

Olimpiada Națională de Fizică
6-10.04.2014 Cluj-Napoca
Proba practică
Subiecte

XI

Tema lucrării:

- A) Studiul oscilațiilor armonice ale unui corp rigid;**
B) Studiul compunerii undelor sonore

Proba A.

În anumite condiții, un corp aflat într-o stare de echilibru stabil va efectua o mișcare oscilatorie armonică dacă este scos, de o mică perturbație, din acea stare de echilibru.

În cazul mișcării unidimensionale a unui punct material de masă m , pe direcția x , dacă forța rezultantă este de tip elastic $F = -kx$, unde k este o constantă iar x este deplasarea față de poziția de echilibru, legea a doua a lui Newton $F = ma$ ia forma: $-kx = ma$. După cum știți, $a = \frac{dv}{dt}$ iar

$v = \frac{dx}{dt}$, pentru mișcarea unidimensională de-a lungul axei x . Vom putea scrie: $-kx = m \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right)$

adică $\frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) + \frac{k}{m} x = 0$ și în final $\frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) + \omega^2 x = 0$ unde prin ω^2 am notat raportul dintre k și m . Această ecuație de mișcare are soluția $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$, unde A și φ sunt niște constante care sunt determinate de condițiile inițiale. Mișcarea este oscilatorie armonică cu $\omega = \frac{2\pi}{T}$, unde T este perioada mișcării oscilatorii.

Putem generaliza, spunând că: dacă ecuația de mișcare a unui corp este de forma $\frac{d}{dt} \left(\frac{dq}{dt} \right) + \omega^2 q = 0$, unde q este o coordonată a mișcării, atunci legea de mișcare a corpului va fi descrisă de $q = A \cos(\omega t + \varphi)$, și viceversa.

Un Hopa-Mitică (cade-n fund și se ridică, nu se sparge, nu se strică) este o jucărie, reprezentând de obicei o siluetă, **având poziția centrului de masă apropiată de punctul de sprijin iar partea de jos rotunjită**, vezi figura din dreapta. Atunci când este scoasă din poziția de echilibru și apoi lăsată liber, jucăria oscilează în jurul acestei poziții de echilibru.



Pagina 1 din 3

1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurătorilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Fiecare subiect se punctează de la 1 la 10 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Aveți la dispoziție o piesă semicirculară dintr-un Hopa-Mitică, vezi figura din dreapta, o plachetă de sticlă, șervețel pentru șters suprafețele în contact și un cronometru, acesta din urmă pe calculatorul aflat la dispoziție. Raza piesei semicirculare este de $r = 56$ mm, valoarea accelerației gravitaționale este $g = 9.81$ m/s².



Folosind acestea, va trebui să aflați poziția centrului de masă al piesei semicirculare, față de punctul de contact în starea de echilibru.

Țineți cont de următoarele:

- Momentul de inerție I al unui punct material în raport cu o axă este egal cu produsul dintre masa punctului material și pătratul distanței dintre punctul material și axă. Pentru un corp format din mai multe puncte materiale, momentul de inerție al corpului față de axă se calculează ca și suma momentelor de inerție, față de aceea axă, ale punctelor materiale care îl compun.
- $I = I_0 + md^2$: momentul de inerție față de o axă se mai poate scrie ca și **suma dintre** momentul de inerție față de o altă axă, paralelă cu prima, care trece prin centrul de masă al corpului și produsul dintre masa corpului și pătratul distanței dintre cele două axe (teorema lui Steiner).
- pentru mișcarea de rotație în jurul unei axe fixe putem scrie: $\vec{M} = I\vec{\epsilon}$. \vec{M} este vectorul "momentul forței", I este momentul de inerție, ambele evaluate față de axa respectivă. $\vec{\epsilon}$ este vectorul accelerație unghiulară, perpendicular pe planul de rotație, având sensul pozitiv dat de creșterea unghiului, prin regula mâinii drepte. $\epsilon = \frac{d\omega}{dt}$, unde ω este viteza unghiulară.

Cerințe:

- Aflați relația dintre poziția centrului de masă și parametrii măsurabili.
- Descrieți etapele realizării experimentului, precizând condițiile de lucru.
- Prezentați rezultatele măsurărilor în tabel(e). Erorile trebuie să conțină o singură cifră semnificativă, cu o excepție: dacă acea cifră semnificativă este 1, se păstrează două cifre semnificative. Rezultatele se scriu cu numărul de cifre semnificative corespunzător, sub forma $MF = \overline{MF} \pm \Delta(\overline{MF})$, unde MF este mărimea fizică măsurată/calculată. Indicați surse de erori.

Redactați referatul astfel încât experimentul să poată fi refăcut pe baza acestuia.

Subiect propus de: Conf. Dr. Dan ANDREICA, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca

Pagina 2 din 3

1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurărilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
4. Fiecare subiect se punctează de la 1 la 10 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Proba B.

În primele 43 de secunde ale filmulețului pe care îl aveți la dispoziție (fizica.mp4) puteți observa materialele folosite în continuare în experiment și asculta efectul suprapunerii a ***două unde sonore de frecvență apropiată***.

Apoi difuzorul ce emite aceste sunete este montat la capătul tubului în interiorul căruia pistonul este deplasat cu ajutorul unei tije astfel încât lungimea coloanei de aer din tub crește.

Cerințe :

- Descrieți pe scurt fenomenele fizice implicate și deduceți relațiile ce permit calcularea frecvențelor celor două unde sonore.
- Aflați frecvența celor două sunete urmărind indicațiile riglei milimetrice, intensitatea sunetului și folosind cronometrul aflat la dispoziție pe desktop.
- Prezentați rezultatele măsurărilor în tabel(e). Analizați erorile conform teoriei erorilor și prezentați rezultatele cu numărul de cifre semnificative corespunzător. Scrieți rezultatele sub forma $MF = \overline{MF} \pm \Delta(\overline{MF})$, unde MF este mărimea fizică măsurată/calculată

Considerați că viteza sunetului în aer este $c = 340$ m/s.

Subiect propus de: Prof. Doru CHIFOR, Liceul Teoretic "Nicolae Bălcescu" Cluj-Napoca

-
1. Fiecare dintre subiectele A, respectiv B se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
 2. Durata probei este de 2 ore pentru efectuarea măsurărilor și 1 oră pentru redactarea lucrării.
 3. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 4. Fiecare subiect se punctează de la 1 la 10 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.