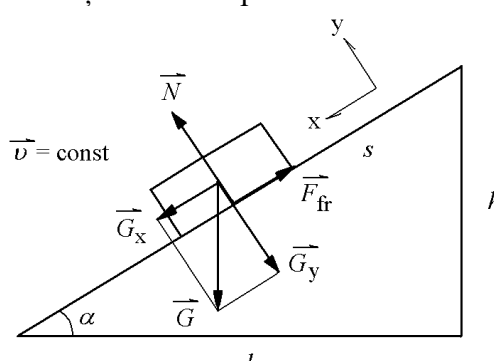


Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVII
 CHIȘINĂU, 17– 20 martie 2023

Proba experimentală ORF 2023

clasa a 10

FOAIE PENTRU RĂSPUNSURI			
Nr.	Soluție	Punctaj	Punctaj total
Tema: Determinarea coeficientului de frecare la alunecare			20,0
1.	Determinarea coeficientului de frecare dintre corpul și suprafața unui plan înclinat la mișcare uniformă a corpului		6,0
1.1.	<p>Reprezentați schematic un corp care se mișcă uniform pe suprafața unui plan înclinat și indicați toate forțele ce acționează asupra lui:</p>  <p style="text-align: center;">Fig. 1. Forțele ce acționează asupra corpului la alunecare uniformă pe planul înclinat.</p> <p><i>Notă: Dacă nu sunt indicate corect forțele ($\vec{G}_y = \vec{N}$, $\vec{G}_x = \vec{F}_{fr}$), punctajul se va micșora cu 0,1 p pentru fiecare pereche de forțe.</i></p>		0,5
1.2.	<p>Deduceți formula pentru coeficientul de frecare la alunecare a corpului cu viteză constantă pe suprafața planului înclinat:</p> $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{fr}$ <p>OX: $ma = mg \sin \alpha - F_{fr} \Rightarrow F_{fr} = \mu N$</p> <p>OY: $0 = mg \cos \alpha - N \Rightarrow N = mg \cos \alpha$</p> $ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$ $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad \text{(formula 1)}$ <p>$v = \text{const} \Rightarrow a = 0$</p> $\sin \alpha - \mu \cos \alpha = 0$ $\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \text{tg} \alpha$ <p>$\text{tg} \alpha = \frac{h}{l}$, unde h și l sunt înălțimea și baza triunghiului (vezi Fig. 1)</p> $\mu = \frac{h}{l} \quad \text{(formula 2)}$ <p><i>NB: oricare altă rezolvare corectă se apreciază cu 2,5 puncte.</i></p>	0,5 0,5 0,5 0,2 0,2 0,2 0,2	2,5
1.3.	Așezați corpul pe suprafața planului înclinat (scândurii) și, schimbând unghiul de înclinare a planului față de orizontală, găsiți poziția la care corpul începe să alunece cu viteză constantă (prin ciocănituri ușoare).		

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVII
 CHIȘINĂU, 17– 20 martie 2023

Proba experimentală ORF 2023

clasa a 10

1.4.	Fixați planul sub acest unghi de înclinare față de orizontală și efectuați un experiment pentru studiul forței de frecare la alunecare a corpului.																										
1.5.	Folosind echipamentul disponibil, determinați mărimile necesare și calculați coeficientul de frecare. Cu ajutorul riglei milimetrice și hârtiei milimetrice se măsoară dimensiunile triunghiului format de planul înclinat, orizontala și înălțimea planului înclinat: l, h . Calculul se face după (formula 2) din 1.2 .																										
1.6.	Repetăți punctele 1.2 – 1.4 de 3-5 ori și determinați valoarea medie a coeficientului de frecare.																										
1.7.	Introduceți toate rezultatele obținute într-un tabel. Indicați unitățile de măsură. <i>De exemplu:</i>		2,5																								
	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Nr.</th> <th style="padding: 5px;">$h, \text{ cm}$</th> <th style="padding: 5px;">$l, \text{ cm}$</th> <th style="padding: 5px;">μ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">14,9</td> <td style="text-align: center;">48,2</td> <td style="text-align: center;">0,309</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">13,5</td> <td style="text-align: center;">43,0</td> <td style="text-align: center;">0,314</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">15,5</td> <td style="text-align: center;">52,4</td> <td style="text-align: center;">0,296</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">media</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,31</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	$h, \text{ cm}$	$l, \text{ cm}$	μ	1	14,9	48,2	0,309	2	13,5	43,0	0,314	3	15,5	52,4	0,296	...				media			0,31		
Nr.	$h, \text{ cm}$	$l, \text{ cm}$	μ																								
1	14,9	48,2	0,309																								
2	13,5	43,0	0,314																								
3	15,5	52,4	0,296																								
...																											
media			0,31																								
	<i>N.B. Dacă nu sunt indicate unitățile de măsură în tabel, punctajul se va micșora cu 0,1 p. pentru fiecare mărime fizică.</i>																										
1.8.	Trageți concluziile respective: Coeficientul de frecare este o mărime adimensională și, pentru suprafețele de lemn din experimentul, este egal ...		0,5																								
2.	Determinarea coeficientului de frecare dintre corpul și suprafața unui plan înclinat la mișcare uniform accelerată a corpului		14,0																								
2.1.	Reprezentați schematic un corp care se mișcă uniform accelerat pe suprafața unui plan înclinat și indicați toate forțele ce acționează asupra lui:		0,5																								
	<p>Fig. 2. Forțele ce acționează asupra corpului la alunecare uniform accelerată pe planul înclinat. $\vec{G}_x > \vec{F}_{fr}$</p> <p><i>Notă: Dacă nu sunt indicate corect forțele ($\vec{G}_y = \vec{N} , \vec{G}_x > \vec{F}_{fr}$), punctajul se va micșora cu 0,1 p pentru fiecare pereche de forțe.</i></p>																										

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVII

CHIȘINĂU, 17– 20 martie 2023

Proba experimentală ORF 2023

clasa a 10

2.2.	Deduceți formula pentru coeficientul de frecare la alunecare a corpului cu accelerație constantă pe suprafața planului înclinat: Din 1.2. avem: $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad \text{(formula 1)}$ $\mu = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha}$ $\mu = \operatorname{tg} \alpha - \frac{a}{g \cos \alpha}$ $s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l}, \quad \cos \alpha = \frac{l}{s}, \quad \text{unde } s, h \text{ și } l \text{ sunt dimensiunile triunghiului (Fig. 2)}$ $\mu = \frac{h}{l} - \frac{2s^2}{gt^2 l} = \frac{1}{l} \left(h - \frac{2s^2}{gt^2} \right) \quad \text{(formula 3)}$ NB: oricare altă rezolvare corectă se apreciază cu 3,0 puncte.	0,2 0,2 0,2 1,0 0,2 + 0,2 1,0	3,0																																				
2.3.	Așezați corpul pe suprafața planului înclinat (scândurii) și, schimbând unghiul de înclinare a planului față de orizontală, găsiți poziția planului la care corpul alunecă cu o accelerație.																																						
2.4.	Fixați planul sub acest unghi de înclinare față de orizontală și efectuați un experiment pentru studiul forței de frecare la alunecare a corpului.																																						
2.5.	Folosind echipamentul disponibil, determinați mărimile necesare și calculați coeficientul de frecare. Cu ajutorul riglei milimetrice și hârtiei milimetrice se măsoară dimensiunile triunghiului format de planul înclinat, orizontală și înălțimea planului inclinat: s , l , h . Cu ajutorul cronometrului se măsoară timpul de alunecare a corpului de-a lungul suprafeței de sus în jos. Calculul se face după (formula 3) din 2.2.																																						
2.6.	Repetăți punctele 2.2 – 2.4 de 5-7 ori și determinați valoarea medie a coeficientului de frecare.																																						
2.7.	Introduceți toate rezultatele obținute într-un tabel. Indicați unitățile de măsură:		6,0																																				
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Nr.</th> <th style="width: 15%;">s, cm</th> <th style="width: 15%;">h, cm</th> <th style="width: 15%;">l, cm</th> <th style="width: 15%;">t, s</th> <th style="width: 10%;">μ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>60</td> <td>18,0</td> <td>57,8</td> <td>2,03</td> <td>0,281</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>60</td> <td>19,9</td> <td>57,0</td> <td>1,66</td> <td>0,302</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60</td> <td>21,5</td> <td>56,5</td> <td>1,23</td> <td>0,294</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>media</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,29</td> </tr> </tbody> </table>	Nr.	s, cm	h, cm	l, cm	t, s	μ	1	60	18,0	57,8	2,03	0,281	2	60	19,9	57,0	1,66	0,302	3	60	21,5	56,5	1,23	0,294	media					0,29		
Nr.	s, cm	h, cm	l, cm	t, s	μ																																		
1	60	18,0	57,8	2,03	0,281																																		
2	60	19,9	57,0	1,66	0,302																																		
3	60	21,5	56,5	1,23	0,294																																		
...																																		
media					0,29																																		
	N.B. Dacă nu sunt indicate unitățile de măsură în tabel, punctajul se va micșora cu 0,1 p. pentru fiecare mărime fizică. Se verifică corectitudinea unităților de măsură pentru s , h și l (în metri) la determinarea valorii μ .																																						

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
 Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVII
 CHIȘINĂU, 17– 20 martie 2023

Proba experimentală ORF 2023

clasa a 10

2.8.	<p>Deduceți formulele pentru eroarea absolută $\Delta\mu$ și eroarea relativă ε_{rel}:</p> $\mu = \frac{h}{l} - \frac{2s^2}{gt^2l} \text{ (formula 3)}$ <p>Notăm $\mu = \mu_1 - \mu_2$, unde $\mu_1 = \frac{h}{l}$, $\mu_2 = \frac{2s^2}{gt^2l}$</p> $\varepsilon_1 = \frac{\Delta\mu_1}{\mu_1} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta l}{l}, \varepsilon_2 = \frac{\Delta\mu_2}{\mu_2} = 2 \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta g}{g} + 2 \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta l}{l}$ $\Delta\mu_1 = \mu_1 \varepsilon_1 = \frac{h}{l} \left(\frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta l}{l} \right), \Delta\mu_2 = \mu_2 \varepsilon_2 = \frac{2s^2}{gt^2l} \left(2 \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta g}{g} + 2 \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta l}{l} \right)$ $\Delta\mu = \Delta\mu_1 + \Delta\mu_2$ $\Delta\mu = \frac{h}{l} \left(\frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta l}{l} \right) + \frac{2s^2}{gt^2l} \left(2 \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta g}{g} + 2 \frac{\Delta t}{t} + \frac{\Delta l}{l} \right) \text{ (formula 4)}$ $\varepsilon_{rel} = \frac{\Delta\mu}{\mu}, \text{ unde } \Delta\mu \text{ se determină după formula 4, } \mu \text{ se determină după formula 3.}$ <p><i>NB: oricare altă rezolvare corectă se apreciază cu 3,0 puncte.</i></p>	<p>3,0</p> <p>0,2</p> <p>0,8+</p> <p>0,8</p> <p>0,2</p> <p>0,2</p> <p>0,6</p> <p>0,2</p>
2.9.	<p>Calculați pentru o măsurare a coeficientului de frecare eroarea absolută și eroarea relativă. Scrieți rezultatul final:</p> <p>Pentru măsurări directe se folosesc erorile instrumentale:</p> <p>$\Delta h = \Delta l = \Delta s = 0,5 \text{ mm}$ (cea mai mică diviziune a riglei milimetrice este 1 mm),</p> <p>$\Delta g = 0,01 \text{ m/c}^2$ (pentru $g = 9,81 \text{ m/c}^2$),</p> <p>$\Delta t = 0,01 \text{ s}$ (cea mai mică diviziune a cronometrului este 0,01 s).</p> <p>$\Delta\mu = \dots$</p> <p>$\varepsilon_{rel} \approx \dots$</p> <p>$\mu = \dots \pm \dots$</p>	<p>1,0</p> <p>0,1</p> <p>0,1</p> <p>0,1</p> <p>0,4</p> <p>0,1</p> <p>0,2</p>
2.10	<p>Trageți concluziile respective:</p> <p>Coeficientul de frecare este o mărime adimensională și, pentru suprafețele de lemn din experimentul, este egal ... Valorile obținute pentru coeficientul de frecare conform metodelor 1 și 2 (pentru mișcare uniformă și uniform accelerată a unui corp de-a lungul unui plan înclinat) aproximativ coincid, deoarece... Erorile de măsurare pot fi asociate cu...</p>	<p>0,5</p>