

Ministerul Educației 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 12

Problemă

(20,0 p.)

Pendulul fizic

Scopul lucrării:

Determinarea accelerației căderii libere, a momentului de inerție și a perioadei de oscilație a pendulului fizic.

Aparate și accesorii:

Aveți la dispoziție următoarele utilaje și accesorii:

- A. Pendul fizic având axe de rotație (nouă la număr) bine determinate.
- B. Stativ cu fixator al axei de rotație.
- C. Un cilindru metalic cu fir.
- D. Hârtie milimetrică.
- E. Foaie cu desenul pendulului fizic.

În calitate de pendul fizic se poate considera un corp solid de masă M de o formă arbitrară, care poate oscila în jurul unei axe orizontale fixe O , ce se află la distanța l de centrul maselor. Poziția pendulului este caracterizată de unghiul de abatere ϕ de la echilibru. Energia cinetică a pendulului $E_c = \frac{1}{2}I_O\dot{\phi}^2$, I_O –momentul de inerție față de axa O . Energia potențială a pendulului este $E_p = Mgl(1 - \cos \phi) = \frac{1}{2}Mgl\phi^2$. Aici g - este accelerația căderii libere. După analogie cu pendulul matematic, găsim perioada oscilațiilor $T_O = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \left(\frac{I_O}{Ml}\right)^{1/2} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \left(\frac{I_c + Ml^2}{Ml}\right)^{1/2}$ (1). Aici I_c - momentul de inerție față de axa paralelă axei de rotație O , dar care trece prin centrul de greutate C . Pendulul matematic de lungime $l_k = l_O + I_c/Ml_O$ va avea aceeași perioadă T_O , ca și pendulul fizic (reversibil). Perioada oscilațiilor pendulului fizic T_O nu se va schimba, dacă mutăm punctul de suspendare din punctul O în punctul K . Vom cerceta două poziții a axei de rotație a pendulului (l_1, l) pentru perioade egale de oscilație $T(l_1) = T(l)$. Conform ecuației (1) $(I_c + Ml^2)/Ml = (I_c + Ml_1^2)/Ml_1$. În rezultat obținem $I_c(1/l - 1/l_1)/M = l_1 - l$, ori $ll_1 = I_c/M$, (2). La modificare punctului de suspendare La modificarea punctului de suspendare în punctul K se schimbă și distanțele până la centrul maselor, însă produsul lor rămâne același. Într-adevăr, la transferul punctului de suspendare în punctul K , rolul distanței inițiale până la centrul maselor îl joacă l_1 , dar $T(l_1) = T(l)$, $ll_1 = I_c/M$, și ca urmare noul punct K este suprapusă cu punctul anterior O . Pendulul - pendul reversibil.

Ministerul Educației 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 12

Experiment și sarcini spre soluționare:

I. Perioada oscilațiilor pendulului fizice în funcție de poziția axei de rotație. (10,0 p.)

a) Determinați și indicați pe pendul și pe desenul acestuia din foaia de răspunsuri, centrul maselor C . Determinați mărimea l_0 pentru poziția dată (pe pendul) a axei O și pentru celelalte (opt) poziții a axei de rotație, vezi figura din foaia de răspunsuri. (2,0 p.)

b) Descrieți metoda de măsurare a perioadei de oscilație a pendulului fizic prin intermediul mijloacelor puse la dispoziție în unități $\tau = T(l_0)$. Conform formulei (1) funcția $T(l)$, la fel ca și o parabolă are extrem. Folosiți acest fapt cunoscut în experiment. (6,0 p.)

c) Calculați perioadele de oscilații $T(l)$ în unități τ pentru toate pozițiile date ale axei de rotație și construiți graficul dependenței $T(l)/\tau$. (2,0 p.)

II. Determinarea accelerației căderii libere g . (10,0 p.)

a) Notați **toate** pozițiile axei de rotație a pendulului nemijlocit pe desenul pendulului din foaia de răspunsuri, pentru aceeași perioadă de oscilații $T_0 = T(l_0) = \tau$. (1,0 p.)

b) Rezultatele obținute pentru $T(l)/\tau$ permit determinarea mărimii $\sqrt{g/g_T}$ și, folosind valoarea tabelară a accelerației căderii libere $g_T = 980,80 \text{ cms}^{-2}$, de a găsi g pe latitudinea Chișinăului cu ajutorul pendulului fizic. (7,0 p.)

c) Determinați mărimea momentului de inerție a pendulului în unități I_c/M . (2,0 p.)