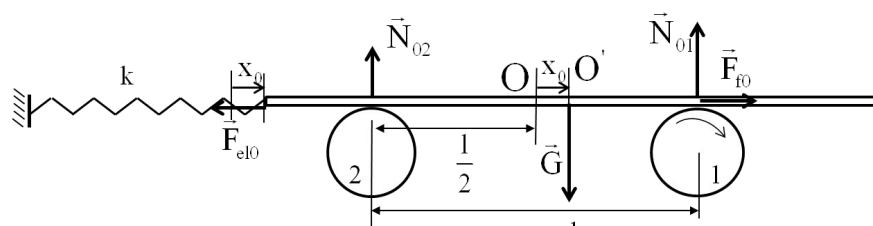
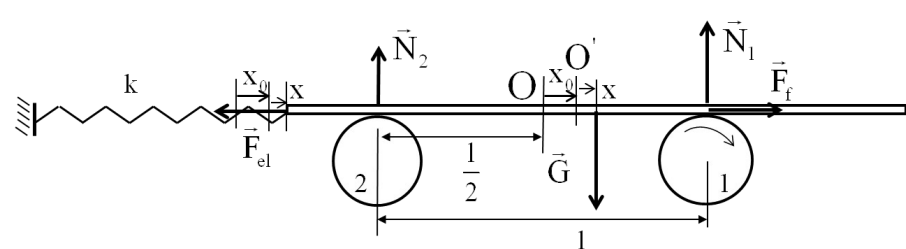
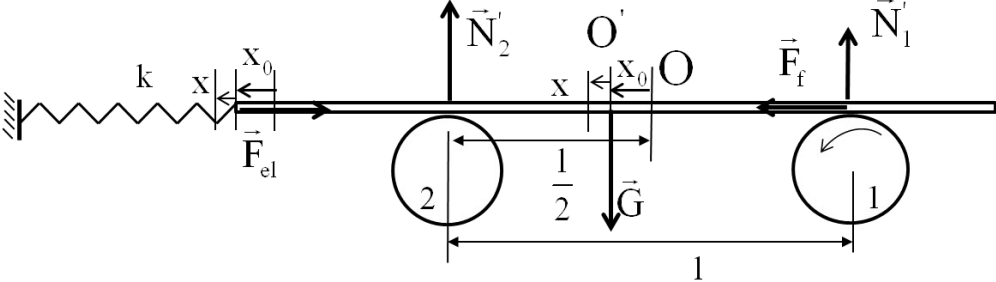




Subiect 1	Parțial	Punctaj
1. Barem subiect 1		10
A. a) Oscilațiile centului de masă a scândurii se produc în jurul poziției centrului de masă a corpului ce corespunde punctului O' din figură, unde $F_{el0} = F_{f0}$  Am ales situația în care tamburul 1 se rotește în sensul acelor de ceasornic. Din condiția de echilibru la rotație a scândurii în plan vertical: $M_{N_{01}} = M_G$, rezultă: $N_{01}l = mg(\frac{1}{2} + x_0)$, $N_{01} = mg(\frac{1}{2} + \frac{x_0}{l})$. Din $kx_0 = \mu N_{01}$, $kx_0 = \mu mg(\frac{1}{2} + \frac{x_0}{l})$, $x_0 = \frac{\mu mg}{2(k - \frac{\mu mg}{l})}$.		0.5p 0.5p 0,5p
A. b) Oscilația se produce în jurul lui O'. Din desen se vede forța elastică suplimentară ce produce oscilația scândurii. X este deformarea suplimentară a resortului datorată creșterii forței de apăsare N_1.  Ecuția de mișcare a scândurii în jurul poziției de echilibru O' este: $ma = F_f - F_{el}$, $ma = \mu N - k(x_0 + x)$, iar N_1 se determină din condiția de echilibru la rotație a scândurii în plan vertical: $M_{N_1} = M_G$.		0.5p 0.5p

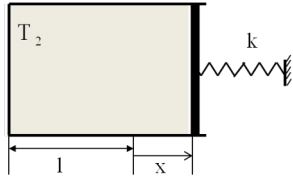
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



$N_1 = mg\left(\frac{1}{2} + \frac{x_0 + x}{1}\right), F_f = \mu mg\left(\frac{1}{2} + \frac{x_0 + x}{1}\right), F_{el} = k(x_0 + x).$ Ecuția de oscilație este: $ma = \mu mg\left(\frac{1}{2} + \frac{x_0}{l} + \frac{x}{l}\right) - k(x_0 + x)$, dar din condiția de echilibru a scândurii pentru x_0 ecuația devine: $ma = \mu mg \frac{x}{1} - kx = -(k - \frac{\mu mg}{1})x$, unde expresia din paranteză este constanta de oscilație a sistemului oscilatoriu, $k_{ech} = (k - \frac{\mu mg}{1})$. Pulsția sistemului este: $m\omega^2 = k_{ech}, \omega = \sqrt{\frac{k_{ech}}{m}}, v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{\mu g}{1}}.$ Pentru situația în care tamburul se rotește în sens invers acelor de ceasornic raționamentul se repetă conform noii configurații prezentate în desen și avem:  $N_{01}l = mg\left(\frac{1}{2} - x'_0\right), N_{01} = mg\left(\frac{1}{2} - \frac{x'_0}{1}\right),$ $kx'_0 = \mu N_{01}, kx'_0 = \mu mg\left(\frac{1}{2} + \frac{x'_0}{1}\right), x'_0 = \frac{\mu mg}{2(k + \frac{\mu mg}{1})}$ Scriind ecuația de oscilație și identificând ca și în cazul precedent obținem: $m\omega'^2 = k'_{ech}, \omega' = \sqrt{\frac{k'_{ech}}{m}}, v' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} + \frac{\mu g}{1}}.$	0.5p 0.5p 0.5p 0.5p 1p	
B. Din conservarea energiei rezultă: $(M-m)g\Delta h + \frac{1}{2}(k_1 + k_2)x^2 = \frac{1}{2}(M+m)(\omega x)^2$; unde $\Delta h = l(1 - \cos\varphi), x = l\sin\varphi.$ Se		1p

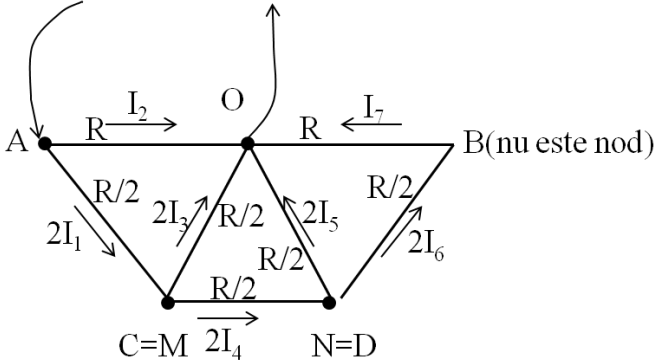
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



obține: $(M-m)gl(1-\cos\varphi) + \frac{1}{2}(k_1+k_2)l^2\varphi^2 = \frac{1}{2}(M+m)\omega^2 l^2\varphi^2$; $T = 2\pi \sqrt{\frac{l(M+m)}{g(M-m) + l(k_1+k_2)}}$ Obs. Rezultatul se poate obține aplicând teorema de variație a momentului cinetic: $I\ddot{\theta} = \sum M$ $I\ddot{\varphi} = -k_1 l^2 \varphi - k_2 l^2 \varphi + mgl\varphi - Mgl\varphi$		1p 1p
Oficiu		1
2. Barem subiect 2		10
A. $\Delta U = -L, U_f - U_i = -\frac{1}{2}kx^2$ $\nu C_v (T_2 - T_1) = -\frac{1}{2}kx^2$  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}, \nu R = \frac{\frac{kx}{S}(V_1 + Sx)}{T_2}$ unde presiunea P_2 este dată de forța de deformare din resort, $T_2 = \frac{kx(l+x)}{\nu R}$. Se înlocuiește în relația energetică $\frac{1}{2}kx^2 - \nu C_v (T_1 - T_2) = 0, \frac{1}{2}kx^2 - \nu C_v \left[T_1 - \frac{kx(l+x)}{\nu R} \right] = 0.$ $x = \frac{3l}{8} \left(\sqrt{1 + \frac{16\nu R T_1}{3kl^2}} - 1 \right)$ $x = \frac{3}{8}(\sqrt{9} - 1) = 0,75m$		0.5p 1p 0.5p 1p

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



 B. $R_{OBD} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R$, $R_{OD} = \frac{R_{OBD} \cdot \frac{R}{2}}{R_{OBD} + \frac{R}{2}}$, $R_{OD} = \frac{3R}{8}$ $R_{ODC} = R_{OD} + \frac{R}{2} = \frac{3R}{8} + \frac{R}{2} = \frac{7R}{8}$, $R_{OC} = \frac{R_{ODC} \cdot \frac{R}{2}}{R_{ODC} + \frac{R}{2}} = \frac{7R}{22}$ $R_{OCA} = R_{OC} + \frac{R}{2} = \frac{9R}{11}$, $R_{AO} = \frac{R_{OCA} \cdot R}{R_{OCA} + R} = \frac{9R}{20}$		1p
C. Asupra electronilor se exercită forța Lorentz: $F_L = evB$, care determină deviația electronilor și apariția unui câmp electric între fețele plăcii situate la distanța d una de alta. Forța electrică $F_e = eE$. Electronii de conducție nu vor mai fi deviați atunci când forța Lorentz va deveni egală cu forța electrică. Tensiunea câmpului electric este $U = Ed = vBd$. Dar $I = nev$. Se obține astfel: $U = \frac{BI}{neb}$.		1p 1p 1p
Subiect 3	Parțial	Punctaj
Barem subiect 3		10
a) Ecuația mișcării de rotație a masei m, față de punctul O este: $I\ddot{\theta} = \sum M$, de unde $ml^2 \cdot \ddot{\theta} = -mg\ell \sin \theta - Cv\ell$. Dar $v = \dot{\theta}\ell$, iar $\sin \theta = \theta$ pentru unghiuri mici. $m\ell^2 \ddot{\theta} + C\ell^2 \dot{\theta} + mg\ell \theta = 0$, $\ddot{\theta} + \frac{C}{m} \dot{\theta} + \frac{g}{\ell} \theta = 0$ Notăm: $\frac{C}{m} = 2n$; $\frac{g}{\ell} = p^2$		0.5p 1p

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



XI

$\ddot{\theta} + 2n\dot{\theta} + p^2\theta = 0.$		1p
b) Pendulul are mișcare oscilatorie amortizată a cărei ecuație este de forma: $\theta(t) = C_1 e^{-nt} \sin(p_1 t + \varphi_0),$ unde $p_1 = \sqrt{p^2 - n^2} = \sqrt{\frac{g}{\ell} - \frac{C^2}{4m^2}}$, cu condiția: $C < 2m\sqrt{\frac{g}{\ell}}$. $\theta(t) = C_1 e^{-\frac{C}{2m}t} \sin\left(\sqrt{\frac{g}{\ell} - \frac{C^2}{4m^2}} t + \varphi_0\right)$ Ținând cont de condițiile inițiale putem scrie: $\theta(0) = C_1 \sin \varphi_0 \Rightarrow \sin \varphi_0 = \frac{\theta_0}{C_1}$ $\dot{\theta}(0) = C_1 \sqrt{\frac{g}{\ell} - \frac{C^2}{4m^2}} \cos \varphi_0 = \pi \Rightarrow \cos \varphi_0 = \frac{\pi}{C_1 \sqrt{\frac{g}{\ell} - \frac{C^2}{4m^2}}}$ $tg \varphi_0 = 0,0194 \quad ; \quad \varphi_0 \cong 1,11^\circ; \quad \varphi_0 \cong \frac{3\pi}{500} rad \quad \Rightarrow$ $C_1 = \frac{\theta_0}{\sin \varphi_0} = \frac{\pi}{1,94};$ $\theta(t) = \frac{\pi}{1,94} \cdot e^{-\frac{5}{2}t} \sin\left(\frac{\sqrt{15}}{2}t + \frac{3\pi}{500}\right), \text{ de unde:}$ $\theta(t) = 1,61 e^{-2,5t} \sin(1,94t + 0,019).$		1p 1p 1p 1p 1p
c) În aproximația micilor oscilații: $I \ddot{\theta} = -Mg \frac{l}{2} \theta - mgl\theta$ $I = \frac{Ml^2}{3} + ml^2$ $\omega = \sqrt{\frac{3g}{2l} \cdot \frac{2m + M}{3m + M}}$		0.5p 1p 1p
Oficiu		1

*Prof. Ioan Pop, Colegiul Național "Mihai Eminescu", Satu Mare;
Prof. Ion Toma, Colegiul Național "Mihai Viteazul", București.*

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.