

Cordas e tubos sonoros

1) Numa certa guitarra, o comprimento das cordas (entre suas extremidades fixas) é de 0,6 m. Ao ser dedilhada, uma das cordas emite um som de frequência fundamental igual a 220 Hz.

Marque a proposição verdadeira:

- Se somente a tensão aplicada na corda for alterada, a frequência fundamental não se altera.
- A distância entre dois nós consecutivos é igual ao comprimento de onda.
- O comprimento de onda do primeiro harmônico é de 0,6 m.
- A velocidade das ondas transversais na corda é de 264 m/s.
- As ondas que se formam na corda não são ondas estacionárias.

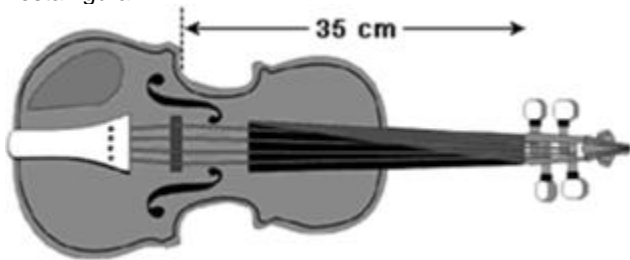
2) Uma corda de violão vibra de modo que, num dado instante, a onda estacionária tenha duas cristas e três nós. Considere que o comprimento da corda vibrante seja 60cm. Nessa situação, é correto afirmar que o comprimento de onda desta onda estacionária na corda é, em cm,

- 20.
- 60.
- 180.
- 30.

3) Em um violão afinado, quando se toca a corda Lá com seu comprimento efetivo (harmônico fundamental), o som produzido tem frequência de 440 Hz. Se a mesma corda do violão é comprimida na metade do seu comprimento, a frequência do novo harmônico

- se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.
- dobra, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.
- não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

4) Bruna afina a corda mi de seu violino, para que ela vibre com uma frequência mínima de 680 Hz. A parte vibrante das cordas do violino de Bruna mede 35 cm de comprimento, como mostrado nesta figura:



Considerando essas informações,

- CALCULE a velocidade de propagação de uma onda na corda mi desse violino.
- Considere que a corda mi esteja vibrando com uma frequência de 680 Hz. DETERMINE o comprimento de onda, no ar, da onda sonora produzida por essa corda. Velocidade do som no ar = 340 m/s.

5) Uma corda de com 40 cm de comprimento e 10 gramas de massa, está tracionada por uma força de intensidade 360 N.

- Qual é a velocidade das ondas que se propagam na corda e que produzem as ondas estacionárias?
- Qual a frequência fundamental emitida?

6) Uma corda de um violão emite uma frequência fundamental de 440,0 Hz ao vibrar livremente, quando tocada na região da boca, como mostra Figura 1. Pressiona-se então a corda a $L/3$ de distância da pestana, como mostra Figura 2.

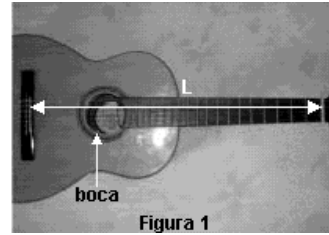


Figura 1

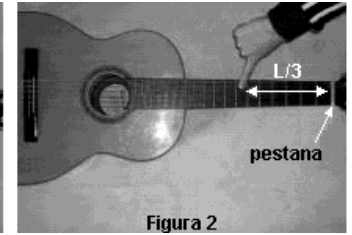


Figura 2

A frequência fundamental emitida pela corda pressionada, quando tocada na região da boca, será de:

- 660,0 Hz.
- 146,6 Hz.
- 880,0 Hz.
- 293,3 Hz.

7) A nota lá da escala cromática musical é tida como referência na afinação dos instrumentos. No violão comum de 6 cordas, a quinta corda (segunda de cima para baixo), devidamente afinada, emite a nota lá vibrando com frequência de 220 Hz. Se o instrumentista colocar seu dedo num traste localizado a meia distância dos extremos desta corda e percuti-la, ele ouvirá a nota lá vibrando com frequência de

- 440 Hz, mantida a velocidade de propagação da onda formada.
- 110 Hz, mantida a velocidade de propagação da onda formada.
- 440 Hz, com velocidade de propagação da onda dobrada.
- 110 Hz, com velocidade de propagação da onda dobrada.
- 440 Hz, com velocidade de propagação da onda reduzida à metade.

8) Em uma corda vibrante de 50,0 cm de comprimento com densidade igual a $2,4 \cdot 10^{-4}$ kg/m, presa em suas extremidades, e formada uma onda estacionária apresentando um único ventre, quando excitada por uma fonte de 1000 Hz. Assinale a alternativa correta.

- A velocidade de propagação da onda na corda e de 1000 m/s quando a corda está sob uma tensão de 240 N.
- A frequência de vibração é diretamente proporcional ao comprimento de onda.
- A frequência fundamental da corda é de 2000 Hz.
- A velocidade de propagação da onda na corda é de 1000 m/s e é inversamente proporcional a tensão na corda.
- O segundo harmônico possui uma frequência de 500 Hz.

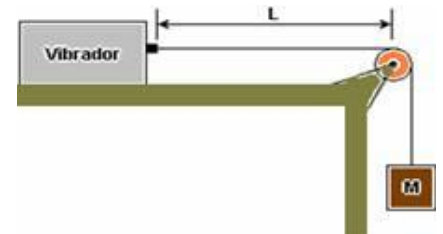
9) No trabalho de restauração de um antigo piano, um músico observa que se faz necessário substituir uma de suas cordas.

Ao efetuar a troca, fixando rigidamente a corda pelas duas extremidades ao piano, ele verifica que as frequências de 840 Hz, 1050 Hz e 1260 Hz são três frequências de ressonâncias sucessivas dos harmônicos gerados na corda. Se a velocidade de propagação de uma onda transversal na corda for 210 m/s, pode-se afirmar que o comprimento da corda, colocada no piano, em cm, é

- 100
- 90
- 30
- 50
- 30

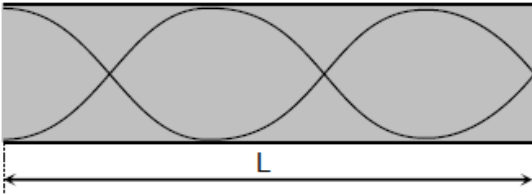
10) A figura a seguir mostra uma corda de densidade linear igual a 1 g/m, que passa por uma roldana. A sua extremidade esquerda está presa a um vibrador e, na extremidade direita, pendura-se um corpo de massa M. Nessa situação, quando a distância L, entre o vibrador e a roldana, for 0,5 m e a vibração estiver na frequência de 200 Hz, a corda vibrará no modo fundamental. Com base nesses dados, o valor de M deve ser igual a: ($g=10\text{m/s}^2$)

- 3 kg
- 4 kg
- 5 kg
- 6 kg
- 7 kg



Cordas e tubos sonoros

11) A figura mostra uma onda estacionária em um tubo de comprimento $L = 5$ m, fechado em uma extremidade e aberto na outra. Considere que a velocidade do som no ar é 340 m/s e determine a frequência do som emitido em Hertz.



12) Um tubo sonoro está no ar ($V_{\text{som}} = 320$ m/s) e emite um som fundamental de frequência 80 Hz. Os dois harmônicos seguintes são emitidos com frequência respectivamente iguais a 240 Hz e 400 Hz. Leia atentamente as afirmativas a seguir:

- I. O tubo é certamente fechado em uma das extremidades.
- II. O tubo só emite harmônicos de ordem ímpar.
- III. O tubo possui $1,0$ m de comprimento.

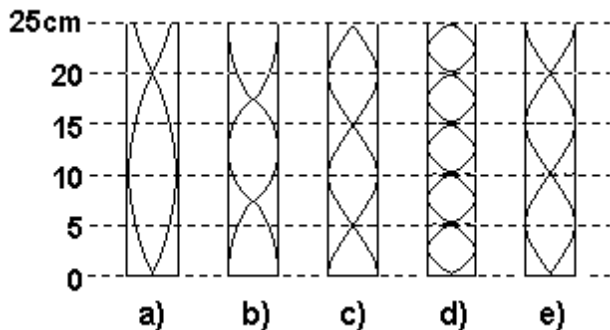
Assinale

- a) se todas as afirmativas estiverem corretas.
- b) se todas as afirmativas estiverem incorretas.
- c) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.
- d) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.
- e) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

13) Considere dois tubos sonoros, um aberto e outro fechado, ambos do mesmo comprimento e situados no mesmo ambiente. Se o som de frequência fundamental emitido pelo tubo aberto tem comprimento de onda de 34 cm, qual o comprimento de onda, em centímetros do som de frequência fundamental emitido pelo tubo fechado?

14) Um tubo metálico retilíneo, aberto nas duas extremidades, tem $2,0$ m de comprimento. Qual a menor frequência em Hz com que o tubo ressoa? Adote a intensidade da velocidade do som no ar = 340 m/s.

15) Um músico sopra a extremidade aberta de um tubo de 25 cm de comprimento, fechado na outra extremidade, emitindo um som na frequência $f = 1.700$ Hz. A velocidade do som no ar, nas condições do experimento, é $v = 340$ m/s. Dos diagramas a seguir, aquele que melhor representa a amplitude de deslocamento da onda sonora estacionária, excitada no tubo pelo sopro do músico é:



16) Considerando que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s e que o canal auditivo humano pode ser comparado a um tubo de órgão com uma extremidade aberta e a outra fechada, qual deveria ser o comprimento do canal auditivo para que a frequência fundamental de uma onda sonora estacionária nele produzida seja de 3400 Hz?

- a) $2,5$ m
- b) $2,5$ cm
- c) $0,25$ cm
- d) $0,10$ m
- e) $0,10$ cm

17) O grupo brasileiro Uakti constrói seus próprios instrumentos musicais. Um deles consiste em vários canos de PVC de comprimentos variados. Uma das pontas dos canos é mantida fechada por uma membrana que emite sons característicos ao ser percutida pelos artistas, enquanto a outra é mantida aberta. Sabendo-se que o módulo da velocidade do som no ar vale 340 m/s, é correto afirmar que as duas frequências mais baixas emitidas por um desses tubos, de comprimento igual a 50 cm, são:

- a) 170 Hz e 340 Hz.
- b) 170 Hz e 510 Hz.
- c) 200 Hz e 510 Hz.
- d) 340 Hz e 510 Hz.
- e) 200 Hz e 340 Hz.

18) Um aluno, com o intuito de produzir um equipamento para a feira de ciências de sua escola, selecionou 3 tubos de PVC de cores e comprimentos diferentes, para a confecção de tubos sonoros. Ao bater com a mão espalmada em uma das extremidades de cada um dos tubos, são produzidas ondas sonoras de diferentes frequências. A tabela a seguir associa a cor do tubo com a frequência sonora emitida por ele:

Cor	vermelho	azul	roxo
Frequência (Hz)	290	440	494

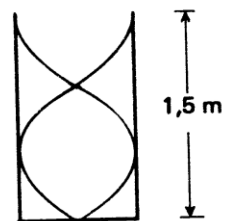
Podemos afirmar corretamente que, os comprimentos dos tubos vermelho (L_{vermelho}), azul (L_{azul}) e roxo (L_{roxo}), guardam a seguinte relação entre si:

- a) $L_{\text{vermelho}} < L_{\text{azul}} > L_{\text{roxo}}$.
- b) $L_{\text{vermelho}} = L_{\text{azul}} = L_{\text{roxo}}$.
- c) $L_{\text{vermelho}} > L_{\text{azul}} = L_{\text{roxo}}$.
- d) $L_{\text{vermelho}} > L_{\text{azul}} > L_{\text{roxo}}$.
- e) $L_{\text{vermelho}} < L_{\text{azul}} < L_{\text{roxo}}$.

19) O canal que vai do tímpano à entrada do ouvido pode ser considerado como um tubo cilíndrico de $2,5$ cm de comprimento, fechado numa extremidade e aberto na outra. Considere a velocidade do som no ar igual a 340 m/s. Calcule a frequência fundamental de vibração da coluna de ar contida nesse canal.

20) Uma onda estacionária se forma num tubo sonoro fechado, como ilustra a figura. Admitindo ser de 340 m/s a velocidade do som no ar, podemos afirmar que a frequência do som emitido pelo tubo é:

- a) 100 Hz
- b) 150 Hz
- c) 170 Hz
- d) 200 Hz
- e) 340 Hz



21) Um tubo sonoro está no ar ($V_{\text{som}} = 320$ m/s) e emite um som fundamental de frequência 80 Hz. Os dois harmônicos seguintes são emitidos com frequência respectivamente iguais a 240 Hz e 400 Hz.

Leia atentamente as afirmativas a seguir:

- I. O tubo é certamente fechado em uma das extremidades.
- II. O tubo só emite harmônicos de ordem ímpar.
- III. O tubo possui $1,0$ m de comprimento.

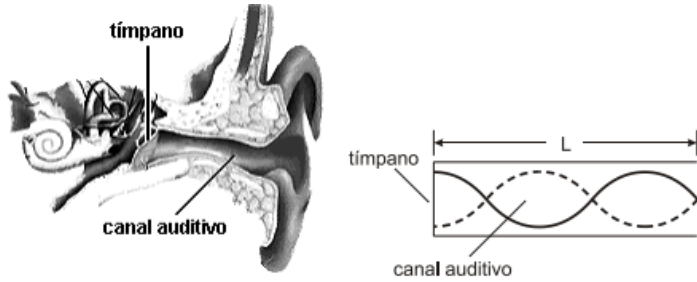
Assinale:

- a) se todas as afirmativas estiverem corretas.
- b) se todas as afirmativas estiverem incorretas.
- c) se apenas as afirmativas I e II estiverem corretas.
- d) se apenas as afirmativas I e III estiverem corretas.

Cordas e tubos sonoros

e) se apenas as afirmativas II e III estiverem corretas.

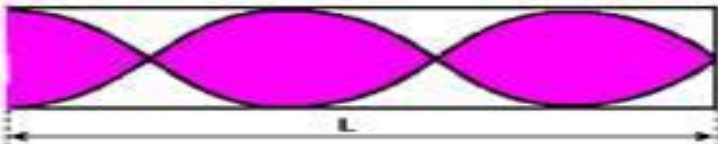
22) Um dos modelos usados na caracterização dos sons ouvidos pelo ser humano baseia-se na hipótese de que ele funciona como um tubo ressonante. Neste caso, os sons externos produzem uma variação de pressão do ar no interior do canal auditivo, fazendo a membrana (tímpano) vibrar. Esse modelo pressupõe que o sistema funciona de forma equivalente à propagação de ondas sonoras em tubos com uma das extremidades fechadas pelo tímpano. As frequências que apresentam ressonância com o canal auditivo têm sua intensidade reforçada, enquanto outras podem ter sua intensidade atenuada.



Considere que, no caso de ressonância, ocorra um nó sobre o tímpano e ocorra um ventre da onda na saída do canal auditivo, de comprimento L igual a 3,4 cm. Assumindo que a velocidade do som no ar (v) é igual a 340 m/s, a frequência do primeiro harmônico (frequência fundamental, $n = 1$) que se formaria no canal, ou seja, a frequência mais baixa que seria reforçada por uma ressonância no canal auditivo, usando este modelo é

- 0,025 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a $nv/4L$ e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades abertas.
- 2,5 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a $nv/4L$ e equipara o ouvido a um tubo com uma extremidade fechada.
- 10 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades fechadas.
- 2.500 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L , aplicável ao ouvido humano.
- 10.000 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L , aplicável ao ouvido e a tubo aberto e fechado.

23) A figura mostra uma onda estacionária em um tubo de comprimento $L = 5$ m, fechado em uma extremidade e aberto na outra.



Considere que a velocidade do som no ar é 340 m/s e determine a frequência do som emitido pelo tubo, em hertz.

24) Considerando que a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s e que o canal auditivo humano pode ser comparado a um tubo de órgão com uma extremidade aberta e a outra fechada, qual deveria ser o comprimento do canal auditivo para que a frequência fundamental de uma onda sonora estacionária nele produzida seja de 3400 Hz?

25) A pressão no ouvido interno de uma pessoa, no início de uma viagem subindo uma montanha, é igual a $1,010 \times 10^4$ Pa. Admita que essa pressão não varie durante a viagem e que a pressão atmosférica no topo da montanha seja igual a $0,998 \times 10^4$ Pa.

www.professorpanosso.com.br

Considere o tímpano como uma membrana circular com raio 0,4 cm e o canal auditivo como um tubo cilíndrico de 2,8 cm de comprimento, aberto em uma extremidade e fechado, na outra, pelo tímpano.

Em relação ao instante de chegada dessa pessoa ao topo da montanha, quando ainda não foi alcançado novo equilíbrio entre a pressão interna do ouvido e a pressão externa, calcule: (velocidade do som no ar = 340m/s)

- a força resultante em cada tímpano;
- a frequência fundamental do som no interior do canal auditivo

Gabarito:

- d;
- b;
- b;
- a) 476 m/s b) 0,50 m;
- a) 120m/s, b) 150Hz;
- a;
- a;
- a;
- d;
- b;
- 85Hz;
- a;
- 68cm;
- 85Hz;
- e;
- b;
- b;
- d;
- 19) $3,4 \cdot 10^3$ Hz;
- c;
- a;
- b;
- 85 Hz;
- 24) 0,025m;
- a) $F \approx 0,507N$, b) $f = 3.035,7Hz$.

panosso