T.447 **Resposta:** d

Do gráfico: $T = 20\ \mu s = 20 \cdot 10^{-6}$ s

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \boxed{f = 50.000 \text{ Hz}}$$

Dentre os seres vivos indicados, somente gatos e morcegos podem ouvir o apito.

T.448 **Resposta:** b

Temos: $\Delta s = 49.000\lambda$; $\Delta t = 7$ s; logo:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{49.000\lambda}{7} = 7.000\lambda$$

Mas: $v = \lambda f$; portanto:

$$\lambda f = 7.000\lambda \Rightarrow \boxed{f = 7.000 \text{ Hz} = 7 \text{ kHz}}$$

T.449 **Resposta:** a

Sendo $v = 340$ m/s e $f = 2$ kHz $= 2.000$ Hz (mais agudo), temos:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{2.000} \Rightarrow \lambda = 170 \cdot 10 \text{ m}^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = 17 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda = 17 \text{ cm}}$$

T.450 **Resposta:** d

O som percorre $\Delta s = 2.046$ m em $\Delta t = 6$ s. Portanto, a velocidade do som vale:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2.046}{6} \Rightarrow v = 341 \text{ m/s}$$

Como a frequência é $f = 6{,}82$ kHz $= 6.820$ Hz, o comprimento de onda vale:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{341}{6.820} \Rightarrow \boxed{\lambda = 0{,}05 \text{ m} = 5 \text{ cm}}$$

T.451 **Resposta:** c

O instante em que o alto-falante emite o som de frequência $f_1 = 1.080$ Hz é:

$$1.080 = 1.000 + 200\ t_1 \Rightarrow 200\ t_1 = 80 \Rightarrow t_1 = 0{,}4\ \text{s}$$

Mas o som leva 0,1 s para chegar ao ouvinte, pois $D = 34$ m e $v_{som} = 340$ m/s. Então, no instante em que o alto-falante está emitindo o som de frequência f_1, o ouvinte ouve o som emitido 0,1 s antes, isto é, em $t_2 = 0{,}3$ s. Na fórmula:

$$f_2 = 1.000 + 200 \cdot 0{,}3 \Rightarrow \boxed{f_2 = 1.060\ \text{Hz}}$$

T.452 **Resposta:** e

I. Correta.
A intensidade está relacionada com a energia transportada pela onda sonora.

II. Correta.
A altura relaciona-se com a frequência do som.

III. Correta.
O timbre nos permite diferenciar sons de mesma altura e intensidade.

T.453 **Resposta:** d

Estando a maior distância das caixas, Paulo ouvirá sons de menor intensidade. A altura e o timbre não se modificam.

T.454 **Resposta:** d

A palavra “ferir”, no contexto dos versos, refere-se à **intensidade** (som forte) e à altura (som agudo), que, por sua vez, corresponde à **frequência** do som.

T.455 **Resposta:** c

Os harmônicos que compõem uma onda sonora caracterizam o **timbre** da fonte emissora.

T.456 **Resposta:** Soma = 94 (02 + 04 + 08 + 16 + 64)

(01) Incorreta.
Os sons dos instrumentos têm a mesma altura (frequência). Portanto, a percepção da posição do instrumento não pode estar baseada nessa qualidade.

(02) Correta.
O timbre diferente dos instrumentos possibilita definir as posições.

(04) Correta.
A frequência é a grandeza que caracteriza a nota musical.

(08) Correta.
A altura dos sons é definida pela frequência. Portanto, mesma altura corresponde a mesma frequência.

(16) Correta.
A forma da onda é definida pelos harmônicos que acompanham a frequência fundamental, caracterizando o timbre da fonte emissora.

(32) Incorreta.
De acordo com o enunciado, os sons emitidos pela flauta e pelo violino têm a mesma altura.

(64) Correta.
O "mais forte" da frase indica que o som tem maior intensidade.

T.457 **Resposta:** Soma = 15 (01 + 02 + 04 + 08)

(01) Correta.
Um som grave apresenta freqüência menor que um som agudo.

(02) Correta.
A intensidade sonora está relacionada com a energia transportada pela onda e, portanto, com sua amplitude.

(04) Correta.
Os morcegos se orientam por meio da emissão de ultra-sons e sua reflexão (eco) nos obstáculos.

(08) Correta.
Uma mesma nota musical (som com mesma frequência e intensidade) apresenta timbre diferente para instrumentos distintos.

T.458 **Resposta:** c

Como $\beta_1 = 40$ dB e $\beta_2 = 60$ dB, então:

$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 \Rightarrow \Delta\beta = 60 \text{ dB} - 40 \text{ dB} \Rightarrow \Delta\beta = 20 \text{ dB}$

Mas: $\Delta\beta = 10 \cdot \log \left(\dfrac{I_2}{I_1}\right)$; logo:

$$20 = 10 \cdot \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) \Rightarrow \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^2 \Rightarrow \boxed{I_2 = 100\ I_1}$$

T.459 **Resposta:** c

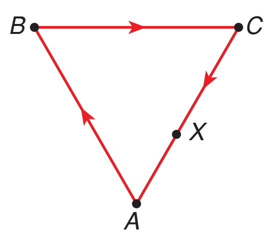
Como $\beta_1 = 20$ dB e $\beta_2 = 70$ dB, então:

$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 70 - 20 \Rightarrow \Delta\beta = 50 \text{ dB}$

Mas: $\Delta\beta = 10 \cdot \log \left(\dfrac{I_2}{I_1}\right)$; logo:

$$50 = 10 \cdot \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) \Rightarrow \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 5 \Rightarrow \boxed{\frac{I_2}{I_1} = 10^5}$$

T.460 **Resposta:** c



Velocidade do som: $v_{som} = 340$ m/s

Velocidade do corredor: $v_c = 10$ m/s

Distância percorrida pelo som:

$d = AB + BC + CA = 3 \cdot 340 \Rightarrow d = 1.020$ m

Para o som: $d = v_{som} \cdot \Delta t \Rightarrow$

$\Rightarrow 1.020 = 340 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 3$ s

Para o corredor: $XA = v_c \cdot \Delta t = 10 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{XA = 30 \text{ m}}$

T.461 **Resposta:** c

Se ele dá 30 palmas por minuto, o intervalo de tempo entre 2 palmas consecutivas é:

$$\Delta t = \frac{1 \text{ min}}{30} \Rightarrow \Delta t = \frac{60 \text{ s}}{30} \Rightarrow \Delta t = 2 \text{ s}$$

Esse é o intervalo de tempo para o som de cada palma ir até a parede, refletir e voltar até o ouvido da pessoa, superpondo-se ao som da palma seguinte. O som percorreu então $\Delta s = 2x$, sendo x a distância do ouvinte à parede.

Como $v_{som} = 330$ m/s, vem:

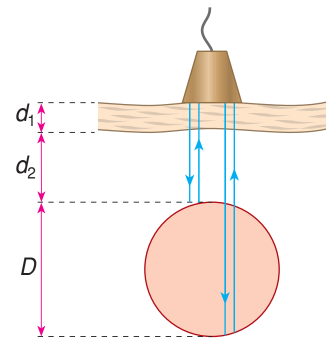
$\Delta s = v_{som} \cdot \Delta t \Rightarrow 2x = 330 \cdot 2 \Rightarrow 2x = 660 \Rightarrow \boxed{x = 330 \text{ m}}$

T.462 **Resposta:** b

O pulso que se reflete na parede anterior da carótida é recebido pelo receptor no instante $t = 15 \cdot 10^{-6}$ s, após percorrer: $\Delta s = 2 \cdot (d_1 + d_2)$

O pulso que se reflete na parede posterior é recebido no instante $t' = 35 \cdot 10^{-6}$ s, após percorrer:

$\Delta s' = 2 \cdot (d_1 + 2d_2) + 2D \Rightarrow \Delta s' = \Delta s + 2D$ ①



Mas: $\Delta s' = v \cdot t'$; $\Delta s = vt$

Substituindo em ①, obtemos

$vt' = vt + 2D \Rightarrow 2D = vt' - vt \Rightarrow 2D = v(t' - t) \Rightarrow$

$\Rightarrow 2D = 1{,}5 \cdot 10^5 (35 \cdot 10^{-6} - 15 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$

$\Rightarrow 2D = 1{,}5 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$

$\Rightarrow 2D = 3 \Rightarrow \boxed{D = 1{,}5 \text{ cm}}$

T.463 **Resposta:** a

Na refração de uma onda, alteram-se velocidade de propagação e comprimento de onda, mas a frequência não se modifica.

T.464 **Resposta:** c

I. Incorreta.
Ao passar de um meio para outro, o período da onda permanece constante.

II. Incorreta.
A frequência da onda não se modifica quando a onda passa para outro meio.

III. Correta.
Sendo constante a frequência, a velocidade e o comprimento de onda são diretamente proporcionais. Portanto, o menor comprimento de onda corresponde à menor velocidade de propagação (ar).

T.465 **Resposta:** c

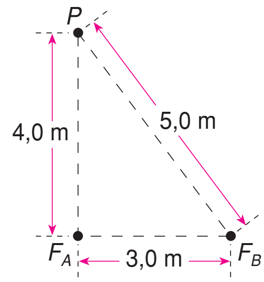
I. Incorreta.
A frequência permanece constante.

II. Correta.
Nos fluidos, as ondas mecânicas são longitudinais, e nos sólidos, têm duplo caráter – longitudinal e transversal.

III. Incorreta.
Ao passar do líquido (água) para o sólido (rocha), a velocidade aumenta, o mesmo ocorrendo com o comprimento de onda.

IV. Correta.
Nos sólidos, as ondas mecânicas têm velocidade maior.

T.466 **Resposta:** e



Em *P* ocorre interferência destrutiva (sinal muito fraco). Como as ondas estão em fase, a condição para que isso ocorra é:

$$F_BP - F_AP = i\,\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 5{,}0 - 4{,}0 = i\,\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 1 = i\,\frac{\lambda}{2}$$

Fazendo $i = 1$: $\boxed{\lambda = 2{,}0\text{ m}}$

T.467 **Resposta:** d

I. Correta.

A diferença de caminhos é igual à distância entre as fontes $\left(\Delta = \frac{\lambda}{2}\right)$.

Logo, a interferência é destrutiva.

II. Correta.

Na mediatriz, as distâncias percorridas pelas ondas são iguais ($\Delta = 0$).

Portanto, a interferência é construtiva.

III. Incorreta.

A condição anterior vale para o ponto médio entre as fontes.

T.468 **Resposta:** e

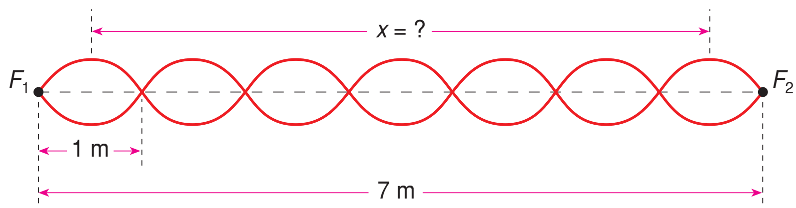
O comprimento de onda λ, sendo $v = 340$ m/s e $f = 170$ Hz, vale:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170} \Rightarrow \lambda = 2\text{ m}$$

Entre os dois alto-falantes formam-se ondas estacionárias. Na posição de cada uma das fontes, há um nó. Chamando de *N* o número de distâncias de nó a nó no intervalo, vem:

$$N \cdot \frac{\lambda}{2} = 7\text{ m} \Rightarrow N\,\frac{2}{2} = 7 \Rightarrow N = 7$$

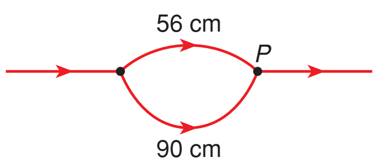
Então, a onda estacionária que se forma tem o aspecto:



Da figura, a maior distância entre dois máximos (ventres) é:

$$x = 6\,\frac{\lambda}{2} = 6\,\frac{2}{2} \Rightarrow \boxed{x = 6\text{ m}}$$

T.469 **Resposta:** e



Dados: $f = 1.000$ Hz; $v = 340$ m/s

De $\lambda = \frac{v}{f}$, vem: $\lambda = \frac{340}{1.000} \Rightarrow \lambda = 0{,}34$ m

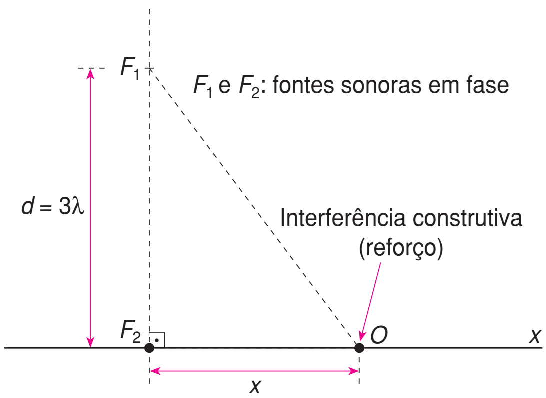
De acordo com a figura, a diferença de caminhos das ondas que se superpõem em P vale:

$\Delta = 90 - 56 \Rightarrow \Delta = 34\text{ cm} \Rightarrow \Delta = 0{,}34$ m

Comparando esses resultados, vem: $\Delta = \lambda \Rightarrow \boxed{\Delta = 2\frac{\lambda}{2}}$

A interferência em P é construtiva, ocorrendo um reforço do som.

T.470 **Resposta:** b



Com base na figura, acima, como a interferência em O deve ser construtiva, podemos escrever:

$F_1O - F_2O = p\,\frac{\lambda}{2}$ ①

($p = 0, 2, 4, 6$ ...)

Na figura: $F_2O = x$; $F_1F_2 = d = 3\lambda$

Aplicando o teorema de Pitágoras, vem:

$(F_1O)^2 = d^2 + x^2 \Rightarrow (F_1O)^2 = 9\lambda^2 + x^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow F_1O = \sqrt{9\lambda^2 + x^2}$

Substituindo em ①, obtemos:

$$\sqrt{9\lambda^2 + x^2} - x = p\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \sqrt{9\lambda^2 + x^2} = p\frac{\lambda}{2} + x$$

Elevando ao quadrado:

$$9\lambda^2 + \cancel{x^2} = p^2\frac{\lambda^2}{4} + p\lambda x + \cancel{x^2} \Rightarrow 9\lambda^2 = p^2\frac{\lambda^2}{4} + p\lambda x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 9\lambda = p^2\frac{\lambda^2}{4} + px \Rightarrow px = 9\lambda - p^2\frac{\lambda}{4} \Rightarrow x = \frac{\lambda}{p}\cdot\left(9 - \frac{p^2}{4}\right)$$

Substituindo os valores de p:

$p = 0$ (descartado)

$p = 2 \Rightarrow x = 4\lambda$

$p = 4 \Rightarrow x = \frac{5}{4}\lambda$

$p = 6 \Rightarrow x = 0$

Como o exercício pede a menor distância não nula, a resposta é: $\boxed{x = \frac{5}{4}\lambda}$

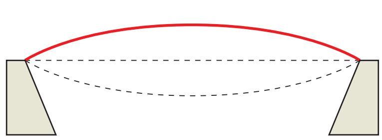
T.471 **Resposta:** d

A frequência de batimento é dada pela diferença das frequências das ondas que interferem ($f_1 = 100$ Hz e $f_2 = 102$ Hz):

$$f_b = f_2 - f_1 = 102 - 100 \Rightarrow \boxed{f_b = 2 \text{ Hz}}$$

T.472 **Resposta:** d

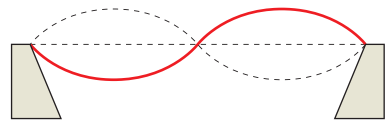
O estado estacionário que se estabelece com as oscilações do viaduto corresponde ao harmônico fundamental ou 1º harmônico:



A frequência é dada pela relação entre o número de oscilações (75) e o intervalo de tempo (30 s):

$$f_1 = \frac{75}{30} \Rightarrow f_1 \simeq 2,5 \text{ Hz}$$

A próxima forma de onda estacionária que pode se estabelecer no sistema é o 2º harmônico, com mais um nó entre os nós extremos:



A frequência desse 2º harmônico é o dobro da frequência fundamental:

$$f_2 = 2f_1 = 2 \cdot 2{,}5 \Rightarrow \boxed{f_2 = 5{,}0 \text{ Hz}}$$

T.473 **Resposta:** c

Frequência fundamental: $f_0 = 100$ Hz

2º harmônico: $f_2 = 2f_0 = 2 \cdot 100 \Rightarrow \boxed{f_2 = 200 \text{ Hz}}$

3º harmônico: $f_3 = 3f_0 = 3 \cdot 100 \Rightarrow \boxed{f_3 = 300 \text{ Hz}}$

4º harmônico: $f_4 = 4f_0 = 4 \cdot 100 \Rightarrow \boxed{f_4 = 400 \text{ Hz}}$

5º harmônico: $f_5 = 5f_0 = 5 \cdot 100 \Rightarrow \boxed{f_5 = 500 \text{ Hz}}$

T.474 **Resposta:** e

I. Incorreta.
Tendo em vista a fórmula da frequência na corda $\left(f = n\frac{v}{2L}\right)$, com a redução do comprimento pela metade, a frequência dobra, sendo emitida uma nota de uma oitava acima.

II. Correta.
Poderão ser emitidas notas oitava acima ou oitava abaixo que, embora tenham frequências diferentes, correspondem à mesma nota.

III. Correta.
Se quadruplicarmos o comprimento, a frequência se reduzirá a $\frac{1}{4}$ da anterior, ainda correspondendo à mesma nota musical.

IV. Incorreta.
A nota emitida vai depender, entre outros fatores, da tensão a que estão submetidas.

V. Correta.
Se dobrarmos o comprimento da corda, reduziremos à metade a frequência emitida, isto é, uma oitava abaixo.

T.475 **Resposta:** a

De acordo com a fórmula $f = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$, percebemos que, se o comprimento da corda diminuir ou se a tensão aumentar, a frequência aumenta.

T.476 **Resposta:** b

Pela fórmula $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ conclui-se que, para dobrar a velocidade de propagação da onda numa mesma corda (densidade linear μ constante), deve-se quadruplicar a intensidade da força de tração T.
Se o comprimento L e a tração T forem mantidos, a velocidade será duplicada se a massa da corda for reduzida à quarta parte de seu valor inicial, pois $\mu = \frac{m}{L}$.

T.477 **Resposta:** c
Para a corda de comprimento $L = 60$ cm $= 0{,}6$ m, a frequência fundamental é $f_1 = 400$ Hz. Aplicando a fórmula da frequência, obtemos:

$$f_1 = 1\,\frac{v}{2L} \Rightarrow v = 2L \cdot f_1 = 2 \cdot 0{,}6 \cdot 400 \Rightarrow v = 480 \text{ m/s}$$

Se a outra corda é exatamente igual e está submetida à mesma tensão, a velocidade das ondas é a mesma, só mudando o comprimento, que passa a ser L'. Nessas condições, ela emite o 3º harmônico ($f_3 = 600$ Hz). Aplicando a fórmula, vem:

$$f_3 = 3\frac{v}{2L'} \Rightarrow L' = \frac{3v}{2f_3} = \frac{3.480}{2.600} \Rightarrow \boxed{L' = 1{,}2 \text{ m} = 120 \text{ cm}}$$

T.478 **Resposta:** c
Para os dois fios podemos escrever as seguintes fórmulas:

$$f_1 = \frac{1}{2L_1}\sqrt{\frac{T}{\mu_1}} \quad (1) \qquad f_2 = \frac{1}{2L_2}\sqrt{\frac{T}{\mu_2}} \quad (2)$$

Dividindo (2) por (1), obtemos:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2}\sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_2}} \quad (3)$$

Sendo ρ a densidade (massa específica) do material, temos:
$\mu_1 = \rho S_1 = \rho \cdot \pi R_1^2 \qquad \mu_2 = \rho S_2 = \rho \cdot \pi R_2^2$

Substituindo μ_1 e μ_2 em ③, obtemos:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2}\sqrt{\frac{\rho \cdot \pi R_1^2}{\rho \cdot \pi R_2^2}} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

Como $L_2 = 3L_1$ e $R_2 = \frac{R_1}{2}$, vem:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{L_1}{3L_1} \cdot \frac{2R_2}{R_2} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow f_2 = \frac{2}{3}\,f_1$$

Como $f_1 = 600$ Hz, obtemos:

$$f_2 = \frac{2}{3} \cdot 600 \Rightarrow \boxed{f_2 = 400\ \text{Hz}}$$

T.479 **Resposta:** b

Vimos que, para a frequência fundamental da corda, podemos escrever: $f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{Mg}{\mu}}$

Elevando ao quadrado:

$$f^2 = \frac{1}{4L^2} \cdot \frac{Mg}{\mu} \Rightarrow M = \frac{f^2\mu \cdot 4L^2}{g}$$

Mas: $f = 200$ Hz; $L = 0{,}5$ m; $\mu = 1$g/m $= 10^{-3}$ kg/m; $g = 10$ m/s^2; logo:

$$M = \frac{40.000 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot (0{,}5)^3}{10} \Rightarrow \boxed{M = 4\ \text{kg}}$$

T.480 **Resposta:** c

Existe o perigo da ponte entrar em **ressônancia**, pois a marcha fornece energia periodicamente à mesma, fazendo-a vibrar. Se a frequência de vibração for igual à sua frequência natural, esse fenômeno (ressonância) pode ocorrer com o risco de destruir a ponte.

T.481 **Resposta:** e

O ar no interior da cavidade entra em ressonância com o **ruído do ambiente**, intensificando-o. A frequência ressonante depende da forma geométrica da cavidade.

T.482 **Resposta:** b

Dados: $L = 2{,}5$ cm $= 2{,}5 \cdot 10^{-2}$ m (tubo fechado); $v = 340$ m/s

De $f = \frac{v}{4L}$, vem: $f = \frac{340}{4 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow \boxed{f = 3{,}4 \cdot 10^3\ \text{Hz} = 3{,}4\ \text{kHz}}$

T.483 **Resposta:** e

Dados: $L = 25$ cm $= 0{,}25$ m; $f = 1.700$ Hz; $v = 340$ m/s

De $\lambda = \dfrac{v}{f}$, vem: $\lambda = \dfrac{340}{1.700} \Rightarrow \lambda = 0{,}2$ m

Como a extremidade fechada é necessariamente um nó, as alternativas possíveis são **a** e **e**. Calculando λ para cada uma delas:

a) $\dfrac{\lambda}{2} + \dfrac{\lambda}{4} = L \Rightarrow \dfrac{3\lambda}{4} = 0{,}25 \Rightarrow \lambda = \dfrac{1}{3}$ m (incorreta)

e) $\lambda + \dfrac{\lambda}{4} = L \Rightarrow \dfrac{5\lambda}{4} = 0{,}25 \Rightarrow \lambda = 0{,}2$ m (correta)

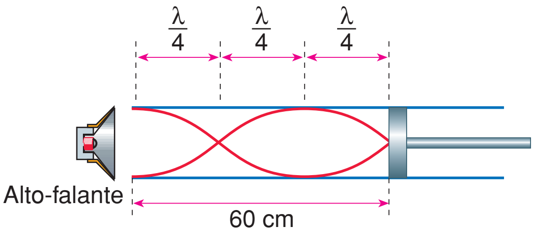
T.484 **Resposta:** c

Dado: $v = 340$ m/s

Da figura, vem:

$3\dfrac{\lambda}{4} = 60 \text{ cm} = 0{,}60 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 0{,}8 \text{ m}$

$f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{340}{0{,}8} \Rightarrow \boxed{f = 425 \text{ Hz}}$

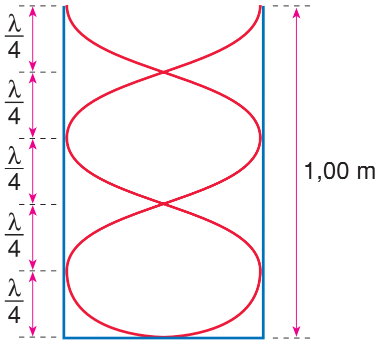


T.485 **Resposta:** b

Dado: $v = 340$ m/s

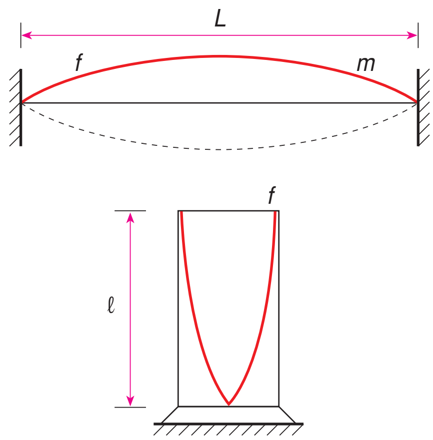
Da figura: $5\dfrac{\lambda}{4} = 1{,}00 \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda = 0{,}80 \text{ m}}$

$f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{340}{0{,}80} \Rightarrow \boxed{f = 425 \text{ Hz}}$



T.486 **Resposta:** b

A situação proposta corresponde ao seguinte esquema:



Como há ressonância entre o fio e o tubo, ambos no modo fundamental, podemos escrever:

$$f_{fio} = f_{tubo}$$

A frequência do tubo (fechado), sendo c a velocidade do som no ar, é dada por:

$$f_{tubo} = \frac{c}{4\ell}$$

A frequência fundamental no fio é:

$$f_{fio} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T \cdot L}{m}}$$

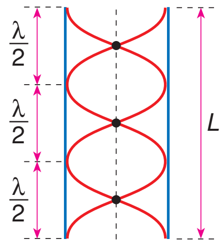
Igualando essas frequências, obtemos:

$$\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T \cdot L}{m}} = \frac{c}{4\ell} \Rightarrow \frac{1}{L}\sqrt{\frac{TL}{m}} = \frac{c}{2\ell}$$

Elevando ao quadrado, vem:

$$\frac{1}{L^2} \cdot \frac{TL}{m} = \left(\frac{c}{2\ell}\right)^2 \Rightarrow \boxed{T = \left(\frac{c}{2\ell}\right)^2 \cdot mL}$$

T.487 **Resposta:** c



Dado: $v = 340$ m/s

Da figura, temos:

$$L = 3\,\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2L}{3}$$

De $v = \lambda f$, vem:

$$340 = \frac{2L}{3} \cdot 30 \Rightarrow \boxed{L = 17 \text{ m}}$$

T.488 **Resposta:** a

Dados: $v = 320$ m/s; $f_1 = 80$ Hz (fundamental); $f_2 = 240$ Hz; $f_3 = 400$ Hz

Com esses valores, obtemos:

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{240}{80} = 3 \qquad \frac{f_3}{f_1} = \frac{400}{80} = 5$$

Sendo assim, o tubo é fechado, pois as frequências dos harmônicos são múltiplos ímpares da frequência fundamental.

De $f_1 = \dfrac{v}{4L}$, vem: $80 = \dfrac{320}{4L} \Rightarrow \boxed{L = 1{,}0 \text{ m}}$

Portanto, I, II e III estão corretas.

T.489 **Resposta:** e

I. Incorreta.
No tubo aberto: $\lambda = 2L$

II. Incorreta.
No tubo fechado: $\lambda = 4L$

III. Incorreta.
Os tubos sonoros fechados só emitem os harmônicos cujas frequências sejam múltiplos ímpares da frequência fundamental.

T.490 **Resposta:** c

Comparando um tubo aberto com um tubo fechado de mesmo comprimento, os respectivos sons fundamentais são dados por:

$$f_a = \frac{v}{2L} \qquad f_f = \frac{v}{4L}$$

Dessa comparação, concluímos: $f_a = 2f_f$

Portanto, se a frequência aumentou, um dos tubos está aberto.

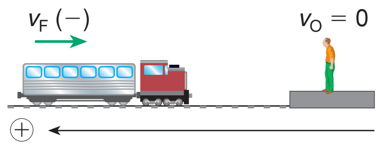
O comprimento pode ser determinado levando-se em conta que $f_a = 260$ Hz e $v = 340$ m/s. Substituindo esses valores na fórmula para o tubo aberto, obtemos:

$$260 = \frac{340}{2L} \Rightarrow 2L = \frac{340}{260} \Rightarrow \boxed{L = 0{,}65 \text{ m}}$$

T.491 **Resposta:** a

Quando a ambulância se aproxima, o observador percebe um som de maior frequência e de maior intensidade.

T.492 **Resposta:** a



Dados: $v_F = 10$ m/s; $f = 1{,}0$ kHz $= 1{,}0 \cdot 10^3$ Hz; $v = 330$ m/s

$$f' = f \cdot \left(\frac{v}{v - v_F}\right) \Rightarrow f' = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{330}{330 - 10}\right) \Rightarrow f' = 1{,}03 \cdot 10^3 \text{ Hz}$$

De $\lambda' = \dfrac{v}{f'}$, vem: $\lambda' = \dfrac{330}{1{,}03 \cdot 10^3} \Rightarrow \boxed{\lambda' \simeq 0{,}32 \text{ m}}$

T.493 **Resposta:** b

Dados: $v = 350$ m/s; $f = 700$ Hz; $v_0 = 80$ km/h $= \dfrac{80}{3{,}6}$ m/s $\simeq 22{,}2$ m/s

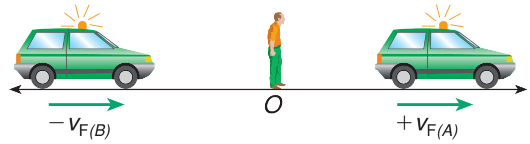
Assim, temos: $f' = f \cdot \left(\dfrac{v + v_O}{v}\right) \Rightarrow f' = 700 \cdot \left(\dfrac{350 + 22{,}2}{350}\right) \Rightarrow$

$$\Rightarrow f' = 700 \cdot \frac{372{,}2}{350} \Rightarrow \boxed{f' \simeq 745 \text{ Hz}}$$

T.494 **Resposta:** e

Dados:

$v = 340$ m/s; $f'_A = f'_B$ e $v_{F(A)} = v_{F(B)} = 125$ km/h $= \dfrac{125}{3{,}6}$ m/s $\Rightarrow v_F \simeq 34{,}7$ m/s



$$f'_B = f_B \cdot \left(\frac{v}{v - v_F}\right) \Rightarrow f_B = f'_B \cdot \left(\frac{v - v_F}{v}\right) \quad ①$$

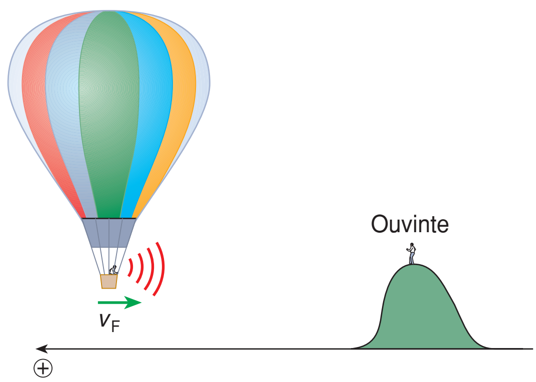
$$f'_A = f_A \cdot \left(\frac{v}{v + v_F}\right) \Rightarrow f_A = f'_A \cdot \left(\frac{v + v_F}{v}\right) \quad ②$$

Dividindo ② por ①:

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\cancel{f'_A}(v + v_F)}{\cancel{f'_B}(v - v_F)} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \left(\frac{340 + 34,7}{340 - 34,7}\right) \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{374,7}{305,3} \Rightarrow \boxed{\frac{f_A}{f_B} \simeq 1,23}$$

T.495 **Resposta:** d

Vamos admitir de início um ouvinte fictício na montanha da qual o balão se aproxima:

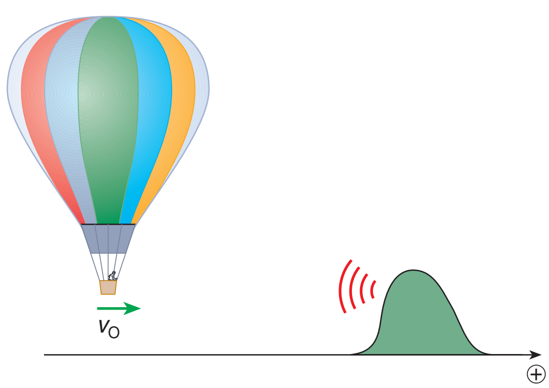


$v_F = 40$ m/s
$v_O = 0$
$v_S = 340$ m/s

Sendo $f = 570$ Hz a frequência emitida e f_O a frequência ouvida, teremos:

$$f_O = f \cdot \frac{v_s}{v_s - v_F} = 570 \cdot \frac{340}{340 - 40} \Rightarrow f_O = 646 \text{ Hz}$$

Após a reflexão, a montanha passa a ser a fonte, emitindo com frequência $f' = f_O = 646$ Hz. O receptor no balão corresponde ao ouvinte, registrando uma frequência f'_O. Esquematicamente:

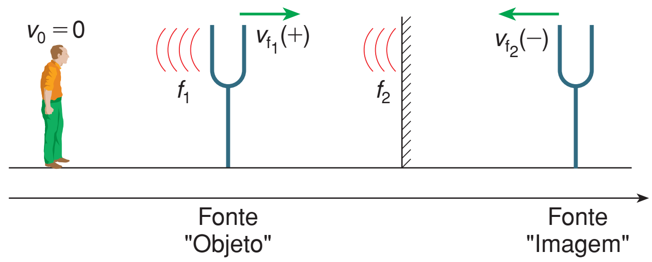


$v'_F = 0$
$v'_O = 40$ m/s
$v_S = 340$ m/s

Aplicando a fórmula:

$$f'_O = f' \cdot \frac{v_s + v'_O}{v_s} = 646 \cdot \frac{340 + 40}{340} \Rightarrow \boxed{f'_O = 722 \text{ Hz}}$$

T.496 Resposta: c



Dados: $f = 400$ Hz; $v = 340$ m/s; $v_F = 1{,}7$ m/s

Para as ondas diretas: $f_1 = f \cdot \left(\dfrac{v}{v + v_{F_1}}\right)$; logo:

$$f_1 = 400 \cdot \left(\frac{340}{340 + 1{,}7}\right) \Rightarrow \boxed{f_1 = 398 \text{ Hz}}$$

Para as ondas refletidas: $f_2 = f \cdot \left(\dfrac{v}{v - v_{F_2}}\right)$; logo:

$$f_2 = 400 \cdot \left(\frac{340}{340 - 1{,}7}\right) \Rightarrow \boxed{f_2 = 402 \text{ Hz}}$$

Para os batimentos, temos:

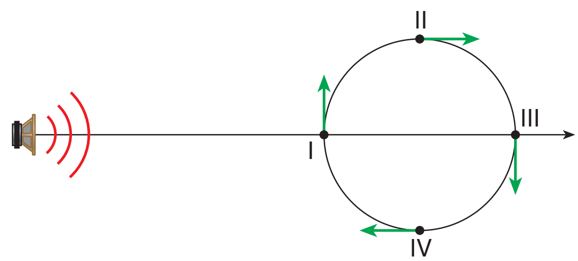
$$f_3 = f_2 - f_1 \Rightarrow f_3 = 402 - 398 \Rightarrow \boxed{f_3 = 4 \text{ Hz}}$$

T.497 Resposta: a

Nas posições I e III, a velocidade do ouvinte tem direção perpendicular à direção de propagação, não produzindo variação na frequência ouvida.

Na posição II, há afastamento do ouvinte em relação à fonte, de modo que a frequência ouvida é **menor** que a frequência emitida (som mais **grave**).

Na posição IV, há aproximação do ouvinte em relação à fonte. Então, a frequência ouvida é **maior** que a frequência emitida (som mais **agudo**).

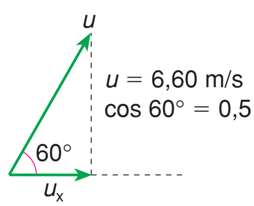


T.498 **Resposta:** d

No efeito Doppler para a luz, o movimento da estrela produz alteração na frequência e no comprimento de onda da onda luminosa por ela emitida.

T.499 **Resposta:** b

Calculando a velocidade do atleta na direção da propagação da onda:



$$u_x = u \cdot \cos 60° \Rightarrow u_x = 6{,}60 \cdot 0{,}5 \Rightarrow u_x = 3{,}30 \text{ m/s}$$

A frequência do som emitido é dada por: $f = \dfrac{v_{som}}{\lambda}$

Sendo $v_{som} = 330$ m/s e $\lambda = 16{,}5$ cm $= 0{,}165$ m, temos:

$$f = \frac{330}{0{,}165} \Rightarrow f = 2.000 \text{ Hz}$$

Orientando o eixo do ouvinte (atleta) para a fonte, teremos:

$$f' = f \cdot \left(\frac{v_{som} - u_x}{v_{som}}\right) \Rightarrow f' = 2.000 \cdot \left(\frac{330 - 3{,}30}{330}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f' = 2.000 \cdot \frac{326{,}7}{330} \Rightarrow \boxed{f' = 1.980 \text{ Hz}}$$