Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare

IX

Problema 1 **(10 puncte)**

	Parțial	Punctaj
a) Pentru:		3p
$y = x\,tg\theta - \frac{g}{2}\cdot\frac{x^2}{v_0^2\cos^2\theta}$	1p	
$\begin{cases} h_1 = d_1\,tg\theta - \frac{g}{2}\cdot\frac{d_1^2}{v_0^2\cos^2\theta} \\ h_2 = d_2\,tg\theta - \frac{g}{2}\cdot\frac{d_2^2}{v_0^2\cos^2\theta} \end{cases}$	1p	
$v_0 \cong 2{,}98\ \text{m/s}$; $\theta \cong 74^\circ$	1p	
b) Pentru:		3p
$t_u = \frac{v_0\sin\theta}{g}$	1p	
$t_{orizontala} = \frac{v_0\cos\theta}{kg}$	2p	
c) Pentru:		3p
$t_{orizontala} > 2t_{urcare} \Rightarrow k\,tg\theta < 0{,}5$ o curbă asemănătoare unei parabole, asimetrică, cu o bătaie mai mică în comparație cu cea obținută în absența forței orizontale;	1p	
$t_{urcare} < t_{orizontala} < 2t_{urcare} \Rightarrow 0{,}5 < k\,tg\theta < 1$ pe orizontală bila se întoarce spre vest, după atingerea înălțimii maxime, înainte de aterizare;	1p	
$t_{orizontala} < t_{urcare} \Rightarrow k\,tg\theta > 1$ pe orizontală bila se întoarce spre vest, înainte de a atinge înălțimea maximă.	1p	
Oficiu		1p

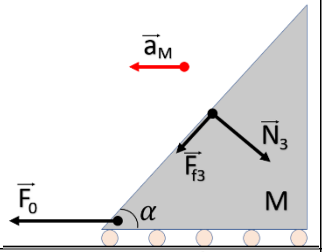
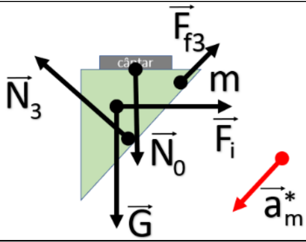
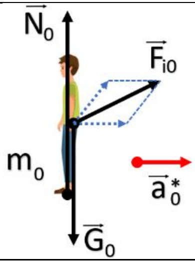
Problema 2 **(10 puncte)**

	Parțial	Punctaj
a) Accelerația cu care sistemul format din pană și om coboară pe suprafața prismei este: $a = g\cdot(\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha)$	0,5	1,5
Pentru om, pe direcție verticală: $N = m_0\cdot g - m_0\cdot a\cdot\sin\alpha$	0,5	
Deci masa aparentă este $m_a = m_0\cdot\cos\alpha\cdot(\cos\alpha + \mu\cdot\sin\alpha) = 30kg$	0,5	
b) Sunt posibile două cazuri:		3,5
Cazul 1: tendință de alunecare a penei este în jos. Pentru prismă: $F_1 + F_f\cdot\cos\alpha - N_1\cdot\sin\alpha = M\cdot a_1$	0,5	
Pentru ansamblul format din pană și om: $(m+m_0)\cdot g\cdot\sin\alpha - (m+m_0)\cdot a_1\cdot\cos\alpha - F_f = 0$	0,5	
$N_1 = (m+m_0)\cdot g\cdot\cos\alpha + (m+m_0)\cdot a_1\cdot\sin\alpha$	0,5	
Rezultă $F_1 = 3000N = 3kN$	0,25	
Cazul 2: tendință de alunecare a penei este în sus. Pentru prismă: $F_2 - F_f\cdot\cos\alpha - N_2\cdot\sin\alpha = M\cdot a_2$	0,5	
Pentru ansamblul format din pană și om:	0,5	

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.

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare

IX

$(m+m_0)\cdot g\cdot\sin\alpha-(m+m_0)\cdot a_2\cdot\cos\alpha+F_f=0$		
$N_2=(m+m_0)\cdot g\cdot\cos\alpha+(m+m_0)\cdot a_2\cdot\sin\alpha$	0,5	
Rezultă $F_1=5000N=5kN$	0,25	
c) Pentru prismă față de pământ: $F_0+\mu\cdot N_3\cdot\cos\alpha-N_3\cdot\sin\alpha=M\cdot a_M$  	0,5	
Pentru pană față de prismă: $(m\cdot g+N_0)\cdot\sin\alpha-m\cdot a_M\cdot\cos\alpha-\mu\cdot N_3$ $=m\cdot a_m^*$  	0,5	
$(m\cdot g+N_0)\cdot\cos\alpha+m\cdot a_M\cdot\sin\alpha=N_3$	0,5	
Pentru om față de pană: $m_0\cdot a_M+m_0\cdot a_m^*\cdot\cos\alpha=m_0\cdot a_0^*$  	0,5	**4p**
$N_0+m_0\cdot a_m^*\cdot\sin\alpha=m_0\cdot g$	0,5	
Rezultă $a_M=3m/s$	0,5	
Accelerația penei față de pământ este: $a_m=\sqrt{a_M^2+(a_m^*)^2+2\cdot a_M\cdot a_m^*\cdot\cos\alpha}=\sqrt{52}m/s^2\cong 7{,}21m/s^2$	0,5	
Accelerația omului față de pământ este: $a_o=\sqrt{(a_0^*-a_M)^2+(a_m^*)^2-2\cdot(a_0^*-a_M)\cdot a_m^*\cdot\cos\alpha}=4m/s^2$ *Observație: În sistemul de referință legat de sol accelerația omului este orientată vertical în jos și se poate determina direct din relația:* $m_0\cdot g-N_0=m_0\cdot a_0$	0,5	
Oficiu		**1p**

Problema 3 **(10 puncte)**

	Parțial	**Punctaj**
a) Deoarece resorturile k_1 și k_2 aveau în stare nedeformată aceeași lungime rezultă că după lipirea corpurilor ele vor avea aceeași alungire: $x_1=x_1=x,\ \ F_e=F_{e1}+F_{e2},\ \ k_e x=k_1x+k_2x,\ \Rightarrow\ k_e=k_1+k_2$	1p	**1p**
b) Lucrul mecanic total efectuat pentru alungirea resorturilor până la lipirea corpurilor este egal cu suma lucrurilor mecanice ale forțelor elastice, luate în modul: $L=\frac{k_1x_1^2}{2}+\frac{k_2x_2^2}{2}+\frac{k_3x_3^2}{2}=\frac{(k_1+k_2)x_1^2}{2}+\frac{k_3x_3^2}{2}$	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.

Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
19 martie 2022
Barem de evaluare și de notare

IX

$F_{e1}+F_{e2}=F_{e3} \Rightarrow k_1x_1+k_2x_1=k_3x_3 \Rightarrow x_3=\dfrac{k_1+k_2}{k_3}x_1$	1p	**3p**
$L=\dfrac{(k_1+k_2)x_1^2}{2}\left(1+\dfrac{k_1+k_2}{k_3}\right)=\dfrac{(k_1+k_2)(k_1+k_2+k_3)x_1^2}{2k_3}$		
$x_1=x_2=\sqrt{\dfrac{2Lk_3}{(k_1+k_2)(k_1+k_2+k_3)}}$	0,5p	
$x_3=\sqrt{\dfrac{2L(k_1+k_2)}{k_3(k_1+k_2+k_3)}}$	0,5p	
c) După desfacerea lipiturii, în lipsa forțelor de frecare, energia mecanică a fiecărui corp se conservă în timpul oscilațiilor. Viteza fiecărui corp devine maximă atunci când corpul respectiv trece prin poziția în care resortul care îl leagă cu peretele este nedeformat. $E_i=\dfrac{k_ix_i^2}{2}=\dfrac{k_i\Delta\ell_i^2}{2}+\dfrac{m_iv_i^2}{2}=\dfrac{m_iv_{i\max}^2}{2}$ cu $i=1,2,3$	1p	**2,5p**
$\dfrac{k_1x_1^2}{2}=\dfrac{m_1v_{1\max}^2}{2} \Rightarrow v_{1\max}=x_1\sqrt{\dfrac{k_1}{m_1}}=\sqrt{\dfrac{2Lk_1k_3}{m_1(k_1+k_2)(k_1+k_2+k_3)}}$	0,5p	
$\dfrac{k_2x_2^2}{2}=\dfrac{m_2v_{2\max}^2}{2} \Rightarrow v_{2\max}=x_2\sqrt{\dfrac{k_2}{m_2}}=\sqrt{\dfrac{2Lk_2k_3}{m_2(k_1+k_2)(k_1+k_2+k_3)}}$	0,5p	
$\dfrac{k_3x_3^2}{2}=\dfrac{m_3v_{3\max}^2}{2} \Rightarrow v_{3\max}=x_3\sqrt{\dfrac{k_3}{m_3}}=\sqrt{\dfrac{2L(k_1+k_2)}{m_3(k_1+k_2+k_3)}}$	0,5p	
d) Notăm cu α unghiul pe care îl face forța de tracțiune și implicit forța elastică cu orizontala. La deplasare cu viteză constantă și $N>0$: $F_{ex}=F_f \Rightarrow F_e\cos\alpha=\mu(m_1g-F_e\sin\alpha) \Rightarrow F_e=\dfrac{\mu m_1g}{\cos\alpha+\mu\sin\alpha}$	1p	**2,5p**
Folosim notația $\mu=tg\varphi=\dfrac{\sin\varphi}{\cos\varphi}$, $\varphi=unghi\ de\ frecare$ și obținem $F_e=\dfrac{\mu m_1g\cos\varphi}{\cos\alpha\cos\varphi+\sin\alpha\sin\varphi}=\dfrac{m_1g\sin\varphi}{\cos(\alpha-\varphi)}$	0,5p	
Forța cu care se trage de capătul liber al resortului este minimă, implicit și forța elastică este minimă, atunci când $\cos(\alpha-\varphi)=1 \Rightarrow F_{e\min}=m_1g\sin\varphi$ (*observație* $N>0$*!*)	0,5p	
$tg^2\varphi=\dfrac{\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi}=\dfrac{\sin^2\varphi}{1-\sin^2\varphi} \Rightarrow \sin^2\varphi=\dfrac{tg^2\varphi}{1+tg^2\varphi}=\dfrac{\mu^2}{1+\mu^2}$ $F_{e\min}^2=\dfrac{m_1^2g^2\mu^2}{1+\mu^2}=k_1^2x_{01}^2 \Rightarrow \mu=\dfrac{k_1x_{01}}{\sqrt{m_1^2g^2-k_1^2x_{01}^2}}$	0,5p	
Oficiu		**1p**

Barem propus de:
prof. Florina Bărbulescu, CNPEE București
prof. Gabriela Alexandru, Colegiul Național "Grigore Moisil" București
prof. Florin Butușină, Colegiul Național "Simion Bărnuțiu" Șimleu Silvaniei

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.