

ВІДПОВІДІ

1. $E = \frac{q}{\varepsilon l a} = 0,2$ СГС од. напруженості.

2. а) 0; б) $E = \frac{qh}{\varepsilon \sqrt{(R^2 + h^2)}^3} = 0,36$ СГС од. напруженості,

в) Максимальна напруженість має місце в точці, що відстоїть від кільця на відстані $h_0 = R/\sqrt{2}$; $E_{\max} = 0,77$ СГС од. напруженості.

3. а) Виходимо з розв'язку попередньої задачі. Розділяємо пластинку на набір нескінченно тонких кілець. Заряд на кільці з радіусом x дорівнює: $dq = \sigma 2\pi x dx$. Тоді $dE = \frac{2\pi\sigma x dx}{\varepsilon (x^2 + d^2)^{3/2}}$;

$$E = \frac{2\pi\sigma}{\varepsilon} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + R^2/d^2}} \right) = 12,57 \text{ СГС одиниць напруженості};$$

б) при $d \rightarrow 0$ другий член у дужках дорівнює нулю, та $E = \frac{2\pi\sigma}{\varepsilon}$.

Якщо $R \ll d$, то $\frac{1}{\sqrt{1 + R^2/d^2}} \approx 1 - \frac{R^2}{2d^2}$. При цьому $E = \frac{q}{\varepsilon d^2}$.

4. Розв'язок легко дістати як наслідок розв'язку задачі 3:

$$E = \frac{2\pi\sigma}{\varepsilon \sqrt{1 + a^2/d^2}}.$$

5. Диполь А: $-p^2/r^3$; диполь В: $-2p^2/r^3$; на всю систему: $+3p^2/r^3$. Сума всіх обертаючих моментів дорівнює нулю.

6. Розбиваємо півсферу на набір нескінченно вузьких кілець (рис. 1). Площа кожного кільця $2\pi R dh$. Заряд

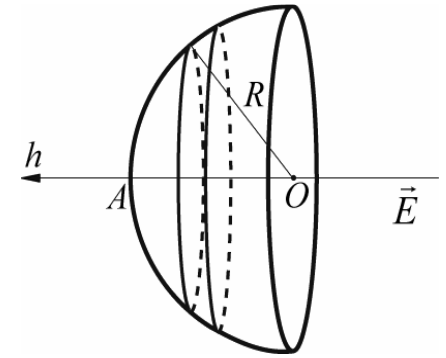


Рис. 1 (до задачі 6)

на кільці $\sigma 2\pi R dh$. З міркувань симетрії зрозуміло, що поле спрямоване по лінії ОА. Тому напруженість поля, створювана зарядом на кільці, дорівнює $dE = \frac{\sigma 2\pi R dh}{\varepsilon R^2} \frac{R-h}{R}$. Звідси $E = \frac{\pi\sigma}{\varepsilon}$.

$$8. F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{k=1}^{N_2} \frac{q_i q_k}{|\vec{r}_i - \vec{r}_k|^3} |\vec{r}_i - \vec{r}_k|.$$

$$9. F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \int_{VV'} \frac{\rho(\vec{r}) \rho'(\vec{r}') (\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} dV dV'.$$

$$10. \varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int_V \frac{\rho(r) dV}{|\vec{r} - \vec{r}'|}, F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int_V \frac{\rho(r) (\vec{r} - \vec{r}') dV}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}.$$

$$11. \Delta T = \frac{qq_0}{8\pi^2 \varepsilon_0 r^2}.$$

$$12. E = \frac{ql}{\sqrt{2\pi\varepsilon_0} (l^2 + x^2)^{3/2}}.$$

$$13. E = \frac{3qR^2}{4\pi\varepsilon_0 x^4}.$$

14. $E = \frac{\sqrt{2}\lambda}{4\pi\epsilon_0 y}$. Вектор $\vec{E}$ спрямований під кутом 45° до нитки.

15. $E = -\frac{ar}{3\epsilon_0}$. 16. $E = -\frac{aR^2}{6\epsilon_0}$.

17. $|\Phi| = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0}$. Знак Φ залежить від вибору напрямку нормалі до

кола.

18. $|\Phi| = \frac{\pi\rho r_0(R^2 - r_0^2)}{3\epsilon_0}$.

19. а) $E = \frac{\rho_0 r}{3\epsilon_0} \left(1 - \frac{3r}{4R}\right)$ при $r < R$; $E = \frac{\rho_0 R^2}{12\epsilon_0 r^2}$ при $r \geq R$.

б) $E_{\max} = \frac{\rho_0 R}{9\epsilon_0}$ при $r_{\max} = 2R/3$.

20. $\vec{E} = \frac{\vec{a}\rho}{3\epsilon_0}$.

21. $\vec{E} = \frac{\vec{a}\rho}{2\epsilon_0}$, де вектор $\vec{a}$ спрямований до осі порожнини.

22. $\Delta\varphi = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(a/R\right)^2}}\right)$. 23. $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \eta = 5 \text{ кВ}$.

24. $\varphi = \frac{\sigma l}{2\epsilon_0} \left(\sqrt{1 + \left(R/l\right)^2} - 1\right)$, $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{l}{\sqrt{l^2 + R^2}}\right)$.

При $l \rightarrow 0$ потенціал $\varphi = \frac{\sigma R}{2\epsilon_0}$; при $l \gg R$ потенціал $\varphi \approx \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l}$,

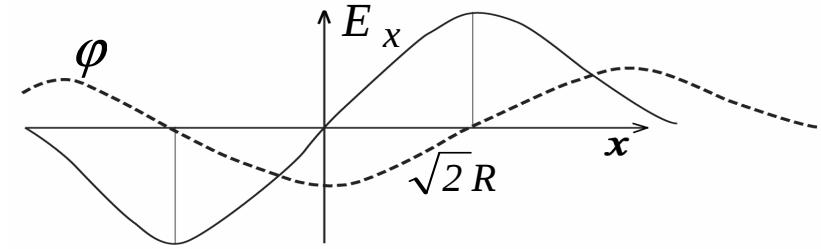


Рис. 2 (до задачі 26)

$E \approx \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l^2}$, де $q = \sigma\pi R^2$.

25. $\varphi = \frac{\sigma R}{\pi\epsilon_0}$.

26. $\varphi = \frac{ql}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$, $E_x = -\frac{ql}{4\pi\epsilon_0} \frac{R^2 - 2x^2}{(R^2 + x^2)^{5/2}}$, де E_x – це

проекція вектора $\vec{E}$ на вісь x . Графіки цих залежностей показані на

рис. 2. При $|x| \gg R$ потенціал $\varphi \approx \frac{ql}{4\pi\epsilon_0 x^2}$, і $E_x \approx \frac{ql}{2\pi\epsilon_0 x^3}$.

27. а) $F = 0$; б) $\vec{F} = -\frac{\lambda \vec{p}}{2\pi\epsilon_0 r^2}$, в) $\vec{F} = \frac{\lambda \vec{p}}{2\pi\epsilon_0 r^2}$.

28. $\varphi = \alpha y(y^2/3 - x^2) + \text{Const}$. 29. $\rho = 6\epsilon_0 \alpha x$.

$$30. \quad \varphi = \frac{\sigma l}{2\epsilon_0} \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}, \quad E_x = -\frac{\sigma l}{2\epsilon_0} \frac{R^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}}. \quad \text{Дивітьсяся}$$

рис. 3.

$$31. \quad F = \frac{U^2 \epsilon S}{8\pi d^2} =$$

$$25 \text{ дин} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ Н.}$$

32. Проб'ється лише після введення скляної пластинки, тому що в цьому випадку

напруженість у повітрі буде 31,4 кВ/см, а після пробиття повітря напруженість у склі буде 130 кВ/см.

33. Напруженість у шарі діелектрика в циліндричному конденсаторі є найбільшою біля його внутрішньої поверхні. При досягненні напруги, що відповідає пробою в даному діелектрику, ми маємо умови:

$$\frac{2\gamma}{r_1 \epsilon_1} = E_1, \quad \frac{2\gamma}{r_2 \epsilon_2} = E_2,$$

де r_1 і r_2 – внутрішні радіуси діелектричних циліндрів. Звідси $E_1 r_1 \epsilon_1 = E_2 r_2 \epsilon_2$.

34. а) Зі співвідношення між найбільшими напруженостями в ізолюючих шарах $\frac{E_2}{E_1} = \frac{\epsilon_1 r_1}{r_2 \epsilon_2}$ дістаємо, що при підвищенні

напруги на конденсаторі буде пробитий спочатку паперовий, а потім скляний шар. Виходячи з цього, можна підрахувати, що

пробій відбудеться при напрузі 45 кВ;

б) у цьому випадку теж спочатку буде пробитий паперовий шар при напрузі 48 кВ.

$$35. \text{ а) } E = \frac{2U}{l \ln \frac{l-r}{r}} = 40 \text{ В/см};$$

$$\text{б) додаючи векторно, маємо: } E = \frac{Ul}{2R_1 R_2 \ln \frac{l-r}{r}} = 3 \text{ В/см.}$$

36. а) Та сама різниця потенціалів, що дорівнює $U/3$. Ні. Та сама напруженість, що дорівнює U/d ;

б) між A і C та між B і D різниця потенціалів $U/3$. Між C і D різниця потенціалів дорівнює нулю. На пластинках C і D негативний і позитивний заряди такої ж величини, як і на пластинках A і B . Напруженість поля між A і C та між B і D дорівнює U/d , між C і D дорівнює нулю;

в) різниця потенціалів і напруженість між A і C та між B і D дорівнюють $U/9$ та $U/(3d)$, між C і D ці величини дорівнюють відповідно $-2U/9$ та $2U/(3d)$;

г) а) відповіді не змінились; б) між A і C та між D і B різниця потенціалів дорівнює $U/2$; між C і D дорівнює нулю. Напруженість поля між A і C та між D і B дорівнює $3U/(2d)$; між C і D дорівнює нулю; в) різниця потенціалів і напруженість поля між C і D дорівнюють $-U/3$ та $-U/d$.

$$37. \text{ а) } F = \frac{q_1^2 - q_2^2}{4\pi\epsilon_0(d_1 - d_2)^2} = 4 \times 10^{-5} \text{ Н.}$$

$$38. \text{ а) } \sigma = -\frac{q}{2\pi a^2} =$$

–0,088 СГС; б) на підставі таких самих міркувань

$$\sigma = -\frac{qa}{2\pi r^3} = -0,019 \text{ СГС};$$

в) розглянемо рис. 4, нескінченно вузьке кільце з радіусом b . Його площа $dS = 2\pi b db$. Заряд на ньому

дорівнює $dq = \sigma dS = -\frac{qab db}{\sqrt{a^2 + b^2}^3}$. Повний заряд на всій стінці

$$q' = -\frac{qa}{2} \int_0^\infty \frac{2b db}{\sqrt{(a^2 + b^2)}^3} = -q = -5 \text{ СГС од. заряду.}$$

39. $1,06 \times 10^{-8} \text{ К/см}^2$. 40. а) $78^\circ 46'$; б) 131 В/см ; в) $0,034 \text{ од. СГС}$.

41. а) Умова рівності індукції в повітрі й гасі дає

$$\left(\frac{q}{h^2} - 2\pi\sigma_1\right) \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = \left(\frac{q}{h^2} + 2\pi\sigma_1\right), \text{ тут } \varepsilon_0 \text{ і } \varepsilon - \text{діелектричні}$$

проникності повітря й гасу. Звідси $\sigma_1 = \frac{q}{2\pi h^2} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon + \varepsilon_0} = 0,29 \text{ од. СГС}$;

$$\text{б) } \sigma_1 = \frac{qh}{2\pi r^3} \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon + \varepsilon_0} = 0,64 \text{ од. СГС}; \text{ в) див. відповідь до}$$

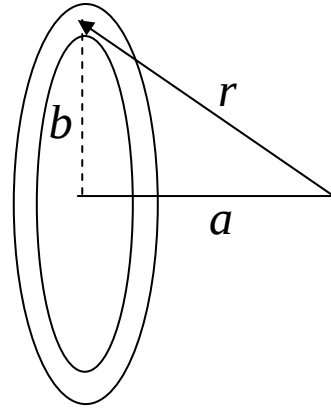


Рис. 4 (до задачі 38 в)

$$\text{задачі 38: } q_1 = q \frac{\varepsilon - \varepsilon_0}{\varepsilon + \varepsilon_0} = 17 \text{ од. СГС.}$$

43. Результируюча сила, що діє на верхню пластинку, дорівнює сумі притягання заряду, що міститься на ній, до заряду на нижній пластинці (ця сила мала б місце, якби також і нижня пластинка перебувала в повітрі) і притягання до фіктивного заряду на поверхні рідини, густина якого дорівнює, як це видно з розв'язку

$$\text{задачі 41,} \quad \sigma_1 = \frac{q}{S} \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}. \quad \text{Отже,}$$

$$F_1 = q \left(\frac{2\pi q}{\varepsilon_1 S} + \frac{2\pi\sigma_1}{\varepsilon_1} \right) = \frac{4\pi q^2}{S} \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} = 11300 \text{ дин.}$$

Аналогічно обчислюється сила, що діє на нижню пластинку:

$$F_2 = \frac{4\pi q^2}{S} \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2(\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} = 1300 \text{ дин. Сила, що діє на поверхню}$$

$$\text{рідини, дорівнює } F_3 = \frac{4\pi q^2}{S} \left(\frac{1}{\varepsilon_1} - \frac{1}{\varepsilon_2} \right) = 10000 \text{ дин.}$$

$$44. q = 4l\sqrt{\pi\varepsilon_0\kappa\chi}. \quad 45. A = \frac{q^2}{16\pi\varepsilon_0 l}.$$

$$46. \text{ а) } F = \frac{(2\sqrt{2}-1)q^2}{8\pi\varepsilon_0 l^2}; \text{ б) } E = 2\frac{q}{\pi\varepsilon_0 l^2} \left(1 - \frac{1}{5\sqrt{5}} \right).$$

$$47. \text{ а) } F_1 = \frac{\lambda^2}{4\pi\varepsilon_0 R}; \text{ б) } \sigma = \frac{l\lambda}{\pi(l^2 + x^2)}.$$

$$48. \text{ а) } \sigma = \frac{\lambda}{2\pi l}; \text{ б) } \sigma(r) = \frac{\lambda}{2\pi\sqrt{l^2 + r^2}}. \quad 49. \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l}.$$

$$50. \text{ а) } q_2 = -\frac{bq_1}{a}; \varphi(r) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \times \begin{cases} \frac{1}{r} - \frac{1}{a} \text{ при } a \leq r \leq b, \\ \frac{1-b/a}{r} \text{ при } r \geq b. \end{cases}$$

$$51. \text{ а) } E_{23} = \Delta\varphi/d; E_{12} = E_{34} = 0,5E_{23}. \text{ б) } |\sigma_1| = \sigma_4 = \epsilon_0\Delta\varphi/(2d);$$

$$\sigma_2 = |\sigma_3| = 3\epsilon_0\Delta\varphi/(2d).$$

$$52. q_1 = -q(l-x)/l; q_2 = -qx/l.$$

Порада. Якщо заряд q подумки «розмазати» по площині, яка проходить крізь цей заряд і є паралельною до пластин, то при цьому заряди q_1 і q_2 не зміняться. Зміниться лише їхній розподіл, і електричне поле стане простим для розрахунку.

$$53. F = \frac{q^2}{32\pi\epsilon_0 R^2} = 0,5 \text{ кН}. \quad 54. \oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \pi R^2 E_0 \cos \theta.$$

$$55. \text{ а) } E = \rho l / \epsilon \epsilon_0 \text{ при } l < d, E = \rho d / \epsilon_0 \text{ при } l > d; \varphi = -\rho l^2 / (2\epsilon \epsilon_0) \text{ при}$$

$$l \leq d, \varphi = -\left(\frac{d}{2\epsilon} + l - d\right) \frac{\rho d}{\epsilon_0} \text{ при } l \geq d. \text{ Графіки залежностей } E_x(x) \text{ і}$$

$\varphi(x)$ див. на рис. 5.

$$\text{ б) } \sigma' = \rho d(\epsilon - 1)/\epsilon, \rho' = -\rho(\epsilon - 1)/\epsilon.$$

$$56. \text{ а) } E = \rho r / (3\epsilon \epsilon_0) \text{ при } r < R, E = \rho R^3 / (3\epsilon_0 r^2) \text{ при } r > R,$$

$$\text{ б) } \sigma_1 = \rho R(\epsilon - 1)/(3\epsilon), \rho' = -\rho(\epsilon - 1)/\epsilon. \text{ Див. рис. 6.}$$

$$57. \vec{E} = -\frac{\vec{P}d}{4\epsilon_0 R}.$$

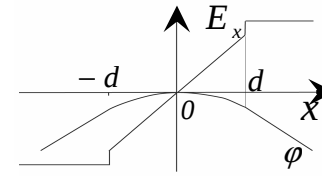


Рис. 5 (до задачі 55)

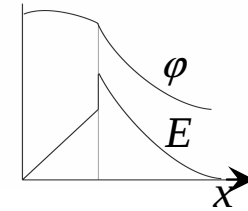


Рис. 6 (до задачі 56)

$$58. \text{ а) } E_1 = 2\epsilon E_0 / (\epsilon + 1), E_2 = 2E_0 / (\epsilon + 1), D_1 = D_2 = \frac{2\epsilon\epsilon_0 E_0}{\epsilon + 1};$$

$$\text{ б) } E_1 = E_0, E_2 = E_0/\epsilon, D_1 = D_2 = \epsilon_0 E_0.$$

$$59. \text{ а) } E_1 = E_2 = E_0, D_1 = \epsilon_0 E_0, D_2 = \epsilon D_1;$$

$$\text{ б) } E_1 = E_2 = 2E_0 / (\epsilon + 1), D_1 = 2\epsilon_0 E_0 / (\epsilon + 1), D_2 = \epsilon D_1.$$

$$60. E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0(\epsilon + 1)r^2}.$$

$$61. \rho = \rho_0 \epsilon / (\epsilon - 1) = 1,6 \text{ г/см}^3, \text{ де } \epsilon \text{ і } \rho_0 - \text{діелектрична проникність і густина гасу.}$$

$$62. \sigma'_{\max} = (\epsilon - 1)\epsilon_0 E = 3,5 \text{ нКл/м}^2, q' = \pi R^2(\epsilon - 1)\epsilon_0 E = 10 \text{ пКл.}$$

$$63. \text{ а) Скориставшись безперервністю нормальної складової вектора}$$

$$\vec{D} \text{ на межі діелектрика, здобудемо } \sigma' = -\frac{ql(\epsilon - 1)}{2\pi^3(\epsilon + 1)}, \sigma' \rightarrow 0 \text{ при}$$

$$l \rightarrow 0;$$

$$\text{ б) } q' = -q(\epsilon - 1)/(\epsilon + 1).$$

$$64. F = \frac{q^2(\epsilon - 1)}{16\pi\epsilon_0 l^2(\epsilon + 1)}.$$

$$65. D = \frac{q}{2\pi(\varepsilon + 1)r^2} \text{ у вакуумі, } D = \frac{\varepsilon q}{2\pi(\varepsilon + 1)r^2} \text{ у діелектрику.}$$

$$E = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0(\varepsilon + 1)r^2}, \varphi = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0(\varepsilon + 1)r} \text{ у вакуумі та у діелектрику.}$$

$$66. \sigma' = \frac{ql(\varepsilon - 1)}{2\pi r^3 \varepsilon}.$$

$$67. \vec{E} = 3\vec{E}_0/(\varepsilon + 2), \vec{P} = 3\varepsilon_0\vec{E}_0(\varepsilon - 1)/(\varepsilon + 2).$$

$$68. 350 \text{ см.}$$

$$69. 9 \times 10^{-9} \text{ Кл.}$$

$$70. \text{ а) } C = \frac{\varepsilon_0 d(2l - d)}{8(l - d)} = 0,257 \text{ см; б) } C = \frac{\varepsilon_0 d(4l - d)}{4(2l - d)} = 0,51 \text{ см.}$$

$$71. 3500 \text{ В.} \quad 72. C = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2 S}{4\pi(\varepsilon_2 d_1 + 2\varepsilon_1 d_2)} = 516 \text{ пФ.}$$

$$73. A = \frac{\varepsilon S U^2 (\varepsilon - \varepsilon_0)}{8\pi \varepsilon_0 d} = 279 \text{ ерг.}$$

$$74. 119 \text{ ерг.}$$

$$75. \text{ Ємність батареї перед і після пробою: } C/n \text{ і } C/(n - 1); \text{ енергія } CU^2/(2n) \text{ і } CU^2/[2(n - 1)];$$

$$\text{зміна енергії: а) } \Delta W = \frac{CU^2}{2} \left(\frac{1}{n-1} - \frac{1}{n} \right) = \frac{CU^2}{2n(n-1)} = 4 \times 10^{-2} \text{ Дж;}$$

$$\text{б) } A_1 = \frac{CU^2}{2n(n-1)} = 4 \times 10^{-2} \text{ Дж; в) } A_2 = \frac{CU^2}{n(n-1)} = 8 \times 10^{-2} \text{ Дж.}$$

$$76. C = \frac{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon R_1 R_2}{R_2 + (\varepsilon_1 - 1)R_1}.$$

$$77. \text{ Напруженість зменшилася в } 2(\varepsilon + 1) \text{ разів; } q = \frac{C(\varepsilon - 1)}{2(\varepsilon + 1)} \varepsilon.$$

$$78. \text{ а) } C = \frac{\varepsilon_0 S}{d_1/\varepsilon_1 + d_2/\varepsilon_2}; \text{ б) } \sigma' = \frac{\varepsilon_0 U(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)(\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - 1)}{\varepsilon_1 d_1 + \varepsilon_2 d_2}.$$

$$79. \text{ а) } C = \frac{\varepsilon_0(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)S}{d \ln\left(\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}\right)}; \text{ б) } \rho' = -q(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)dS\varepsilon^2.$$

$$80. C = 4\pi\varepsilon_0 a/\ln(R_2/R_1).$$

$$81. C \approx \pi\varepsilon_0/\ln(b/a).$$

$$82. C = 4\pi\varepsilon_0 a.$$

$$83. \text{ а) } C = 2\varepsilon_0 S/(3d), \text{ б) } C = 3\varepsilon_0 S/(2d).$$

$$84. \varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \frac{C_2 C_3 - C_1 C_4}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}. \text{ За умови } C_1/C_2 = C_3/C_4.$$

$$85. \text{ а) } W = \frac{3q^2}{20\pi\varepsilon_0 R}, \text{ б) } W_1/W_2 = 1/5. \quad 86. A = \frac{q^2}{8\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

$$87. A = \frac{q(q_0 + 0,5q)}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

$$88. \Delta P = \varepsilon_0 \varepsilon (\varepsilon - 1) U^2 / (2d^2) = 7 \text{ кПа} = 0,07 \text{ атм.}$$

$$89. h = (\varepsilon^2 - 1) \sigma^2 / (2\varepsilon_0 \varepsilon^2 \rho g). \quad 90. \text{ а) } 15 \text{ Кл, б) } 0,26 \text{ Кл.}$$

$$91. \text{ а) } 45 \text{ В і } 15 \text{ В; б) } 20 \text{ В і } 40 \text{ В; в) } 60 \text{ В і } 0.$$

$$92. U = \pi j d \rho w = 6,4 \text{ В.} \quad 93. R_x = R \frac{(U_0 - U_2) U_1}{(U_0 - U_1) U_2} = 78600 \text{ Ом.}$$

$$94. \text{ а) } E_1 > 2E_2; \text{ б) } E_1 = 2E_2; \text{ в) } E_1 < 2E_2.$$

$$95. \text{ Стрілка першого вольтметра відхилиться праворуч і покаже } 1,75 \text{ В; стрілка другого вольтметра відхилиться ліворуч і покаже } 1,5 \text{ В.}$$

96. а) Нуль; б) нуль; в) різниця потенціалів між проводами крізь непарну кількість елементів дорівнює E_1 , крізь парну – нулю.

$$98. \rho = \frac{4\pi t}{\varepsilon \ln\left(\frac{q_0}{q}\right)} = 1,47 \times 10^{15} \text{ Ом} \cdot \text{см}.$$

$$99. t = CR \ln[E/(E - U)] = 0,046 \text{ сек}.$$

$$100. 1,3 \text{ Ом}.$$

$$101. \text{ а) } 0,75 \text{ Ом; б) } 1 \text{ Ом}.$$

$$102. \text{ а) } R = \sqrt{3} r; \text{ б) } R = r/\sqrt{3}.$$

$$103. 0, 025 \text{ А}.$$

$$104. U_1 = U \frac{xrl}{Rxl + rl^2 - Rx^2}.$$

$$105. I_1 = 1,5 \text{ А; } I_2 = 2,5 \text{ А; } I_3 = 4 \text{ А}.$$

106. Без обчислень видно, що $I_4 = 0$, оскільки R_4 закорочено. Приймаючи це до уваги, знаходимо $I_1 = 0,4 \text{ мА}$, $I_2 = 0,7 \text{ мА}$, $I_3 = 1,1 \text{ мА}$.

$$107. \text{ а) } I = \frac{nE \pm \sqrt{n^2 E^2 - 4Pnr}}{2nr}; I_1 = 2\frac{2}{3} \text{ А; } I_2 = 2 \text{ А; б) } P_{\max} =$$

$$\frac{nE^2}{4r} = 8\frac{1}{6} \text{ Вт}.$$

$$109. A = (1/3)\tau R(I_1^2 + I_2^2 + I_1 I_2) = 2480 \text{ Дж}.$$

$$110. \text{ а) } Q_1 = \frac{q^2 R}{\tau} = 54 \text{ кал} = 2,4 \times 10^2 \text{ Дж; б) } Q_2 = \frac{4q^2 R}{3\tau} = 72 \text{ кал} =$$

$$3,0 \times 10^2 \text{ Дж; в) } Q_3 = \frac{q^2 R}{\tau} \frac{\ln 2}{2} = 19 \text{ кал} = 79 \text{ Дж}.$$

$$111. 7 \text{ хв}.$$

$$112. 133.$$

$$113. \text{ а) } 30 \text{ хв; б) } 6 \text{ хв } 40 \text{ сек}.$$

114. На підставі зазначеного в задачі припущення можна написати:

$$\frac{U_1^2}{R} \tau_1 - \kappa \tau_1 = \frac{U_2^2}{R} \tau_2 - \kappa \tau_2 = \frac{U_3^2}{R} \tau_3 - \kappa \tau_3. \text{ Звідси}$$

$$\tau_3 = \tau_1 \tau_2 \frac{U_1^2 - U_2^2}{U_3^2(\tau_2 - \tau_1) + U_1^2 \tau_1 - U_2^2 \tau_2} = 44 \text{ хв}.$$

$$115. Q = \frac{I^2}{2\pi d} \rho \tau \ln \frac{R}{r} = 4 \times 10^{-4} \text{ кал}.$$

$$116. \text{ а) } \tau = \frac{Dl^2 Ct \rho_0 (1 + 0,5\alpha)}{U^2} = 5 \times 10^{-5} \text{ с, де } \rho_0(1 + 0,5\alpha) -$$

середній питомий опір свинцю при зміні його температури від 0°C до точки плавлення t ; D і C – густина і теплоємність свинцю;

$$\text{б) } \tau = \frac{\pi^2 d^4 DC \ln(1 + \alpha)}{16I^2 \rho \alpha} = 5,6 \times 10^{-4} \text{ сек}.$$

$$117. 1,1 \times 10^{-10} \text{ Кл}.$$

118. Найбільша (теоретично) робота термопар дорівнює:

$$A = Q \frac{T_1 - T_2}{T_2}. \text{ Заряд } q = \frac{A}{E} = \frac{Q(T_1 - T_2)}{ET_1} = 1480 \text{ Кл}.$$

$$119. 3,1 \text{ еВ}.$$

$$120. 0,15 \text{ А}.$$

$$121. 0,12 \text{ В}.$$

$$122. \text{ а) } (5/6)R; \text{ б) } (7/12)R; \text{ в) } (3/4)R.$$

$$123. R = 0,5 R_1(1 + \sqrt{1 + 4 R_2/R_1}) = 6 \text{ Ом}.$$

Порада. Оскільки ланцюг є безмежним, усі ланки, починаючи із другої, можна замінити опором, який дорівнює шуканому опору R .

124. Підключимо подумки до точок A і B джерело напруги U . Тоді $U = IR = I_0 R_0$, де I – струм у дротах, що підводять, I_0 – струм у

провіднику АВ. Струм I_0 можна записати як суперпозицію двох струмів. Якби струм I «втїкав» до точки A і розтікався по сітці на нескінченність, то по провіднику AB (з міркувань симетрії) ішов би струм $I/4$. Аналогічно, якби струм I надходив до сітки з нескінченності та «витїкав» з B , то по провіднику AB також тїк би струм $I/4$. Наклавши один на одного обидва ці

розв'язки, дістанемо $I_0 = I/2$.

Тому $R = R_0/2$.

$$125. R = \rho(b - a)/(4\pi ab).$$

$$R = \rho/(4\pi a) \text{ при } b \rightarrow \infty.$$

$$126. \rho = 4\pi\Delta tab/[(b - a)C \ln\eta].$$

$$127. I = US(\sigma_2 - \sigma_1)/[d \ln(\sigma_2/\sigma_1)] = 5 \text{ нА}.$$

$$128. \sigma = \varepsilon_0 U(\varepsilon_2 \rho_2 - \varepsilon_1 \rho_1)/(\rho_1 d_1 + \rho_2 d_2), \sigma = 0 \text{ при } \varepsilon_1 \rho_1 = \varepsilon_2 \rho_2.$$

$$129. U = \mathcal{E}/(\eta + 1) = 2,0 \text{ В}.$$

$$130. I = (R_1 \mathcal{E}_2 - R_2 \mathcal{E}_1)/(R_1 R_2 + R R_1 + R R_2) = 0,02 \text{ А, напрямок струму зліва праворуч (див рис. 7)}.$$

$$131. \text{ а) } I_1 = [R_3(\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2) + R_2(\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2)]/(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) = 0,06 \text{ А};$$

$$\text{ б) } \varphi_A - \varphi_B = \mathcal{E}_1 - I_1 R_1 = 0,9 \text{ В}.$$

$$132. I = [\mathcal{E}(R_2 + R_3) + \mathcal{E}_0 R_3]/[R(R_2 + R_3) + R_2 R_3].$$

$$133. \varphi_A - \varphi_B = [\mathcal{E}_2 R_3(R_1 + R_2) - \mathcal{E}_1 R_1(R_2 + R_3)]/(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) = -1,0 \text{ В}.$$

$$134. n = \sqrt{Nr/R} = 3.$$

$$135. e/m = l\omega r/(qR) = 1,8 \times 10^{11} \text{ Кл/кг}.$$

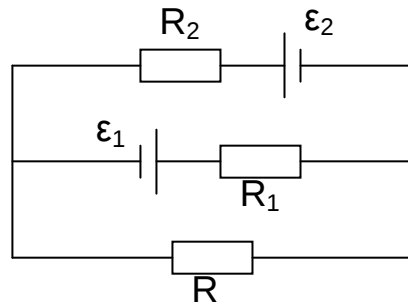


Рис. 7 (до задачі 130)

$$136. S = enl\langle v \rangle j \sim 10^7 \text{ м, де } n - \text{концентрація вільних електронів, } \langle v \rangle - \text{середня швидкість теплового руху електрона}.$$

$$137. \text{ а) } t = enlS/I = 3 \text{ Мс; б) } F = enl\rho I = 1,0 \text{ МН, де } \rho - \text{густина міді}.$$

$$138. \text{ а) } U \geq 13,56 \text{ В; б) } U \geq \varphi(n + 1) = 67,8 \text{ В};$$

$$\text{ в) } v \geq 2\sqrt{e\varphi/m} = 1,28 \times 10^6 \text{ см}^2/\text{с}.$$

$$139. 3,4 \times 10^8 \text{ см}^{-3}.$$

$$140. 4,78 \text{ мкА/км}^2.$$

$$141. 2,5 \times 10^7 \text{ см}^{-3} \text{сек}^{-1}.$$

$$142. 17000 \text{ разів}.$$

$$143. \text{ а) Над океаном } n = 790 \text{ см}^{-3}; \text{ над суходолом } n = 800 \text{ см}^{-3};$$

$$\text{ б) над океаном } 14 \text{ м і } 19,7 \text{ м; над суходолом } 178 \text{ см і } 248 \text{ см}.$$

$$144. \text{ а) } t = \frac{1}{a} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n_0} \right) = 62 \text{ сек; б) } t = \frac{1}{\beta} \ln \frac{n_0}{n} = 460 \text{ сек}.$$

$$147. \text{ а) } \rho(x) = -(4/9)\varepsilon_0 a x^{-2/3}; \text{ б) } j = (4/9)\varepsilon_0 a^{3/2} \sqrt{\frac{2e}{m}}.$$

$$148. n = Id/[e(U_0^+ + U_0^-)US] = 2,3 \times 10^8 \text{ см}^{-3}.$$

$$149. U_0 = \omega_0 l^2/(2U_0).$$

$$150. \text{ а) } \dot{n}_i = I_{\text{нас}}/(eU) = 6 \times 10^9 \text{ см}^{-3} \text{сек}^{-1}; \text{ б) } n = \sqrt{\dot{n}_i/r} = 6 \times 10^7 \text{ см}^{-3}.$$

$$151. t = (\eta - 1)/\sqrt{\dot{n}_i r} = 13 \text{ мс.} \quad 152. t = \varepsilon_0 \eta U/(e \dot{n}_i d^2) = 4,6 \text{ сут}.$$

$$153. j = (e^{\alpha d} - 1)e \dot{n}_i/\alpha.$$

$$154. 15,5 \mu.$$

$$155. 0,203 \text{ г}.$$

$$156. m = \frac{\mu It}{2F} = 0,045 \text{ г, де } \mu - \text{молекулярна вага води}.$$

$$157. \text{ Кількість молекул солі в } 1 \text{ см}^3 \text{ розчину } n = \alpha N_A/\mu, \text{ де } \mu - \text{це молекулярна вага; } N_A - \text{число Авогадро; } \alpha = 0,77.$$

158. $0,313 (\text{Ом} \cdot \text{см})^{-1}$. 159. а) $4,6 \times 10^4 \text{ Н}$; б) $6 \times 10^{-6} \text{ м/сек.}$

160. 7000 кал/моль.

161. $\rho = l(\omega_1 S_1 + \omega_2 S_2 \cos \alpha)$, де α – кут, утворений осями великої та малої спіралей.

162. Якщо дріт, по якому тече струм I_3 , розташований посередині, то розв'язання є неможливим. Якщо цей дріт розташований скраю, то шукана пряма знаходиться на відстані 1 см від середнього дроту.

163. $H = 80 \text{ А/м.}$ 164. $H = \frac{8I\sqrt{a^2 + b^2}}{ab} = 0,34 \text{ Е.}$

165. Оскільки на ділянці довжиною dx (рис. 8) величина струму дорівнює $I\omega dx$ і прийнявши для спрощення обчислень

$\frac{R}{\sqrt{x^2 + R^2}}$, одержуємо для випадку

$$\text{а): } H = \frac{\omega_1 I}{\sqrt{1+n^2}} = \frac{2 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1} 1 \cdot 10^{-1} \text{ А}}{\sqrt{17}} = 485 \text{ А/м; для}$$

випадку

$$\text{б): } H = \frac{\omega_1 I}{\sqrt{4+n^2}} =$$

450 А/м.

166. а) $8a$

раціоналізованих
одиниць циркуляції
системи $CI = 10 \text{ Е см;}$

б) 16 А; в) нуль.

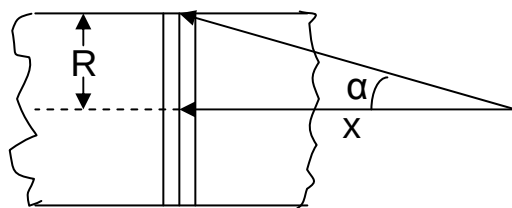


Рис. 8 (до задачі 165)

$$167. \Phi = \frac{\mu_0 I l \ln(R_2/R_1)}{2\pi} = 3,13 \times 10^{-4} \text{ Вб.}$$

168. Спочатку визначаємо H , потім за графіком на рис. 49 знаходимо B .

а) $H = 20 \text{ Е; } B = 13900 \text{ Гс; б) } H = 16 \text{ Е; } B = 13300 \text{ Гс.}$

$$169. \mu = \frac{B(l-l_1)\kappa}{4\pi w l - \frac{Bl_1}{\mu_0}} = 1400 \text{ од. СГС.}$$

170. а) 1 Вб/м^2 ; б) $6,3 \times 10^{-4} \text{ СІ.}$

171. Правий.

172. $3,7 \times 10^9 \text{ см/сек; } 3900 \text{ еВ.}$

$$173. v = \frac{eB}{2\pi m} \sqrt{h^2 + 4\pi^2 R^2} = 7,6 \times 10^8 \text{ см/сек.}$$

174. Швидкість електрона має бути спрямована перпендикулярно до площини, в якій лежать вектори $\vec{E}$ і $\vec{B}$. Вона дорівнює $v = E/B = 3 \times 10^8 \text{ см/сек.}$

$$175. \text{а) } a_n = 0; a_\tau = eE/m; \text{б) } a_\tau = 0; a_n = \frac{e}{m} \sqrt{B^2 v^2 + E^2}.$$

$$176. \text{б) } B = \frac{\sqrt{2mW}}{eR} = 4800 \text{ Гс; в) } t = \frac{\sqrt{2mW}}{2eU} (\pi R + 2d) = 1,4 \times 10^{-5} \text{ с.}$$

$$177. \vec{B} = (1/2)\mu_0 [\vec{j}, \vec{l}], \text{ тобто поле в порожнині є однорідним.}$$

$$178. \Phi = (\mu_0/4\pi) 2IhN \ln \eta = 8 \text{ мкВб.}$$

$$179. p_m = 2\pi R^3 B/\mu_0 = 30 \text{ мА} \cdot \text{м}^2. \quad 180. p_m = (1/2)NI d^2 = 0,5 \text{ А} \cdot \text{м}^2.$$

$$181. \text{а) } B = (1/2)\mu_0 \sigma \omega R; \text{б) } p_m = (1/4)\pi \sigma \omega R^4.$$

$$182. B = (2/3)\mu_0 \sigma \omega R = 29 \text{ пТ.} \quad 183. p_m = (1/5)qR^2 \omega; p_m/M = q/(2m).$$

$$184. B = (1/2)\mu_0\alpha\omega R^2.$$

$$185. p = \mu_0 I^2 / (8\pi R^2).$$

$$186. p = (1/2)\mu_0 n^2 I^2.$$

$$187. I_{cp} = \sqrt{2F_{cp} / \mu_0 n R}.$$

$$188. \text{ а) } F = 0; \text{ б) } F = \mu_0 I p_m / (2\pi r^2), \vec{F} \downarrow \uparrow \vec{B}; \text{ в) } F = \mu_0 I p_m / (2\pi r^2), \vec{F} \downarrow \uparrow \vec{r}.$$

$$189. F = \frac{3\mu_0 R^2 I p_m}{4(R^2 + x^2)^{5/2}}.$$

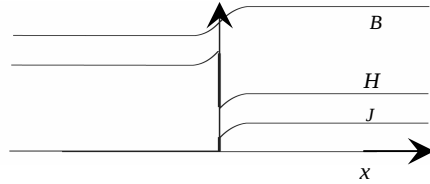


Рис. 9 (до задачі 192)

$$190. \text{ а) } \oint \vec{H} d\vec{S} = \frac{\pi R^2 B \cos \Theta (\mu - 1)}{\mu \mu_0}; \text{ б) } \oint \vec{B} d\vec{r} = (1 - \mu) B l \sin \Theta.$$

$$191. \text{ а) } \Gamma_{нов} = \chi I; \text{ б) } \Gamma_{об} = \chi I; \text{ у протилежні сторони.}$$

$$192. \text{ Див. рис. 9.}$$

$$193. B = \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_1 + \mu_2} \frac{I}{\pi r}.$$

$$194. \vec{B} = 2 \vec{B}_0 \mu / (1 + \mu).$$

$$196. 1,4 \times 10^6 \text{ сек}^{-1}.$$

$$197. U = \pi B l^2 n(k - 2)/k = 38 \text{ мкВ.}$$

$$198. \text{ а) } I_1 = 10^{-3} \text{ А; } I_2 = 0; I_3 = 10^{-3} \text{ А;}$$

$$\text{ б) } I_1 = I_2 = 2,8 \times 10^{-4} \text{ А; } I_3 = 5,6 \times 10^{-4} \text{ А; в) } I_1 = 0; I_2 = I_3 = 5,6 \times 10^{-4} \text{ А.}$$

$$199. 7,4 \times 10^{-4} \text{ А.} \quad 200. q = \frac{\mu'_0 E S^2}{4\pi \rho^2 l} = 1,38 \times 10^{-2} \text{ Кл.}$$

$$201. L = \frac{m R \mu'_0}{4\pi D \rho l} = 16,5 \text{ мГн.}$$

$$202. \text{ а) } 1,5 \text{ мГн; б) } 5 \text{ мГн.}$$

203. а) Спочатку визначимо H : $H = 4\omega I/d = 20 \text{ Е}$. Потім по кривій намагнічування (рис. 49) знаходимо B і визначаємо L : $L = 3,5 \text{ Гн}$;

$$\text{ б) } 18,5 \text{ Гн.}$$

$$204. L = 4 l \mu \ln \frac{2a - d}{d} = 2,2 \text{ мГн.}$$

205. а) Площа ОАВО дорівнює заряду, який протік по дроселі за час 0,5 с. Площа ОСАО дорівнює $\Phi w/R$, де Φ – магнітний потік у сердечнику дроселя, w – кількість витків в обмотці дроселя, R – опір його обмотки;

б) позначимо площу ОСАО літерою σ : $B = 4\sigma\rho/(S d)$. Порахувавши кількість кліток сітки на малюнку, що становить площу ОСАО, знайдемо, що $\sigma = 0,17 \text{ Кл/м}^2$. Звідси $B = 2300 \text{ Гс}$.

$$206. 490 \text{ В.}$$

$$207. 31300 \text{ ерг.}$$

$$208. 0,008 \text{ с.}$$

$$209. I = B v l / (R + R_\mu), \text{ де } R_\mu = R_1 R_2 / (R_1 + R_2).$$

$$210. \text{ а) } \Delta\varphi = (1/2)\omega^2 a^2 m/e = 3,0 \text{ нВ; б) } \Delta\varphi \approx (1/2)\omega B a^2 = 20 \text{ мВ.}$$

$$211. I_{ind} = \frac{\mu_0 l v I}{2\pi R r}.$$

$$212. \mathcal{E}_i = \frac{\mu_0 I a^2 v}{2\pi x(x+a)}.$$

$$213. \mathcal{E}_i = (\omega a^3 B^2 + 2mg \sin \omega t)/(2aB).$$

$$214. v = mgR \sin \alpha / (B^2 l^2).$$

$$215. a = g \sin \alpha / (1 + l^2 B^2 c/m).$$

$$216. \langle P \rangle = (\pi \omega a^2 B)^2 / (2R).$$

$$217. q = \frac{\mu_0 a I}{2\pi R} \ln \frac{b+a}{b-a}, \text{ тобто } q \text{ не залежить від } L.$$

$$218. \text{ а) } I = \frac{\mu_0 I_0 v}{2\pi R} \ln \frac{b}{a}; \text{ б) } F = \frac{v}{R} \left(\frac{\mu_0 I_0}{2\pi} \ln \frac{b}{a} \right)^2.$$

$$219. \text{ а) } S = v_0 m R / (l^2 B^2); \text{ б) } Q = m v_0^2 / 2.$$

$$220. v = \frac{F}{am} [1 - \exp(-\alpha t)], \text{ де } \alpha = B^2 l^2 / (mR).$$

$$221. I = \omega B_0 (a - b) / (4\rho) = 0,5 \text{ A.}$$

$$222. U = 2U_0 \ln(R_2/R_1).$$

$$223. v = \sqrt{\frac{eUb}{dms} \left(\frac{b}{2} + l \right)} = 1,58 \times 10^9 \text{ см/сек.}$$

$$224. U_2 = 2d^2 U_1 / b^2 = 1400 \text{ В.}$$

225. Під дією поля в конденсаторі електрон змістився на

$$s = \frac{eUb^2}{2dmv_0^2}; \text{ робота сил електричного поля дорівнює}$$

$$\frac{eU}{d} s = \frac{e^2 U^2 b^2}{2d^2 m v_0^2}. \text{ Вона дорівнює різниці енергій електрона } mv^2/2$$

– $mv_0^2/2$; цю різницю можна прийняти через незначність приросту

$v - v_0$ такою, що дорівнює $(v - v_0)v_0 t$. Звідси

$$v - v_0 = \frac{e^2 U^2 b^2}{2d^2 m^2 v_0^3} = 5,6 \times 10^6 \text{ см/с.}$$

$$226. t = \frac{\sqrt{T(T + 2m_0 c^2)}}{ceE} = 3,0 \text{ нс.}$$

$$227. \alpha = \arcsin(dB \sqrt{q/2mU}) = 30^\circ.$$

$$228. \text{ а) } v = reB/m = 100 \text{ км/сек, } T = 2\pi m/(eB) = 6,5 \text{ мксек.}$$

$$\text{б) } v = c/\sqrt{1 + (m_0 c/(reB))^2} = 0,51 \text{ км/с; } T = \frac{2\pi m_0}{eB\sqrt{1 - (v/c)^2}} =$$

4,1 нсек.

$$229. \Delta l = 2\pi \sqrt{2mU/(eB^2)} \cos \alpha = 2,0 \text{ см.}$$

$$230. \frac{q}{m} = \frac{8\pi^2 U}{l^2 (B_2 - B_1)^2}.$$

$$231. r = 2\rho \sin(\varphi/2), \text{ де } \rho = \frac{mv}{eB} \sin \alpha, \varphi = \frac{leB}{mv \cos \alpha}.$$

$$232. \frac{q}{m} = \frac{a(a + 2b)B^2}{2E\Delta x}.$$

$$233. F = mEI/(qB) = 20 \text{ мкН.}$$

$$234. \Delta l = \frac{2\pi mE}{eB^2} \operatorname{tg} \varphi = 6 \text{ см.}$$

$$235. B \leq \frac{2b}{b^2 - a^2} \sqrt{\frac{2mU}{e}}.$$

$$236. U = 2 \frac{e}{m} \left(\frac{\mu_0 I}{4\pi} \right)^2 \ln \frac{a}{b}.$$

$$237. 141 \text{ В.}$$

$$238. \text{ а) } 6,4 \text{ мкФ; б) } 0,0064 \text{ мкФ.}$$

$$239. 0,055 \text{ Гн.}$$

$$240. f = \frac{2\sqrt{n^2 - 1} \rho l}{\pi^3 k d_1^2 d_2 \mu w} = 1600 \text{ Гц.}$$

$$241. \text{ а) } I = \frac{B n^2 d_1^3 n}{\sqrt{8(R^2 + \omega^2 L^2)}}, \text{ де } R = \frac{4\rho d_1}{d_2^2} = 6,8 \times 10^{-3} \text{ Ом; } \omega L =$$

$3,08 \times 10^{-5} \text{ Ом. Оскільки } \omega L \ll R, \text{ то, нехтуючи } (\omega L)^2 \text{ у порівнянні з}$

$$R^2, \text{ маємо } I = \frac{\sqrt{2}\pi^2 B d_1 n d_2^2}{16\rho} = 0,072 \text{ А;}$$

$$\text{б) } I = \frac{\sqrt{2}\pi B d_1^2}{8l} = 16 \text{ А незалежно від швидкості обертання.}$$

242. У випадку сталого струму потужність є в 1,2 рази більшою.

243. а) Ні; б) так.

$$246. U^2 + I^2 L/C = U_m^2.$$

$$247. а) I = I_m \sin \omega_0 t, \text{ де } I_m = U_m \sqrt{C/L}, \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \text{ б) } \varepsilon_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

$$248. а) T = 2\pi \sqrt{L(C_1 + C_2)} = 0,7 \text{ мс};$$

$$б) I_m = U \sqrt{(C_1 + C_2)/L} = 8 \text{ А}.$$

$$249. а) t_n = \pi n / \omega; \text{ б) } t_n = (1/\omega) \arctg(\beta/\omega) + \pi n, n = 0, 1, 2, \dots$$

$$250. W_L/W_C = L/(CR^2) = 5. \quad 251. L = L_1 + L_2, R = R_1 + R_2.$$

$$252. t = Q \ln \eta / (\pi v) = 0,5 \text{ с}. \quad 253. n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{4L}{CR^2}} - 1 = 16.$$

$$254. \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2Q)^2}}} = 0,5\%.$$

$$255. Q = \frac{U_m^2}{2\langle P \rangle} \sqrt{\frac{C}{L}} = 1,0 \times 10^2. \quad 256. \langle P \rangle = RI^2 = RI_m^2/2 = 20 \text{ мВт}.$$

$$257. \langle P \rangle = CRU_m^2/(2L) = 5 \text{ мВт}.$$

$$258. \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{1}{4R^2C^2}}, R < \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

$$259. \text{Струм відстає за фазою від напруги на кут } \varphi = \arctg \frac{\mu_0 \pi^2 v \alpha}{4n\rho}.$$

260. Струм випереджає за фазою напругу на кут $\varphi = 60^\circ$, який

$$\text{визначається рівнянням } \tg \varphi = \sqrt{\left(\frac{U_m}{RI_m}\right)^2} - 1.$$

$$261. а) I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + [\omega L - 1/(\omega C)]^2}} = 4,5 \text{ А};$$

$$б) \tg \varphi = \frac{\omega L - 1/(\omega C)}{R}, \varphi = -60^\circ \text{ (струм випереджає напругу);}$$

$$U_C = I_m/(\omega C) = 0,65 \text{ кВ}, U_L = I_m \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = 0,50 \text{ кВ}.$$

$$262. \text{При } C = \frac{1}{\omega^2 L} = 28 \text{ мкФ}, U_L = U_m \sqrt{1 + \left(\frac{\omega L}{R}\right)^2} = 0,54 \text{ кВ};$$

$$U_C = U_m \omega L/R = 0,51 \text{ кВ}.$$