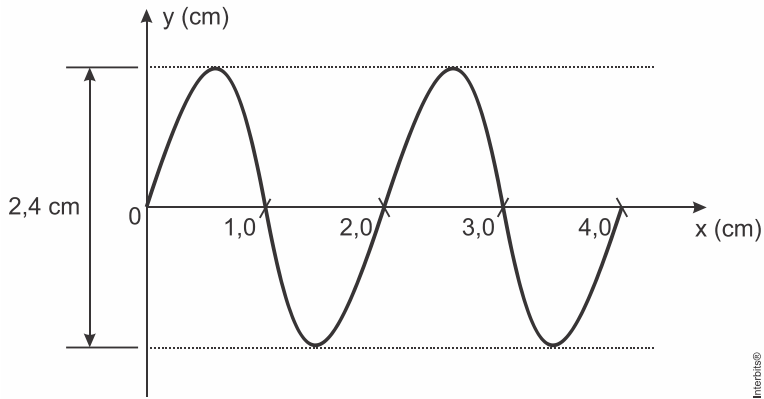


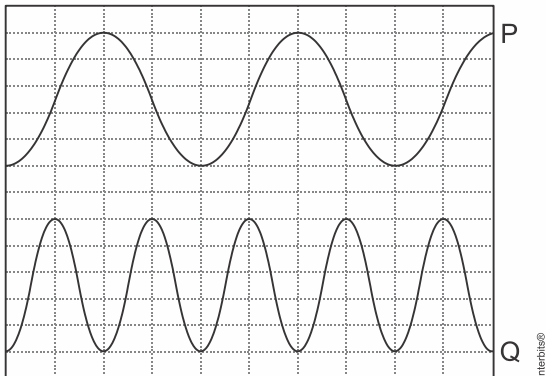
1.



O gráfico acima representa uma onda que se propaga com velocidade constante de 200 m/s . A amplitude (A), o comprimento de onda (λ) e a frequência (f) da onda são, respectivamente:

- a) $2,4 \text{ cm}$; $1,0 \text{ cm}$; 40 kHz
- b) $2,4 \text{ cm}$; $4,0 \text{ cm}$; 20 kHz
- c) $1,2 \text{ cm}$; $2,0 \text{ cm}$; 40 kHz
- d) $1,2 \text{ cm}$; $2,0 \text{ cm}$; 10 kHz
- e) $1,2 \text{ cm}$; $4,0 \text{ cm}$; 10 kHz

2. Na figura abaixo, estão representadas duas ondas transversais P e Q, em um dado instante de tempo. Considere que as velocidades de propagação das ondas são iguais.



Sobre essa representação das ondas P e Q, são feitas as seguintes afirmações.

- I. A onda P tem o dobro da amplitude da onda Q.
- II. A onda P tem o dobro do comprimento de onda da onda Q.
- III. A onda P tem o dobro de frequência da onda Q.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

3. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

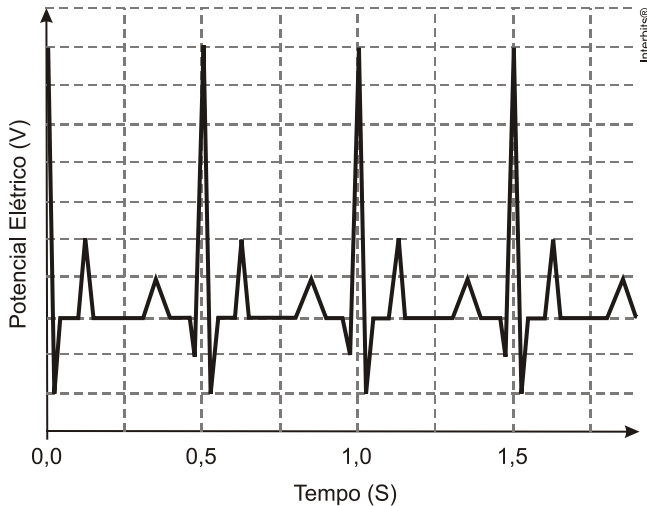
A luz é uma onda eletromagnética formada por campos elétricos e magnéticos que variam no tempo e no espaço e que, no vácuo, são _____ entre si. Em um feixe de luz polarizada, a direção da polarização é definida como a direção _____ da onda.

- a) paralelos - do campo elétrico
- b) paralelos - do campo magnético

- c) perpendiculares - de propagação
- d) perpendiculares - do campo elétrico
- e) perpendiculares - do campo magnético

4. Na Copa do Mundo de 2010, a Fifa determinou que nenhum atleta poderia participar sem ter feito uma minuciosa avaliação cardiológica prévia. Um dos testes a ser realizado, no exame ergométrico, era o eletrocardiograma.

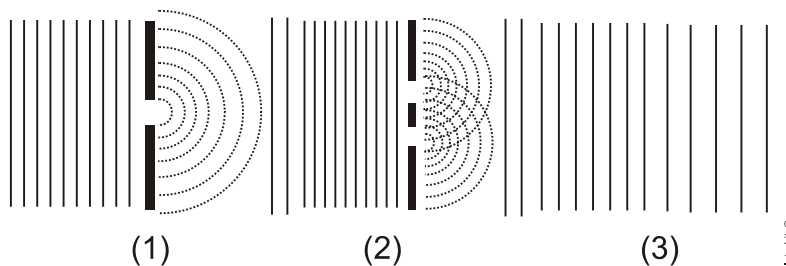
Nele é feito o registro da variação dos potenciais elétricos gerados pela atividade do coração. Considere a figura que representa parte do eletrocardiograma de um determinado atleta.



Sabendo que o pico máximo representa a fase final da diástole, conclui-se que a frequência cardíaca desse atleta é, em batimentos por minuto:

- a) 60.
- b) 80.
- c) 100.
- d) 120.
- e) 140.

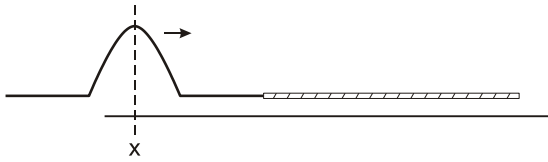
5. Em cada uma das imagens abaixo, um trem de ondas planas move-se a partir da esquerda.



Os fenômenos ondulatórios apresentados nas figuras 1, 2 e 3 são, respectivamente:

- a) refração – interferência - difração.
- b) difração – interferência - refração.
- c) interferência - difração -refração.
- d) difração - refração - interferência.
- e) interferência - refração - difração.

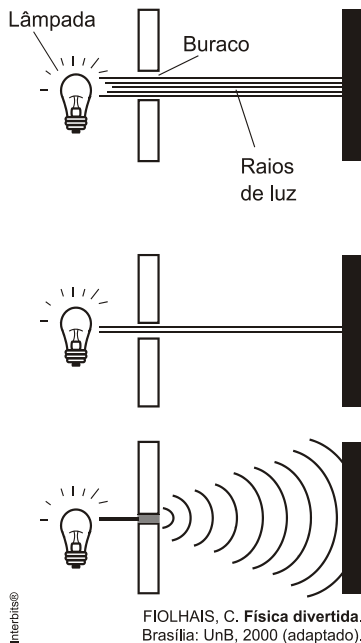
6. Uma corda é composta de dois segmentos de densidades de massa bem distintas. Um pulso é criado no segmento de menor densidade e se propaga em direção à junção entre os segmentos, conforme representa a figura abaixo.



Assinale, entre as alternativas, aquela que melhor representa a corda quando o pulso refletido está passando pelo mesmo ponto x indicado no diagrama acima.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

7. Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

8. Uma ambulância, enquanto resgata um enfermo, deixa a sirene ligada, a qual emite um sinal sonoro com frequência de 500 Hz. Um carro se aproxima da ambulância com uma velocidade de 85 m/s.

Nesse contexto, o condutor do carro irá escutar o som da sirene com uma frequência de:

- 570 Hz
- 625 Hz
- 710 Hz
- 735 Hz
- 792 Hz

9. Uma onda, qualquer que seja ela, pode ser classificada, quanto à sua natureza, basicamente em onda mecânica, onda eletromagnética ou onda de matéria.

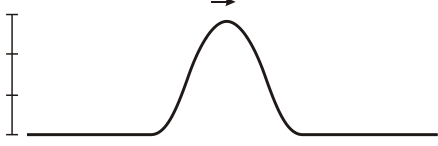


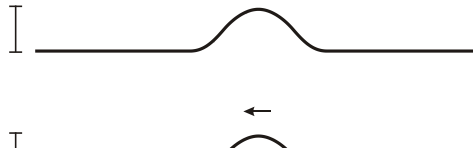

Com relação ao tema é correto dizer.

- As ondas sonoras se propagam no vácuo com velocidade próxima à velocidade das ondas eletromagnéticas.
- A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é da ordem de 300.000 m/s.
- As ondas sonoras e as eletromagnéticas são sempre transversais.
- Numa onda longitudinal, as partículas do meio vibram na mesma direção em que se dá a propagação da onda.
- A frequência da onda é um elemento característico da fonte que a criou, cuja grandeza corresponde ao tempo de cada vibração gerada pela fonte.

10. A figura a seguir representa dois pulsos produzidos nas extremidades opostas de uma corda.



Assinale a alternativa que melhor representa a situação da corda após o encontro dos dois pulsos.

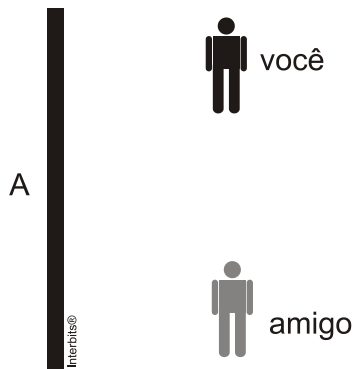
- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 

11. Nossos sentidos percebem de forma distinta características das ondas sonoras, como: frequência, timbre e amplitude. Observações em laboratório, com auxílio de um gerador de áudio, permitem verificar o comportamento dessas características em tela de vídeo e confrontá-las com nossa percepção. Após atenta observação, é correto concluir que as características que determinam a altura do som e a sua intensidade são, respectivamente,

- a) frequência e timbre.
 b) frequência e amplitude.
 c) amplitude e frequência.
 d) amplitude e timbre.
 e) timbre e amplitude.

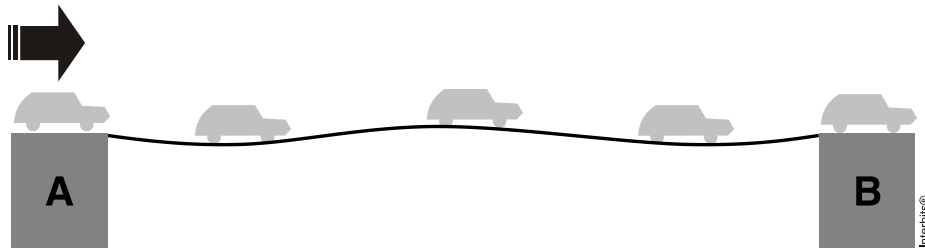
12. O eco é um fenômeno que consiste em se escutar um som após a reflexão da onda sonora emitida. Suponha que você e seu amigo encontrem-se separados 60 metros entre si, e ambos a 40 metros de um obstáculo A, perpendicular ao solo, que pode refletir ondas sonoras. Se seu amigo emitir um som, você perceberá que o intervalo de tempo entre o som refletido e o som direto será aproximadamente, em segundos, de:

Dado: velocidade do som no ar $V = 340 \text{ m/s}$



- a) 0,12.
- b) 0,20.
- c) 0,50.
- d) 0,80.
- e) 1,80.

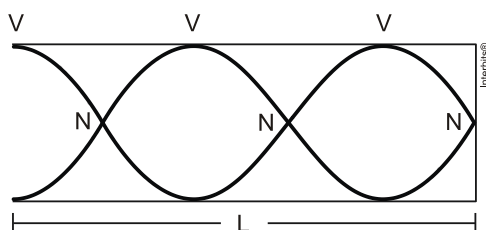
13. Uma fila de carros, igualmente espaçados, de tamanhos e massas iguais faz a travessia de uma ponte com velocidades iguais e constantes, conforme mostra a figura abaixo. Cada vez que um carro entra na ponte, o impacto de seu peso provoca nela uma perturbação em forma de um pulso de onda. Esse pulso se propaga com velocidade de módulo 10 m/s no sentido de A para B. Como resultado, a ponte oscila, formando uma onda estacionária com 3 ventres e 4 nós.



Considerando que o fluxo de carros produza na ponte uma oscilação de 1 Hz, assinale a alternativa correta para o comprimento da ponte.

- a) 10 m.
- b) 15 m.
- c) 20 m.
- d) 30 m.
- e) 45 m.

14. Na geração da voz humana, a garganta e a cavidade oral agem como um tubo, com uma extremidade aproximadamente fechada na base da laringe, onde estão as cordas vocais, e uma extremidade aberta na boca. Nessas condições, sons são emitidos com maior intensidade nas frequências e comprimentos de ondas para as quais há um nó (N) na extremidade fechada e um ventre (V) na extremidade aberta, como ilustra a figura. As frequências geradas são chamadas harmônicos ou modos normais de vibração. Em um adulto, este tubo do trato vocal tem aproximadamente 17 cm. A voz normal de um adulto ocorre em frequências situadas aproximadamente entre o primeiro e o terceiro harmônicos.



Considerando que a velocidade do som no ar é 340 m/s, os valores aproximados, em hertz, das frequências dos três primeiros harmônicos da voz normal de um adulto são:

- a) 50, 150, 250.
- b) 100, 300, 500.
- c) 170, 510, 850.
- d) 340, 1 020, 1 700.
- e) 500, 1 500, 2 500.

15. 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) $L_{\text{vermelho}} < L_{\text{azul}} < L_{\text{roxo}}$.

16. Dois tubos sonoros de um órgão têm o mesmo comprimento, um deles é aberto e o outro fechado. O tubo fechado emite o som fundamental de 500 Hz à temperatura de 20°C e à pressão atmosférica. Dentre as frequências abaixo, indique a que esse tubo não é capaz de emitir.

- a) 1500 Hz
- b) 4500 Hz
- c) 1000 Hz
- d) 2500 Hz
- e) 3500 Hz

17. Próxima à superfície de um lago, uma fonte emite onda sonora de frequência 500 Hz e sofre refração na água. Admita que a velocidade de propagação da onda no ar seja igual a 300 m/s, e, ao se propagar na água, sua velocidade é igual a 1500 m/s. A razão entre os comprimentos de onda no ar e na água vale aproximadamente:

- a) 1/3
- b) 3/5
- c) 3
- d) 1/5
- e) 1

18. 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 $v = \sqrt{T/\mu}$, onde 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.

19. Um garoto que passeia de carro com seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência de megahertz,

tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência que interfere no sinal da emissora do centro em algumas regiões da cidade.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata interfere no sinal da rádio do centro devido à:

- a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- b) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.
- d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- e) semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.

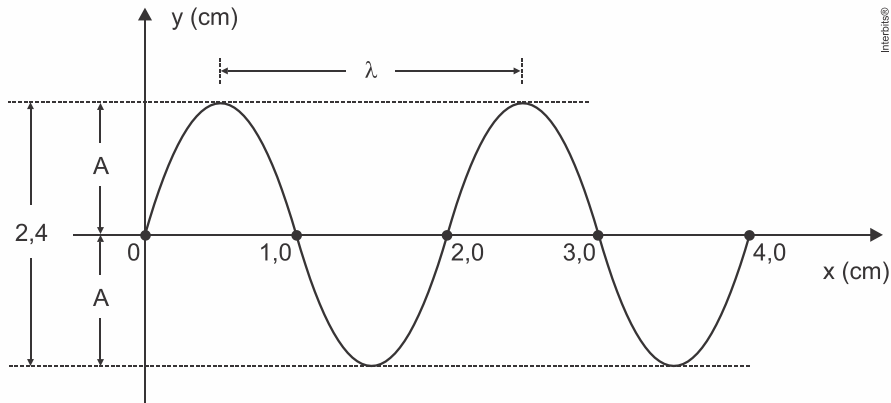
20. Em relação às ondas sonoras, é correto afirmar:

- a) O fato de uma pessoa ouvir a conversa de seus vizinhos de apartamento através da parede da sala é um exemplo de reflexão de ondas sonoras.
- b) A qualidade fisiológica do som que permite distinguir entre um piano e um violino, tocando a mesma nota, é chamada de timbre e está relacionada com a forma da onda.
- c) Denominam-se infrassom e ultrassom as ondas sonoras cujas frequências estão compreendidas entre a mínima e a máxima percebidas pelo ouvido humano.
- d) A grandeza física que diferencia o som agudo, emitido por uma flauta, do som grave, emitido por uma tuba, é a amplitude da onda.
- e) A propriedade das ondas sonoras que permite aos morcegos localizar obstáculos e suas presas é denominada refração.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[D]

A figura mostra a amplitude (A) e o comprimento de onda (λ).

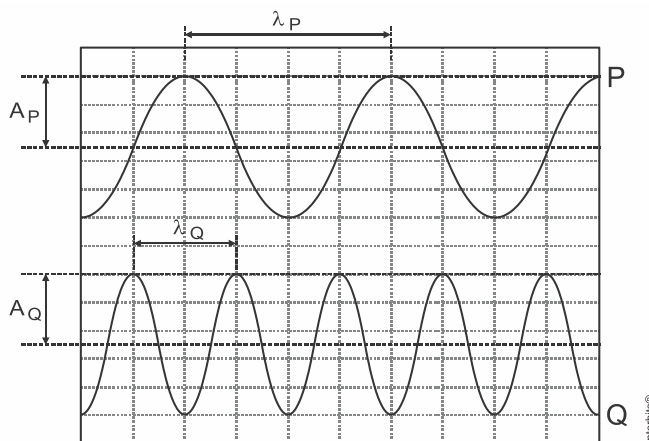


Dessa figura:

$$\left\{ \begin{array}{l} \square A = \frac{2,4}{2} \Rightarrow \boxed{A = 1,2 \text{ cm.}} \\ \square \lambda = 2 \text{ cm.} \\ \square f = \frac{v}{\lambda} = \frac{200}{0,02} \Rightarrow f = 10.000 \text{ Hz} \Rightarrow \boxed{f = 10 \text{ kHz.}} \end{array} \right.$$

Resposta da questão 2:
[B]

A figura mostra as amplitudes e os comprimentos de onda das duas ondas.



[I] **Incorreta.** Como mostra a figura, $A_P = A_Q$.

[II] **Correta.** Como mostra a figura, $\lambda_P = 2\lambda_Q$.

[III] **Incorreta.** A onda P tem a metade da frequência da onda Q.

$$v_P = v_Q \Rightarrow \lambda_P f_P = \lambda_Q f_Q \Rightarrow 2\lambda_Q f_P = \lambda_Q f_Q \Rightarrow f_P = \frac{f_Q}{2}.$$

Resposta da questão 3:
[D]

A luz propaga-se através de dois campos, um elétrico e outro magnético, perpendiculares entre si e a direção de polarização é definida como a direção do campo elétrico da onda.

Resposta da **questão** **4:**
[D]

Pelo gráfico, vemos que o período do batimento desse atleta é 0,5 s. Como a frequência é o inverso do período, vem:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Hz.}$$

Logo, são 2 batimentos por segundo ou 120 batimentos por minuto.

Resposta da **questão** **5:**
[B]

No primeiro caso, a onda está contornando o obstáculo → difração.

No segundo caso, após haver difração nas fendas, as ondas estão interferindo → interferência.

No terceiro caso, houve uma mudança de comprimento de onda devido à mudança de velocidade e de meio, o que caracteriza uma refração → refração.

Resposta da **questão** **6:**
[E]

O pulso refratado nunca sofre inversão de fase. O refletido sofre inversão quando o sentido de propagação é da corda mais densa para a menos densa. Para cordas, a mais densa é mais refringente, portanto, no caso, a velocidade do pulso refratado diminui.

Há, realmente, várias falhas na questão:

1ª) Em relação ao pulso incidente, a amplitude do pulso refletido deveria ser menor, pois, para ondas mecânicas, a energia transportada depende da amplitude. Verificando com régua, isso não ocorre em nenhuma das figuras mostradas.

2ª) Em relação ao pulso incidente, o comprimento do pulso refratado deveria ser menor, pois a velocidade diminui.

3ª) Em relação à fronteira de separação das duas cordas, após a chegada do pulso incidente, o pulso refratado deveria percorrer menor distância que o pulso refletido, pois a velocidade diminui. Isso também não ocorre. Aliás, ocorre exatamente o contrário, o pulso refratado percorre distância maior.

Rigorosamente, não há opção correta.

Porém, em provas de múltipla escolha, tem-se sempre que assinalar alguma das opções. Ficamos com a menos ruim, [E].

Resposta da **questão** **7:**
[A]

O fenômeno ilustrado na figura é a difração. Esse fenômeno ocorre quando uma onda contorna um obstáculo, como o som contornando um muro, permitindo que um menino ouça a conversa de seus colegas escondidos atrás do muro.

Resposta da **questão** **8:**
[B]

Usando a expressão do efeito Doppler, vem:

$$f = f_0 \frac{V + V_O}{V} \rightarrow f = 500 \frac{340 + 85}{340} = 625 \text{ Hz}$$

Resposta da **questão** **9:**
[D]

- a) **Falsa**. Ondas sonoras não se propagam no vácuo.
 b) **Falsa**. A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas depende do meio e, no vácuo, é $c = 300.000.000$ de m/s.
 c) **Falsa**. Ondas sonoras são longitudinais ou mistas.
 d) **Verdadeira**.
 e) **Falsa**. O tempo de cada vibração é o período. A frequência é a quantidade de vibrações por unidade de tempo.

Resposta da **questão** **10:**
 [B]

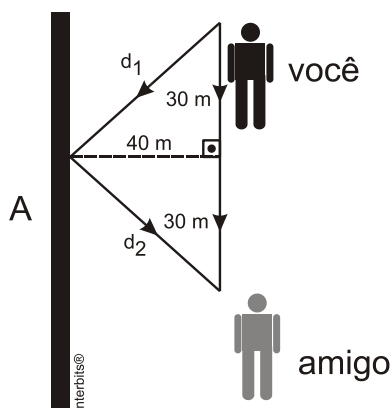
Desprezando dissipações de energia, pelo princípio da independência, após o encontro, cada pulso segue sua trajetória como era antes desse encontro.

Resposta da **questão** **11:**
 [B]

A altura de um som é caracterizada pela **frequência** da onda sonora, diferenciando um som grave de um som agudo.
 A intensidade de um som é caracterizada pela **amplitude** da onda sonora, diferenciando um som fraco de um som forte.

Resposta da **questão** **12:**
 [A]

A figura a seguir ilustra os dois percursos realizados pelo som.



– Para o som direto a distância percorrida é distância entre você e o seu amigo: $D_{dir} = 60$ m.

– Para o som refletido temos:

$$d_1^2 = 30^2 + 40^2 \Rightarrow d_1 = 50 \text{ m.}$$

Como o ângulo de incidência é igual ao de reflexão:

$$d_1 = d_2 = 50 \text{ m.}$$

A distância percorrida é, então, $D_{reflet} = d_1 + d_2 = 100$ m.

A diferença de percurso é:

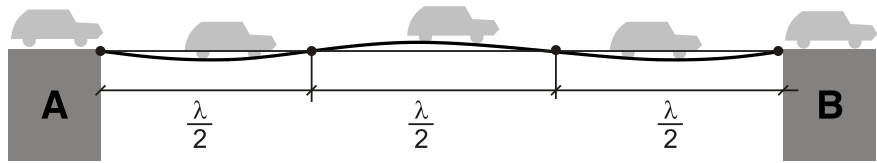
$$\Delta D = 100 - 60 = 40 \text{ m.}$$

O intervalo de tempo entre as recepções dos dois sons é:

$$\Delta t = \frac{\Delta D}{V} = \frac{40}{340} \Rightarrow \Delta t = 0,12 \text{ s.}$$

Resposta da **questão** **13:**
 [B]

Ampliando-se verticalmente a figura vemos melhor as posições dos nós e ventres.

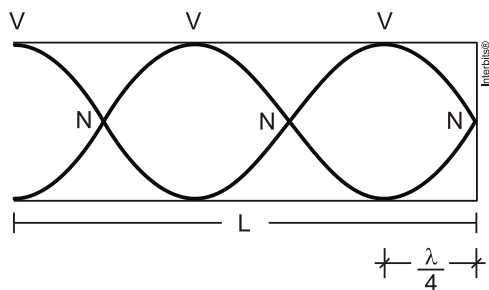


Como sabemos, $V = \lambda f \rightarrow 10 = \lambda \times 1 \rightarrow \lambda = 10\text{m}$

O comprimento da ponte é $L = \frac{3\lambda}{2}$. Portanto, $L = \frac{3 \times 10}{2} = 15\text{m}$

Resposta da **questão** **14:**
[E]

A figura mostra o quinto harmônico.



Observe que $L = 5 \cdot \frac{\lambda}{4} \rightarrow \lambda = \frac{4L}{5} = \frac{4 \times 0,17}{5} = 0,136\text{m}$

Como $V = \lambda f \rightarrow f = \frac{V}{\lambda} \rightarrow f_5 = \frac{340}{0,136} = 2500\text{ Hz}$

$$f_1 = \frac{f_5}{5} = \frac{2500}{5} = 500\text{Hz}$$

$$f_3 = 3f_1 = 3 \times 500 = 1500\text{Hz}$$

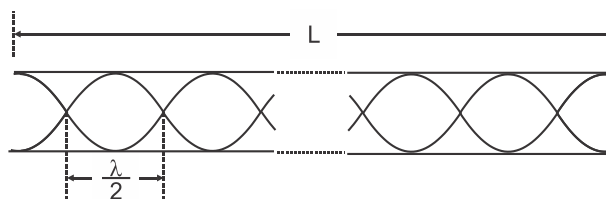
$$f_5 = 2500\text{ Hz}$$

Resposta da **questão** **15:**
[D]

Consideremos que os três tubos estejam emitindo harmônicos de mesma ordem. A velocidade de propagação do som é mesma, pois se trata do mesmo meio, no caso, o ar. Da equação fundamental da ondulatória:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} \quad \text{(I)}$$

Somente para demonstração, consideremos o n-ésimo harmônico de um tubo aberto:



O comprimento de cada fuso, como mostrado, é igual a meio comprimento de onda. Assim, para n fusos:

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{(II)}$$

Substituindo (I) em (II), vem:

$$L = n \frac{v}{2f} \Rightarrow L = \frac{n v}{2 f}$$

Dessa expressão, concluímos que o comprimento do tubo é inversamente proporcional à frequência do som emitido.

Na tabela de frequências dadas:

$f_{\text{vermelho}} < f_{\text{azul}} < f_{\text{roxo}}$. Então:

$L_{\text{vermelho}} > L_{\text{azul}} > L_{\text{roxo}}$

Resposta da **questão** **16:**
[C]

Os tubos fechados só ressoam para harmônicos ímpares. Se a frequência fundamental é 500Hz, ele ressoará para: 1500Hz, 2500Hz, 3500Hz, 4500Hz, etc.

Resposta da **questão** **17:**
[D]

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_{\text{ar}}}{v_{\text{água}}} = \frac{\lambda_{\text{ar}} \cdot f}{\lambda_{\text{água}} \cdot f} \rightarrow \frac{500}{1500} = \frac{\lambda_{\text{ar}}}{\lambda_{\text{água}}} \rightarrow \frac{\lambda_{\text{ar}}}{\lambda_{\text{água}}} = \frac{1}{3}$$

Resposta da **questão** **18:**
[C]

O enunciado fornece a expressão: $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ e também sugere (densidade linear de massa) que

a densidade linear da corda é $\mu = \frac{m}{L}$. Assim a expressão dada fica:

$$v = \sqrt{\frac{T}{m/L}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{TL}{m}}$$

No modo de vibração fundamental, $L = \frac{\lambda}{2}$, como também sugere o enunciado. Assim: $\lambda = 2L$.

$$\text{Como } f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{v}{2L} \Rightarrow f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{TL}{m}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{TL}{mL^2}} \Rightarrow$$

$$f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{mL}}$$

Analisando essa expressão, concluímos que quando L diminui, a frequência aumenta.

Obs: um estudante que aprecia música não precisa de toda essa manipulação matemática para chegar a essa conclusão. Basta notar que, quando o violonista diminui o comprimento da corda, o som se torna mais agudo, ou seja, a frequência aumenta.

Resposta da **questão** **19:**
[E]

Da equação fundamental da ondulatória:

Para a rádio do centro: $v = \lambda_c f_c$

Para a rádio pirata: $v = \lambda_p f_p$

Como a velocidade de propagação da onda é a mesma, pois se trata do mesmo meio (ar), se as frequências são iguais, os comprimentos onde também o são.

Resposta
[B]

da

questão

20:

- a) Errada. O fenômeno predominante nesse caso é a difração do som.
- b) Correta. É por isso que o timbre é conhecido como “a cor do som”. Pois, assim como uma cor pode ser ou não agradável aos nossos olhos, um timbre pode ser ou não agradável aos nossos ouvidos. O timbre é uma característica individual de cada fonte sonora, de cada instrumento.
- c) Errada. Infrassom e ultrassom são as ondas sonoras de frequência abaixo e acima das frequências mínima e máxima percebidas pelo ouvido humano, respectivamente (20 Hz e 20.000 Hz)
- d) Errada. A grandeza que diferencia um som agudo (alto) de um som grave (baixo) é a frequência.
- e) Errada. A propriedade em questão é a reflexão.