

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVIII**  
CHIȘINĂU, 29 martie – 1 aprilie 2024

**Proba experimentală ORF 2024,**

**clasa a 12**

**Problemă**

**(20,0 p.)**

**Transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație**

**Scopul lucrării:**

Determinarea coeficientului de frecare la rostogolire.

**Aparate și accesorii:**

Aveți la dispoziție următoarele utilaje și accesorii:

A. O pantă (povârniș) ce are forma unui arc de circumferință.

B. Două bile diferite, metalică (diametrul = 23,8 mm) și de cauciuc (diametru = 21,9 mm).

C. Hârtie milimetrică.

D. Riglă milimetrică.

E. Hârtie carbon (indigo).

O bilă sferică de masă  $m$  având raza  $r$  se rostogolește fără alunecare de pe o pantă ce are forma unui arc de circumferință de rază  $R$ , panta fiind plasată la înălțimea  $h$  (vezi Figura) în raport cu planul orizontal al mesei. Momentul de inerție a bilei este  $I = 0,4 mr^2$ . Viteza inițială a bilei este zero, iar unghiul inițial de lansare acesteia pe pantă este  $\phi_0$ . Componenta normală a reacțiunii suportului este deplasată de la centrul bilei la distanța  $k$ . Viteza bilei pe pantă depinde de unghiul  $\phi$  conform expresiei

$$v^2(\phi) = \frac{10}{7} R_c g (a_1 \cos \phi + a_2 \sin \phi + a_3 e^{a\phi}).$$
 Parametrii

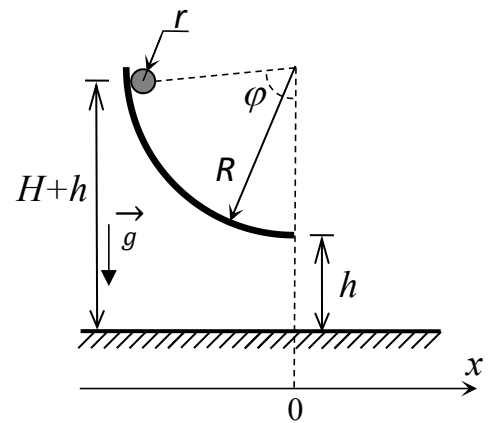
$a_1, a_2, a_3, a$  au forma

$$a = \frac{10k}{7r}, a_1 = \frac{1-0,7a^2}{1+a^2}, a_2 = \frac{1,7a}{1+a^2}, a_3 = -(a_1 \cos \phi_0 + a_2 \sin \phi_0) e^{-a\phi_0}.$$
 Coordonata  $x_1$  pentru prima ciocnire a bilei

de masă este  $x_1 = v_x \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{hH}$ . Coordonata  $x$  se măsoară de la marginea pantei (punctul de lansare).

Prima ciocnire de masă va fi considerată absolut elastică, iar viteza unghiulară după ciocnire este egală cu zero.

Distanța dintre prima și a doua ciocnire a bilei de planul orizontal cu considerarea rotației este



Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova  
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare  
**OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVIII**  
CHIȘINĂU, 29 martie – 1 aprilie 2024

**Proba experimentală ORF 2024,**

**clasa a 12**

$x_2 - x_1 = 2x_1 \left\{ 1 + \frac{2}{5} \left( 1 + 5 \frac{k}{r} \sqrt{\frac{h}{H}} \right) \right\}$ . Dacă nu considerăm rotația bilei,  $x_2 - x_1 = 2x_1$ . Rotația mărește  $x_2 - x_1 = \Delta x$ . La

Ciocnire mișcarea de rotație se transformă în mișcare de translație. Verificați rezultatele obținute experimentale.

**Experiment și sarcini spre soluționare:**

1. Reprezentați schematic forțele ce acționează asupra bilei. (1,0 p.)
2. Măsurați  $H$ ,  $h$ ,  $x_1$  și  $x_2$  și elaborați și completați tabelul măsurărilor (3-5 măsurări pentru fiecare valoare  $H$ , 5-7 valori  $H$ ) pentru ambele bile. (6,0 p.)
3. Construiți graficul dependenței  $x_1$  de  $H$ , pentru ambele bile. (3,0 p.)
4. Comparați valoarea  $x_1 = 2\sqrt{hH}$  calculată și măsurată pentru ambele bile. (1,0 p.)
5. Măsurați mărimea  $x_2 - x_1$  și construiți graficul dependenței  $x_2 - x_1$  de  $H$ , pentru ambele bile. (3,0 p.)
6. Găsiți mărimea  $8h\frac{k}{r}$  din grafic. (2,0 p.)
7. Găsiți mărimea  $k$ . (2,0 p.)
8. Comparați valoarea  $x_2 - x_1 = \frac{14}{5}\sqrt{hH} + 8h\frac{k}{r}$  calculată și măsurată pentru ambele bile. (1,0 p.)
9. Explicați rezultatele observate și erorile. (1,0 p.)