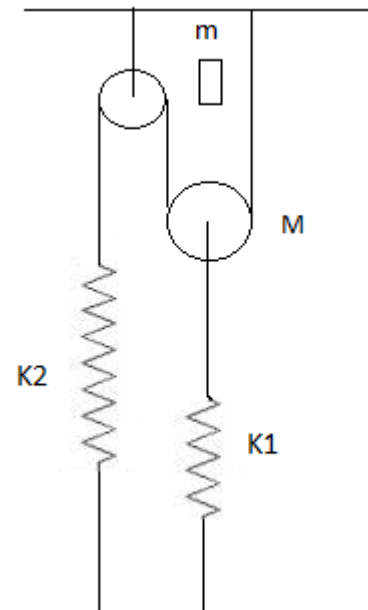


SUBIECTE
CLASA a XI - a

OLIMPIADA DE FIZICĂ
ETAPA LOCALĂ
19 Ianuarie 2014

Subiectul I

Se dă sistemul din figură. Masa scripetelui mobil este $M = 1\text{Kg}$. Se consideră că, inițial, cele două resorturi, cu constantele elastice $k_1 = 40\text{N/m}$, respectiv $k_2 = 200\text{N/m}$ sunt în stare nedeformată. Pe scripetele mobil cade, de la o înălțime $h = 5\text{m}$ față de acesta, un corp de masă $m = 1\text{Kg}$. Considerând ciocnirea dintre corp și scripete plastică, să se determine:

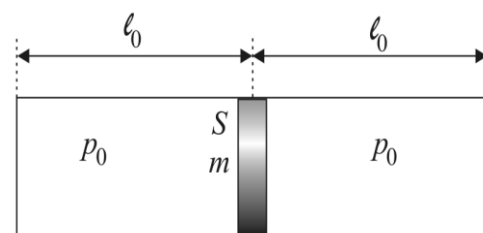


- energia eliberată sub formă de căldură în cursul ciocnirii plastice dintre corp și scripetele mobil;
- perioada oscilațiilor sistemului;
- distanța x_e a noii poziții de echilibru față de cea inițială;
- distanțele x_{max} și x'_{max} față de poziția inițială până la care poate coborî sau urca scripetele mobil;
- viteza maximă atinsă de scripetele mobil în timpul mișcării.

Se va considera $g = 10\text{m/s}^2$.

Subiectul II

Într-un cilindru închis la ambele capete se află un piston care se poate deplasa fără frecare dar care închide etanș cele două porțiuni ale cilindrului. De o parte și de alta a pistonului se află cantități egale de gaz ideal, în aceleași condiții de presiune și temperatură (figura). Se cunosc: secțiunea transversală a cilindrului S , lungimea cilindrului $2l_0$, masa pistonului m și presiunea gazului din cilindru p_0 . Grosimea pistonului este neglijabilă față de lungimea cilindrului, iar cilindrul se consideră fix într-un sistem de referință inerțial.



Se cunosc: secțiunea transversală a cilindrului S , lungimea cilindrului $2l_0$, masa pistonului m și presiunea gazului din cilindru p_0 . Grosimea pistonului este neglijabilă față de lungimea cilindrului, iar cilindrul se consideră fix într-un sistem de referință inerțial.

- Precizează condițiile în care pistonul poate efectua oscilații armonice și află expresia frecvenței oscilațiilor acestuia. Se presupune că procesele la care participă cele două cantități de gaz ar fi izoterme.

- Elevul are dreptul să rezolve subiectele în orice ordine dorește, pe foi de concurs distincte.
- Durata probei este de 2 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Fiecare subiect (I, II, III) se notează de la 1 la 10 puncte.

SUBIECTE
CLASA a XI - a

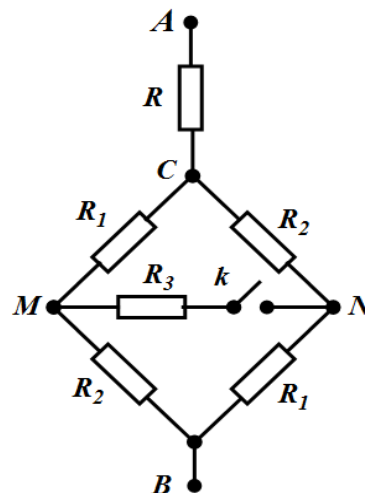
OLIMPIADA DE FIZICĂ
FAZA LOCALĂ
19 Ianuarie 2014

- b) Deoarece oscilațiile descrise la punctul anterior sunt relativ rapide, este justificată presupunerea că transformările celor două gaze pot fi considerate adiabactice. Cunoscând coeficientul adiabatic γ , află expresia frecvenței de oscilație a pistonului.
- c) Considerând că producerea oscilațiilor este realizată prin deplasarea pe o distanță A ($A \ll l_0$) față de poziția de echilibru a pistonului și apoi eliberarea sa bruscă, află expresiile pentru legea mișcării, legea vitezei și energia de oscilație pentru piston în condițiile precizate la punctul b).

Notă: se poate face aproximarea $(1 + x)^\alpha \cong 1 + \alpha x$ valabilă pentru $\alpha, x \in \mathbb{R}$ și $|\alpha x| \ll 1$.

Subiectul III

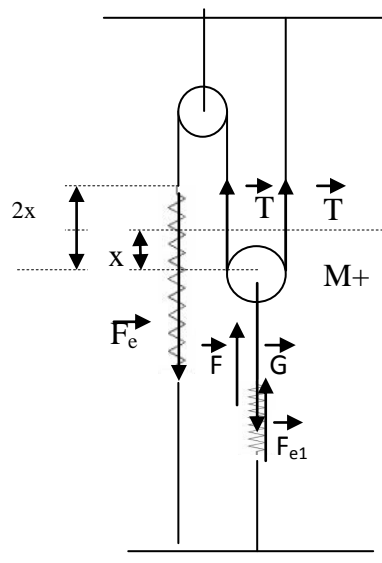
Rezistențele electrice ale rezistoarelor din porțiunea de circuit AB , reprezentată în figura alăturată, au valorile: $R_1 = R$, $R_2 = 2R$ și $R_3 = 3R$ unde $R = 1\Omega$. Porțiunea de circuit AB se conectează la bornele unei grupări serie formată din $n = 5$ generatoare electrice de curent continuu având fiecare tensiunea electromotoare $E = 1,5V$ și rezistența electrică internă r necunoscută. Știind că circuitul funcționează în regim de transfer maxim de putere atunci când contactul k este deschis, determinați:



- a) rezistența electrică internă a fiecărui generator din gruparea de generatoare ce alimentează circuitul;
b) rezistența electrică a porțiunii de circuit AB atunci când contactul k este închis;
c) puterile electrice transferate porțiunii de circuit AB pentru cele două poziții (deschis și închis) ale întrerupătorului k .

1. Elevul are dreptul să rezolve subiectele în orice ordine dorește, pe foi de concurs distincte.
2. Durata probei este de 2 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
3. Fiecare subiect (I, II, III) se notează de la 1 la 10 puncte.

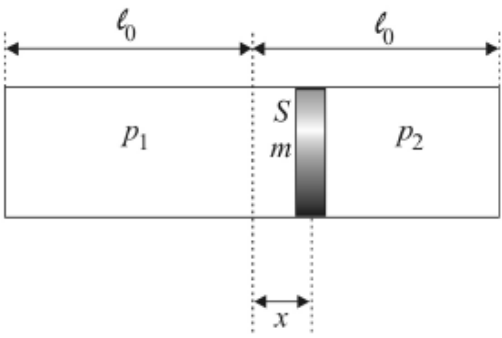
BAREM
OLIMPIADA DE FIZICĂ
ETAPA LOCALĂ
19 Ianuarie 2014
CLASA a XI -a

Subiectu I	Soluție	Punctaj
a)	<p>În urma aplicării conservării impulsului în ciocnirea plastică dintre corp și scripete obținem viteza ansamblului scripete mobil - corp.</p> $v = \frac{mv_0}{M + m}, \text{ unde } v_0 = \sqrt{2gh} = 10m/s \text{ este viteza corpului înainte de ciocnire.}$ $v_s = 5m/s$ <p>Căldura degajată în procesul de ciocnire este:</p> $Q = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{(m + M)v_s^2}{2} \qquad Q = 25J$	0,75p 0,75p
	<p>b) Presupunem ansamblul scripete mobil – corp, după ciocnirea plastică, cu x mai jos de în raport cu locul ciocnirii.</p> $\begin{cases} F = (M + m)g - 2T - F_{e1} \\ F_{e2} = T \end{cases}$ $F_{e1} = k_1 x$ $F_{e2} = k_2 2x$ $F = (M + m)g - (k_1 + 4k_2)x$ <p>În noua poziție de echilibru:</p> $(M + m)g = (k_1 + 4k_2)x_e, \text{ deci}$ $F = (k_1 + 4k_2)(x_e - x), \text{ forță de tip elastic cu constanta elastică } k' = k_1 + 4k_2$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{M + m}{k'}}$ $T = 0,30s$	1p 0,5p 0,5p 1p
c)	$x_e = \frac{(M + m)g}{k'}$ $x_e = 2,38cm$	1p

BAREM
 OLIMPIADA DE FIZICĂ
 ETAPA LOCALĂ
 19 Ianuarie 2014
 CLASA a XI -a

d) $\omega = 2\pi/T = 20,93 \text{ rad/s}$	0,5p
Din $\frac{v_s^2}{\omega^2 A^2} + \frac{x_e^2}{A^2} = 1 \Rightarrow$ amplitudinea mișcării: $A = 24 \text{ cm}$	1p
$x_{\max} = A + x_e = 26,38 \text{ cm}$	1p
$x_{\min} = A - x_e = 21,62 \text{ cm}$	
e) $v_{\max} = \omega A$ $v_{\max} = 5,02 \text{ m/s}$	1p
Oficiu	1p
Total	10 p

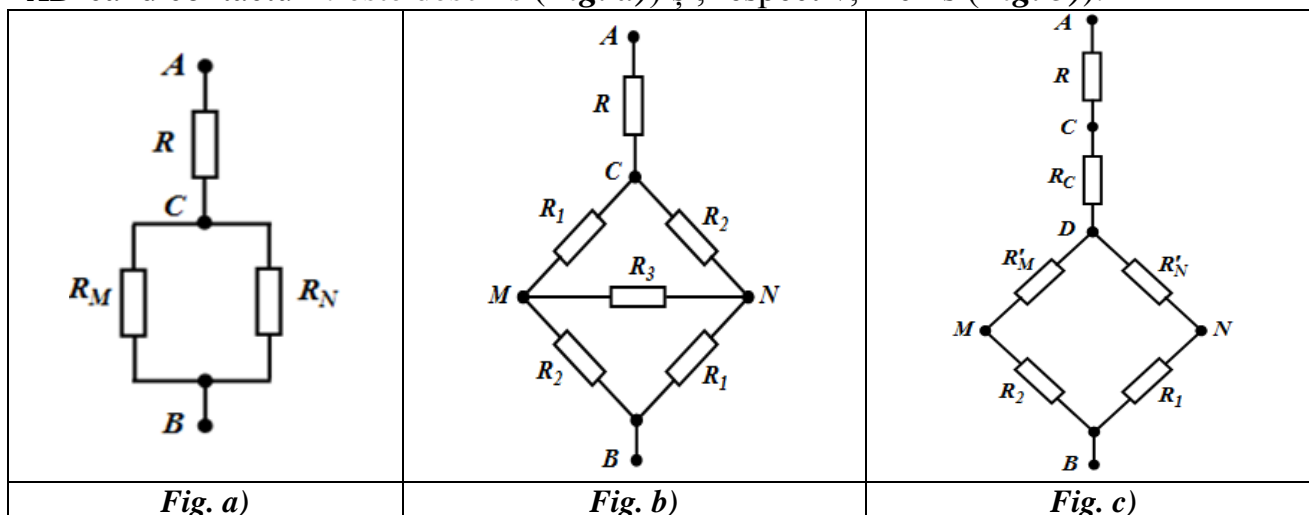
BAREM
OLIMPIADA DE FIZICĂ
ETAPA LOCALĂ
19 Ianuarie 2014
CLASA a XI -a

Subiect 2	Parțial	Punctaj
Total subiect		10
a) 	0,5	3
Modulul forței de revenire este: $F = (p_2 - p_1)S$	0,5	
în care: $p_1 = p_0 \frac{\ell_0}{\ell_0 + x}$ și $p_2 = p_0 \frac{\ell_0}{\ell_0 - x}$	0,5	
$F = p_0 \left(\frac{\ell_0}{\ell_0 - x} - \frac{\ell_0}{\ell_0 + x} \right) S \Rightarrow F = p_0 S \left[\left(1 - \frac{x}{\ell_0} \right)^{-1} - \left(1 + \frac{x}{\ell_0} \right)^{-1} \right]$	0,5	
Doar pentru $x \ll \ell_0$ (amplitudini de oscilație mult mai mici decât lungimea coloanei de gaz), forța de revenire are o dependență direct proporțională de elongație: $F \cong p_0 S \left[1 + \frac{x}{\ell_0} - 1 + \frac{x}{\ell_0} \right] \Rightarrow F \cong \frac{2p_0 S}{\ell_0} x$ respectiv mișcarea pistonului este oscilație <i>armonică</i> .	1	
b) Analog punctului precedent, se obține pentru modulul forței de revenire: $F = p_0 \left[\left(\frac{\ell_0}{\ell_0 - x} \right)^{-\gamma} - \left(\frac{\ell_0}{\ell_0 + x} \right)^{-\gamma} \right] S \Rightarrow F = p_0 S \left[\left(1 - \frac{x}{\ell_0} \right)^{-\gamma} - \left(1 + \frac{x}{\ell_0} \right)^{-\gamma} \right]$	1	3
Pentru amplitudini de oscilație mici, forța de revenire este de tip elastic: $F \cong p_0 S \left[1 + \gamma \frac{x}{\ell_0} - 1 + \gamma \frac{x}{\ell_0} \right] \Rightarrow F \cong \underbrace{\frac{2\gamma p_0 S}{\ell_0}}_{k - \text{constanta de elasticitate echivalentă}} x \Rightarrow \text{oscilații armonice}$	1	
Frecvența de oscilație: $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2\gamma p_0 S}{m \ell_0}}$	1	
c) $x = A \cos(2\pi \nu t) \Rightarrow x = A \cos\left(\sqrt{\frac{2\gamma p_0 S}{m \ell_0}} t\right)$	1	3
$v_x = -2\pi \nu A \sin(2\pi \nu t) \Rightarrow v_x = -A \sqrt{\frac{2\gamma p_0 S}{m \ell_0}} \sin\left(\sqrt{\frac{2\gamma p_0 S}{m \ell_0}} t\right)$	1	
$E = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{2\gamma p_0 S}{\ell_0} A^2$	1	
Oficiu		1

BAREM
OLIMPIADA DE FIZICĂ
ETAPA LOCALĂ
19 Ianuarie 2014
CLASA a XI -a

Subiectul III

Mai jos sunt prezentate schemele electrice echivalente ale porțiunii de circuit AB când contactul k este deschis (**Fig. a**) și, respectiv, închis (**Fig. b**).



	Soluție	Punctaj
a)	Rezistențele electrice echivalente ale ramurilor CMB și CNB din Fig. a) sunt: $R_M = R_N = R_1 + R_2 = 3R$	1,0 p
	Rezistența electrică echivalentă a porțiunii BC este: $R_{BC} = \frac{R_M R_N}{R_M + R_N} = \frac{3}{2}R$ iar rezistența electrică a porțiunii de circuit AB este: $R_{AB} = R_{AC} + R_{BC} = R + 1,5R = 2,5R$	0,5 p 0,5 p
	Transferul maxim de putere are loc atunci când rezistența electrică internă a grupării serie formată din cele n generatoare este egală cu R_{AB} , adică: $r_s = n \cdot r = R_{AB}$	0,5 p
	Rezultă că: $r = \frac{R_{AB}}{n} = \frac{2,5R}{5} = 0,5R$. Rezultat final: $r = 0,5\Omega$	0,5 p
b)	Schema electrică a porțiunii de circuit AB când contactul k este închis conține două conexiuni triunghi: CMN și BMN . Prin transfigurarea $\Delta-Y$ a conexiunii CMN rezultă schema din Fig. c) , în care: $R_C = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{R}{3}$ $R'_M = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{R}{2}$ și $R'_N = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = R$	1,0 p
	Rezistențele ramurilor DMB și DNB sunt: $R_{DMB} = R'_M + R_2 = \frac{5}{2}R$	0,5 p

BAREM
 OLIMPIADA DE FIZICĂ
 ETAPA LOCALĂ
 19 Ianuarie 2014
 CLASA a XI -a

	și $R_{DNB} = R'_N + R_I = 2R$	
	iar rezistența porțiunii DB este: $R_{DB} = \frac{R_{DMB} \cdot R_{DNB}}{R_{DMB} + R_{DNB}} = \frac{10}{9}R$	0,5 p
	Rezistența porțiunii de circuit AB devine în acest caz: $R'_{AB} = R_{AC} + R_C + R_{DB}$	0,5 p
	Rezultat final: $R'_{AB} = \frac{55}{18}R = \frac{55}{18}\Omega$ sau ($R'_{AB} \cong 3\Omega$)	0,5 p
c)	Puterile electrice transferate porțiunii de circuit AB în cele două cazuri sunt: $P_{AB} = R_{AB} \frac{E_s^2}{(R_{AB} + r_s)^2}$ $P_{AB} = \frac{n^2 E^2}{4R_{AB}}$ Rezultat final: $P_{AB} = 8,1 W$	1,5 p
	$P'_{AB} = R'_{AB} \frac{E_s^2}{(R'_{AB} + r_s)^2}$ $P'_{AB} = R'_{AB} \frac{n^2 E^2}{(R'_{AB} + R_{AB})^2}$ Rezultat final: $P'_{AB} = 8,019 W$	1,5 p
	Oficiu	1 p
	TOTAL	10p