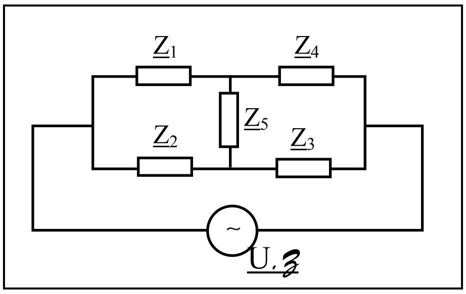
Ministerul Învățământului
Olimpiada Națională de Fizică
Oradea - 1997
Proba teoretică - barem de corectare

XI

Subiectul I. A. 1) Circuitul echivalent este:



unde $\underline{Z}_1 = -30j\ (\Omega)$; $\underline{Z}_2 = -20j\ (\Omega)$; $\underline{Z}_3 = 40\ \Omega$.

1. Puntea este echilibrată $\underline{Z}_4 = \dfrac{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2}$, $\underline{Z}_4 = 60\Omega$

Condiția de putere maximă: $\underline{Z}_{AB} = \underline{Z}^*$

unde $\underline{Z}_{AB} = \dfrac{(\underline{Z}_1 + \underline{Z}_4)(\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3)}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4}$, $\Rightarrow \underline{Z}_{AB} = 12(2 - j)$

deci $\underline{Z} = 12(2+j) \Rightarrow r_0 = 24\Omega$ şi $x_0 = 12\Omega$; $P_{max} = U^2/4r_0 = 150W$

$$I = \frac{E}{\underline{Z}_{AB} + \underline{z}} \Rightarrow \underline{I} = 2{,}5A,\ \underline{I}_1 = \frac{\underline{Z}_{AB} \cdot I}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_{AB}} \Rightarrow I_1 = 1A;\ \underline{I}_2 = \frac{\underline{Z}_{AB} \cdot I}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_4} \Rightarrow \underline{I}_2 = 1{,}5A$$

$$\left.\begin{aligned} &\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I},\ S = P_a = 300W \\ 2)\ &P_a = R_4 I_1^2 + R_3 I_2^2 + rI^2 = 300W \\ &Q = X_1 I_1^2 + X_2 I_2^2 + xI^2,\ Q = 0 \end{aligned}\right\}$$ se verifică bilanțul puterilor.

TOTAL I.A. 6 puncte

I.B.

$$\left.\begin{aligned} &\text{Dacă } t \langle RC \Rightarrow i \cong I_0\left(1 - \frac{t}{RC}\right) \textit{ cu bună aproximație} \\ &\frac{i_1}{i_2} = \frac{kd_1}{kd_2} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{RC - t_1}{RC - t_2} \Rightarrow C = \frac{d_1 \cdot t_2 - d_2 \cdot t_1}{R(d_1 - d_2)} = 120\,\mu F \end{aligned}\right\}$$ TOTAL I.B. 3 puncte

1 punct din oficiu

Metoda a - II - a ;

$40 \cong 100\left(1 - \dfrac{30}{RC}\right) \Rightarrow C \cong 100\,\mu F$ *Obs*: Re*zultatele diferă puțin deoarece timpii de observație nu satisfac inegalitatea* t << RC. Discutie.

Subiectul II.A.

$$p = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}\left[\cos\varphi - \cos(2\omega t - \varphi)\right];\ P_{max} = \frac{U_{max} I_{max}}{2}(\cos\varphi + 1);\ p_{min} = \frac{U_{max} I_{max}}{2}(\cos\varphi - 1) \Rightarrow$$

$$\cos\varphi = \frac{P_{max} + p_{min}}{P_{max} - p_{min}}$$

2. $P_a = \dfrac{P_{max} + p_{min}}{2}$; $P_r = \sqrt{-P_{max} \cdot p_{min}}$

3. $S = \dfrac{P_{max} - p_{min}}{2} \Leftrightarrow P_a + S = P_{max}$ şi $P_a - S = p_{min}$

4. $P_r = \omega \left| W_{mg,\max} - W_{el,\max} \right| = \sqrt{\text{-}P_{\max} \cdot p_{\min}} \Rightarrow \omega = \dfrac{\sqrt{\text{-}P_{\max} \cdot p_{\min}}}{W_{mg,\max} - W_{el,\max}}$

deoarece : $X_L I^2 = \omega W_{mg,\max} \Leftrightarrow W_{mg,\max} = \dfrac{L I_{\max}^2}{2} = \dfrac{X_L I^2}{\omega}$

$X_C I^2 = \omega W_{el,max} \Leftrightarrow W_{el,max} = \dfrac{Q_{max}^2}{2C} = \dfrac{X_C I^2}{\omega}$, unde $I_{\max} = \omega Q_{max}$

º i $P_r = (X_L - X_C) I^2 = \omega \left(W_{mg,max} - W_{el,max} \right)$

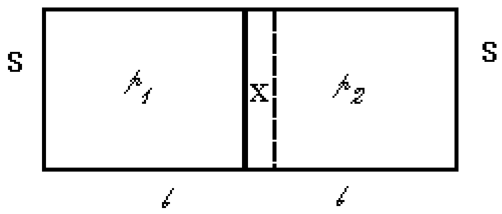
5. $y = \dfrac{W_{0,mg,\max}}{W_{0,Joule}} = \dfrac{L I_0^2}{R I_0^2 T} = \dfrac{L\omega_0}{R 2\pi} = \dfrac{Q}{2\pi}$. TOTAL II.A. 5 puncte

Subiectul II. B

$p_0 V_0 = \nu R T_0 \quad cu \quad V_0 = Sl$

$p_1 (l + x) = \nu R T_1$,

$p_2 (l - x) = \nu R T_2$



$p_1 V_1^n = p_0 V_0^n$, $p_2 V_2^n = p_0 V_0^n$,

$p_1 = p_0 \dfrac{1}{\left(1 + \dfrac{x}{l}\right)^n}$

$p_2 = p_0 \dfrac{1}{\left(1 - \dfrac{x}{l}\right)^n}$; $\quad F = S(p_2 - p_1) = Sp_0 \left[\dfrac{1}{\left(1 - \dfrac{x}{l}\right)^n} - \dfrac{1}{\left(1 + \dfrac{x}{l}\right)^n} \right] \approx Sp_0 \dfrac{2n}{l} x \quad \Rightarrow k_{echiv} = Sp_0 \dfrac{2n}{l}$

$\tau = 2\pi \sqrt{\dfrac{M}{k_{echiv}}} \Rightarrow \quad k_{echiv} = \dfrac{4\pi^2 M}{\tau^2} \qquad Sp_0 \dfrac{2n}{l} = \dfrac{4\pi^2 M}{\tau^2} \quad \Rightarrow \quad T_0 = \dfrac{2\pi^2 l^2 M}{\nu n R \tau^2}$

TOTAL II.B. 4 puncte

1 punct din oficiu

Subiectul III. A

$v_{long} = \sqrt{\dfrac{E}{\rho}}$ - expresia vitezei undelor longitudinale în solide, unde E este modulul de elasticitate

Young $E = \dfrac{F/S}{\Delta l / l} = \dfrac{F/S}{\Delta V / V}$ şi în cazul solidelor are dimensiunile unei presiuni.

În cazul gazelor, rolul lui E îl joacă variaţia de presiune Δp care generează o variaţie de densitate Δρ, astfel că $v_s = \sqrt{\dfrac{\Delta p}{\Delta \rho}}$. Raportul celor două variaţii se poate stabili admiţând că în cazul propagării undei sonore nu are loc schimb de căldură. Din ecuaţia Poisson $pV^\gamma = const.$ obţinem

$(p + \Delta p)(V + \Delta V)^\gamma = const. \Rightarrow pV^\gamma \left(1 + \dfrac{\Delta p}{p}\right)\left(1 + \dfrac{\Delta V}{V}\right)^\gamma = const. \Rightarrow pV^\gamma \left(1 + \dfrac{\Delta p}{p}\right)\left(1 + \dfrac{\gamma \Delta V}{V}\right) \cong pV^\gamma$

dar $\Delta p\Delta V \approx 0$ şi rezultă $\Delta p \cong -\gamma p(\Delta V / V)$;

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{şi} \quad \rho + \Delta\rho = \frac{m}{V+\Delta V} = \frac{m}{V}\frac{1}{1+\frac{\Delta V}{V}} \approx \rho\left(1-\frac{\Delta V}{V}\right) \quad \Rightarrow \quad \Delta\rho = -\rho\frac{\Delta V}{V}$$

În locuind în expresia $v_s = \sqrt{\frac{\Delta p}{\Delta\rho}}$ obţinem $v_s = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$

Orice altă rezolvare corectă se punctează identic. TOTAL III.A. 4 puncte

Subiectul III. B

La deplasarea barei cu viteza **v(t)** apare t.e.m.**E= Blv**. În aceste condiţii legea a II-a a lui Kirchhoff pentru suma algebrică a tensiunilor într-un circuit fără rezistenţe electrice este: $L\frac{di}{dt} + Blv = 0$ (1) ;

Prin derivare se obţine $L\frac{d^2i}{dt^2} + Bla = 0$ (2).Din p.d.v. mecanic bara se deplasează sub acţiunea forţei electromagnetice conform relaţiei Bil=ma (3).

1.Mişcarea tijei este oscilatorie cu convertirea reciprocă a energiei cinetice în energie magnetică. Când tija are viteza nulă, toată energia este stocată în câmpul magnetic al bobinei . Din conservarea energiei rezultă: $\frac{Li_{max}^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$ şi deci $\mathbf{I_{MAX} = V_0\sqrt{\frac{M}{L}}}$

2. Din relaţiile (2) şi (3) rezultă (utilizând notaţia $\frac{B^2l^2}{mL} = \omega^2$) pentru intensitatea curentului electric o ecuaţie de tip oscilator armonic:

$\frac{d^2i}{dt^2} + i\omega^2 = 0$ (4) , având soluţia $i = I\sin(\omega t + \varphi)$ (5). Din (1) rezultă: $v = -\frac{L}{Bl}I\omega\cos(\omega t + \varphi)$

Din condiţiile iniţiale i(0)=0 şi $v(0)=v_0$ rezultă $\sin\varphi = 0$ şi $v_0 = -\frac{L}{Bl}I\omega\cos\varphi$. Atunci $\varphi = \pi$ şi $I = v_0Bl / L\omega = v_o\sqrt{\frac{m}{L}}$. Deci, $\mathbf{v = v_0\cos\omega t}$.

3.Tensiunea autoindusă în bobină

E_L =**$\mathbf{Blv_0\cos\omega t}$.**

Metoda a II-a. Notând viteza de variaţie a curentului $\boldsymbol{v_i = \frac{\Delta i}{\Delta t}}$ relaţia (2) se scrie: $\boldsymbol{Lv_i + Blv = 0}$ (1’). Considerând variaţiile vitezei barei şi ale vitezei de variaţie a curentului electric şi ţinând cont de relaţia (3) se obţine: $L\frac{\Delta v_i}{\Delta t} + Bl\frac{\Delta v}{\Delta t} = 0$ (2’) sau cu notaţia anterioară:

$\frac{\Delta v_i}{\Delta t} + \omega^2 i = 0$ Relaţia este analogă ecuaţiei oscilatorului armonic cu soluţia de la metoda I.

TOTAL IIIB. 5 puncte 1 punct din oficiu