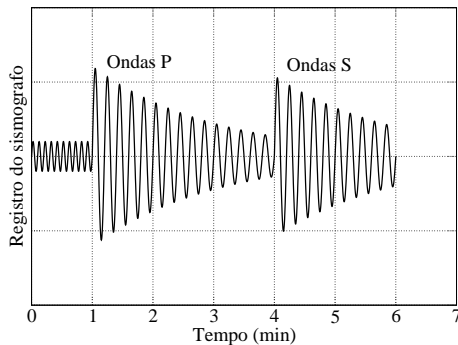
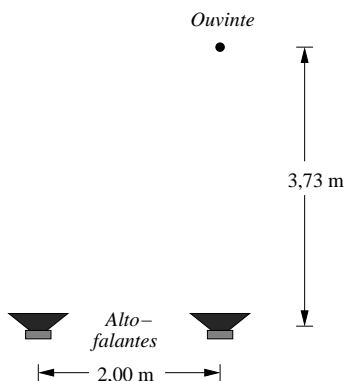


Lista de problemas baseada em “Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica”, Halliday, Resnick, Walker, 4ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.

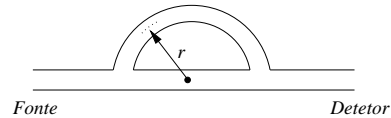
1. Uma coluna de soldados, marchando a 120 passos por minuto, segue a música da banda à frente do pelotão. Observa-se que os soldados atrás da coluna avançam com o pé esquerdo, enquanto os músicos da banda avançam com o pé direito. Qual o tamanho da coluna, aproximadamente?
2. A velocidade do som em um certo metal é V . Numa extremidade de uma longa barra deste metal, de comprimento L , produz-se um som. Um ouvinte do outro lado da barra ouve dois sons, um da onda que propaga-se pelo metal e outro da que propaga-se pelo ar. (a) Se v é a velocidade do som no ar, que intervalo de tempo t ocorre entre os dois sons? (b) Supondo que $t = 1,0$ s, e que o metal é o aço, encontre o comprimento L .
3. Terremotos geram ondas sonoras na Terra. Ao contrário do que ocorre num gás, num sólido podem ser geradas ondas longitudinais (P) e transversais (S). A velocidade das ondas S é, aproximadamente, $4,5 \text{ km/s}$ e das ondas P, $8,0 \text{ km/s}$, em média. Um sismógrafo registra ondas S e P de um terremoto. As primeiras ondas P aparecem $3,0$ min antes das primeiras ondas S. Supondo que as ondas viajaram em linha reta, a que distância ocorreu o terremoto?



4. A frequência audível normal está entre 20 Hz e 20 kHz. Quais são os comprimentos de onda das ondas sonoras a estas frequências?
5. Na figura, dois alto-falantes, separados por uma distância de $2,0$ m, estão em fase. A amplitude dos dois sons na posição do ouvinte que está a $3,75$ m diretamente na frente de um dos alto-falantes é, aproximadamente, a mesma. (a) Para quais frequências audíveis (20-20000 Hz) existe um sinal mínimo? Para quais frequências o som fica no máximo?



6. Uma onda sonora de comprimento de onda de $40,0$ cm entra no tubo mostrado na figura. Qual deve ser o menor raio r , de modo que um mínimo seja registrado pelo detetor?

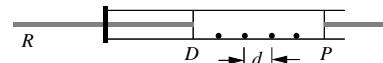


7. Um certo nível de som é aumentado de 30 dB. Por qual fator são ampliadas (a) sua intensidade e (b) sua amplitude?
8. Uma fonte linear de som (por exemplo, um trem barulhento de comprimento infinito deslocando-se num trilho retilíneo) emite uma onda sonora cilíndrica que se expande. Supondo que o ar não absorve energia, encontre como (a) a intensidade I e (b) a amplitude s_m da onda dependem da distância r , medida perpendicularmente à fonte.
9. Uma onda sonora propaga-se uniformemente em todas as direções, a partir de uma fonte pontual. (a) Justifique a seguinte expressão para o deslocamento s do meio a qualquer distância r da fonte:

$$s = \frac{Y}{r} \text{sen}[k(r - vt)].$$

Considere a velocidade, a direção de propagação, a periodicidade e a intensidade da onda. (b) Quais as dimensões da constante Y ?

10. À distância de 10 km, uma fonte pontual é ouvida muito baixo. A que distância ela começará a causar dor?
11. Você está parado a uma distância D de uma fonte que emite uniformemente ondas sonoras em todas as direções. Caminha 50 m em direção à fonte e observa que a intensidade das ondas foi multiplicada por um fator dois. Calcule a distância D .
12. Um certo alto-falante (considerado como fonte pontual) emite 30 W de potência de som. Um microfone com uma área efetiva de $0,75 \text{ cm}^2$ está localizado a 200 m do alto-falante. Calcule (a) a intensidade do som no microfone e (b) a potência interceptada pelo microfone.
13. Na figura, um bastão R é fixo pelo seu centro; um disco D , preso a um extremo do bastão, está dentro de um tubo de vidro que tem pedaços de cortiça enfileirados em seu interior. Um êmbolo P é colocado no outro extremo. Fazemos o bastão oscilar, longitudinalmente, à frequência f para produzir ondas sonoras dentro do tubo, e o êmbolo P é ajustado até que uma onda estacionária seja obtida no interior do tubo. Quando isto ocorre, os pedaços de cortiça acumulam-se nas regiões correspondentes aos nós da onda de deslocamento estacionária. Mostre que, se d é a distância média entre os pontos de acumulação, a velocidade de som v no gás, dentro do tubo, é dada por $v = 2fd$. Este é o método de Kundt para determinar a velocidade do som nos gases.



14. Uma corda de violino de 15 cm, presa em ambas extremidades, oscila em seu modo $n = 1$. A velocidade das ondas na

corda é 250 m/s e a velocidade de som no ar é 348 m/s . Qual é (a) a frequência e (b) o comprimento de onda da onda emitida?

15. Uma corda de violino tem 30 cm de comprimento, está fixa nas suas duas extremidades, e tem massa de 2 g. A corda emite uma nota com a frequência de 440 Hz, quando tocada sem colocar o dedo. (a) Onde deve-se colocar o dedo para que a corda passe a emitir uma nota com a frequência de 523 Hz? (b) Qual é a razão entre os comprimentos de onda da onda da corda necessário para gerar as duas notas?

16. Uma corda de violino de 30 cm de comprimento, cuja densidade linear de massa é $0,65 \text{ g/m}$, é colocada próximo a um alto-falante, que está conectado a um gerador de áudio de frequência variável. Descobre-se que a corda oscila somente nas frequências 880 e 1320 Hz quando a frequência do gerador varia entre 500 e 1500 Hz. Qual é a tensão na corda?

17. A corda A de um violino está frouxa. Quatro batimentos por segundo são ouvidos, quando a corda é tocada junto com um diapasão com frequência de 440 Hz. Qual é o período das oscilações da corda do violino?

18. Você tem cinco diapasões que oscilam a diferentes frequências. Usando os diapasões em duplas, qual é (a) o máximo e (b) o mínimo número de diferentes frequências de batimentos que você pode produzir?

19. O ruído de 16000 Hz das turbinas de um avião, deslocando-se a 200 m/s , é ouvido com que frequência pelo piloto de um segundo avião, tentando ultrapassar o primeiro, com uma velocidade de 250 m/s ? Considere que a velocidade do som no ar seja de 330 m/s .

20. Um apito com frequência de 540 Hz move-se numa trajetória circular com raio de 0,6 m e velocidade angular de 15 rad/s . Quais são (a) a menor e (b) a maior frequência ouvidas por um ouvinte a uma grande distância e em repouso, em relação ao centro do círculo?

21. Um avião voa a $5/4$ da velocidade do som. A explosão sônica alcança um homem no solo exatamente 1 min depois do avião ter passado sobre ele. Qual a altitude do avião? Considere a velocidade do som como 330 m/s .

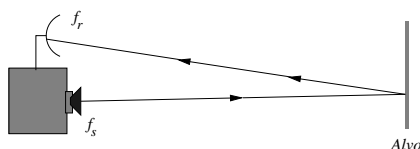
22. Um avião passa exatamente sobre um ponto a uma altura de 5000 m e à velocidade de Mach 1,5. (a) Encontre o ângulo do cone de Mach. (b) Quanto tempo, após o avião ter passado por este ponto, a onda de choque alcança o solo?

23. A figura mostra um transmissor e um receptor de ondas contidos num único instrumento. Ele é usado para medir a velocidade u de um objeto alvo (idealmente, uma superfície lisa) que se move diretamente em direção ao instrumento, analisando as ondas refletidas no alvo. (a) Mostre que a frequência f_r , das ondas refletidas ao receptor, se relaciona com a frequência emitida f_s , por

$$f_r = f_s \frac{v + u}{v - u}$$

onde v é a velocidade das ondas. (b) Em muitas situações, $u \ll v$. Neste caso, mostre que a equação acima torna-se

$$\frac{f_r - f_s}{f_s} = \frac{2u}{v}$$



24. Um detector de movimento, em repouso, envia ondas sonoras de 0,15 MHz na direção de um caminhão que se aproxima com velocidade de 45 m/s . Qual é a frequência das ondas refletidas de volta ao transmissor?

25. Uma pessoa dentro de um vagão numa estrada de ferro toca um trompete a 440 Hz. O vagão move-se em direção a um muro com velocidade de 20 m/s . Calcule (a) a frequência do som recebido no muro e (b) a frequência do som refletido de volta ao vagão.

26. Um submarino francês e um americano movem-se, um em direção ao outro, durante manobras nas águas paradas no Atlântico Norte. A velocidade do submarino francês é 50 km/h e a do americano é 70 km/h . O primeiro manda um sinal de sonar (onda sonora na água) com frequência de 1000 Hz. As ondas propagam-se na água com velocidade de 5470 km/h . (a) Qual é a frequência do sinal detectado pelo submarino americano? (b) Que frequência é detectada pelo submarino francês, do sinal refletido pelo submarino americano?

27. Uma fonte de ondas sonoras de 1200 Hz move-se para a direita 30 m/s em relação ao solo. À sua direita existe uma superfície refletora movendo-se para a esquerda com velocidade de 65 m/s em relação ao solo. Considere a velocidade do som no ar como sendo 330 m/s e calcule: (a) o comprimento de onda do som emitido no ar pela fonte; (b) a frequência da onda que chega à superfície refletora; (c) a velocidade das ondas refletidas e (d) o comprimento de onda das ondas refletidas.

28. Um submarino próximo à superfície da água move-se para o norte à velocidade de 75 km/h numa corrente marinha, que move-se também para o norte com velocidade de 30 km/h . As velocidades são relativas ao fundo do oceano. O submarino emite um sinal de sonar de 1000 Hz e velocidade de propagação de 5470 km/h , que é detectada por um navio que está ao norte do submarino. Qual é a diferença entre a frequência detectada e a frequência emitida, se o navio (a) viaja a favor da corrente a 30 km/h e (b) está parado em relação ao fundo do oceano?

29. Uma sirene de 2000 Hz e um oficial da defesa civil estão em repouso em relação ao solo. Que frequência o oficial ouvirá, se o vento estiver soprando a 12 ms (a) da fonte para o observador e (b) do observador para a fonte?

30. Uma menina está sentada próximo a uma janela aberta de um trem, que está movendo-se com velocidade de 10 m/s para o leste. A tia da menina está próxima aos trilhos, observando o trem partir. O apito da locomotiva emite um som com frequência de 500 Hz. Não há vento. (a) Que frequência a tia da menina ouvirá? (b) Que frequência a menina ouvirá? (c) Com o vento soprando para oeste a 10 m/s , que frequência a tia da menina ouvirá? (d) E a menina?

31. Certos comprimentos de onda, da luz vinda de uma galáxia distante, são 0,4% maiores do que a luz correspondente de fontes terrestres. Qual é a velocidade radial desta galáxia com respeito à Terra? Ela está se aproximando ou se afastando?

32. Um satélite terrestre, transmitindo na frequência de 40 MHz, passa sobre uma estação receptora de rádio a uma altitude de 400 km com velocidade de $3,0 \times 10^4 \text{ km/h}$. Descreva, num gráfico, a mudança de frequência atribuída ao efeito Doppler em função do tempo, colocando $t = 0$ no momento em que o satélite está sobre a estação. (Sugestão: a velocidade u na fórmula do efeito Doppler não é a velocidade real do satélite, mas a sua componente na direção da estação. Não considere a curvatura da Terra e da órbita do satélite.)