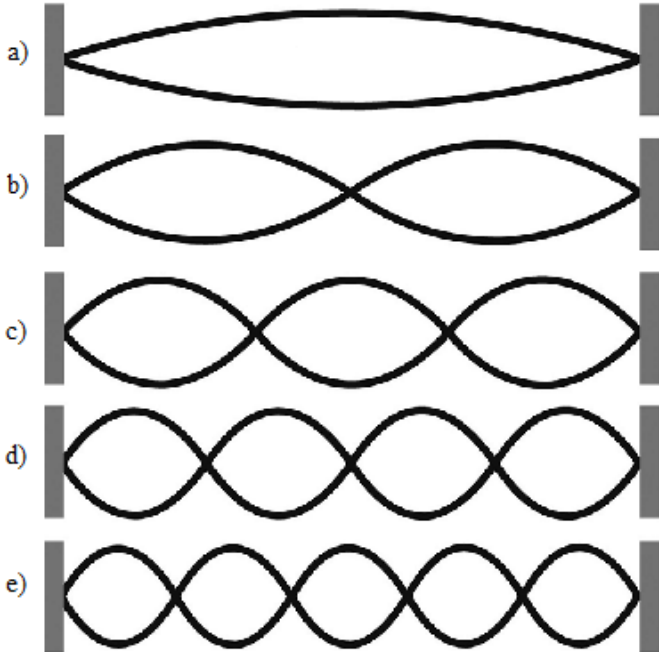


Exercícios de ondas estacionárias

NÍVEL INICIAL

1) Qual seria a forma visual de uma onda estacionária formada por uma corda tracionada no modo de vibração do 4º harmônico?



2) Suponha uma corda vibrante oscilando em terceiro harmônico. Se a corda esticada possui 70 cm de comprimento, qual é comprimento de onda aproximado, da onda estacionária formada?

- a) 47 cm.
- b) 54 cm.
- c) 63 cm.
- d) 72 cm.
- e) 80 cm.

3) Uma corda vibrante, oscila no modo de vibração fundamental (primeiro harmônico) com velocidade de 40 m/s. Se o comprimento da corda vale 0,20 m, qual a frequência de vibração da onda estacionária?

- a) 40 Hz.
- b) 75 Hz.
- c) 86 Hz.
- d) 90 Hz.
- e) 100 Hz.

4) A figura a seguir ilustra uma onda estacionária em um tubo aberto.



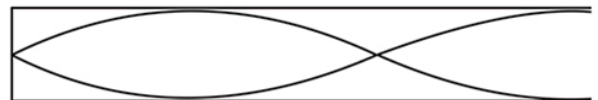
Qual o modo de vibração da onda estacionária?

- a) Harmônico fundamental.
- b) Primeiro Harmônico.
- c) Segundo Harmônico.
- d) Terceiro Harmônico.
- e) Quarto Harmônico.

5) É possível termos um tubo sonoro fechado, com uma onda estacionária de 6 harmônico? Justifique sua resposta.

6) É possível termos um tubo sonoro aberto de comprimento 1,60 m com alguma onda estacionária de frequência 600 Hz? Justifique sua resposta. Considere a velocidade do som de 340 m/s.

7) Observe a figura a seguir



Se o tubo da figura possui 1,20 m, qual o comprimento da onda estacionária formada?

- a) 1,2 m.
- b) 1,6 m.
- c) 1,9 m.
- d) 2,3 m.
- e) 2,4 m.

8) A velocidade da onda em uma corda é determinada pela famosa equação de Taylor:

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

Onde a F_T é o módulo da força de tração na corda e μ é a densidade linear da corda, razão entre a massa e o comprimento da corda.

Uma corda vibrante esticada por uma força de tração 100 N oscila gerando uma onda com certa velocidade. Sendo a massa e o comprimento da corda 400g (0,4kg) e 0,1 m, podemos afirmar que a velocidade de propagação dessa onda vale

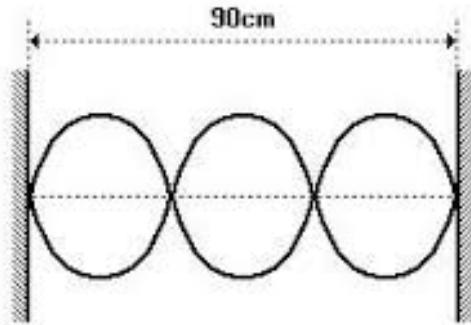
- a) 5 m/s.
- b) 6 m/s.
- c) 7 m/s.
- d) 8 m/s.
- e) 9 m/s.

RESPOSTAS NÍVEL INICIAL:

- 1) D
- 2) A
- 3) E
- 4) C
- 5) Não é possível. Tubos sonoros fechados somente geram ondas estacionárias com harmônicos ímpares.
- 6) Não é possível. Se aplicarmos na fórmula de tubos abertos, teríamos $n \cong 5,65$.
- 7) B
- 8) A

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

1) (MACKENZIE-SP) Uma corda feita de um material cuja densidade linear é 10 g/m está sob tensão provocada por uma força de 900 N . Os suportes fixos distam de 90 cm . Faz-se vibrar a corda transversalmente e esta produz ondas estacionárias, representadas na figura a seguir



A frequência das ondas componentes, cuja superposição causa esta vibração, é:

- a) 100 Hz
- b) 200 Hz
- c) 300 Hz
- d) 400 Hz
- e) 500 Hz

2) (UFLA-MG) Em um mesmo ambiente, encontram-se dois tubos sonoros de mesmo comprimento, um aberto e um fechado. Se o tubo aberto emite um som com comprimento de onda de 30 cm para o modo fundamental (ou primeiro harmônico), o comprimento de onda do modo fundamental para o som emitido pelo tubo fechado será:

- a) 15 cm
- b) 30 cm
- c) 60 cm
- d) 45 cm

3) (ITA-SP) Dois tubos de órgão A e B têm o mesmo comprimento L . O tubo A é fechado, e B é aberto. Sejam f_A e f_B as frequências fundamentais emitidas, respectivamente, por A e B, e designando por V a velocidade do som no ar, podemos afirmar que:

- a) $f_A = 2f_B$
- b) $f_A = V/2L$
- c) $f_B = V/4L$
- d) $f_A = 4f_B$
- e) $f_A = V/4L$

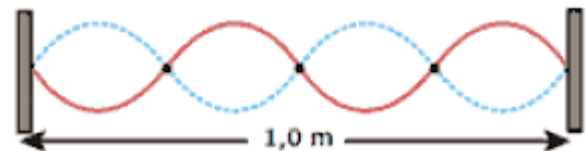
4) (PUC-RS) O comprimento de uma corda de guitarra é de $64,0 \text{ cm}$. Essa corda é afinada para produzir uma nota com frequência igual a 246 Hz quando estiver vibrando no modo fundamental. Se o comprimento da corda for reduzido à metade, a nova frequência fundamental do som emitido será:

- a) 123 Hz
- b) 246 Hz
- c) 310 Hz
- d) 369 Hz
- e) 492 Hz

5) (UFG-GO) Um violão possui seis cordas de mesmo comprimento L , porém de massas diferentes. A velocidade de propagação de uma onda transversal em uma corda é dada por $v = \sqrt{T/\mu}$, em que T é a tensão na corda e μ , sua densidade linear de massa. A corda vibra no modo fundamental, no qual o comprimento L corresponde a meio comprimento de onda λ . A frequência de vibração de uma corda do violão aumentará se:

- a) μ aumentar.
- b) v diminuir.
- c) L diminuir.
- d) λ aumentar.
- e) T diminuir

6) (PUC-PR) Uma corda de $1,0 \text{ m}$ de comprimento está fixa em suas extremidades e vibra na configuração estacionária, conforme a figura a seguir.



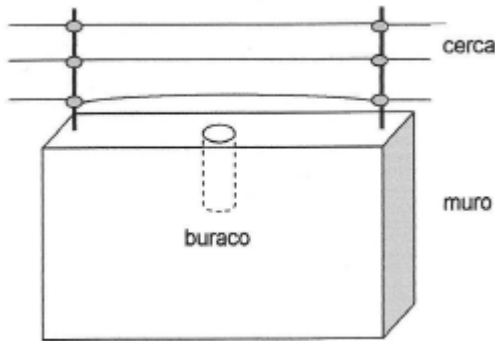
Conhecida a frequência de vibração igual a 1.000 Hz , podemos afirmar que a velocidade da onda na corda é:

- a) 500 m/s
- b) 1.000 m/s
- c) 250 m/s
- d) 100 m/s
- e) 200 m/s

7) (UFPR) Um órgão de tubos está sendo construído numa igreja no litoral do Paraná. Dois estudantes estão projetando os tubos para a correta "afinação" do instrumento. Um desses tubos é aberto em uma das extremidades e tem 2m de comprimento. Para o harmônico fundamental, o comprimento de onda e a frequência sonora emitida serão, respectivamente: (Considere a velocidade de propagação do som no ar de 340 m/s .)

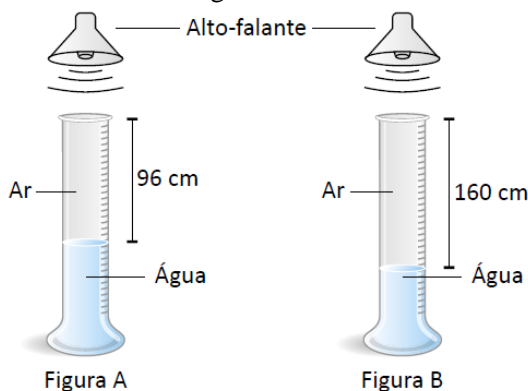
- a) 6 m e 50 Hz.
- b) 10 m e 150 Hz.
- c) 8 m e 60 Hz.
- d) 15 m e 100 Hz.
- e) 4 m e 85 Hz.

8) (UFPR) Uma cerca elétrica foi instalada em um muro onde existe um buraco de forma cilíndrica e fechado na base, conforme representado na figura. Os fios condutores da cerca elétrica estão fixos em ambas as extremidades e esticados sob uma tensão de 80 N. Cada fio tem comprimento igual a 2,0 m e massa de 0,001 kg. Certo dia, alguém tocou no fio da cerca mais próximo do muro e esse fio ficou oscilando em sua frequência fundamental. Essa situação fez com que a coluna de ar no buraco, por ressonância, vibrasse na mesma frequência do fio condutor. As paredes do buraco têm um revestimento adequado, de modo que ele age como um tubo sonoro fechado na base e aberto no topo. Considerando que a velocidade do som no ar seja de 330 m/s e que o ar no buraco oscile no modo fundamental, assinale a alternativa que apresenta corretamente a profundidade do buraco.

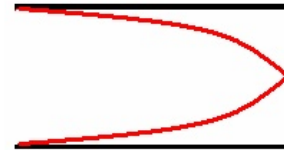


- a) 0,525 m
- b) 0,650 m
- c) 0,825 m
- d) 1,250 m
- e) 1,500 m

9) (UFU-MG) Em uma experiência para medir a velocidade do som no ar, utilizou-se um tubo contendo água, aberto em uma extremidade, e um gerador de áudio com um alto-falante que gerava uma onda de 250 Hz. Observou-se que ocorria ressonância quando a coluna de ar era de 96 cm, e que, abaixando o nível da água, a próxima ressonância ocorria quando a profundidade da coluna de ar era de 160 cm (figuras a seguir). Considerando os dados acima, encontre a velocidade do som nesta região.

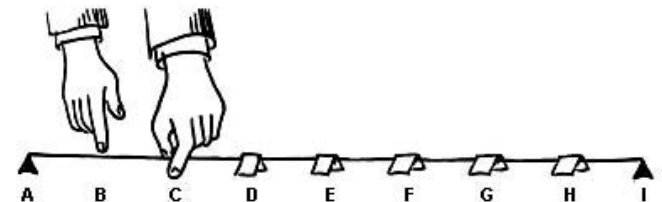


10) (UNIC-MT) Um tubo sonoro fechado, cheio de ar, emite um som fundamental de 3,4 kHz. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, pode-se dizer que o comprimento do tubo é:



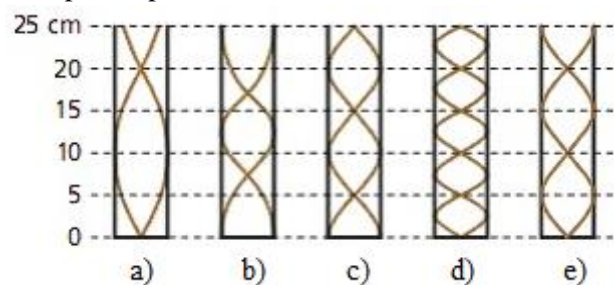
- a) 3,4 m
- b) 0,340 m
- c) 0,50 m
- d) 0,25 m
- e) 0,025 m

11) (UERJ) Uma corda de violão é esticada do ponto A até o ponto G da figura. São marcados os pontos A, B, C, D, E, F e G em intervalos iguais. Nos pontos D, E e F são apoiados pedacinhos de papel. A corda é segurada com um dedo em C, puxada em B e solta. O que acontece?

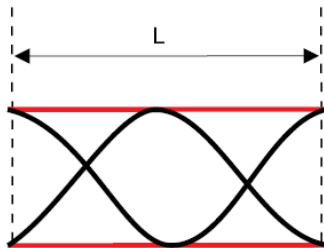


- a) Todos papéis vibram.
- b) Nenhum papel vibra.
- c) O papel E vibra.
- d) Os papéis em D e F vibram.

12) (FUVEST-SP) Um músico sopra a extremidade aberta de um tubo de 25cm de comprimento, fechado na outra extremidade, emitindo um som na frequência $f = 1700\text{Hz}$. A velocidade do som no ar, nas condições do experimento, é $v = 340\text{ m/s}$. Dos diagramas abaixo, aquele que melhor representa a amplitude de deslocamento da onda sonora estacionária, excitada no tubo pelo sopro do músico, é:



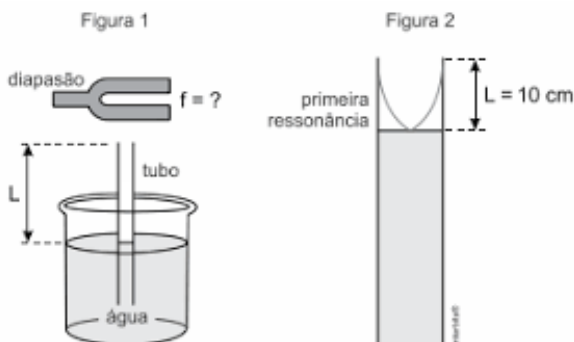
13) (FAMEMA-SP) A figura representa um instrumento musical de sopro constituído por um tubo de comprimento L , aberto nas duas extremidades. Ao soprar esse instrumento, estimula-se a vibração do ar, produzindo ondas estacionárias, que se propagam com velocidade (v), dentro desse tubo, conforme a figura.



Considerando essas informações, a frequência do som emitido por esse instrumento será

- a) $f = \frac{3v}{2L}$ b) $f = \frac{v}{4L}$
 c) $f = \frac{v}{2L}$ d) $f = \frac{2v}{L}$
 e) $f = \frac{v}{L}$

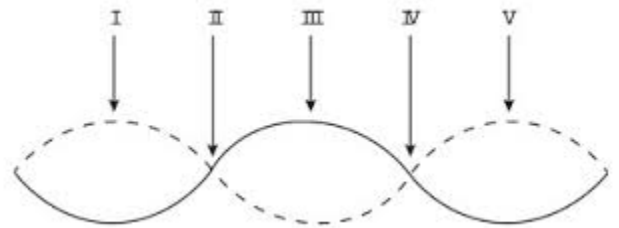
14) (UNESP-SP) Um experimento foi feito com a finalidade de determinar a frequência de vibração de um diapasão. Um tubo cilíndrico aberto em suas duas extremidades foi parcialmente imerso em um recipiente com água e o diapasão vibrando foi colocado próximo ao topo desse tubo, conforme a figura 1. O comprimento L da coluna de ar dentro do tubo foi ajustado movendo-o verticalmente. Verificou-se que o menor valor de L , para o qual as ondas sonoras geradas pelo diapasão são reforçadas por ressonância dentro do tubo, foi de 10 cm, conforme a figura 2.



Considerando a velocidade de propagação do som no ar igual a 340 m/s, é correto afirmar que a frequência de vibração do diapasão, em Hz, é igual a

- a) 425. b) 850. c) 1360.
 d) 3400. e) 1700.

15) (ENEM) Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

- a) I e III b) I e V c) II e III
 d) II e IV e) II e V

16) (ENEM) Em uma flauta, as notas musicais possuem frequência e comprimento de onda (λ) muito bem definidos. As figuras mostram esquematicamente um tubo de comprimento L , que representa de forma simplificada uma flauta, em que estão representados em A o primeiro harmônico de uma nota musical (comprimento de onda λ_A), em B seu segundo harmônico (comprimento de onda λ_B) e em C o seu terceiro harmônico (comprimento de onda λ_C), onde $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$.



Em função do comprimento do tubo, qual o comprimento de onda da oscilação que forma o próximo harmônico?

- a) $L/4$
 b) $L/5$
 c) $L/2$
 d) $L/8$
 e) $6L/8$

RESPOSTAS NÍVEL INTERMEDIÁRIO:

- 1) E
- 2) C
- 3) E
- 4) E
- 5) C
- 6) A
- 7) E
- 8) C
- 9) 320 m/s.
- 10) E
- 11) D
- 12) E
- 13) E
- 14) B
- 15) A
- 16) C

NÍVEL AVANÇADO

1) **(ITA-SP)** Quando afinadas, a frequência fundamental da corda **lá** de um violino é de 440 Hz e a frequência fundamental da corda **mi** deste mesmo instrumento é de 660 Hz. A que distância da extremidade da corda lá se deve colocar o dedo para se obter o som correspondente ao da corda **mi**?

(O comprimento total da corda lá é igual a L , e a distância pedida deve corresponder ao comprimento vibratório da corda).

- a) $4L/9$
- b) $L/2$
- c) $3L/5$
- d) $2L/3$
- e) Não é possível a experiência.

2) **(AFA-SP)** Uma fonte sonora A, em repouso, emite um sinal sonoro de frequência constante $f_A = 100$ Hz. Um sensor S desloca-se com velocidade constante $V_s = 80$ m/s, em relação à Terra, sobre um plano perfeitamente retilíneo, em direção à fonte sonora, como mostra a Figura 1.

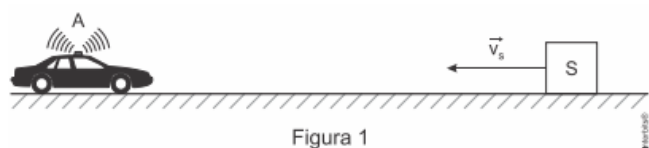


Figura 1

O sensor registra a frequência aparente devido à sua movimentação em relação à fonte sonora e a reenvia para um laboratório onde um sistema de caixas sonoras, acopladas a três tubos sonoros, de comprimentos L_1 , L_2 e L_3 reproduz essa frequência aparente fazendo com que as colunas de ar desses tubos vibrem produzindo os harmônicos apresentados na Figura 2.

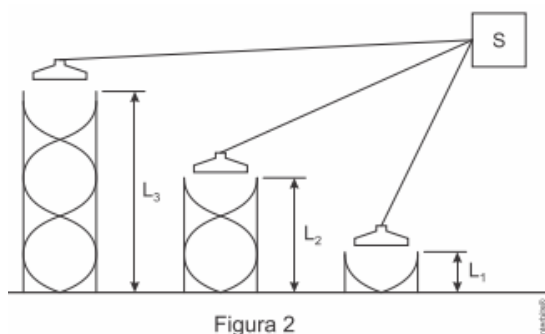


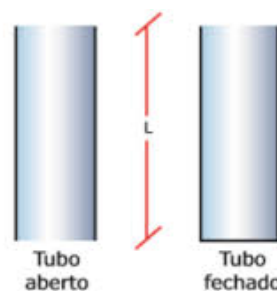
Figura 2

Considere que o sensor se movimenta em um local onde a velocidade do som é constante e igual a 320 m/s, que os tubos sonoros possuam diâmetros muito menores do que seus respectivos comprimentos e que a velocidade do som no interior desses tubos seja também constante e igual a 320 m/s. Considere

também que a fonte A e o ar estejam em repouso em relação à Terra. Nessas condições, é correto afirmar que os comprimentos L_1 , L_2 e L_3 respectivamente, em metros, são

- a) $16/25$; $48/25$; $16/5$
- b) $5/31$; $15/31$; $25/8$
- c) $16/27$; $48/27$; $16/7$
- d) $16/27$; $48/27$; $19/9$

3) **(FEPECS-DF)** Em linguagem musical, intervalo (i) entre duas notas de frequências f e f' é a razão entre a maior e a menor frequência, ou seja, $i = f'/f$, sendo $f < f'$. O intervalo é denominado uníssono quando $i = 1$, tom maior quando $i = 9/8$, tom menor quando $i = 10/9$, semitom quando $i = 16/15$, e oitava quando $i = 2$. Considere dois tubos acústicos de mesmo comprimento L , sendo um aberto em ambas as extremidades e o outro fechado em uma das extremidades. O primeiro está vibrando numa frequência quatro vezes maior que sua fundamental, enquanto o segundo, numa frequência nove vezes maior que sua fundamental.



O intervalo entre os sons emitidos pelos dois tubos é

- a) uníssono.
- b) tom maior.
- c) tom menor.
- d) semitom.
- e) oitava.

RESPOSTAS NÍVEL AVANÇADO:

- 1) D
- 2) A
- 3) B