Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física
Departamento de Física
FIS01044
UNIDADE I

Lista de Problemas

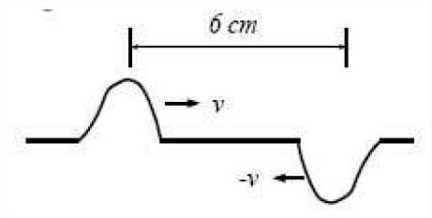
1. Ao remar um barco, um menino produz ondas na superfície da água de um lago anteriormente plácido. Observa, então, que o barco oscila 12 vezes em 20,0 s, cada oscilação produzindo uma elevação máxima de 15,0 cm na superfície da água. Além disso, nota que uma crista de onda qualquer alcança a margem, distante 12,0 m, em 6,00 s. Quais são: (a) o período; (b) a velocidade; (c) o comprimento de onda e (d) a amplitude da onda?
[(a) 1,67 s (b) 2,00 m/s (c) 3,33 m (d) 15,0 cm]

2. Uma onda regressiva numa corda é descrita por $y(x,t) = 2sen\left[2\pi\left(\frac{t}{0{,}40} + \frac{x}{80}\right)\right]$, com x e y expressos em cm e t em s. (a) Para $t = 0$ s trace y como função de x para $0 < x < 160$ cm. (b) Repita a tarefa para $t = 0{,}05$ s e $t = 0{,}1$ s. (c) Segundo seus gráficos, qual é a velocidade da onda e em que sentido ($+x$ ou $-x$) a onda está se deslocando?
[(c) 2,00 m/s ($-x$)]

3. Uma onda harmônica longitudinal percorre uma mola em espiral muito comprida, a partir de um oscilador mecânico a ela acoplado. A frequência do oscilador é 25,0 Hz e a distância entre sucessivas rarefações na mola é 24,0 cm. (a) Ache a velocidade da onda. (b) Se o deslocamento longitudinal máximo de uma partícula da mola for 0,300 cm, e a onda se deslocar no sentido $-x$, descreva a equação relativa à onda. Considere a fonte localizada em $x = 0$ cm, e o deslocamento neste ponto em $t = 0$ s como nulo.
[(a) 6,00 m/s (b) $y(x,t) = 0{,}3sen(\pi x/12 + 50\pi t)$]

4. Um diapasão acoplado a um fio metálico tensionado vibra a 440 Hz com amplitude de oscilação igual a 0,500 mm. O fio tem densidade linear de massa igual a $1{,}00\times10^{-2}$ kg/m e está submetido à tensão de 1,00 kN. (a) Calcular o período e a frequência das ondas no fio. (b) Qual é a velocidade das ondas? (c) Quais são o comprimento de onda e o número de onda? (d) Escrever a função de onda de uma onda progressiva no fio. (e) Calcular a velocidade máxima e a aceleração máxima de um ponto no fio. (f) Qual deve ser a taxa média de fornecimento de energia ao diapasão para mantê-lo oscilando com amplitude constante?
[(a) 2,27 ms, 440 Hz (b) 316 m/s (c) 71,9 cm, 8,74 rad/m (d)
$y(x,t) = 5{,}0\times10^{-4}\,sen(8{,}74x - 880\pi t)$ (e) 1,382 m/s, 3820 m/s^2 (f) 3,02 W]

5. Dois pulsos propagam-se ao longo de uma corda em sentidos opostos como na figura abaixo. Se a velocidade de cada pulso é 2 m/s e eles estão separados por uma distância de 6 cm, (a) faça o desenho da configuração da interferência dos dois após 10, 15 e 20 ms. (b) O que aconteceu com a energia no instante $t = 15$ ms?



6. Duas ondas, que se deslocam no mesmo sentido ao longo de uma corda, têm a mesma frequência de 100 Hz, comprimento de onda e amplitude iguais a 2,00 cm. As duas mantêm uma diferença de fase entre si de 60º com o decorrer do tempo. Qual a amplitude da onda resultante?
[3,46 cm]

7. Um fio de aço, com 5,00 g e 1,00 m, é tensionado por uma força de 968 N. Calcular: (a) a velocidade de propagação das ondas transversais; (b) o comprimento de onda e a frequência do modo fundamental; (c) a frequência do terceiro harmônico; (d) escreva a função de onda que representa o terceiro harmônico, em função de uma amplitude y_0 desconhecida.
[(a) 440 m/s (b) 2,00 m, 220 Hz (c) 660 Hz (d) $y(x,t)=2y_0\, sen(3\pi x)\cos(1320\pi t)$]

8. A função de onda de certa onda estacionária, numa corda fixa nas duas extremidades, é

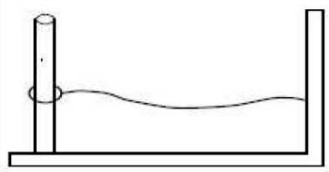
$$y(x,t) = 0{,}5sen\left(\frac{x}{40}\right)\cos\,(300t($$

onde y e x estão em centímetros e t em segundos. (a) Calcular a velocidade e a amplitude das duas ondas progressivas que produzem a onda estacionária; (b) Qual é a distância entre nós sucessivos dessa corda? (c) Desenhe a forma da onda nos instantes $t = 0$, $T/4$,$T/$,$3T/4$, T, onde T é o período; (d) quando a corda está na horizontal, o que aconteceu com a energia da onda?
[(a) 120 m/s; 0,250 cm (b) 0,4πm]

9. Uma corda de 5,00 m de comprimento está fixa numa extremidade apenas e vibrando no seu quinto harmônico com frequência de 400 Hz. O deslocamento máximo da posição de equilíbrio de qualquer segmento da corda é de 3,00 cm. (a) Qual é o comprimento de onda? Qual o número de onda k? (b) Qual a frequência angular? (c) Escreva a função de onda desta onda estacionária.
[(a) 4,00 m, π/2 rad/m (b) 800 π rad/s (c) $y(x, t)=0{,}03sen(\pi x/2)\cos(800\,\pi t)$]

10. Uma corda de violão, com densidade linear de massa igual a 7,20 g/m, está sob uma tensão de 150 N. Os suportes fixos distam 90,0 cm. A corda vibra no modo três. Calcule: (a) a velocidade, (b) o comprimento de onda e (c) a frequência das ondas cuja superposição causa esta vibração.
[(a) 144 m/s (b) 60,0 cm (c) 241 Hz]

11. A extremidade de uma corda de 120 cm é mantida fixa enquanto a outra pode deslizar sem atrito ao longo de uma haste conforme mostra a figura abaixo. Quais os três maiores comprimentos de onda possíveis nesta corda? Esboce as ondas estacionárias correspondentes.

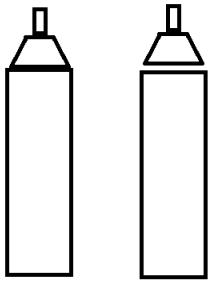


[4,80 m, 1,60 m, 0,96 m]

12. Uma corda de 75,0 cm é esticada entre suportes fixos. Ao vibrá-la, são observadas ressonâncias sucessivas em 420 e 315 Hz. (a) Qual a frequência de ressonância mais baixa para esta corda? (b) Qual a velocidade da onda para esta corda?
[(a) 105 Hz (b) 157,5 m/s]

13. Uma corda de violino de 30,0 cm com densidade linear de 0,650 g/m é colocada próxima a um alto-falante alimentado por um oscilador de áudio de frequência variável. Verificamos que quando a frequência do oscilador varia continuamente numa faixa de 500 a 1500 Hz, a corda oscila apenas nas frequências de 880 e 1320 Hz. Qual a tensão da corda?
[45,3 N]

14. Um estudante usa um oscilador de áudio de frequência ajustável para medir a profundidade de um poço de água. Duas ressonâncias sucessivas são ouvidas em 51,5 Hz e em 60,0 Hz. Qual é a profundidade do poço, sabendo que a velocidade do som no ar vale 343 m/s?
Calcule esse valor considerando as duas situações mostradas na figura abaixo: primeiro, com o alto falante encostado à boca do poço e depois com o alto-falante um pouco afastado.

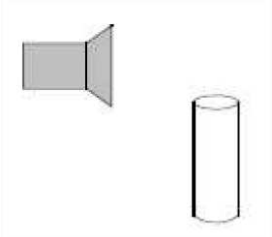


[20,2 m]

15. Um tubo de vidro está aberto em uma extremidade e fechado na outra por um pistão móvel. O tubo é preenchido com ar mais aquecido do que o da temperatura ambiente, e um diapasão de 384 Hz é mantido na extremidade aberta. A primeira ressonância é ouvida, quando o pistão está a 22,8 cm da extremidade aberta. (a) Qual a velocidade do som que resulta desses dados? (b) A que distância da extremidade aberta estará o pistão, quando for ouvida a próxima ressonância?
[(a) 350 m/s (b) 68,4 cm]

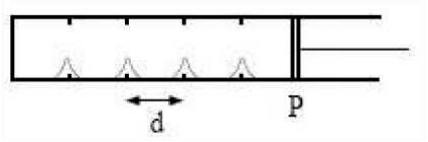
16. Os tubos mais curtos usados em órgãos têm cerca de 7,50 cm de comprimento. (a) Qual é a frequência fundamental de um tubo com este comprimento, se for aberto nas duas extremidades? (b) Qual é o harmônico mais alto dentro do domínio de audição? Considere a velocidade do som igual a 340 m/s.
[(a) 2267 Hz (b) 8º]

17. Na figura abaixo temos um pequeno alto-falante e um tubo metálico cilíndrico de 45,0 cm de comprimento, aberto em ambas as extremidades. (a) Se a velocidade do som no ar é de 333 m/s à temperatura ambiente, para que frequência(s) haverá ressonância quando a frequência emitida pelo alto-falante variar entre 1000 e 2000 Hz? (b) Faça um esquema dos nodos de deslocamento de cada uma. Despreze os efeitos das extremidades.



[(a) 1110, 1480 e 1850 Hz.]

18. Um tubo de vidro, com pó de cortiça espalhado no interior possui um pistão móvel na extremidade. Provocamos vibrações longitudinais e alteramos a posição do pistão até que o pó de cortiça forme um padrão de nodos e antinodos (o pó forma montículos bem definidos nos nodos de deslocamento). Se conhecermos a frequência *f* das vibrações longitudinais do bastão e a medida da distancia média d entre dois antinodos sucessivos, podemos determinar a velocidade do som v no gás do tubo. Mostre que ela é dada por $v = 2fd$. Este procedimento constitui o Método de Kundt para determinar a velocidade do som em gases.



19. Quando uma das cordas de um violino vibra solta (isto é, sem ser pressionada com o braço do instrumento), ao mesmo tempo em que um diapasão de 440 Hz, ouvem-se três batimentos por segundo. Quando a tensão da corda aumenta ligeiramente, a frequência de batimentos diminui. Qual é a frequência inicial da corda do violino?
[437 Hz]

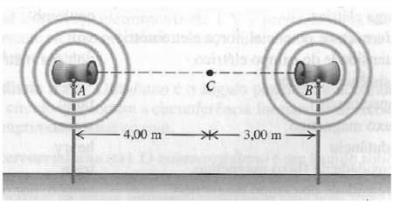
20. Dois diapasões são excitados simultaneamente, e ouvem-se quatro batimentos por segundo. A frequência de um deles é 500 Hz. (a) Quais são os valores possíveis para a frequência do outro diapasão? (b) Cola-se um pequeno pedaço de cera num desses diapasões, a fim de baixar ligeiramente a sua frequência de emissão. Explique como a medição da nova frequência de batimentos pode ser usada para determinar qual das respostas da parte (a) é a correta.
[(a) 496 Hz, 504 Hz]

21. Uma regra prática para se calcular a distância de queda de um raio é contar os segundos desde quando se percebe o raio até se ouvir o trovão. Este tempo, em segundos, é dividido por 3 para se ter, então, a distância em quilômetros. (a) Por que esta regra se justifica? (b) Tem importância a correção do tempo necessário para a luz atingir o observador? (A velocidade da luz é cerca de 3×10^8 m/s.).

22. Um dueto órgão-guitarra: Um tubo fechado de um órgão emite um som nas vizinhanças de uma guitarra fazendo vibrar com grande amplitude uma de suas cordas. A tensão dessa corda é ajustada até se obter a máxima amplitude de oscilação. O comprimento da corda é igual a 80% do comprimento do tubo fechado. Sabendo que a corda e o tubo vibram com a mesma frequência fundamental, calcule a razão entre a velocidade de propagação da onda na corda e a velocidade de propagação do som no ar.
[0,4]

23. Um determinado alto-falante (suponha como sendo uma fonte pontual) emite uma potência sonora de 30,0 W. Um pequeno microfone, cuja área da secção transversal efetiva é igual a 0,750 cm^2, está localizado a 200 m do alto-falante. Calcule a intensidade do som no microfone e a potência incidente no microfone.
[(a) $6,0\times10^{-5}$ W/m^2 (b) $4,5\times10^{-9}$ W]

24. Dois pequenos alto-falantes, *A* e *B* emitem sons uniformemente em todas as direções no ar a 20 ^oC. A potência acústica emitida por *A* é igual a $8,00\times10^{-4}$ W, e a potência de *B* é igual a $6,00\times10^{-5}$ W. Os dois alto-falantes estão vibrando em fase com frequência igual a 172 Hz. (a) Determine a diferença de fase entre os dois sinais em um ponto *C* ao longo da linha que une *A* e *B*, a 3,00 m de *B* e a 4,00 m de A (figura abaixo). (b) Determine a intensidade e o nível da intensidade sonora no ponto *C* devido ao alto-falante *A*, quando o alto-falante *B* é desligado, bem como a intensidade e o nível da intensidade sonora devido ao alto-falante *B*, quando o alto-falante *A* é desligado. Considere os alto-falantes como fontes pontuais. (c) Quando os dois alto-falantes estão ligados, calcule a intensidade e o nível da intensidade sonora no ponto C.



[(a) 180º (b) *A*: 3,98×10^{-6} W/m^2, 66,0 dB; B: 5,31×10^{-7} W/m^2, 57,2 dB (c) 1,60×10^{-6} W/m^2, 62,0 dB]

25. Qual a fração da potência acústica de um ruído, que deveria ser eliminada para que o nível da intensidade sonora fosse reduzido de 90 para 70 dB?
[100]

26. Três fontes de ruído produzem níveis de intensidade de 70, 73 e 80 dB numa certa posição do espaço, quando emitem isoladamente. Não há interferência entre as amplitudes da diferentes fontes em virtude de que as diferenças de fase relativas modificam-se ao acaso. (a) Calcule o nível de intensidade sonora em decibéis quando as três fontes atuam simultaneamente. (b) Discuta a utilidade de eliminar as duas fontes menos intensas, a fim de reduzir a intensidade do ruído.
[(a) 81,1 dB (b) Inútil]

27. Dois alto-falantes são separados por uma distância de 6,00 m e um ouvinte senta-se diretamente na frente de um deles, a 8,00 m de distância, de modo que os dois alto-falantes e o ouvinte formam um triângulo retângulo. (a) Calcule as duas frequências mais baixas para as quais a diferença de caminho é um número ímpar de meios comprimentos de onda. (b) Por que estas frequências podem ser ouvidas mesmo se os alto-falantes forem excitados, em fase, pelo mesmo amplificador? (Usar $v_{som} = 340$ m/s).
[(a) 85 Hz, 255 Hz (b) As amplitudes serão diferentes, pois as distâncias aos alto-falantes são diferentes]

28. Dois alto-falantes, separados por certa distância, emitem sons de mesma frequência. Num certo ponto *P* a intensidade devida a cada alto-falante separadamente é I_o. A distância de *P* até um dos alto-falantes é $\lambda/2$ maior que a de *P* até o outro. Qual é a intensidade, se: (a) os alto-falantes são coerentes e estão em fase? (b) os alto-falantes são incoerentes? (c) Os alto-falantes são coerentes, mas mantém uma diferença de fase de 180º entre si?
[(a) 0 (b) $2I_o$ (c) $4I_o$]

29. Duas ondas sonoras de duas fontes diferentes, mas com a mesma frequência de 550 Hz, propagam-se com velocidade de 330 m/s. Qual é a diferença de fase destas ondas num ponto distante 4,40 m de uma delas e 4,00 m da outra, se as fontes emitirem em fase? As ondas se propagam na mesma direção.
[$4\pi/3$]

30. Um trem se desloca com velocidade igual a 30,0 m/s, e o ar está calmo. A frequência da nota do apito do trem é igual a 262 Hz. Qual é a frequência ouvida por um passageiro no interior de um trem que se move em sentido contrário ao do primeiro trem a 18,0 m/s, supondo que: (a) os trens se aproximam? (b) os trens se afastam? Considere a velocidade do som igual a 340 m/s.
[(a) 303 Hz (b) 228 Hz]

31. Uma pessoa num carro sopra um apito (soando a 440 Hz). O carro está se movendo em direção a uma parede com 20,0 m/s. Calcule: (a) a frequência do som recebido na parede; (b) a

frequência do som, refletido pela parede, ao retornar a fonte. Considere a velocidade do som igual a 340 m/s.
[(a) 467,5 Hz (b) 495 Hz]

32. Um radar de vigilância de tráfego irradia micro-ondas de 2,00 GHz. Quando as ondas são refletidas por um carro em movimento, a frequência de batimento detectada é de 293 batimentos por segundo. Calcule a velocidade do carro. Considere a velocidade das micro-ondas igual a $3{,}0\times10^{8}$ m/s.
[79 km/h]

33. Um morcego voa dentro de uma caverna, orientando-se mediante a utilização de bips ultrassônicos (emissões curtas de duração um milissegundo ou menos, repetidas diversas vezes por segundo). Suponha que a emissão da frequência do som do morcego seja 39000 Hz. Durante uma arremetida veloz diretamente contra a superfície plana de uma parede, o morcego deslocasse a 1/40 da velocidade do som no ar. Calcule a frequência em que o morcego ouve a onda reemitida pela parede.
[41,0 kHz]

34. Planando dentro de um poço do inferno, um diabo observa um estudante despencar no poço com velocidade terminal (portanto constante). Ele escuta a frequência dos gritos da pessoa mudar de 842 para 800 Hz. (a) Calcular a velocidade da queda. (b) O grito gera batimentos quando superposto ao eco proveniente do fundo do poço. Calcular o número de batimentos por segundo que a própria pessoa ouve durante a queda. (c) Calcular o número de batimentos por segundo ouvidos pelo diabo depois que o estudante passar por ele. Considere a velocidade do som igual a 340 m/s.
[(a) 8,7 m/s (b) 43 Hz (c) 42 Hz]