

Lista de Exercício do Capítulo 16

Perguntas

1 A Fig. 16-26a mostra um instantâneo de uma onda que se propaga no sentido positivo de x em uma corda sob tensão. Quatro elementos da corda estão indicados por letras. Para cada um desses elementos determine se, no momento do instantâneo, o elemento está se movendo para cima, para baixo ou está momentaneamente em repouso. (Sugestão: Imagine a onda passando pelos quatro elementos da corda como se estivesse assistindo a um vídeo do movimento da onda.)

A Fig. 16-26b mostra o deslocamento em função do tempo de um elemento da corda situado, digamos, em $x = 0$. Nos instantes indicados por letras o elemento está se movendo para cima, para baixo ou está momentaneamente em repouso?

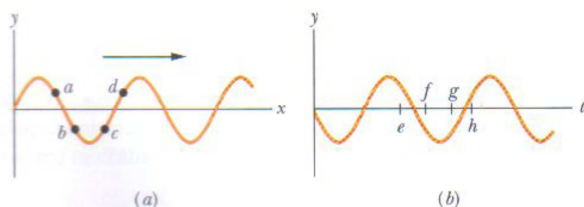


FIG. 16-26 Pergunta 1.

3 As quatro ondas a seguir são produzidas em quatro cordas com a mesma massa específica linear (x está em metros e t em segundos). Ordene as ondas de acordo (a) com a velocidade, (b) com a tensão na corda, em ordem decrescente:

$$(1) y_1 = (3 \text{ mm}) \sin(x - 3t), \quad (3) y_3 = (1 \text{ mm}) \sin(4x - t), \\ (2) y_2 = (6 \text{ mm}) \sin(2x - t), \quad (4) y_4 = (2 \text{ mm}) \sin(x - 2t).$$

4 Na Fig. 16-28 a onda 1 é formada por um pulso retangular com 4 unidades de altura e largura d e um vale retangular com 2 unidades de profundidade e largura d . A onda se propaga para a direita ao longo de um eixo x . As opções 2, 3 e 4 são ondas semelhantes, com a mesma altura, profundidade e largura, que se propagam para a esquerda no mesmo eixo, passando pela onda 1. A onda 1, que se propaga para a direita, e uma das ondas que se propagam para a esquerda interferem ao passar uma pela outra. Com qual das ondas que se propagam para a esquerda a interferência produz, momentaneamente, (a) o vale mais profundo, (b) uma linha reta e (c) um pulso retangular com $2d$ de largura?

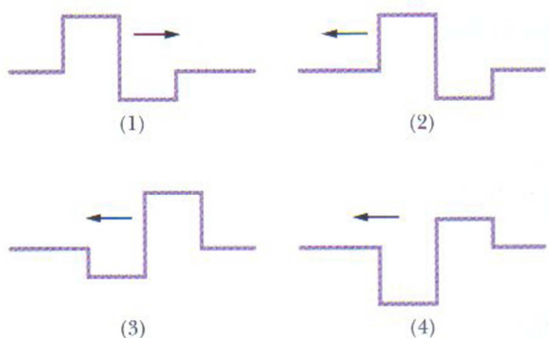


FIG. 16-28 Pergunta 4.

5 Uma onda senoidal é produzida em uma corda sob tensão transportando energia a uma taxa média $P_{\text{méd},1}$. Duas ondas, iguais à primeira, são em seguida produzidas na corda com uma diferença de fase ϕ de 0; 0,2, ou 0,5 comprimento de onda. (a) Apenas com cálculos mentais, ordene essas opções de ϕ de acordo com a taxa média com a qual as ondas transportam energia, em ordem decrescente. (b) Para a primeira opção de ϕ , qual é a taxa média em termos de $P_{\text{méd},1}$?

6 As amplitudes e as diferenças de fase para quatro pares de ondas com o mesmo comprimento de onda são (a) 2 mm, 6 mm e π rad; (b) 3 mm, 5 mm e π rad; (c) 7 mm, 9 mm e π rad; (d) 2 mm, 2 mm e 0 rad. Todos os pares se propagam no mesmo sentido na mesma corda. Sem executar cálculos, ordene os quatro pares de acordo com a amplitude da onda resultante em ordem decrescente. (Sugestão: Construa diagramas fasoriais.)

6 As amplitudes e as diferenças de fase para quatro pares de ondas com o mesmo comprimento de onda são (a) 2 mm, 6 mm e π rad; (b) 3 mm, 5 mm e π rad; (c) 7 mm, 9 mm e π rad; (d) 2 mm, 2 mm e 0 rad. Todos os pares se propagam no mesmo sentido na mesma corda. Sem executar cálculos, ordene os quatro pares de acordo com a amplitude da onda resultante em ordem decrescente. (Sugestão: Construa diagramas fasoriais.)

11 Duas cordas A e B possuem o mesmo comprimento e a mesma massa específica linear, mas a corda B está submetida a uma tensão maior que a corda A. A Fig. 16-30 mostra quatro situações, de (a) a (d), nas quais existem ondas estacionárias nas duas cordas. Em que situações existe a possibilidade de que as cordas A e B estejam oscilando com a mesma frequência de ressonância?

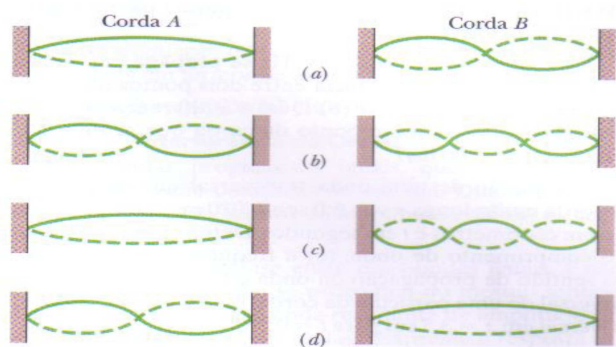


FIG. 16-30 Pergunta 11.

Problemas

•1 Uma onda possui uma frequência angular de 110 rad/s e um comprimento de onda de 1,80 m. Calcule (a) o número de onda e (b) a velocidade da onda.

•3 Uma onda senoidal se propaga em uma corda. O tempo necessário para que um certo ponto da corda se mova do deslocamento máximo até zero é 0,170 s. Quais são (a) o período e (b) a frequência da onda? (c) O comprimento de onda é 1,40 m; qual é a velocidade da onda?

•5 Se $y(x, t) = (6,0 \text{ mm}) \sin(kx + (600 \text{ rad/s})t + \phi)$ descreve uma onda que se propaga em uma corda, quanto tempo um ponto da corda leva para se mover entre os deslocamentos $y = +2,0 \text{ mm}$ e $y = -2,0 \text{ mm}$?

••7 Uma onda senoidal de 500 Hz se propaga em uma corda a 350 m/s. (a) Qual é a distância entre dois pontos da corda cuja diferença de fase é $\pi/3$ rad? (b) Qual é a diferença de fase entre dois deslocamentos de um ponto da corda que acontecem com um intervalo de 1,00 ms?

••11 Uma onda senoidal que se propaga em uma corda é mostrada duas vezes na Fig. 16-34, antes e depois que o pico A se desloque de 6,0 cm no sentido positivo de um eixo x em 4,0 ms. A distância entre as marcas do eixo horizontal é 10 cm; $H = 6,0 \text{ mm}$. Se a equação da onda é da forma $y(x, t) = y_m \sin(kx \pm \omega t)$, determine (a) y_m , (b) k , (c) ω e (d) o sinal que precede ω .

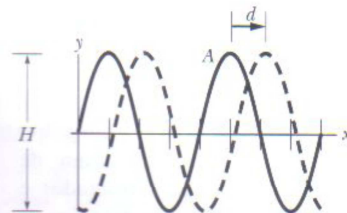


FIG. 16-34 Problema 11.

•15 Qual é a velocidade de uma onda transversal em uma corda de 2,00 m de comprimento e 60,0 g de massa sujeita a uma tensão de 500 N?

•19 A massa específica linear de uma corda é $1,6 \times 10^{-4}$ kg/m. Uma onda transversal na corda é descrita pela equação

$$y = (0,021 \text{ m}) \sin[(2,0 \text{ m}^{-1})x + (30 \text{ s}^{-1})t].$$

Quais são (a) a velocidade da onda e (b) a tensão da corda?

••21 Uma onda transversal senoidal se propaga em uma corda no sentido negativo de um eixo x . A Fig. 16-37 mostra um gráfico do deslocamento em função da posição no instante $t = 0$; a escala do eixo y é definida por $y_s = 4,0$ cm. A tensão da corda é 3,6 N e a massa específica linear é 25 g/m. Determine (a) a amplitude, (b) o comprimento de onda, (c) a velocidade da onda e (d) o período da onda. (e) Determine a velocidade transversal máxima de uma partícula da corda. Se a onda é da forma $y(x, t) = y_m \sin(kx \pm \omega t + \phi)$, determine (f) k , (g) ω , (h) ϕ e (i) o sinal que precede ω .

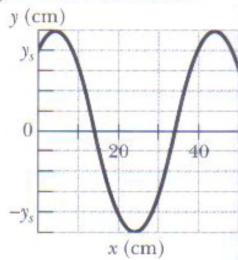


FIG. 16-37 Problema 21.

••25 Uma corda uniforme de massa m e comprimento L está pendurada em um teto. (a) Mostre que a velocidade de uma onda transversal na corda é função de y , a distância da extremidade inferior, e é dada por $v = \sqrt{gy}$. (b) Mostre que o tempo que uma onda transversal leva para atravessar a corda é dado por $t = 2\sqrt{L/g}$.

•31 Duas ondas progressivas iguais, que se propagam no mesmo sentido, estão defasadas de $\pi/2$ rad. Qual é a amplitude da onda resultante em termos da amplitude comum y_m das duas ondas?

••33 Duas ondas senoidais com a mesma amplitude de 9,00 mm e o mesmo comprimento de onda se propagam em uma corda que está esticada ao longo de um eixo x . A onda resultante é mostrada duas vezes na Fig. 16-40, antes e depois que o vale A se desloque de uma distância $d = 56,0$ cm em 8,0 ms. A distância entre as marcas do eixo horizontal é 10 cm; $H = 8,0$ mm. Suponha que a equação de uma das ondas é da forma $y(x, t) = y_m \sin(kx \pm \omega t + \phi_1)$, onde $\phi_1 = 0$ e é preciso determinar o sinal que precede ω . Na equação da outra onda, determine (a) y_m , (b) k , (c) ω , (d) ϕ_2 e (e) o sinal que precede ω .

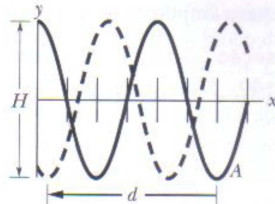


FIG. 16-40 Problema 33.

•41 Quais são (a) a menor frequência, (b) a segunda menor frequência mais baixa e (c) a terceira menor frequência das ondas estacionárias em um fio com 10,0 m de comprimento, 100 g de massa e uma tensão de 250 N?

•45 Uma corda de violão de náilon tem uma massa específica linear de 7,20 g/m e está sujeita a uma tensão de 150 N. Os suportes fixos estão separados por uma distância $D = 90,0$ cm. A corda está oscilando da forma mostrada na Fig. 16-41. Calcule (a) a velocidade, (b) o comprimento de onda e (c) a frequência das ondas progressivas cuja superposição produz a onda estacionária.

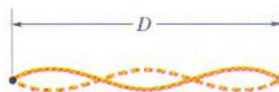


FIG. 16-41 Problema 45.

••51 Uma corda oscila de acordo com a equação

$$y' = (0,50 \text{ cm}) \sin\left[\left(\frac{\pi}{3} \text{ cm}^{-1}\right)x\right] \cos[(40\pi \text{ s}^{-1})t].$$

Quais são (a) a amplitude e (b) a velocidade das duas ondas (iguais, exceto pelo sentido de propagação) cuja superposição produz esta oscilação? (c) Qual é a distância entre os nós? (d) Qual é a velocidade transversal de uma partícula da corda no ponto $x = 1,5$ cm para $t = 9/8$ s?

••57 As duas ondas a seguir se propagam em sentidos opostos em uma corda horizontal, criando uma onda estacionária em um plano vertical:

$$y_1(x, t) = (6,00 \text{ mm}) \sin(4,00\pi x - 400\pi t)$$

$$y_2(x, t) = (6,00 \text{ mm}) \sin[(4,00\pi x + 400\pi t),$$

onde x está em metros e t em segundos. Um antinó está localizado no ponto A. No intervalo de tempo que este ponto leva para passar da posição de deslocamento máximo para cima para a posição de deslocamento máximo para baixo, qual é o deslocamento de cada onda ao longo da corda?

71 Uma onda senoidal transversal que se propaga no sentido negativo de um eixo x tem uma amplitude de 1,00 cm, uma frequência de 550 Hz e uma velocidade de 330 m/s. Se a equação da onda é da forma $y(x, t) = y_m \sin(kx \pm \omega t)$, determine (a) y_m , (b) ω , (c) k e (d) o sinal que precede ω .

75 Uma corda de 120 cm de comprimento está esticada entre dois suportes fixos. Quais são (a) o maior, (b) o segundo maior e (c) o terceiro maior comprimento de onda das ondas que se propagam na corda para produzir ondas estacionárias? (d) Esboce essas ondas estacionárias.