Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

IX

Problema 1. *Întâlniri*		**Parțial**	**Punctaj**
Barem Problema 1			**10**
a.	Aruncarea pe verticală de jos în sus a primului mobil, cu viteza v_{01} este o mișcare uniform încetinită cu accelerația $a = -g$. Viteza la un moment dat va fi: $v = v_{01} - g \cdot t$	0,75	**3**
	$\begin{cases} v_{1\min} = 0 \\ v_{1\max} = v_{01} \end{cases}$	0,50	
	Coordonata la un moment dat va fi: $h = v_{01} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$	0,75	
	Coordonata admite un maxim pentru: $t_{\max} = \frac{v_{01}}{g}$ care reprezintă și timpul de urcare al primului mobil.	0,50	
	$\begin{cases} h_{1\max} = \frac{v_{01}^2}{2g} \\ h_{1\min} = 0 \end{cases}$	0,50	
b.	**b.1.** Din text rezultă că timpul de mișcare al primului mobil (de la plecare până la întâlnire) este egal cu timpul de urcare, iar altitudinea de întâlnire este: $h_1 = h_{1\max} = \frac{v_{01}^2}{2g}$	0,25	**3**
	În aceste condiții, mobilul al doilea se mișcă pe distanța: $h_2 = v_{02} \cdot (t_{u1} - t_0) - \frac{g}{2}(t_{u1} - t_0)^2$	0,50	
	$h_2 = h_{1\max}$	0,25	
	$v_{02} \cdot \left(\frac{v_{01}}{g} - t_0\right) - \frac{g}{2}\left(\frac{v_{01}}{g} - t_0\right)^2 = \frac{v_{01}^2}{2g}$	0,25	
	$g^2 \cdot t_0^2 - 2 \cdot (v_{01} - v_{02}) \cdot g \cdot t_0 + 2v_{01}^2 - 2v_{01} \cdot v_{02} = 0$	0,25	
	Soluția acestei ecuații (convine numai pentru semnul plus în fața radicalului) ne dă condiția cerută (întârzierea t_0 pentru ca întâlnirea mobilelor în punctul culminant atins de primul mobil): $t_0 = \frac{v_{01} - v_{02} + \sqrt{v_{02}^2 - v_{01}^2}}{g}$	0,50	
	b.2. Întârzierea t_0 pentru întâlnirea mobilelor la urcarea acestora trebuie să îndeplinească condiția: $t_0 < \frac{v_{01} - v_{02} + \sqrt{v_{02}^2 - v_{01}^2}}{g}$	0,50	
	b.3. Întârzierea t_0 pentru întâlnirea mobilelor la coborârea primului mobil și urcarea celui de al doilea mobil trebuie să îndeplinească condiția: $\frac{v_{01} - v_{02} + \sqrt{v_{02}^2 - v_{01}^2}}{g} < t_0 < \frac{2v_{01}}{g}$	0,50	

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
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

IX

c.	Înălţimea maximă la care poate avea loc întâlnirea este înălţimea maximă la care ajunge cel de-al doilea corp: $$h_{2\max}=\frac{v_{02}^2}{2g}$$	0,75	**3**
	Coordonata primului corp în timpul coborârii: $$h_1=\frac{v_{01}^2}{2g}-\frac{gt^2}{2}$$	0,75	
	Momentul în care are loc întâlnirea: $$t=\frac{\sqrt{v_{01}^2-v_{02}^2}}{g}$$	0,50	
	$$\tau=t-\frac{v_{02}}{g}$$	0,50	
	Rezultă: $$\tau=\frac{-v_{02}+\sqrt{v_{01}^2-v_{02}^2}}{g}$$	0,50	
Oficiu			**1**

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, proporţional cu conţinutul 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
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

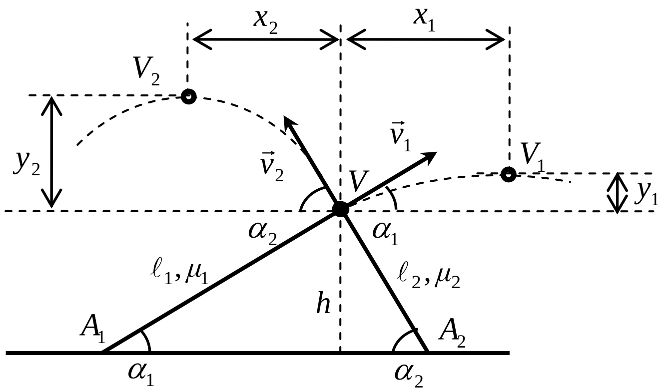
IX

Problema 2. *Corpuri identice ... plane diferite*		**Parţial**	**Punctaj**
Barem Problema 2			**10**
a.	Din expresia randamentului primului plan înclinat $\eta_1 = \dfrac{tg\alpha_1}{tg\alpha_1 + \mu_1}$,	0,25	**3**
	rezultă: $\mu_1 = \dfrac{1-\eta_1}{\eta_1} \cdot tg\alpha_1$.	0,50	
	Din relația $\alpha_1 + \alpha_2 = 90^0$ rezultă că triunghiul A_1VA_2 este dreptunghic ($\hat{V} = 90^o$): $tg\alpha_1 = \dfrac{\ell_2}{\ell_1} = 0{,}75$.	0,25	
	Se obţine valoarea $\mu_1 = 0{,}15$.	0,25	
	Condiţiile de oprire ale celor două corpuri în vârful planului înclinat, împreună cu ecuaţia lui Galilei, conduc la relaţiile: $v_0^2 = 2\lvert a_{u1}\rvert \ell_1$ şi $v_0^2 = 2\lvert a_{u2}\rvert \ell_2$,	0,25	
	din care rezultă că: $a_{u2} = a_{u1}\dfrac{\ell_1}{\ell_2}$.	0,25	
	Expresiile acceleraţiilor de urcare ale celor două corpuri pe planele înclinate sunt: $a_{u1} = -g(\sin\alpha_1 + \mu_1\cos\alpha_1)$ şi $a_{u2} = -g(\sin\alpha_2 + \mu_2\cos\alpha_2)$	0,50	
	Rezultă: $\mu_2 = \dfrac{1-\eta_1}{\eta_1} \cdot tg\alpha_2$	0,50	
	Se obţine valoarea $\mu_2 = \dfrac{4}{15} = 0{,}27$.	0,25	
b.	Datorită faptului că cele două corpuri sunt identice, după trecerea lor prin vârful planului înclinat, corpul lansat din punctul $\mathbf{A_1}$ coboară cu frecare pe planul înclinat de unghi α_2, coeficientul de frecare fiind egal cu μ_2, în timp ce corpul lansat din punctul $\mathbf{A_2}$ coboară cu frecare pe planul înclinat de unghi α_1, coeficientul de frecare fiind egal cu μ_1.	0,50	**3**
	Mărimile acceleraţiilor de coborâre ale celor două corpuri sunt date de relaţiile: $a_{c1} = g(\sin\alpha_2 - \mu_2\cos\alpha_2)$ şi $a_{c2} = g(\sin\alpha_1 - \mu_1\cos\alpha_1)$.	0,50	
	Duratele totale de mişcare ale corpurilor sunt: $t_1 = t_{u1} + t_{c1} = \sqrt{\dfrac{2\ell_1}{\lvert a_{u1}\rvert}} + \sqrt{\dfrac{2\ell_2}{a_{c1}}}$ şi $t_2 = t_{u2} + t_{c2} = \sqrt{\dfrac{2\ell_2}{\lvert a_{u2}\rvert}} + \sqrt{\dfrac{2\ell_1}{a_{c2}}}$	0,50	
	Calcule numerice: $\sin\alpha_1 = \cos\alpha_2 = \dfrac{\ell_2}{\sqrt{\ell_1^2+\ell_2^2}} = \dfrac{3}{5} = 0{,}6$; $\cos\alpha_1 = \sin\alpha_2 = \dfrac{l_1}{\sqrt{\ell_1^2+\ell_2^2}} = \dfrac{4}{5} = 0{,}8$. $t_{u1} = \dfrac{\sqrt{10}}{3}$ s; $t_{c1} = \dfrac{\sqrt{15}}{4}$ s şi $t_1 = \left(\dfrac{\sqrt{10}}{3} + \dfrac{\sqrt{15}}{4}\right)$ s $\cong 2{,}02$ s; $t_{u2} = \dfrac{\sqrt{10}}{4}$ s; $t_{c2} = \dfrac{\sqrt{15}}{3}$ s şi $t_2 = \left(\dfrac{\sqrt{10}}{4} + \dfrac{\sqrt{15}}{3}\right)$ s $\cong 2{,}08$ s	0,50	

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, proporţional cu conţinutul 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
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

IX

	Folosind ecuaţia lui Galilei se obţine: $v_1=\sqrt{2a_{c1}\ell_2}$; $v_2=\sqrt{2a_{c2}\ell_1}$ şi $\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{a_{c2}\ell_1}{a_{c1}\ell_2}}$.	0,75	
	Rezultat final: $\frac{v_2}{v_1}=1$	0,25	
	c.1. Cele două corpuri ajung în vârful planelor înclinate şi îşi continuă mişcarea în câmp gravitaţional uniform pe traiectorii parabolice ca în **Figura 2.1.R**.  **Fig. 2.1.R**	0,25	
	Vitezele celor două corpuri la trecerea lor prin vârful **V** satisfac ecuaţia lui Galilei: $v_1^2=n^2v_0^2-2\left\|a_{u1}\right\|\ell_1$ şi $v_2^2=n^2v_0^2-2\left\|a_{u2}\right\|\ell_2$	0,50	
c.	Rezultă: $v_1=v_2=v=\sqrt{2g\frac{\sin\alpha_1}{\eta_1}\ell_1\left(n^2-1\right)}$	0,25	**3**
	Calcul numeric: $v=12\sqrt{\frac{6}{5}}\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\cong 13{,}15\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$	0,25	
	c.2. Coordonatele y_1 şi y_2 ale vârfurilor parabolelor sunt date de relaţiile: $y_1=\frac{v_1^2\sin^2\alpha_1}{2g}$ şi $y_2=\frac{v_2^2\sin^2\alpha_2}{2g}$	0,50	
	Distanţele x_1 şi x_2 ce corespund vârfurilor parabolelor sunt date de relaţiile: $x_1=\frac{v_1^2\sin\alpha_1\cos\alpha_1}{g}$ şi $x_2=\frac{v_2^2\sin\alpha_2\cos\alpha_2}{g}$	0,50	
	Distanţa dintre vârfurile parabolelor este dată de formula: $d=\sqrt{(y_2-y_1)^2+(x_1+x_2)^2}$	0,25	
	Se obţine: $d=\frac{\sin\alpha_1}{\eta_1}\ell_1\left(n^2-1\right)\sqrt{(\sin^2\alpha_2-\sin^2\alpha_1)^2+4(\sin\alpha_1\cos\alpha_1+\sin\alpha_2\cos\alpha_2)^2}$	0,25	
	Calcul numeric: $d\cong 16{,}76\,\mathrm{m}$	0,25	
Oficiu			**1**

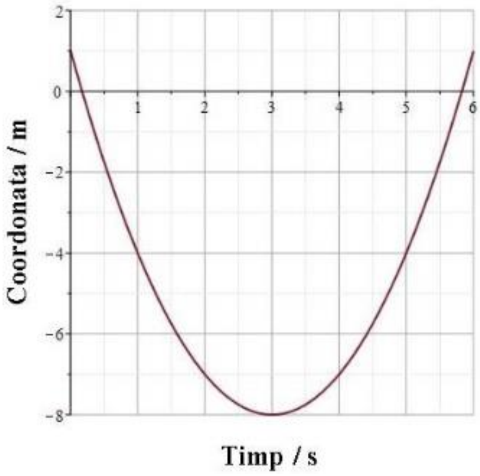
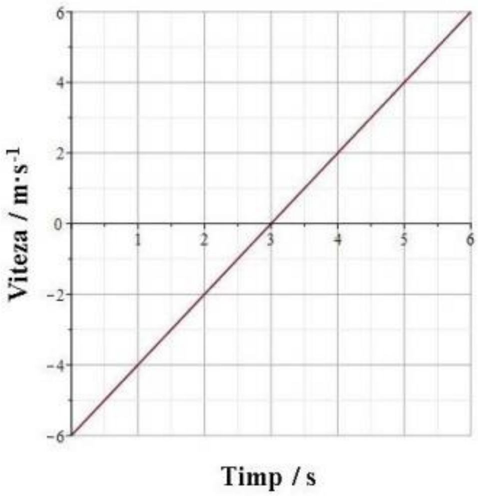
1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi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

Problema 3. ***Corpuri în mișcare ...***		**Parțial**	**Punctaj**
Barem Problema 3			**10**
a.	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice pentru situația din enunț în cazul **Figurii 2.a**: $0 = M \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h_1 - \mu \cdot m \cdot g \cdot d_1 \cdot \cos\alpha$ unde: • d_1 este distanța maximă pe care urcă pe prismă corpul **A**; • h_1 este înălțimea maximă la care ajunge corpul **A** pe prismă: $h_1 = d_1 \cdot \sin\alpha$	0,50	**2**
	Aplicăm teorema de variație a energiei cinetice pentru situația din enunț în cazul **Figurii 2.b**: $0 = m \cdot g \cdot h - M \cdot g \cdot h_2 - \mu \cdot M \cdot g \cdot d_2 \cdot \cos\alpha$ unde: • d_2 este distanța maximă pe care urcă pe prismă corpul **B**; • h_2 este înălțimea maximă la care ajunge corpul **B** pe prismă: $h_2 = d_2 \cdot \sin\alpha$	0,50	
	Înlocuim pe $M = (1+f) \cdot m$, iar în urma efectuării calculelor obținem: $\frac{d_1}{d_2} = (1+f)^2$	0,25	
	Procentul cu care d_1 este mai mare decât d_2 este: $\varepsilon = \frac{d_1 - d_2}{d_2} = f \cdot (2+f)$	0,25	
	Rezultă: $\varepsilon = 56{,}25\%$	0,50	
b.	Aplicăm principiul fundamental al dinamicii pentru situația din enunț în cazul **Figurii 2.a**: • $T - m \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha = m \cdot a_1$ (pentru corpul **A**) • $M \cdot g - T = M \cdot a_1$ (pentru corpul **B**)	0,50	**3**
	Obținem: $a_1 = \frac{M - m \cdot (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{m+M} \cdot g$	0,25	
	Aplicăm principiul fundamental al dinamicii pentru situația din enunț în cazul **Figurii 2.b**: • $T - M \cdot g \cdot \sin\alpha - \mu \cdot M \cdot g \cdot \cos\alpha = M \cdot a_2$ (pentru corpul **B**) • $m \cdot g - T = m \cdot a_2$ (pentru corpul **A**)	0,50	
	Obținem: $a_2 = \frac{m - M \cdot (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{m+M} \cdot g$	0,25	
	Înlocuim pe $M = (1+f) \cdot m$ în expresiile accelerațiilor a_1 și a_2. Raportul accelerațiilor poate fi scris sub forma: $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1 + f - (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{1 - (1+f) \cdot (\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}$	0,25	

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
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

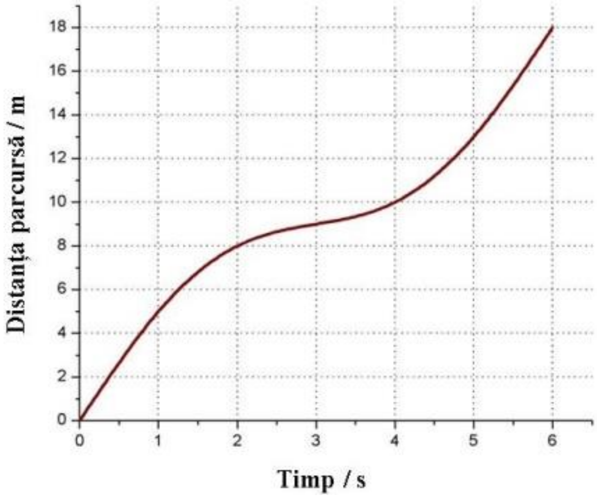
IX

	Legile de mișcare pentru: • corpul **B** din **Figura 2.a**: $h=\dfrac{a_1\cdot(\Delta t_1)^2}{2}$ • corpul **A** din **Figura 2.b**: $h=\dfrac{a_2\cdot(\Delta t_2)^2}{2}$	0,50	
	Așadar, raportul accelerațiilor poate fi scris și sub forma: $\dfrac{a_1}{a_2}=\left(\dfrac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)^2$	0,25	
	În urma efectuării calculelor obținem: $\mu=0{,}11$	0,50	
c.	**c.1.** Reprezentarea grafică a coordonatei corpului în funcție de timp este prezentată în **Figura 3.1.R**.  **Figura 3.1.R**	0,75	**4**
	Punctele de intersecție cu axele de coordonate sunt: $(0\,\mathrm{s};1\,\mathrm{m})$; $(0{,}18\,\mathrm{s};0\,\mathrm{m})$ și $(5{,}82\,\mathrm{s};0\,\mathrm{m})$.	0,25	
	c.2. Reprezentarea grafică a vitezei corpului în funcție de timp este prezentată în **Figura 3.2.R**.  **Figura 3.2.R**	0,75	
	Punctele de intersecție cu axele de coordonate sunt: $(0\,\mathrm{s};-6\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1})$ și $(3\,\mathrm{s};0\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1})$.	0,25	

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, proporţional cu conţinutul 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
23 februarie 2019
Barem de evaluare și de notare

IX

	c.3. Energia cinetică este maximă la momentele: $t_0 = 0\,\text{s}$ și $t_6 = 6\,\text{s}$.	0,50	
	Energia cinetică maximă a corpului este: $E_{c_{max}} = \frac{m \cdot v_{max}^2}{2}$	0,25	
	Rezultă: $E_{c_{max}} = 1{,}8\,\text{J}$	0,25	
	c.4. Reprezentarea grafică a distanței parcurse de corp în funcție de timp este prezentată în **Figura 3.3.R**.  **Figura 3.3.R**	1,00	
Oficiu			**1**

Barem propus de:
Prof. Aura Doina VĂSÎI – Liceul Teoretic "Aurel Vlaicu", Breaza
Prof. Leonaș DUMITRAȘCU – Liceul "Ștefan Procopiu", Vaslui
Prof. Gabriel FLORIAN – Colegiul Național "Carol I", Craiova

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.