



Olimpiada Națională de Fizică
Târgoviște, 3 – 7 mai 2019
Proba experimentală



Barem de evaluare

A

Nr	Etapa de rezolvare	Punctaj
1	<p>1. Deducerea relației pe baza căreia se determină densitatea materialului din care este confecționată rigla (principiul metodei).</p> <p>Pentru rigla sprijinită oblic pe marginea superioară a vasului și scufundată parțial în apă, condiția de echilibru la rotație în jurul punctului de sprijin va fi (G_1- greutatea părții din riglă, de lungime l_1, aflată între suprafața apei și punctul de sprijin; G_2- greutatea părții din riglă, de lungime l_2, scufundată în apă; F_A- forța arhimedică ce acționează asupra părții l_2 scufundate în apă; G_3- greutatea părții din riglă, de lungime l_3, aflată de cealaltă parte a punctului de sprijin, în afara vasului; ρ_R - densitatea materialului din care este confecționată rigla):</p> $M_{G_1} + M_{G_2} = M_{F_A} + M_{G_3}$ $\rho_R S l_1 g \frac{l_1}{2} + \rho_R S l_2 g \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right) = \rho_{apa} S l_2 g \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right) + \rho_R S l_3 g \frac{l_3}{2},$ <p>de unde</p> $\rho_R = \rho_{apa} \frac{l_2(2l_1 + l_2)}{l_1^2 + l_2(2l_1 + l_2) - l_3^2}$	<p>1 p</p> <p>1 p</p> <p>1 p</p>
2	<p>2. Descrierea modului de lucru.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. se sprijină rigla pe marginea vasului cu apă astfel încât să fie în echilibru. 2. se măsoară lungimile l_1, l_2 și l_3. 3. se calculează densitatea ρ_R cu formula (1). 4. se repetă etapele 1 – 3 de 5 ori; 5. rezultatele se trec în tabel. 	<p>0,5 p</p> <p>0,5 p</p> <p>0,5 p</p> <p>0,5 p</p>
3	<p>3. Completarea tabelului cu date experimentale și calcularea valorii medii a densității materialului, $\rho_R \approx 1040 \text{ kg/m}^3$</p>	2 p
4	<p>4. Calculul erorilor.</p>	2 p
5	<p>5. Precizarea a 2 surse de erori.</p>	1 p
TOTAL (A)		10 p

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.



Olimpiada Națională de Fizică Târgoviște, 3 – 7 mai 2019 Proba experimentală



B

10 p

B1. Coeficientul de restituire

B1.1 Utilizând conservarea energiei mecanice în timpul celor două etape de zbor ale mingii, de exemplu, rezultă

$$e = \frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{2gh'}}{\sqrt{2gh}} = \sqrt{\frac{h'}{h}}$$

1 p.

B1.2 Tabelul 1 completat este

1 p.

$h/$ cm	48,2			38,2			28,2			18,2		
$h'/$ cm	31,8	32,2	32,0	26,2	26,1	26,3	19,9	20,7	20,3	13,8	13,2	13,5
e	0,812	0,817	0,815	0,828	0,826	0,830	0,840	0,857	0,849	0,871	0,852	0,861

B1.3 Tabelul 2 completat este

3 p. (6 x 0,5 p.)

$h/$ cm	$h'/$ cm	e	\bar{e}	$\Delta h/$ cm	ε_h	$\Delta h'/$ cm	$\varepsilon_{h'}$	Δe
48,2	31,8	0,812	0,815	0,1	$2,07 \cdot 10^{-3}$	0,5	$1,57 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$
	32,2	0,817		0,1	$2,07 \cdot 10^{-3}$	0,5	$1,55 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$
	32,0	0,815		0,1	$2,07 \cdot 10^{-3}$	0,5	$1,56 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$
38,2	26,2	0,828	0,828	0,1	$2,62 \cdot 10^{-3}$	0,5	$1,91 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
	26,1	0,826		0,1	$2,62 \cdot 10^{-3}$	0,5	$1,92 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
	26,3	0,830		0,1	$2,62 \cdot 10^{-3}$	0,5	$1,90 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$
28,2	19,9	0,840	0,849	0,1	$3,55 \cdot 10^{-3}$	0,5	$2,51 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
	20,7	0,857		0,1	$3,55 \cdot 10^{-3}$	0,5	$2,42 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
	20,3	0,849		0,1	$3,55 \cdot 10^{-3}$	0,5	$2,46 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
18,2	13,8	0,871	0,861	0,1	$5,49 \cdot 10^{-3}$	0,5	$3,62 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
	13,2	0,852		0,1	$5,49 \cdot 10^{-3}$	0,5	$3,79 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
	13,5	0,861		0,1	$5,49 \cdot 10^{-3}$	0,5	$3,70 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$

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.



Olimpiada Națională de Fizică Târgoviște, 3 – 7 mai 2019 Proba experimentală



Prin urmare, tabelul 2 se transformă astfel:

h/cm	h'/cm	e	Δe	\bar{e}	$\overline{\Delta e}$	\bar{e}	$\overline{\Delta e}$
48,2	31,8	0,812	$6 \cdot 10^{-3}$	0,815	$6 \cdot 10^{-3}$	0,84	$1 \cdot 10^{-2}$
	32,2	0,817	$6 \cdot 10^{-3}$				
	32,0	0,815	$6 \cdot 10^{-3}$				
38,2	26,2	0,828	$8 \cdot 10^{-3}$	0,828	$8 \cdot 10^{-3}$		
	26,1	0,826	$8 \cdot 10^{-3}$				
	26,3	0,830	$8 \cdot 10^{-3}$				
28,2	19,9	0,84	$1 \cdot 10^{-2}$	0,85	$1 \cdot 10^{-2}$		
	20,7	0,86	$1 \cdot 10^{-2}$				
	20,3	0,85	$1 \cdot 10^{-2}$				
18,2	13,8	0,87	$2 \cdot 10^{-2}$	0,86	$2 \cdot 10^{-2}$		
	13,2	0,85	$2 \cdot 10^{-2}$				
	13,5	0,86	$2 \cdot 10^{-2}$				

B2. Durata procesului de ciocnire

B2.1

2 p.

Durata impactului se calculează, presupunând că mingea este supusă unei forțe de percuție constante, atât în etapa de comprimare, cât și în cea de decompresie. În acest caz, în fiecare din cele două etape ale procesului de ciocnire, mișcarea mingii este una cu accelerație constantă (diferită de la o etapă la cealaltă, evident, deoarece ciocnirea nu este una perfect elastică). Formulele cinematice pentru mișcări pot fi aplicate astfel:

În etapa de comprimare, cu durata τ_1 , viteza mingii scade de la $v = \sqrt{2gh}$ la 0 prin parcurgerea de către centrul ei de greutate a unei distanțe $d = r - \sqrt{r^2 - b^2}$, așa încât

$$\tau_1 = \frac{d}{\frac{v}{2}} = \frac{2(r - \sqrt{r^2 - b^2})}{\sqrt{2gh}}$$

În etapa de decompresie, cu durata τ_2 , viteza mingii crește de la 0 la $v' = ev = e\sqrt{2gh}$ prin parcurgerea de către centrul ei de greutate a unei distanțe $d = r - \sqrt{r^2 - b^2}$, așa încât

$$\tau_2 = \frac{d}{\frac{v'}{2}} = \frac{2(r - \sqrt{r^2 - b^2})}{e\sqrt{2gh}}$$

Prin urmare, timpul total de ciocnire este

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.



Olimpiada Națională de Fizică
Târgoviște, 3 – 7 mai 2019
Proba experimentală



$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = \sqrt{\frac{2}{gh}} \left(r - \sqrt{r^2 - b^2} \right) \left(1 + \frac{1}{e} \right)$$

B2.2

1 p.

Tabelul 3 completat este

h/ cm	$2b/ \text{mm}$	d/ mm	τ / s	$\bar{\tau} / \text{s}$
28,2	6,0	0,23	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
	6,5	0,27	$5,0 \cdot 10^{-4}$	
	7,0	0,31	$5,8 \cdot 10^{-4}$	

B3

2 p.

$$F_1 = \frac{m\Delta v}{\tau_1} = \frac{mv}{\frac{d}{\frac{v}{2}}} = \frac{mv^2}{2d} = \frac{2mgh}{2(r - \sqrt{r^2 - b^2})} = \frac{mgh}{r - \sqrt{r^2 - b^2}}$$

Analog,

$$F_2 = \frac{m\Delta v'}{\tau_2} = \frac{mv'}{\frac{d}{\frac{v'}{2}}} = \frac{mv'^2}{2d} = \frac{2mgh'}{2(r - \sqrt{r^2 - b^2})} = \frac{mgh'}{r - \sqrt{r^2 - b^2}} = e^2 F_1$$

Valorile numerice ale acestor forțe sunt $F_1 = 28N$, respectiv $F_2 = 20N$, unde s-a utilizat valoarea medie a lui $d = 0,27 \text{ mm}$. În ceea ce privește raportul dintre forțele de percuzie și greutatea mingii, rezultatele numerice sunt

$$\frac{F_1}{mg} = \frac{h}{d} = 1,0 \cdot 10^3$$

Respectiv

$$\frac{F_2}{mg} = e^2 \frac{h}{d} = 7,1 \cdot 10^2$$

Se observă de aici că forțele de percuzie au valori mult mai mari decât forțele externe care acționează asupra unor corpuri care se ciocnesc. Acesta este motivul pentru care forțele externe se pot neglija în timpul ciocnirii, iar cum forțele de percuzie sunt forțe interne, sistemul de corpuri poate fi considerat izolat în timpul ciocnirii, făcând posibilă scrierea legii conservării impulsului sistemului.

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.