcal{E}_0^2}{4 r_0} = 0,33 \text{ Вт}$. **2.75.** $\frac{P_1}{P_2} = 1,6$. **2.76.** $n = \frac{I^2}{\mathcal{E} I - P_n} r = 5$. **2.77.** $P_2 < P_1$.
- 2.78.** $\eta = 74 \%$. **2.79.** $I = 2,9 \text{ А}$. **2.80.** $r = 7 \text{ Ом}$. **2.81.** $P = 11,25 \text{ Вт}$. **2.84.** $P_1 = \frac{(U - \mathcal{E})^2}{r} = 1,6 \text{ Вт}$; $P_2 = 3,2 \text{ Вт}$. **2.86.** $\frac{\Delta P}{P} = 0,8$; $\Delta P = \frac{U - \mathcal{E}}{r} \mathcal{E} = 2,4 \text{ Вт}$. **2.87.** $l = \frac{(\mathcal{E} \sqrt{PR} - PR) S}{2P\rho} = 11,8 \text{ км}$. **2.88.** $U = \frac{2j\rho l}{\beta} = 120 \text{ кВ}$. **2.89.** $R = \frac{U^2 \beta (1 - \beta)}{P} = 10 \text{ Ом}$.
- 2.90.** $U = 2j\rho l \frac{1 + \beta}{\beta} = 4,3 \text{ кВ}$. **2.91.** $I_1 = I_2 = 27 \text{ мА}$, $I_3 = I_4 = 4 \text{ мА}$. **2.92.** $R_4 = \frac{(R_1 + R_2) R_3}{R_1} - R_3 = 6,7 \text{ Ом}$. **2.93.** $I_1 = 0,39 \text{ А}$; $I_2 = 0,08 \text{ А}$; $I_3 = 0,31 \text{ А}$. **2.94.** $I_1 = 0,3 \text{ А}$; $I_2 = 0,5 \text{ А}$; $I_3 = 0,8 \text{ А}$; $R_3 = 7,5 \text{ Ом}$. **2.95.** $I_1 = 0,8 \text{ А}$; $I_2 = 0,3 \text{ А}$; $I_3 = 0,5 \text{ А}$. **2.96.** $I_1 = 23 \text{ мА}$, $I_2 = 84 \text{ мА}$, $I_3 = 107 \text{ мА}$. **2.97.** $I_3 = 5 \text{ мА}$. **2.98.** $I_2 = 0$, $I_3 = 1 \text{ А}$. **2.99.** $R_x = 23,5 \text{ Ом}$. **2.100.** $R_t \square 8 \text{ Ом}$. **2.101.** $d = 30 \text{ мкм}$. **2.102.** $t_2 = 48,3 \text{ }^\circ\text{C}$. **2.103.** $t_2 = 1884 \text{ }^\circ\text{C}$. **2.104.** $R_2 = 21 \text{ Ом}$. **2.105.** $t_2 = 922 \text{ }^\circ\text{C}$. **2.106.** $I = 23,6 \cdot 10^{-3} \text{ А}$.

2.107. $\alpha = \frac{\alpha_1 R_1 + \alpha_2 R_2}{R_1 + R_2} = 4,92 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$. **2.108.** 1. $P_1 = P \frac{2 + 2\alpha t_2}{2 + \alpha t_1 + \alpha t_2}$, где $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, t_2 — температура части спирали, которая находится в воздухе. 2. $P_1 = P \frac{4(1 + \alpha t_1)(1 + \alpha t_2)}{(2 + \alpha(t_1 + t_2))^2}$. 3. $P_1 = P \frac{4(1 + \alpha t_2)^2}{(2 + \alpha(t_1 + t_2))^2}$. **2.109.** $n = 2,5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. **2.110.** $\rho_+ = 0,13 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $\rho_- = 0,057 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. **2.111.** $\alpha = -\frac{\Delta E}{2k} \frac{1}{T^2} = -0,068 \text{ К}^{-1}$. **2.112.** $\frac{n_1}{n_2} \approx 1341$. **2.113.** $\Delta E = 0,66 \text{ эВ}$. **2.114.** $\Delta E = 0,24 \text{ эВ}$. **2.115.** 12 раз. **2.116.** $880 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$. **2.117.** $2,38 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$. **2.118.** $A = 39,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. **2.119.** $v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. **2.120.** $v = 1,0 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. **2.121.** 2,6 раза. **2.122.** $A = 3,1 \text{ эВ}$. **2.123.** $v = 9,87 \cdot 10^5 \text{ м/с}$. **2.124.** $E = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}$; $v = 5,95 \cdot 10^7 \text{ м/с}$. **2.125.** $n = 2 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-3}$. **2.126.** $q = 2,0 \cdot 10^3 \text{ Кл}$. **2.127.** $I = 80 \cdot 10^{-6} \text{ А}$. **2.128.** $T = 1288 \text{ К}$. **2.129.** $\Delta T = 12,4 \text{ К}$; $n = 89,5$. **2.130.** $\Delta \varphi = 1 \text{ В}$. **2.131.** $\Delta \varphi = 47 \text{ мВ}$. **2.133.** $t = 7200 \text{ с}$. **2.134.** $t = 600 \text{ с}$; $\Delta h = 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}$. **2.135.** $e = \frac{It\mu}{mN_A}$. **2.136.** $m = 4,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$. **2.137.** $T = 1510 \text{ К}$. **2.138.** $\varepsilon = \frac{W}{Q} \approx 1,10 \text{ В}$. **2.139.** $m = \frac{A}{z} \frac{4\pi R^2 jt}{F} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$. **2.140.** 53 мг. **2.142.** Неправильные. **2.143.** 99 г/л. **2.144.** $\sigma = 0,92 \text{ Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$. **2.145.** $10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$. **2.146.** $v = 1,4 \cdot 10^4 \text{ м/с}$. **2.147.** $\Delta n_0 = \gamma n_0^2 + \frac{I}{qSl}$. **2.148.** $v_+ = 12,65 \text{ м/с}$; $v_- = 17,17 \text{ м/с}$. **2.149.** $j = 2,4 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2$; $\frac{I_{\pm}}{I} = 0,01\%$. **2.150.** $N = 1,67 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}\cdot\text{с}^{-1}$. **2.151.** $500 \text{ см}^{-3}\cdot\text{с}^{-1}$. **2.152.** $\lambda = 31 \cdot 10^{-6} \text{ м}$. **2.153.** $U = \frac{W_l d}{e\lambda}$. **2.154.** $\tau_1 = 2\tau_0$, $\tau_2 = \frac{1}{2}\tau_0$. **2.155.** $W = 3 \cdot 10^8 \text{ Дж}$; $U = 2,5 \cdot 10^3 \text{ В/м}$.

Раздел 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

3.3. $\Phi = 7,6 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}$. **3.4.** $\Phi = B\pi l^2 \cos \alpha = 0,16 \text{ Вб}$. **3.5.** $B = \frac{\mu_0}{\pi d} \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = 20 \text{ мкТл}$. **3.6.** $B_1 = 0$; $B_2 = 28,3 \text{ мкТл}$. **3.7.** $B = 24 \text{ мкТл}$. **3.8.** $B = \frac{\mu_0 I}{a} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{\pi}\right) = 18,2 \text{ Тл}$. **3.9.** $B = 12,5 \text{ мкТл}$. **3.10.** $I_1 = 6 \text{ А}$, $I_2 = 1 \text{ А}$. **3.11.** $r_1 = 0,09 \text{ м}$; $r_2 = 0,45 \text{ м}$. **3.12.** $U = \frac{\rho\pi\mu_0 I^2}{BS} = 12,3 \text{ В}$. **3.13.** $H = \frac{2I}{\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) = 18 \text{ А/м}$; $B = \mu_0 H = 2,26 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$.

3.14. $B_1 = 80 \cdot 10^{-5}$ Тл, $B_2 = 20 \cdot 10^{-5}$ Тл. **3.15.** $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл, $B_2 = 0$.

3.16. $B_1 = 0$, $B_2 = 2 \cdot 10^{-4}$ Тл. **3.18.** $B = 11$ Тл; $P_m = 8,5 \cdot 10^{-24}$ А·м². **3.19.** $M = \pi r^2 I B N \sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = 14,7$ Н·м. **3.20.** $F_{\max} = 1,8$ Н; $F_{\min} = 0$. **3.21.** $I = 2,5$ А. **3.22.** $I = 1,5$ А. **3.23.** $I = 7,84$ А. **3.24.** $1,3 \cdot 10^{-5}$ Н/м. **3.25.** $F = 1,2 \cdot 10^{-17}$ Н. **3.26.** $r = 2$ см.

3.27. $R = 2,4 \cdot 10^{-3}$ м; $\Delta h = 2,5 \cdot 10^{-2}$ м. **3.28.** $v = \frac{eB}{2\pi m_e} \sqrt{(\Delta h)^2 + 4\pi^2 R^2} = 4,5 \cdot 10^7$ м/с.

3.30. $E = 8 \cdot 10^{-17}$ Дж. **3.31.** $\frac{e}{m_e} = \frac{U}{rdB^2} = 1,77 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. **3.32.** $\Delta x = \frac{2 \cdot \sqrt{2E}}{eB} \times$

$\times (\sqrt{m_2} - \sqrt{m_1}) = 1,6$ см. **3.33.** $A = \frac{qB^2 R^2}{2Um_a}$, $A_1 = 36$, $A_2 = 40$. **3.34.** $\Delta\varphi = \frac{A}{N_A \rho e z} B j b =$

$= 16$ мкВ. **3.35.** 2,55 мкВ. **3.36.** $1,25 \cdot 10^{28}$ м³. **3.38.** $Q = \frac{k^2 a^3 s}{4\rho} \Delta t = 1786$ Дж.

3.39. $\frac{dB}{dt} = -16 \frac{I\rho}{\pi d^2 D \cos \alpha} = 0,55$ Тл/с. **3.40.** $P = \frac{\pi N D^3 s (dB/dt)^2}{16\rho} = 28,5$ мкВт.

3.41. 5 мВ. **3.42.** $F = \frac{B^2 l^2 v}{R} \sin \alpha = 1$ Н. **3.43.** $P = 2 \frac{B^2 l^2 v^2}{R} = 20$ Вт. **3.44.** $I_a = 0,5$ А;

$I_b = 1,5$ А; $I_b = 2,5$ А; $v_0 = 1$ м/с. **3.45.** $\mathcal{E}_i = 0,2$ В. **3.46.** $\omega = \frac{4\mathcal{E}}{Bl^2} = 20$ с⁻¹. **3.47.** $U =$

$= 33$ мВ. **3.49.** $\mathcal{E}_i = -4fLI_0 = 4$ В. **3.51.** 6,3 мГн. **3.52.** 1000. **3.53.** $8 \cdot 10^{-5}$ Вб.

3.54. 30 В. **3.55.** $\mathcal{E}_2 = -\mu\mu_0 \frac{N_1^2 N_2 d^2}{4D} \frac{\Delta I}{\Delta t} \approx 30$ В. **3.56.** 6,8 А. **3.57.** $t = \frac{L}{R_1 + R_2} \times$

$\times \ln \frac{\mathcal{E}R_1}{\mathcal{E}R_1 - U(R_1 + R_2)} = 0,25$ с. **3.58.** $q = \frac{\mathcal{E}L}{R_1 R_2} = 32$ мКл. **3.59.** $A = 0,39$ Дж. **3.60.** $A =$

$= \frac{\mu\mu_0}{2\pi} I^2 l \ln \frac{r_2}{r_1} = 125$ мкДж. **3.61.** $I = \sqrt{\frac{2\pi A}{\mu\mu_0 \ln(r_2/r_1)}} = 24,5$ А. **3.63.** $A = 10,8$ мкДж;

направление тока должно быть таким, чтобы магнитный момент контура сначала был противоположным направлению магнитного поля, а после поворота — совпадал с ним. **3.64.** $A = \frac{\mu\mu_0 a l_1 l_2}{2\pi} \left[\ln \frac{r + \Delta r + b}{r + \Delta r} - \ln \frac{r + b}{r} \right] = 4 \cdot 10^{-8}$ Дж. **3.65.** $A =$

$= \frac{\mu\mu_0 a l_1 l_2}{2\pi} \ln \frac{r + b}{r} = 2,2 \cdot 10^{-7}$ Дж. **3.67.** $W = \frac{NI\Phi}{2} = 0,05$ Дж. **3.68.** $L = 2,4$ Гн;

$W = 0,43$ Дж. **3.69.** $\mu = 1990$. **3.70.** $n = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{B_2}{2\mu_0 \omega_1} = 1800$. **3.71.** В 4,7 раза.

- 3.74.** $B = 1,25$ Тл; $J = -9,86$ А/м. **3.75.** $\chi_{\text{уд}} = 8,1 \cdot 10^{-9}$ м³/кг; $\chi_{\mu} = 21,8 \cdot 10^{-9}$ м³/моль.
- 3.76.** $\chi = 284 \cdot 10^{-6}$; $\chi_{\mu} = 6,04 \cdot 10^{-9}$ м³/моль. **3.78.** $I_m = 6,8 \cdot 10^{-3}$ А/м. **3.80.** $\Delta T = 24,8$ К. **3.81.** $I_m = 1,1 \cdot 10^6$ А/м; $\frac{B'}{B} = 0,99$. **3.82.** $\mu = 1194$; $I_m = 1,2 \cdot 10^6$ А/м. **3.86.** $\Phi = 6,2 \cdot 10^{-4}$ Вб. **3.87.** $\Phi = 1,45 \cdot 10^{-3}$ Вб; $\mu = 1812$. **3.88.** $I = 1,2 \cdot 10^6$ А/м. **3.89.** Амплитуда возрастет во столько же раз. **3.90.** $\varepsilon_0 = 2,5$ В. **3.91.** $\nu = \frac{\varepsilon_0}{2\pi B S n} = 5,5$ Гц.
- 3.93.** $\Delta t = \frac{T}{6} = 3,3$ мс. **3.94.** $I_c = 40$ мА, $I_d = 52$ мА. **3.95.** $Z = 138$ Ом. **3.96.** $\mu = \frac{2l(Rd^2 + 4\rho DN) \operatorname{tg} \varphi}{\pi^2 \nu \mu_0 N^2 D^2 d^2} = 2900$. **3.97.** $C = 100$ мкФ. **3.98.** $\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{2\pi \nu \varepsilon_0 S}$; $\varphi_1 = 48^\circ$; $\varphi_2 = 3,2^\circ$. **3.99.** $\omega = 374$ с⁻¹. **3.101.** $I_0 = 1,4$ А. **3.102.** 1. $I = 1,17$ А; $\varphi = 89,4^\circ$. 2. $\nu_p = 50$ Гц, $I_p = 110$ А, $U_L = U_C = 5500$ В. **3.103.** $I \approx 7,3$ А; $I_C = 0,07$ А; $I_1 = 7,3$ А; $\omega_p = 31,6 \cdot 10^3$ с⁻¹; $I_p = 3,5$ А; $I_{\text{ср}} = I_{Lp} = 7$ А. **3.104.** $P_{\text{мг}} = 462 + 660 \cos\left(628t + \frac{\pi}{4}\right)$, $P_p = 660 \cos\left(628t + \frac{\pi}{4}\right)$, $P_a = 462$ Вт, $P = 660$ В·А. **3.105.** $L = 0,01$ Гн; $P = 1344$ Вт.
- 3.106.** 1. $P = 751$ Вт. 2. $P = 1936$ Вт, $C = 101$ мкФ. **3.107.** $U = 127$ В, $P_1 = 403$ Вт, $P_2 = 249$ Вт. **3.108.** $L = 12,7$ мГн; $P = 16,7$ Вт. **3.113.** $C = 51$ пФ. **3.114.** $d = 3,1$ мм.
- 3.115.** $I_0 = 1$ А. **3.116.** $I = \sqrt{\frac{C}{2L}} U_0 = 1,3$ А; $\Phi_0 = \sqrt{CL} U_0 = 930$ мкВ. **3.117.** $U = 100 \cos(2\pi \cdot 10^3 t)$; $I = -0,016 \sin(2\pi \cdot 10^3 t)$; $U_1 = 71$ В; $U_2 = 0$; $U_3 = -100$ В; $I_1 = 0,01$ А; $I_2 = 0,016$ А; $I_3 = 0$. **3.118.** $W = 125 \cdot 10^{-6} \cos^2(2\pi \cdot 10^3 t)$, $W_1 = 63$ мкДж, $W_2 = 0$, $W_3 = 125$ мкДж. **3.119.** $I = -1,4 \sin(10^4 \pi t)$; $L = 1,1$ мГн; $\lambda = 60$ км; $T = 0,2$ мс.
- 3.120.** $T = 2$ мс; $C = 0,1$ мкФ; $U_0 = 63$ В; $W_{m_0} = W_{e_0} = 0,2$ мДж. **3.121.** $\lambda = 0,62$; уменьшится в 10 раз. **3.122.** $T = 8$ мс; $\lambda = 0,7$; $U = 80e^{-87t} \cos(250\pi t)$. **3.123.** $R = 2L \frac{\ln 3}{\tau}$; $\lambda \approx \frac{\ln 3}{\tau} \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{\ln^2 3}{\tau^2}}} = 0,007$. **3.124.** $n = 1,04$. **3.125.** $P = \frac{I_0^2 R}{2} = 1,7$ мДж.
- 3.126.** $P = \frac{U_0^2 R C}{2 L} = 8,3$ мкДж. **3.127.** $\lambda = \frac{2\pi P}{U_0^2} \sqrt{\frac{L}{C}} = 0,07$. **3.128.** $\theta = 2,45$.

3.129. $\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = 1 - \frac{2\theta}{\sqrt{4\theta^2 + 1}} = 0,12\%$. **3.130.** $\theta = \sqrt{\frac{1}{R^2 C} L} - 0,25 = 4,975$; $\frac{\theta_0 - \theta}{\theta} =$
 $= \sqrt{\frac{L}{L - 0,25R^2 C}} - 1 = 0,005$. **3.131.** $j = \frac{q_0}{RCS} e^{-\frac{t}{RC}} = 9,6 \cdot 10^{-25} \text{ A/m}^2$. **3.132.** а) $I = 0$;
б) $I = \frac{qd_0 v}{(d_0 + vt)^2} = 8,9 \cdot 10^{-11} \text{ A}$. **3.133.** $j_{\text{cm}} = \frac{U_0}{RS} = 500 \text{ A/m}^2$; $I_{\text{cm}} = \frac{U_0}{R} = 0,1 \text{ A}$.
3.134. $H = 0,19 \text{ A/m}$; $v = 2,1 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. **3.135.** $\lambda = 1,5 \text{ м}$; $\varepsilon = \frac{1}{\mu} \frac{c^2}{v^2} = 4$. **3.136.** $W =$
 $= \sqrt{\frac{\mu\mu_0}{\varepsilon\varepsilon_0}} H_0^2 S \frac{t}{2} = 1,88 \text{ Дж}$. **3.137.** $W = \frac{1}{2} E_0^2 S \tau \sqrt{\frac{\varepsilon\varepsilon_0}{\mu\mu_0}} = 80 \text{ пДж}$. **3.138.** $H_0 = 92 \text{ мкА/м}$.
3.139. $E = 10 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(\omega(t - 1,15 \cdot 10^{-8} x))$; $H = 92 \cdot 10^{-6} \cdot \cos(\omega(t - 1,15 \cdot 10^{-8} x))$.
3.140. $W = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\varepsilon\varepsilon_0}{\mu\mu_0}} \pi E_0^2 r^2 \tau = 0,96 \text{ мДж}$. **3.141.** $\vec{P} = 0,38 \cos^2(\omega t + \alpha) \vec{e}_y$. **3.143.** $\oint H_l dl =$
 $= -2\pi v \varepsilon \varepsilon_0 \sqrt{\frac{\mu\mu_0}{\varepsilon\varepsilon_0}} \cdot \sqrt{2I} = 7,55 \cdot 10^{-5} \text{ A}$. **3.144.** $\varepsilon_i = 2\pi v S^4 \sqrt{4I^2 \mu^3 \mu_0^3 \varepsilon \varepsilon_0} = 2,9 \text{ мВ}$.