

Proba teoretică

Clasa a XI-a

1. Copiii învață ușor cum să se dea în leagăn. Ei trag de lanțurile leagănelui (le scurtează puțin), la capetele cursei. Lucrul mecanic făcut la această tragere este transferat în energia mișcării leagănelui. Tehnica este cunoscută sub numele de amplificare parametrică. Ea este utilizată pentru menținerea oscilației pendulului Foucault, asigurându-se compensarea pierderilor. Modelarea fenomenului poate fi realizată studiind un pendul matematic.

A. Un pendul simplu cu fir de lungime ℓ și masă neglijabilă, la care este atașat un corp punctiform de masă m este inițial în repaus având firul înclinat cu unghiul θ_0 , mic, față de verticală.

a. Demonstrează că tensiunea din firul pendulului în momentul în care acesta este înclinat cu unghiul θ și are

$$\text{viteza unghiulară } \Omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ este : } T = mg \cos \theta + m\ell\Omega^2.$$

b. Demonstrează că dependența de timpul t a tensiunii, T , în firul pendulului în timpul oscilației de mică

$$\text{amplitudine este: } T = mg \left[1 + \frac{1}{4}\theta_0^2 - \frac{3}{4}\theta_0^2 \cos \left(2\sqrt{\frac{g}{\ell}}t \right) \right].$$

B. Admitem că punctul de suspensie al firului este atașat unui mecanism, astfel încât poziția sa variază pe verticală față de poziția inițială după expresia: $y = -b \sin \left(2\sqrt{\frac{g}{\ell}}t \right)$ cu $b \ll \ell$.

a. Determină puterea medie a mecanismului.

b. În cât timp energia dată de mecanism pendulului egalează energia inițială a acestuia?

Poți eventual folosi următoarele relații matematice: $\sin \alpha \cong \alpha$; $\cos \alpha \cong 1 - \frac{\alpha^2}{2}$

Valoarea medie pe o perioadă a funcției \cos este nulă.

2. La o sursă de curent alternativ cu tensiune și frecvență constante, se conectează un circuit serie alcătuit dintr-un condensator plan având ca dielectric aerul, o bobină ideală cu un singur strat de spire, fără miez magnetic și un rezistor. Circuitul, aflat în aceste condiții la rezonanță, are factorul de calitate Q .

Se micșorează lungimea bobinei cu o fracțiune f din lungimea inițială (fără să se modifice numărul spirelor) și se modifică totodată distanța dintre armăturile condensatorului, astfel încât factorul de calitate al circuitului rămâne același. Pentru cele două situații descrise, calculează:

- raportul distanțelor dintre armăturile condensatorului;
- raportul puterilor active.

3. Rezonanța apare atunci când un oscilator este excitat de o forță exterioară pe frecvența proprie. Specifică oscilatorului de masă m este constanta sa de timp τ , care determină timpul în care oscilatorul excitat intră într-o stare staționară de oscilație sau timpul în care energia stocată în oscilatorul aflat la rezonanță este pierdută după încetarea

acțiunii forței excitante. La rezonanță, puterea stocată în oscilator sub acțiunea forței F are expresia: $P = \frac{F^2 \tau}{2m}$.

Intensitatea unei unde este puterea medie transportată de undă prin unitatea de suprafață. Pentru unda sonoră, transportul de energie este legat de variația de presiune. Amplitudinea presiunii celei mai slabe unde sonore audibile este de aproximativ $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$. Pentru intensitatea unei sonore unitatea de măsură este decibelul, dB.

Intensitatea sonoră măsurată în decibeli este corelată cu presiunea datorată unei sonore prin relația $I = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)$.

Se afirmă că un cântăreț de operă poate sparge un pahar cântând susținut o notă acută. Analizați posibilitatea ca un tenor care emite timp de 10 secunde un sunet cu intensitatea sonoră de 100 dB, să poată sparge un pahar numai datorită acțiunii sunetului. Paharul are masa de 40 grame, suprafața exterioară de 100 cm^2 , vibrează 8 secunde atunci când este lovit ușor și se sparge când cade pe suprafața Pământului de la o înălțime de minim 0,5 metri.

Conf. dr. Adrian Dașine – Facultatea de Fizică, Universitatea București
Prof. dr. Constantin Corega – Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj-Napoca
Prof. Ion Toma – Colegiul Național „Mihai Viteazul” București