



Oricare altă rezolvare care conduce la rezultate corecte va fi punctată corespunzător

**Problema nr. 1**  
**ABC ...**

Nr. item	Sarcina de lucru nr. 1		Punctaj
1.	<p>Sistemul de corpuri este rigid, așa încât toate corpurile se vor mișca la fel, având accelerația centrului de masă:</p> $\boxed{a_A = \frac{F}{3m}}$ <p>Tensiunile din fire vor fi egale, deoarece</p> $a_{Ay} = 0,$ <p>iar</p> $ma_{Ay} = T_B \sin\theta - T_C \sin\theta,$ <p>De aici rezultă că</p> $T_B = T_C = T,$ <p>Pe de altă parte</p> $ma_A = F - 2T \cos\theta,$ <p>de unde</p> $\boxed{T = \frac{F}{3\cos\theta}}$ <p>Pentru corpul B:</p> $\begin{cases} ma_{Bx} = T \cos\theta \\ ma_{By} = -T \sin\theta \end{cases},$ <p>de unde</p> $\begin{cases} a_{Bx} = \frac{F}{3m} \\ a_{By} = -\frac{F}{3m} \operatorname{tg}\theta \end{cases},$ <p>iar pentru corpul C</p> $\begin{cases} ma_{Cx} = T \cos\theta \\ ma_{Cy} = T \sin\theta \end{cases},$ <p>de unde</p> $\begin{cases} a_{Cx} = \frac{F}{3m} \\ a_{Cy} = \frac{F}{3m} \operatorname{tg}\theta \end{cases}.$ <p>Prin urmare</p> $\boxed{a_B = a_C = \frac{F}{3m} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2\theta} = \frac{F}{3m \cos\theta}}$	<p>0,2</p> <p>0,1</p> <p>0,2</p> <p>0,1</p> <p>0,2</p> <p>0,1</p> <p>0,4</p> <p>0,2</p> <p>0,4</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p>	<b>2,3p</b>



<i>Nr. item</i>	<i>Sarcina de lucru nr. 2</i>		<i>Punctaj</i>
2.	<p>De aici</p> $ma_A = F - 2T\cos\theta,$ $ma_B = T$ $a_B = a_A\cos\theta.$ $T = \frac{F\cos\theta}{1 + 2\cos^2\theta},$ $a_A = \frac{F/m}{1 + 2\cos^2\theta}$ $a_B = a_C = \frac{F\cos\theta/m}{1 + 2\cos^2\theta}$	<p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>0,3</p>	<b>1,6p</b>
<i>Nr. item</i>	<i>Sarcina de lucru nr. 3</i>		<i>Punctaj</i>
3.	<p>de unde</p> $ma_A = 2T\cos\theta,$ $T + ma_A\cos\theta = \frac{mv_0^2}{l},$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <math display="block">T = \frac{mv_0^2}{l} \frac{1}{2 + \cos 2\theta}</math> </div> <p>și</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <math display="block">a_A = -\frac{v_0^2}{l} \frac{2\cos\theta}{2 + \cos 2\theta}</math> </div> <p>Cum</p> <p>atunci</p> $T = ma_B = ma_C,$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <math display="block">a_B = a_C = \frac{v_0^2}{l} \frac{1}{2 + \cos 2\theta}</math> </div>	<p>0,2</p> <p>0,4</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p>	<b>1,4p</b>
<i>Nr. item</i>	<i>Sarcina de lucru nr. 4</i>		<i>Punctaj</i>
4.a.	<p>Deoarece nu există frecare cu peretele, componenta impulsului sistemului paralelă cu peretele se conservă</p> $0 = mv_{Ay} + mv_{By} + mv_{Cy}.$ <p>Față de punctul de ciocnire, momentul rezultat al forțelor de interacțiune cu peretele este nul, așa încât momentul cinetic se conservă:</p> $-\hat{z}mv_0l\sin\theta + \hat{z}mv_0l\cos\theta = -\hat{z}mv_{Bx}l\sin\theta - \hat{z}mv_{By}l\cos\theta + \hat{z}mv_{Cx}l\cos\theta - \hat{z}mv_{Cy}l\sin\theta,$ <p>adică</p> $v_0(\cos\theta - \sin\theta) = -v_{Bx}\sin\theta - v_{By}\cos\theta + v_{Cx}\cos\theta - v_{Cy}\sin\theta.$ <p>Relațiile cinematice dintre pozițiile corpurilor sunt</p> $\begin{cases} x_B = x_A - l\cos\theta \\ y_B = y_A + l\sin\theta \end{cases}$ <p>și</p>	<p>0,3</p> <p>0,3</p> <p>0,1</p> <p>0,1</p>	<b>3,5p</b>



		$\begin{cases} x_C = x_A - l \sin \theta \\ y_C = y_A - l \cos \theta \end{cases}$	0,1	
	Atunci		0,1	
	și	$\begin{cases} v_{Bx} = v_{Ax} + l \dot{\theta} \sin \theta \\ v_{By} = v_{Ay} + l \dot{\theta} \cos \theta \end{cases}$	0,1	
	unde	$\begin{cases} v_{Cx} = v_{Ax} - l \dot{\theta} \cos \theta \\ v_{Cy} = v_{Ay} + l \dot{\theta} \sin \theta \end{cases}$	0,1	
	Așadar, legile de conservare se rescriu:	$v_{Ax} = 0.$	0,1	
	de unde	$\begin{cases} 3v_{Ay} + l \dot{\theta} (\sin \theta + \cos \theta) = 0 \\ v_0 (\cos \theta - \sin \theta) = -2l \dot{\theta} - v_{Ay} (\sin \theta + \cos \theta) \end{cases}$	0,2	
			0,2	
	Componentele vitezelor celorlalte două corpuri sunt	$\begin{cases} l \dot{\theta} = -3v_0 \frac{\cos \theta - \sin \theta}{5 - \sin 2\theta} \\ v_{Ay} = v_0 \frac{\cos 2\theta}{5 - \sin 2\theta} \end{cases}$	0,2	
	și	$\begin{cases} v_{Bx} = -3v_0 \frac{\cos \theta - \sin \theta}{5 - \sin 2\theta} \sin \theta \\ v_{By} = -v_0 \frac{2 - (3 \cos \theta + \sin \theta) \sin \theta}{5 - \sin 2\theta} \end{cases}$	0,2	
			0,2	
	Variația impulsului corpului A în timpul procesului de ciocnire este	$\Delta \vec{p}_A = mv_{Ay} \hat{y} - mv_0 \hat{x} = mv_0 \left( \frac{\cos 2\theta}{5 - \sin 2\theta} \hat{y} - \hat{x} \right),$	0,2	
	având modulul	$\Delta p_A = mv_0 \frac{\sqrt{26 - 10 \sin 2\theta}}{5 - \sin 2\theta}.$	0,2	
<b>4.b.</b>	adică	$\vec{P} = \Delta \vec{p}_{sist,x} = \hat{x} (mv_{Bx} + mv_{Cx} - 3mv_0),$ $\vec{P} = -\frac{12mv_0}{5 - \sin 2\theta} \hat{x}.$	0,3	<b>0,4 p</b>
<b>4.c.</b>	adică	$Q = \Delta E_{c,sist},$ $Q = -\frac{6mv_0^2}{5 - \sin 2\theta}.$	0,1	<b>0,3 p</b>



<b>4.d.</b>	Conform enunțului,	$e = \frac{v_{CM,x}}{v_{0,CM,x}},$	0,1	<b>0,5p</b>
	unde			
	iar	$v_{0,CM,x} = v_0,$	0,1	
	adică	$v_{CM,x} = \frac{mv_{Bx} + mv_{Cx}}{3m},$	0,1	
	Prin urmare	$v_{CM,x} = \frac{v_{Bx} + v_{Cx}}{3} = v_0 \frac{(\cos\theta - \sin\theta)^2}{5 - \sin 2\theta} = v_0 \frac{1 - \sin 2\theta}{5 - \sin 2\theta}.$	0,1	
<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;"> <math display="block">e = \frac{1 - \sin 2\theta}{5 - \sin 2\theta}</math> </div>				0,1
<b>TOTAL Problema nr. 1</b>				<b>10p</b>

© Barem de evaluare și de notare propus de:

Conf. Univ. Dr. Sebastian POPESCU

Facultatea de Fizică, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași