

1. Telo mase $m = 100g$ vrši harmonijske oscilacije sa amplitudom $x_0 = 1m$ i periodom oscilovanja $T = 4s$, polazeći iz ravnotežnog položaja. Odrediti:

- a) posle koliko vremena t_1 od početka oscilovanja će telo dospeti u tačku $x = 0.707m$;
- b) brzinu tela u trenutku t_1 ;
- c) kinetičku energiju tela u trenutku t_1 .

Rešenje:

a) Polazeći od jednačine oscilovanja $x = x_0 \sin(\omega t)$, uz zadate uslove, dobija se:

$$0.707 = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t_1\right),$$

što omogućuje da se odredi vremenski trenutak faze oscilovanja

$$\frac{2\pi}{T} t_1 = \arcsin 0.707 = \frac{\pi}{4},$$

odnosno, posle sređivanja

$$t_1 = \frac{T}{8} = 0.5\text{s}.$$

b) Brzina tela u trenutku t_1 računa se iz jednačine:

$$v = x_0 \omega \cos(\omega t_1) = 1.11\text{m/s}.$$



$$v = \frac{dx}{dt} = x_0 \omega \cos(\omega t)$$

c) Kinetička energija tela u ovom trenutku data je izrazom:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m x_0^2 \omega^2 \cos^2(\omega t_1) = 1.53 \cdot 10^{-2} \text{J}.$$

2. Brzina zvuka kroz neki metal iznosi $v = 2600\text{m/s}$. Od tog materijala napravljena je žica dužine $l = 1\text{m}$ i poprečnog preseka $S = 1\text{mm}^2$. Pri opterećenju žice tegom čija je masa $m = 1\text{kg}$ dolazi do istežanja žice za $\Delta l = 0.5\text{mm}$. Naći gustinu metala od kojeg je žica napravljena.

Rešenje:

Brzina longitudinalnih talasa kroz metal računa se po formuli $u = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$. Pri određivanju nepoznate vrednosti modula elastičnosti koristićemo Hukov zakon:

$$\Delta l = \frac{1}{E} \frac{F}{S} l \quad \Rightarrow \quad E = \frac{Fl}{S\Delta l},$$

gde je $F=mg$ sila zatezanja žice.

Izražavajući modul elastičnosti pomoću veličina iz prethodnog izraza, dobija se:

$$u = \sqrt{\frac{mgl}{S\rho\Delta l}} \quad \Rightarrow \quad u^2 = \frac{mgl}{S\rho\Delta l}.$$

Iz gornje formule dobija se gustina metala:


$$\rho = \frac{mgl}{Su^2\Delta l} = 2900 \text{ kg/m}^3.$$

3. Kakav je odnos intenziteta zvučnog talasa u dve tačke u kojima je razlika subjektivnih jačina zvuka $\Delta L = 30dB$?

Rešenje:

Razlika subjektivnih jačina zvuka $\Delta L = L_2 - L_1$ povezana je sa objektivnim jačinama zvuka u različitim tačkama na sledeći način:

$$\Delta L = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_0} \right) - 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right).$$

$$\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$$


Sređivanjem gornjeg izraza dobija se:

$$\Delta L = 10 \log I_2 - \cancel{10 \log I_0} - 10 \log I_1 + \cancel{10 \log I_0} .$$

U sledećem koraku dobijamo

$$\Delta L = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \quad \Rightarrow \quad 3 = \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right),$$

i konačno

$$\frac{I_2}{I_1} = 1000.$$

4. Subjektivna jačina zvuka avionskog motora je $L_1 = 100dB$. Kako će se promeniti subjektivna jačina zvuka ako prvom avionu priđe drugi, tako da se oba aviona nalaze na istom rastojanju od slušaoca?

Rešenje:

Subjektivna jačina zvuka koji daju oba aviona računa se po formuli:

$$L = 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} + \frac{I_2}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{2I_1}{I_0} \right),$$

$$\log AB = \log A + \log B$$

pri čemu je uzeto u obzir da je $I_1 = I_2$. Promena subjektivne jačine zvuka koji stvaraju dva aviona u odnosu na zvuk koji stvara jedan avion računa se iz izraza:

$$\begin{aligned} \Delta L &= L - L_1 = 10 \log \left(\frac{2I_1}{I_0} \right) - 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right) \\ &= 10 \log 2 + 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right) - 10 \log \left(\frac{I_1}{I_0} \right) \\ &= 10 \log 2 = 3dB. \end{aligned}$$

5. Pozorišna sala bez prozora dužine $a = 30m$, širine $b = 16m$ i visine $c = 6m$ ima pod od parketa čiji je koeficijent apsorpcije za zvučne talase $\alpha_p = 0.13$. Zidovi prostorije su omalterisani, sa koeficijentom apsorpcije $\alpha_z = 0.02$. Sala ima dvoja vrata čija je površina po $S_v = 20m^2$, a koeficijent apsorpcije $\alpha_v = 0.20$. U sali se nalazi $n = 220$ stolica sa koeficijentom apsorpcije $A_s = 0.15m^2$ po stolici. Odredite vreme reverberacije T_1 za praznu salu, i vreme reverberacije T_2 za punu salu (220 ljudi), ako je koeficijent apsorpcije za odraslu osobu $A_c = 0.45m^2$.

Rešenje:

Vreme reverberacije se definiše kao vremenski interval u kojem se intenzitet zvuka smanji na milioniti deo od početne vrednosti. Za proračun vremena reverberacije koristi se Sabinov obrazac po kojem je:

$$T = 0.163 \frac{V}{A'}$$

gde je V zapremina prostorije, a veličina A predstavlja ekvivalentnu površinu apsorpcije. Pošto su u prostoriji korišćeni različiti materijali sa različitim površinama, ekvivalentna površina apsorpcije računa se pomoću izraza:

$$A = \sum_i \alpha_i S_i$$

Zamenom zadatih vrednosti u prethodni izraz dobija se:

$$A_1 = \alpha_p ab + \alpha_z(2ac + 2bc + ab - 2S_v) + 2\alpha_v S_v + nA_s = 123.4m^2.$$

Vreme reverberacije za praznu salu određujemo zamenom poslednjeg izraza u Sabinov obrazac, što dovodi do:

$$T_1 = 0.163 \frac{abc}{A_1} = 3.81s.$$

U sali sa posetiocima ekvivalentna površina se povećava, tako da je novo vreme reverberacije:

$$T_2 = 0.163 \frac{V}{A_2} = 0.163 \frac{abc}{A_1 + nA_C} = 2.11s.$$