

Determinarea accelerației gravitaționale cu ajutorul unui pendul fizic

Scopul lucrării:

Studierea mișcării oscilatorii a unui corp solid (rigid), montat astfel încât să constituie un pendul fizic, precum și determinarea cu ajutorul lui a accelerației gravitaționale.

I. Considerații teoretice

Pendulul fizic este un corp solid (rigid) montat în așa fel încât să poată oscila liber într-un plan vertical, sub acțiunea forței gravitaționale, \vec{G} , în jurul unei axe care nu trece prin centrul său de masă, C (Fig. 1). Considerăm un corp de o formă oarecare, care este suspendat în punctul O și poate oscila cu frecări neglijabile în jurul unei axe care trece prin punctul O. În poziția de echilibru, centrul de masă C se află pe verticala ce trece prin punctul de susținere O. În această poziție, asupra corpului acționează greutatea \vec{G} (aplicată în punctul C) și reacțiunea \vec{R} (aplicată în punctul O), cele două forțe fiind egale, pe aceeași direcție și în sens opus (Fig. 1).

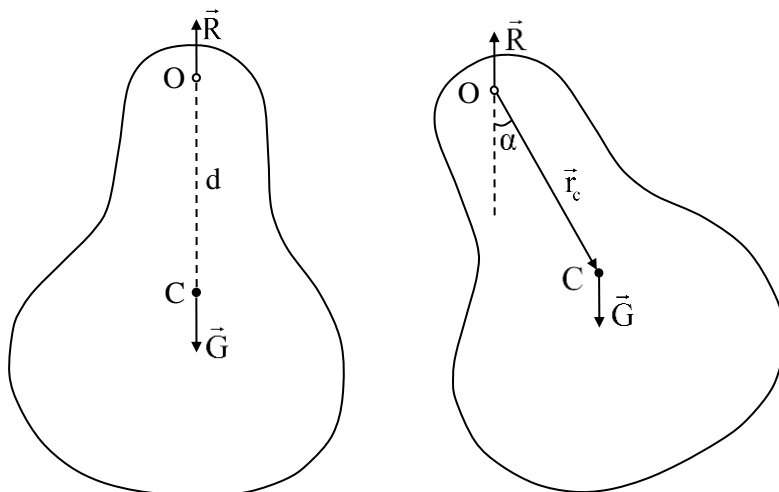


Fig. 1.

Dacă se scoate pendulul din poziția de echilibru, acesta efectuează o mișcare oscilatorie în jurul acestei poziții. Prin scoaterea pendulului din poziția de echilibru cu un unghi α , \vec{G} și \vec{R} formează un cuplu de forțe, cu moment diferit de zero, ce tinde să readucă corpul în poziția de echilibru. Acest moment de revenire este:

$$\vec{M} = \vec{r}_c \times \vec{G} \quad (1)$$

sau scalar:

$$M = -mg \cdot d \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

unde m este masa corpului, \vec{r}_c este vectorul de poziție al centrului de masă față de punctul O, iar $|\vec{r}_c| = d$. În cazul deplasărilor mici, $\sin \alpha \cong \alpha$ și pendulul se află în așa numitul regim de amplitudini mici, atunci:

$$M \cong -mg \cdot d \cdot \alpha \quad (3)$$

iar pendulul oscilează armonic, de o parte și de alta a poziției de echilibru.

Ecuția de mișcare a pendulului fizic se deduce folosind legea fundamentală a dinamicii mișcării de rotație:

$$I \cdot \vec{\varepsilon} = \vec{M} \quad (4)$$

unde $I = mr_c^2$ este momentul de inerție în raport cu axa de rotație, iar $\varepsilon = \frac{d^2\alpha}{dt^2}$ este accelerația unghiulară. Din relațiile (3) și (4) rezultă:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{mgd}{I} \cdot \alpha = 0 \quad (5)$$

sau:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot \alpha = 0 \quad (6)$$

unde am notat $\omega_0^2 = \frac{mgd}{I}$. Relația (6) este ecuația diferențială a unui oscilator armonic, iar soluția acestei ecuații este legea de mișcare:

$$\alpha = A \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi) \quad (7)$$

unde A și φ reprezintă amplitudinea, respectiv, faza inițială a mișcării, ele putând fi determinate din condițiile inițiale ale mișcării.

Perioada mișcării oscilatorii descrisă de ecuația (7), adică perioada de oscilație a pendulului fizic este:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (8)$$

II. Metodica experimentală

II.1. Dispozitivul experimental

Pendulul fizic utilizat în această lucrare este format dintr-o platbandă metalică, lungă de aproximativ 1 m, care este prevăzută în lungul ei cu opt orificii echidistante, dispuse simetric de o parte și de alta, a centrului de masă (Fig. 2). Platbanda poate fi așezată, cu fiecare orificiu al ei, pe un suport fixat în perete, prevăzut cu un cuțit, din oțel de înaltă duritate, cu muchia în sus, muchie ce constituie axa de rotație. Așezând platbanda pe muchia cuțitului, folosind unul dintre orificii, se obține un pendul fizic de o anumită lungime d și un anumit moment de inerție I . Schimbând orificiul, se modifică atât d cât și I , astfel că pendulul va avea o altă perioadă de oscilație.

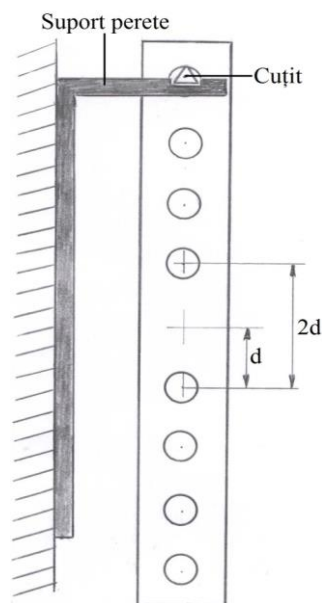


Fig. 2

