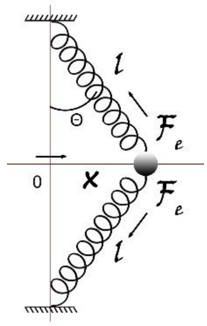
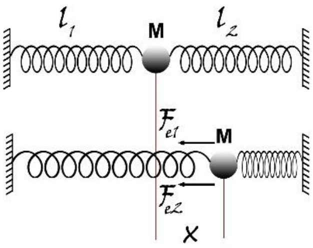
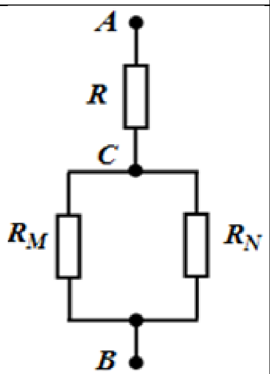
Etapa pe localitate a olimpiadei de Fizică-BAREM
Ianuarie 2024
Probă scrisă

XI

Problema 1- SOLUȚIE	**PUNCTAJ**
a. În timpul oscilației, la momentul de timp oarecare t, asupra corpului M acționează în lungul resortului forțele elastice egale F_e $F_e = k \cdot (l - l_o)$	**1 punct**
Conform principiului fundamental al dinamicii, ecuația de mișcare a corpului M , în lungul direcției orizontale (direcția tijei), este:  	**0,5 puncte** **(desen)**
$Ma = -2k \cdot (l - l_0) \cdot \sin\theta \cong -2k \cdot (l - l_0) \cdot \frac{x}{l} = -2k \cdot \left(1 - \frac{l_0}{l}\right) \cdot x$	**1 punct**
$l = \sqrt{l_1^2 + x^2} = l_1 \cdot \sqrt{1 + \frac{x^2}{l_1^2}}$	**0,5 punct**
În cazul micilor oscilații: $\frac{x}{l_1} < 1 \Rightarrow \left(\frac{x}{l_1}\right)^2 \leq 1.$ $a = -\frac{2k}{M} \cdot \left[1 - \frac{l_0}{l_1} \cdot \left(1 - \frac{x^2}{2 \cdot l_1^2}\right)\right] \cdot x = -\frac{2k}{M} \cdot \left(1 - \frac{l_0}{l_1}\right) \cdot x - \frac{2k}{M} \cdot \frac{l_0}{l_1^3} \cdot x^3$	**1,5 puncte**
neglijând termenulce conține pe x^3 ca fiind un termen foarte mic, observăm că putem considera mișcarea ca fiind mișcare oscilatorie liniar armonică de pulsație: $\omega^2 = \frac{2k}{M \cdot l_1} \cdot (l_1 - l_0)$	**1 punct**

b. În timpul oscilației, la momentul de timp t, cele două resorturi au elongațiile x, respectiv $-x$, legea de mişcare fiind: 	**1 punct**
$Ma = F_{e1} + F_{e2} = -k \cdot (l_1 + x - l_0) - k \cdot (l_o - l_1 + x) = -2kx$ La fel ca în cazul anterior, putem considera mişcarea ca fiind mişcare oscilatorie liniar armonică de pulsație:	**1,5 puncte**
$\omega^{`} = \sqrt{\dfrac{2k}{M}}$ Deci, raportul cerut este**:**	**0,5 puncte**
$\dfrac{\omega^{`}}{\omega} = \sqrt{\dfrac{l_1}{l_1 - l_0}}$	**0,5 puncte**
OFICIU	**1 punct**
TOTAL Problema 1	**10 puncte**
Problema 2- SOLUȚIE	
a). Schema electrică echivalentă a porțiunii de circuit AB este prezentată alăturat. 	**0,5p**
Rezistențele ramurilor CMB și CNB sunt identice, fiind egale cu: $R_{CMB} = R_{CNB} = R_1 + R_2 = 3R$	**0,5p**
Rezistența grupării paralel BC este : $R_{BC} = \dfrac{R_{CMB} \cdot R_{CNB}}{R_{CMB} + R_{CNB}} = \dfrac{3}{2} \cdot R$	**0,5p**
Rezistența porțiunii AB este $R_{AB} = R_{AC} + R_{BC} = 2{,}5\ R$	**0,5p**

Str. General Berthelot nr. 28-30, Sector 1, I
010168, București
Tel : +40 (0)21 405 57 06
Fax : +40 (0)21 310 32 05
www.edu.ro

Știm că transferul maxim de putere are loc atunci când rezistența echivalentă a grupării serie de generatoare, $r_s = n \cdot r = 5r$, este egală cu rezistența circuitului exterior R_{AB} => **0,5p**

$$r = \frac{R_{AB}}{n} = 0{,}5\Omega$$

0,5p

b). Schema electrică a porțiunii de circuit AB când contactul k este închis conține conexiunile triunghi CMN și MBN(fig.a). Folosim transfigurarea $\Delta - Y$ a porțiunii CMN, obținând noua schemă electrică echivalentă(fig.b) **1p**

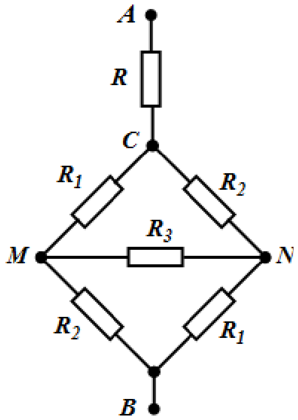


fig.a

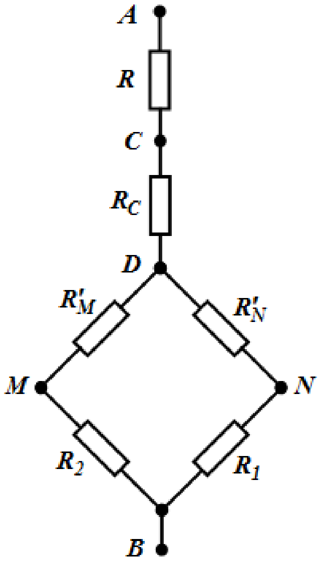


fig.b

Exprimăm noile rezistențe echivalente ale grupării Y_{CMN}:

$$R_C = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{R}{3}$$

$$R_M^{`} = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{R}{2}$$

$$R_N^{`} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = R$$

0,75p

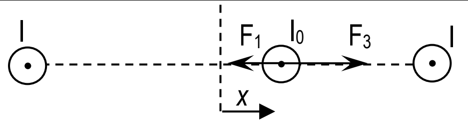
Calculăm rezistențele echivalente ale grupărilor serie DMB și DNB :

$$R_{DMB} = R_M^{`} + R_2 = \frac{5}{2} R$$

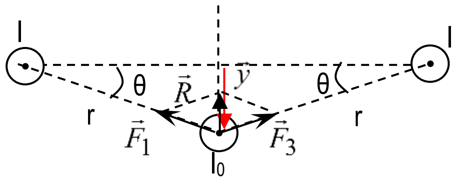
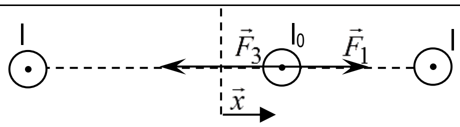
$$R_{DNB} = R_N^{`} + R_1 = 2R$$

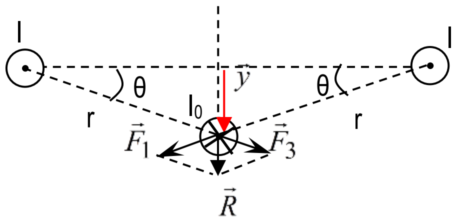
$$R_{DB} = \frac{R_{DMB} \cdot R_{DNB}}{R_{DMB} + R_{DNB}} = \frac{10}{9} R$$

1p

În final, $R^{`}_{AB} = R_{AC} + R_C + R_{DB} = \frac{55}{18}R$  $R^{`}_{AB} = \frac{55}{18}\Omega$	**0,25p**
c). Puterile electrice transferate porțiunii de circuit AB în cele două cazuri sunt: $P_{AB} = R_{AB} \cdot \frac{E_s^2}{(R_{AB} + r_s)^2}$ $P_{AB} = \frac{n^2 \cdot E_s^2}{4 \cdot R_{AB}}$ $P_{AB} = 8{,}1W$ $P^{`}_{AB} = R^{`}_{AB} \cdot \frac{E_s^2}{\left(R^{`}_{AB} + r_s\right)^2}$  $P^{`}_{AB} = R^{`}_{AB} \cdot \frac{n^2 \cdot E^2}{\left(R^{`}_{AB} + r_s\right)^2}$ $P^{`}_{AB} = 8{,}019W$	**0,5p** **0,5p** **0,5p** **0,5p** **0,5p** **0,5p**
OFICIU	**1 punct**
TOTAL Problema 2	**10 puncte**
Problema 2- SOLUȚIE	
a) 1)  Desen: două conductoare parcurse de curenţi în acelaşi sens se atrag $F_1 = \frac{\mu \cdot I \cdot I_0 \ell}{2\pi(d + x)}$	**0,5p** **0,5p**

Str. General Berthelot nr. 28-30, Sector 1, I
010168, București
Tel : +40 (0)21 405 57 06
Fax : +40 (0)21 310 32 05
www.edu.ro

$F_3=\dfrac{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}{2\pi(d-x)}$ Întrucât $F_3>F_1$ atunci rezultanta $R=F_3-F_1$ îndepărtează conductorul (2) de poziţia de echilibru, aşadar acesta nu poate oscila longitudinal	1p
2) 	0,5p
Desen	0,5p
$\vec{R}=\vec{F}_1+\vec{F}_3$ în sens opus lui $\vec{y}$ deci conductorul (2) poate oscila $F_1=F_3=\dfrac{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}{2\pi r}$ $R_y=-(F_1+F_3)\sin\theta=-2\dfrac{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}{2\pi r}\cdot\dfrac{y}{r}$	1p
$r^2=d^2+y^2\cong d^2\Rightarrow R_y\cong-\dfrac{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}{\pi d^2}y=-ky$ $T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}};T=2\pi\sqrt{\dfrac{\pi\cdot m\cdot d^2}{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}}$	0,5p
b) 1)  Desen: două conductoare străbătute de curenţi opuşi se resping	0,5p
$F_1=\dfrac{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}{2\pi(d+x)}$ $F_3=\dfrac{\mu\cdot I\cdot I_0\ell}{2\pi(d-x)}$ Întrucât $F_3>F_1$ atunci rezultanta $R=F_3-F_1$ este îndreptată spre poziţia de echilibru, aşadar conductorul (2) poate oscila	0,5p

$R_x = F_1 - F_3 = -\dfrac{\mu \cdot I \cdot I_0 \ell x}{\pi\left(d^2 - x^2\right)} \cong -\dfrac{\mu \cdot I \cdot I_0 \ell}{\pi d^2} = -kx$	**1p**
$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\pi \cdot m \cdot d^2}{\mu \cdot I \cdot I_0 \ell}}$	**1p**
2) Desen  	**0,5p**
Rezultanta forţelor îndepărtează corpul de poziţia de echilibru, aşadar conductorul (2) nu poate oscila	**1p**
OFICIU	**1p**
TOTAL Problema 3	**10p**
TOTL SUBIECT	**30p**