

Lista de Exercício do Capítulo 17

Perguntas

2 Na Fig. 17-26, duas fontes pontuais S_1 e S_2 , que estão em fase, emitem ondas sonoras iguais de comprimento de onda 2,0 m. Em termos de comprimentos de onda, qual é a diferença de fase entre as ondas que chegam ao ponto P se (a) $L_1 = 38$ m e $L_2 = 34$ m, (b) $L_1 = 39$ m e $L_2 = 36$ m? (c) Supondo que a distância entre as fontes é muito menor que L_1 e L_2 , que tipo de interferência ocorre em P nas situações (a) e (b)?

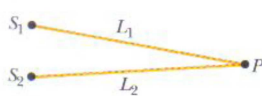


FIG. 17-26 Pergunta 2.

3 Em um primeiro experimento, uma onda sonora senoidal é produzida em um tubo longo de ar, transportando energia a uma taxa média $P_{\text{méd},1}$. Em um segundo experimento, duas ondas sonoras iguais à primeira são produzidas simultaneamente no tubo com uma diferença de fase ϕ de 0; 0,2 ou 0,5 comprimento de onda. (a) Sem fazer cálculos no papel, ordene esses valores de ϕ de acordo com a taxa média com a qual as ondas transportam energia, em ordem decrescente. (b) Para o primeiro valor de ϕ , qual é a taxa média em termos de $P_{\text{méd},1}$?

4 O tubo A tem comprimento L e uma extremidade aberta. O tubo B tem comprimento $2L$ e as duas extremidades abertas. Quais harmônicos do tubo B têm frequências iguais às frequências de ressonância do tubo A ?

5 Quatro das seis frequências dos harmônicos abaixo de 1000 Hz de um certo tubo são 300, 600, 750 e 900 Hz. Quais são as duas frequências que estão faltando nesta lista?

6 O sexto harmônico é gerado em um tubo. (a) Quantas extremidades abertas o tubo possui (ele possui pelo menos uma)? (b) No ponto médio do tubo existe um nó, um antinó ou um estado intermediário?

9 A Fig. 17-29 mostra uma fonte S em movimento que emite sons com uma certa frequência e quatro detectores de som estacionários. Ordene os detectores de acordo com a frequência do som que detectam, da maior para a menor.

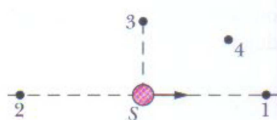


FIG. 17-29 Pergunta 9.

10 Uma pessoa fica na borda de três carrinhos, um de cada vez, segurando uma fonte que emite isotropicamente sons de uma certa frequência. A frequência que outra pessoa ouve a uma certa distância dos carrinhos varia com o tempo por causa da rotação dos carrinhos. A variação da frequência para os três carrinhos está plotada em função do tempo da Fig. 17-30. Ordene as curvas de acordo (a) com a velocidade linear v da fonte sonora, (b) com a velocidade angular ω do carrinho e (c) com o raio r do carrinho, em ordem decrescente.

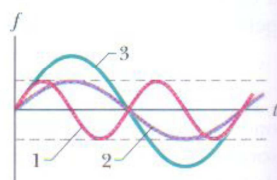


FIG. 17-30 Pergunta 10.

••7 Os terremotos geram ondas sonoras no interior da Terra. Ao contrário de um gás, a Terra pode transmitir tanto ondas sonoras transversais (S) como ondas sonoras longitudinais (P). A velocidade das ondas S é da ordem de 4,5 km/s e a das ondas P é da ordem de 8,0 km/s. Um sismógrafo registra as ondas P e S de um terremoto. As primeiras ondas P chegam 3,0 min antes das primeiras ondas S. Se as ondas se propagaram em linha reta, a que distância ocorreu o terremoto?

•9 Um aparelho de ultra-som, com uma frequência de 4,50 MHz, é usado para examinar tumores em tecidos moles. (a) Qual é o comprimento de onda no ar das ondas sonoras produzidas pelo aparelho? (b) Se a velocidade do som no tecido é 1500 m/s, qual é o comprimento de onda no tecido das ondas produzidas pelo aparelho?

•11 Se a forma de uma onda sonora que se propaga no ar é

$$s(x, t) = (6,0 \text{ nm}) \cos(kx + (3000 \text{ rad/s})t + \phi),$$

quanto tempo uma molécula de ar no caminho da onda leva para se mover entre os deslocamentos $s = 2,0$ nm e $s = -2,0$ nm?

••13 O som de bater de palmas em um anfiteatro produz ondas que são espalhadas por degraus de largura $w = 0,75$ m (Fig. 17-32). O som retorna ao palco como uma série regular de pulsos, que soa como uma nota musical. (a) Supondo que todos os raios na Fig. 17-32 são horizontais, determine a frequência com a qual os pulsos chegam ao palco (ou seja, a frequência da nota ouvida por alguém que se encontra no palco). (b) Se a largura w dos degraus fosse menor, a frequência seria maior ou menor?

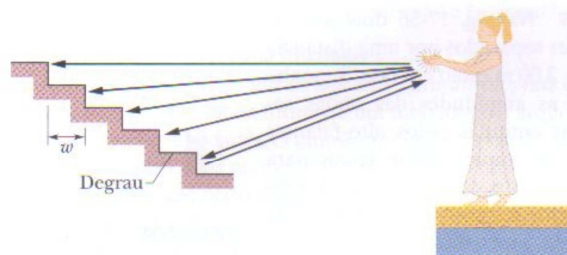


FIG. 17-32 Problema 13.

••15 Uma onda sonora da forma $s = s_m \cos(kx - \omega t + \phi)$ se propaga a 343 m/s no ar em um tubo horizontal longo. Em um certo instante a molécula A do ar, situada no ponto $x = 2,000$ m, está com o deslocamento máximo positivo de 6,00 nm e a molécula B , situada em $x = 2,070$ m, está com um deslocamento positivo de 2,00 nm. Todas as moléculas entre A e B estão com deslocamentos intermediários. Qual é a frequência da onda?

••17 A Fig. 17-34 mostra duas fontes sonoras pontuais isotrópicas, S_1 e S_2 . As fontes, que emitem ondas em fase, de comprimento de onda $\lambda = 0,50$ m, estão separadas por uma distância $D = 1,75$ m. Se um detector é deslocado ao longo de uma grande circunferência cujo raio é o ponto médio entre as fontes, em quantos pontos as ondas chegam ao detector (a) exatamente em fase e (b) com fases opostas?

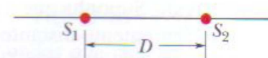


FIG. 17-34 Problemas 17 e 107.

Problemas

•3 Dois espectadores de uma partida de futebol, no estádio de Montjuic, vêem e depois ouvem uma bola ser chutada no campo. O tempo de retardo para o espectador A é 0,23 s e para o espectador B é 0,12 s. As linhas de visada dos dois espectadores até o jogador que chutou a bola fazem um ângulo de 90° . A que distância do jogador estão (a) o espectador A e (b) o espectador B ? (c) Qual é a distância entre os dois espectadores?

••5 Uma pedra é jogada em um poço. O som produzido pela pedra ao se chocar com a água é ouvido 3,00 s depois. Qual é a profundidade do poço?

••19 Na Fig. 17-36 dois alto-falantes separados por uma distância $d_1 = 2,00$ m estão em fase. Suponha que as amplitudes das ondas sonoras emitidas pelos alto-falantes são aproximadamente iguais para um ouvinte que se encontra diretamente à frente do alto-falante da direita, a uma distância $d_2 = 3,75$ m.

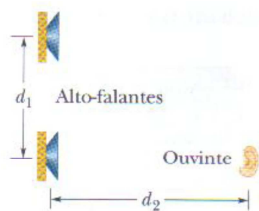


FIG. 17-36 Problema 19.

Considere toda a faixa de audição de um ser humano normal, 20 Hz a 20 kHz. (a) Qual é a menor frequência, $f_{\min,1}$, para a qual a intensidade do som é mínima (interferência destrutiva) na posição do ouvinte? Por que número a frequência $f_{\min,1}$ deve ser multiplicada para se obter (b) a segunda menor frequência, $f_{\min,2}$, para a qual a intensidade do som é mínima, e (c) a terceira menor frequência, $f_{\min,3}$, para a qual a intensidade do som é mínima? (d) Qual é a menor frequência, $f_{\max,1}$, para a qual a intensidade do som é máxima (interferência construtiva) na posição do ouvinte? Por qual número $f_{\max,1}$ deve ser multiplicada para se obter (e) a segunda menor frequência, $f_{\max,2}$, para a qual a intensidade do som é máxima, e (c) a terceira menor frequência, $f_{\max,3}$, para a qual a intensidade do som é máxima?

•••23 A Fig. 17-39 mostra duas fontes pontuais S_1 e S_2 que emitem sons de comprimento de onda $\lambda = 2,00$ m. As emissões são isotrópicas e em fase; a distância entre as fontes é $d = 16,0$ m. Em qualquer ponto P sobre o eixo x as ondas produzidas por S_1 e S_2 interferem. Se P está muito distante ($x \approx \infty$), qual é (a) a diferença de fase entre as ondas produzidas por S_1 e S_2 e (b) o tipo de interferência que elas produzem? Suponha que o ponto P é deslocado ao longo do eixo x em direção a S_1 . (c) A diferença de fase entre as ondas aumenta ou diminui? A que distância x da origem as ondas possuem uma diferença de fase de (d) $0,50\lambda$, (e) $1,00\lambda$ e (f) $1,50\lambda$?

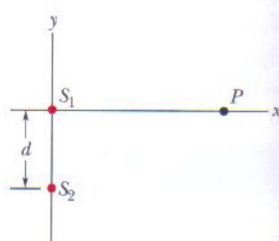


FIG. 17-39 Problema 23.

•25 Uma fonte emite ondas sonoras isotropicamente. A intensidade das ondas a $2,50$ m da fonte é $1,91 \times 10^{-4}$ W/m². Supondo que a energia da onda é conservada, determine a potência da fonte.

•26 A diferença entre os níveis sonoros de dois sons é $1,00$ dB. Qual é a razão entre a intensidade maior e a intensidade menor?

•27 Uma onda sonora com uma frequência de 300 Hz tem uma intensidade de $1,00$ μ W/m². Qual é a amplitude das oscilações do ar causadas por esta onda?

•31 O macho da rã-touro, *Rana catesbeiana*, é conhecido pelos ruidosos gritos de acasalamento. O som não é emitido pela boca da rã, mas pelos tímpanos. Surpreendentemente, o mecanismo nada tem a ver com o papo inflado da rã. Se o som emitido possui uma frequência de 260 Hz e um nível sonoro de 85 dB (perto dos tímpanos), qual é a amplitude da oscilação dos tímpanos? A massa específica do ar é $1,21$ kg/m³.

•••37 Uma fonte produz uma onda sonora senoidal de frequência angular 3000 rad/s e amplitude $12,0$ nm em um tubo com ar. O raio interno do tubo é $2,00$ cm. (a) Qual é a taxa média com a qual a energia (soma das energias cinética e potencial) é transportada para a extremidade oposta do tubo? (b) Se, ao mesmo tempo, uma onda igual se propaga em um tubo vizinho idêntico, qual é a taxa média total com a qual a energia é transportada pelas ondas para a extremidade oposta dos tubos? Se, em vez disso, essas duas ondas são produzidas simultaneamente no mesmo tubo, qual é a taxa média total com a qual a energia é transportada quando a diferença de fase entre as ondas é (c) 0 , (d) $0,40\pi$ rad e (e) π rad?

•39 Uma corda de violino com $15,0$ cm de comprimento e as duas extremidades fixas oscila no modo $n = 1$. A velocidade das ondas na corda é 250 m/s e a velocidade do som no ar é 348 m/s. Quais são (a) a frequência e (b) o comprimento de onda da onda sonora emitida?

•41 No tubo A, a razão entre a frequência de um certo harmônico e a frequência do harmônico precedente é $1,2$. No tubo B, a razão entre a frequência de um certo harmônico e a frequência do harmônico precedente é $1,4$. Quantas extremidades abertas existem (a) no tubo A e (b) no tubo B?

•45 Na Fig. 17-41, S é um pequeno alto-falante alimentado por um oscilador de áudio com uma frequência que varia de 1000 Hz a 2000 Hz, e D é um tubo cilíndrico com $45,7$ cm de comprimento e as duas extremidades abertas. A velocidade do som no ar do interior do tubo é 344 m/s. (a) Para quantas frequências o som do alto-falante produz ressonância no tubo? Quais são (b) a menor e (c) a segunda menor frequência de ressonância?

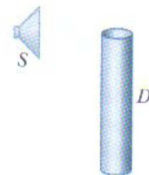


FIG. 17-41 Problema 45.

••47 Uma corda de violino de $30,0$ cm de comprimento com uma massa específica linear de $0,650$ g/m é colocada perto de um alto-falante alimentado por um oscilador de áudio de frequência variável. Observa-se que a corda entra em oscilação apenas nas frequências de 880 Hz e 1320 Hz, quando a frequência do oscilador de áudio varia no intervalo de 500 a 1500 Hz. Qual é a tensão da corda?

•51 A corda lá de um violino está esticada demais. São ouvidos $4,00$ batimentos por segundo quando a corda é tocada junto com um diapasão que oscila exatamente na frequência do lá de concerto (440 Hz). Qual é o período de oscilação da corda do violino?

••53 Duas cordas de piano iguais têm uma frequência fundamental de 600 Hz quando são submetidas a uma mesma tensão. Que aumento relativo da tensão de uma das cordas faz com que haja $6,0$ batimentos por segundo quando as duas cordas oscilam simultaneamente?

•55 Um guarda rodoviário persegue um carro que excedeu o limite de velocidade em um trecho reto de uma rodovia; os dois carros estão a 160 km/h. A sirene do carro de polícia produz um som com uma frequência de 500 Hz. Qual é o deslocamento Doppler da frequência ouvida pelo motorista infrator?

••59 Um alarme acústico contra roubo utiliza uma fonte que emite ondas com uma frequência de $28,0$ kHz. Qual é a frequência de batimento entre as ondas da fonte e as ondas refletidas em um intruso que caminha com uma velocidade média de $0,950$ m/s afastando-se em linha reta do alarme?

••61 Na Fig. 17-42, um submarino francês e um submarino americano se movem um em direção ao outro durante manobra em águas paradas no Atlântico Norte. O submarino francês se move com velocidade $v_F = 50,0$ km/h e o submarino americano com velocidade $v_A = 70,0$ km/h. O submarino francês envia um sinal de sonar (onda sonora na água) de $1,000 \times 10^3$ Hz. As ondas de sonar se propagam a 5470 km/h. (a) Qual é a frequência do sinal detectado pelo submarino americano? (b) Qual é a frequência do eco do submarino americano detectado pelo submarino francês?

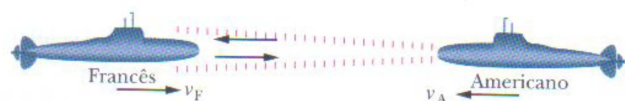


FIG. 17-42 Problema 61.

71 Na Fig. 17-44, um som de comprimento de onda $0,850 \text{ m}$ é emitido isotropicamente por uma fonte pontual S . O raio de som 1 se propaga diretamente para o detector D , situado a uma distância $L = 10,0 \text{ m}$. O raio de som 2 chega a D após ser refletido em uma superfície plana. Essa reflexão ocorre sobre a mediatriz do segmento de reta SD , a uma distância d do raio 1. Suponha que a reflexão desloca a fase da onda sonora de $0,500\lambda$. Qual é o menor valor de d (diferente de zero) para o qual o som direto e o som refletido chegam a D (a) em oposição de fase e (b) em fase?

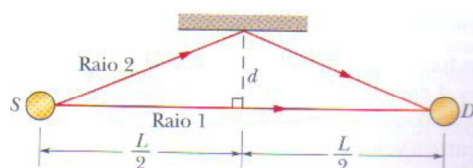


FIG. 17-44 Problema 71.

79 Um sistema de alto-falantes emite sons isotropicamente com uma frequência de 2000 Hz e uma intensidade de $0,960 \text{ mW/m}^2$ a uma distância de $6,10 \text{ m}$. Suponha que não existem reflexões. (a) Qual é a intensidade a $30,0 \text{ m}$? A $6,10 \text{ m}$, quais são (b) a amplitude do deslocamento e (c) a amplitude de pressão do som?