

1)

Uma partícula de 200 g está presa a uma mola de constante elástica $k = 5 \text{ N/m}$ e pode oscilar livremente sobre uma superfície horizontal sem atrito. Se a massa for deslocada de 5 cm da sua posição de equilíbrio determine:

- (a) O período do seu movimento;
- (b) A máxima velocidade da partícula;
- (c) A máxima aceleração da partícula.
- (d) Expresse o deslocamento, a velocidade e a aceleração da partícula como função do tempo (SI).
- (e) Qual é a energia total do sistema?

R.: (a) $T = 0,4\pi \text{ s}$; (b) $v_{\text{máx}} = 0,25 \text{ m/s}$; (c) $a_{\text{máx}} = 1,25 \text{ m/s}^2$.

(d) $x(t) = 0,05 \cos(5t)$; $v(t) = -0,25 \sin(5t)$; $a(t) = -1,25 \cos(5t)$.

(e) $E = 62,5 \times 10^{-4} \text{ J}$.

2)

Um pêndulo simples é formado por uma massa de 12 kg, suspensa no teto por um fio ideal de comprimento $L = 2,5 \text{ m}$. O pêndulo está inicialmente parado quando, em $t = 1 \text{ s}$, a massa recebe um impulso lateral, que lhe confere uma velocidade de 1 cm/s. Escreva a equação diferencial que descreve o movimento, na aproximação de pequenas oscilações. Determine a posição angular $\theta(t)$, onde θ é o ângulo que o fio faz com a direção vertical. Sugestão: utilize $\theta(t) = \theta_0 \sin(\omega t + \varphi)$.

R.: $\theta(t) = 0,002 \sin(2t - 2)$.

3)

Um oscilador, com massa de 50 g e período 2,0 s, tem uma amplitude que decresce 5% em cada ciclo. Determine:

- (a) A constante de amortecimento;
- (b) A fração da energia dissipada em cada ciclo;
- (c) O tempo necessário para que a amplitude de oscilação caia à metade do valor inicial.

R: (a) $\rho = 2,565 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$; (b) $\frac{\Delta E}{E} = 0,95$; (c) $t \cong 27 \text{ s}$

4)

Um corpo de massa $m = 50 \text{ kg}$ está preso a uma mola horizontal de constante elástica $k = 1,125 \times 10^4 \text{ N/m}$. Uma força harmônica, de amplitude $F_{\text{máx}} = 45 \text{ N}$, atua sobre o corpo ao longo da direção horizontal. Considerando-se a existência de atrito viscoso com o coeficiente $\rho = 100,0 \text{ N} \cdot \text{s/m}$, determine para o regime estacionário:

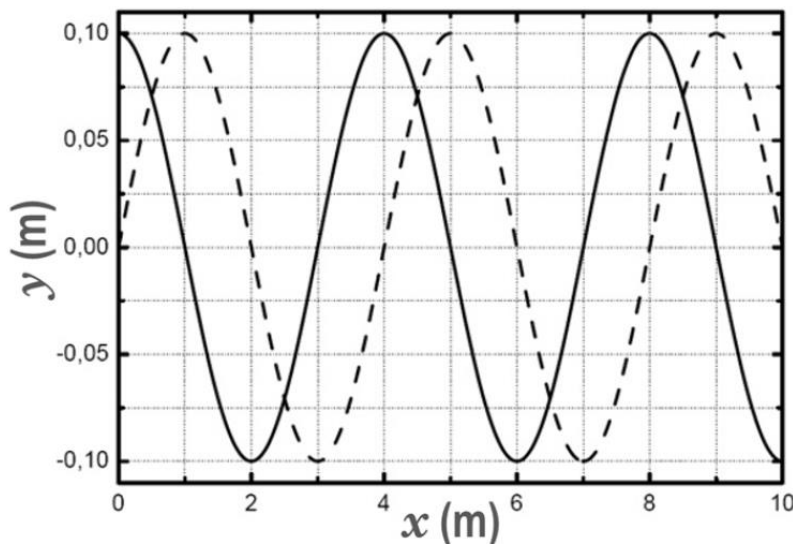
- (a) A frequência de ressonância;
- (b) A amplitude máxima de ressonância;
- (c) A defasagem entre o máximo da força harmônica e o máximo da amplitude.

R: (a) $\omega = \omega_0 = 15 \text{ m/s}$ (b) $A = 0,03 \text{ m}$ (c) $\delta = \frac{\pi}{2}$

5)

A figura abaixo mostra duas fotografias, tiradas em instantes de tempo diferentes, de uma corda na qual se propaga, no sentido positivo do eixo x , uma onda harmônica transversal $y(x, t)$. A primeira fotografia (linha cheia) foi tirada no instante de tempo $t = 0$ e a segunda fotografia (linha tracejada) no instante $t = 0,50 \text{ s}$.

- (a) Determine a velocidade v de propagação da onda na corda;



- (b) Determine a amplitude, o número de onda, a frequência angular e a constante de fase, escrevendo a equação do perfil de onda $y(x, t)$;
- (c) Determine a velocidade transversal máxima ($v_{y,\text{máx}}$), de um ponto da corda.

R.: (a) $v = 2 \text{ m/s}$; (b) $A = 0,1 \text{ m}$, $k = 0,5\pi \text{ m}^{-1}$, $\omega = \pi \text{ s}^{-1}$, $\delta = 0$,
 $y(x, t) = 0,1 \cos \left[\frac{\pi}{2} x - \pi t \right] \text{ m}$; (c) $v_{y,\text{máx}} = 0,1\pi \text{ m/s}$.

6)

Uma onda estacionária resulta da soma de duas ondas transversais progressivas dadas, no SI, por:

$$\begin{cases} y_1(x, t) = 0,05 \cos(\pi x - 4\pi t) \\ y_2(x, t) = 0,05 \cos(\pi x + 4\pi t) \end{cases}$$

- (a) Qual é o menor valor positivo de x que corresponde a um nodo?
(b) Em quais instantes, no intervalo de tempo $0 \leq t \leq 0,5$ s, a partícula em $x = 0$ terá velocidade nula?

R.: (a) $x = 0,5$ m; (b) $t = 0$ s, $t = 0,25$ s e $t = 0,5$ s.

7)

Uma corda que está presa em suas extremidades em $x = 0$ e $x = L$, submetida a uma tensão de 96 N, oscila no terceiro harmônico de uma onda estacionária. O deslocamento transversal da corda é dado, no SI, por:

$$y(x, t) = 5 \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right) \sin(6\pi t) .$$

- (a) Qual é o comprimento L da corda?
(b) Qual é a massa da corda?
(c) Calcule a velocidade transversal máxima de um ponto situado sobre um ventre da onda;
(d) Se a corda oscilar no quinto harmônico, qual será o período de oscilação?

R.: (a) $L = 6$ m; (b) $m = 4,0$ kg; (c) $v_{y,máx} = 30\pi$ m/s; (d) $\tau_5 = 0,2$ s.

8)

Um trem se desloca com velocidade igual a 25 m/s e o ar está calmo. A frequência da nota do apito do trem é igual a 400 Hz, emitida no centro do mesmo. Considere a velocidade do som no referencial de repouso da atmosfera como sendo 340 m/s. Qual é o comprimento de onda das ondas sonoras:

(a) Na parte dianteira do trem?

(b) Na parte traseira do trem?

Qual é a frequência do som que um ouvinte, parado em uma estação de trem, escuta quando ele:

(c) Vê o trem se aproximando?

(d) Vê o trem se afastando?

R.: (a) $\lambda = 0,79 \text{ m}$; (b) $\lambda = 0,91 \text{ m}$; (c) $\nu = 431,7 \text{ Hz}$;
(d) $\nu = 372,6 \text{ Hz}$.

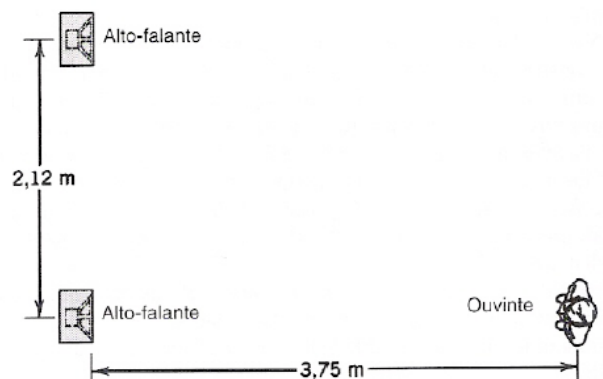
9)

[RHK4-20.31] Dois alto-falantes estéreos estão separados por uma distância de 2,12 m. Suponha que a amplitude do som proveniente de cada um deles seja aproximadamente a mesma na posição do ouvinte, que está a 3,75 m, diretamente à frente de um dos alto-falantes; veja a figura.

(a) Para que frequências, na região audível, (20–20.000 Hz), haverá um sinal mínimo?

(b) Para que frequências o som será máximo?

(a) $n = 307 \text{ n Hz}$, $n = 1,3,...,65$; b) $n = 615 \text{ n Hz}$, $n = 1,2,...,32$.



10)

[RHK4-20.19] O som, com frequência de 2,09 kHz, emitido por um alto-falante, tem intensidade de $962 \mu\text{W}/\text{m}^2$ à distância de 6,11 m. Suponha que não haja reflexões e que a emissão do som seja isotrópica. (a) Qual é a intensidade à distância de 28,5 m do alto-falante? (b) Encontre a amplitude do deslocamento a 6,11 m. (c) Calcule a amplitude de pressão à mesma distância.

(a) $44,2 \mu\text{W}/\text{m}^2$; (b) 164 nm ; (c) 894 mPa .