



Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”  
ediția a XI-a, etapa locală, Iași, 07 aprilie 2023  
Subiecte – anul I

pagina 1 din 6

	Parțial	Punctaj
<b>Subiectul I</b>		<b>10</b>
a) + b) Ecuațiile parametrice ale mișcării sunt $x = v_0 t \cos \theta$ și $y = v_0 t \sin \theta - \frac{gt^2}{2}.$	0,6  0,6	
Ecuația traiectoriei mingii se obține prin eliminarea timpului între cele două ecuații parametrice ale mișcării: $y = x \operatorname{tg} \theta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta}.$	0,6	
Timpul de zbor al mingii este $\tau = 2t_u,$ unde $t_u$ se obține din anularea componentei verticale a vitezei $v_y = v_0 \sin \theta - gt,$ $t_u = \frac{v_0 \sin \theta}{g},$	0,6  0,6  0,6	
așa încât bătaia este $b = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cos \theta}{g}.$	0,6	7,8
Mingea zboară peste gard dacă pentru $x = l, y \geq h$ , adică $h \leq l \operatorname{tg} \theta - \frac{gl^2}{2v_0^2 \cos^2 \theta}.$ De aici rezultă că $v_0^2 \geq \frac{gl^2}{2(l \operatorname{tg} \theta - h) \cos^2 \theta} = \frac{gl}{2} \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \theta}{\operatorname{tg} \theta - \frac{h}{l}}$	0,6  0,6  0,6	
Dar $v_0$ depinde de $\theta$ , așa cum arată și expresia bătaiei, din care se deduce că $v_0^2 = \frac{bg}{2 \sin \theta \cos \theta} = \frac{bg}{2 \operatorname{tg} \theta \cos^2 \theta} = \frac{bg}{2} \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \theta}{\operatorname{tg} \theta},$ așa încât	3x0,2	

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



**Concursul Național Studentesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”**  
**ediția a XI-a, etapa locală, Iași, 07 aprilie 2023**  
**Subiecte – anul I**

pagina 2 din 6

$\operatorname{tg}\theta \geq \frac{hb}{l(b-l)}$	0,6	
Prin urmare $v_{0,\min} = \sqrt{\frac{g}{2h} \frac{l^2(b-l)^2 + b^2h^2}{l(b-l)}}$	0,6	
c) Cum $\operatorname{tg}\theta = \frac{hb}{l(b-l)}$ , atunci $\sin\theta = \frac{bh}{\sqrt{l^2(b-l)^2 + b^2h^2}}$ și deci	0,6	1,2
$\tau = \frac{2v_0\sin\theta}{g} = b\sqrt{\frac{2h}{gl(b-l)}}$	0,6	
<b>Oficiu</b>		<b>1p</b>

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



Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”  
ediția a XI-a, etapa locală, Iași, 07 aprilie 2023  
Subiecte – anul I

pagina 3 din 6

	Parțial	Punctaj
<b>Subiectul al II-lea</b>		<b>10</b>
<b>a)</b> Foile se mișcă sub acțiunea forțelor de frecare dintre ele care este proporțională cu forța de apăsare normală. Prin urmare, mergând spre baza teancului, forța de apăsare crește și foile se vor mișca împreună. Foile care vor aluneca primele sunt cele de deasupra teancului.	0,3	
Foaia superioară a teancului se mișcă sub acțiunea forței de frecare dintre ea și următoarea: $m_0 a_1 \leq \mu_s m_0 g,$ adică $a_1 \leq \mu_s g,$ având valoarea $a_{1,\max} = 3,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cong 3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$	0,5 0,5 0,4	<b>3</b>
Aceasta este accelerația maximă de deplasare a teancului ca întreg.		
Forța care acționează asupra colii A3 rezultă din ecuația de mișcare a întregului teanc: $502m_0 a_1 = F,$ adică $F \leq 8,12 \text{ N} \cong 8,1 \text{ N},$ deoarece masa unei coli A4 este $m_0 = 80 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} \times 0,210 \text{ m} \times 0,297 \text{ m} = 4,99 \text{ g} \cong 5,0 \text{ g}.$	0,5 0,4 0,4	
<b>b)</b> Dacă foaia A3 și teancul de deasupra ei alunecă unele în raport cu altele, atunci $502m_0 a_{CM} = F,$ Teancul de deasupra colii A3 are accelerația: $a_1 = \mu g,$ a cărei valoare numerică este $a_1 = 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cong 1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$	0,5 0,5 0,4	<b>4,1</b>

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



Concursul Național Studentesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”  
ediția a XI-a, etapa locală, Iași, 07 aprilie 2023  
Subiecte – anul I

pagina 4 din 6

Coala A3 și teancul de sub ea au accelerația: $a_2 = \frac{F - \mu \cdot 400m_0g}{102m_0} = \frac{502}{102} a_{CM} - \frac{400}{102} \mu g,$	0,5	
În timp ce teancul de sub coala A3 are accelerația $a_2 = \frac{F_{f,100}}{100m_0} \leq \frac{\mu_s \cdot 402m_0g}{100m_0} = 4,02\mu_s g,$	0,5	
a cărei valoare numerică este $a_2 = 13,0 \frac{m}{s^2} \cong 13 \frac{m}{s^2}.$	0,4	
Accelerația centrului de masă al teancului este $a_{CM} \leq \frac{400}{502} \mu g + \frac{102}{502} \cdot 4,02\mu_s g,$	0,5	
având valoarea $a_{CM,max} = 3,97 \frac{m}{s^2} \cong 4,0 \frac{m}{s^2}.$	0,4	
Forța maximă este $F = 9,94 \text{ N} \cong 9,9 \text{ N}.$	0,4	
c) În condițiile alunecării, teancul de sub coala A3 va căpăta accelerația $a'_2 = \frac{\mu \cdot 402m_0g}{100m_0} = 4,02\mu g = 6,70 \frac{m}{s^2} \cong 6,7 \frac{m}{s^2},$		
însă pentru a începe alunecarea, accelerația colii A3 trebuie să depășească accelerația maximă a teancului de sub ea în condițiile frecării statice: $a''_2 = \frac{\mu_s \cdot 402m_0g}{100m_0} = 4,02\mu_s g,$	0,5	
având valoarea $a''_2 = 13,0 \frac{m}{s^2} \cong 13 \frac{m}{s^2}.$	0,4	1,9
Pentru această valoare a accelerației minime a colii A3, forța minimă care acționează asupra ei este $F = 2m_0a''_2 + \mu \cdot 400m_0g + \mu_s \cdot 402m_0g = (410,04\mu_s + 400\mu)m_0g.$	0,6	
Numeric: $F = 9,95 \text{ N} \cong 10 \text{ N}.$	0,4	
<b>Oficiu</b>		<b>1p</b>

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



**Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”**  
ediția a XI-a, etapa locală, Iași, 07 aprilie 2023  
Subiecte – anul I

pagina 5 din 6

	Parțial	Punctaj
<b>Subiectul al III-lea</b>		<b>10</b>
<b>a) Legea conservării impulsului: <math>p(0) = p(t)</math></b>	0,5	<b>2</b>
$m_0 v_0 = m v,$	0,5	
unde $m = m_0 + m_0 \lambda t.$	0,5	
Legea vitezei: $v(t) = \frac{v_0}{1 + \lambda t}.$	0,5	
<b>b) Definiția vitezei:</b> $v = \frac{dx}{dt}$	0,4	<b>2,2</b>
Integrarea legii vitezei: $dx = \frac{v_0}{1 + \lambda t} dt$	0,5	
Prin integrare, obținem: $x(t) = \frac{v_0}{\lambda} \ln(1 + \lambda t) + C_1.$	0,5	
Determinarea constantei de integrare: $x(0) = 0:$ $C_1 = 0.$	0,2 0,2	
Legea de mișcare: $x(t) = \frac{v_0}{\lambda} \ln(1 + \lambda t).$	0,4	
<b>c) Legea de mișcare se scrie:</b> $F = \frac{dp}{dt} = m \frac{dv}{dt} + v \frac{dm}{dt},$	0,5	<b>4,8</b>
unde $F = -\mu mg,$	0,3	
$m = m_0 + m_0 \lambda t = m_0(1 + \lambda t).$	0,2	
Prin urmare, $\frac{dv}{dt} + v \frac{\lambda}{1 + \lambda t} = -\mu g.$	0,2	
Integrarea ecuației omogene $\frac{dv}{dt} + v \frac{\lambda}{1 + \lambda t} = 0$		

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



Concursul Național Studențesc de Fizică „Dragomir Hurmuzescu”  
ediția a XI-a, etapa locală, Iași, 07 aprilie 2023  
Subiecte – anul I

pagina 6 din 6

conduce la		0,2	
	$\frac{dv}{v} = -\frac{\lambda}{1 + \lambda t} dt,$		
cu soluția		0,2	
	$v(t) = \frac{C_2}{1 + \lambda t}.$		
		0,4	
Considerând că $C_2 = C_2(t)$ și introducând această soluție în ecuație, rezultă		0,4	
	$\frac{1}{1 + \lambda t} \frac{dC_2}{dt} = -\mu g.$		
Separând variabilele și integrând, rezultă		0,5	
	$C_2 = -\mu g \left( t + \lambda \frac{t^2}{2} \right) + C_3.$		
Utilizând condiția inițială		0,3	
rezultă	$v(0) = v_0,$		
	$C_3 = v_0.$	0,3	
Legea vitezei containerului este		0,3	
	$v(t) = v_0 \frac{1 - \frac{\mu g}{v_0} \left( t + \lambda \frac{t^2}{2} \right)}{1 + \lambda t}.$		
Condiția de oprire a containerului		0,3	
se scrie:	$v(\tau) = 0$		
	$\lambda \frac{\tau^2}{2} + \tau - \frac{v_0}{\mu g} = 0,$	0,3	
cu soluția acceptabilă fizic		0,4	
	$\tau = \frac{1}{\lambda} \left( \sqrt{1 + 2 \frac{\lambda v_0}{\mu g}} - 1 \right).$		
<b>Oficiu</b>			<b>1p</b>

Bareme propuse de:  
Conf. Univ. Dr. Sebastian POPESCU

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