

(1) Exercicios autoavaliabes

1. Contesta ás seguintes cuestións:

- a) Pode transmitirse o son no baleiro?
- b) Por que a velocidade de propagación do son é maior no hidróxeno ca no aire?

2. O oído humano pode percibir sons de frecuencias comprendidas entre 20 Hz e 20000 Hz, aproximadamente; cales son as lonxitudes de onda no aire que corresponden a estas frecuencias?

Dato: velocidade do son no aire = 340 m/s

3. O oído humano é capaz de distinguir dous sons que se emiten cun intervalo de 0,1 s. A que distancia mínima dunha parede debe estar situada unha persoa para percibir o eco?

4. Un altofalante xera unha intensidade sonora de 10^{-2} W/m^2 a 20 m de distancia.

- a) Determina en decibelios o nivel de intensidade sonora.
- b) Determina tamén a potencia de son emitida polo altofalante considerándoo como un foco puntual de ondas esféricas.
- c) A que distancia da fonte o son se reduce a un nivel de 50 dB?

Dato: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

5. Unha fiestra aberta ten por dimensións $0,5 \times 2,0 \text{ m}$ e o nivel de intensidade sonora na ventá é de 60 dB. Que potencia acústica entra na habitación?

6. O son dunha fonte que emite a 450 Hz percíbese a 500 Hz cando nos achegamos a ela a certa velocidade. Que frecuencia percibiremos cando nos afastamos dela á mesma velocidade?

7. Déixase caer unha pedra nun pozo. Se o impacto se escoita arriba ao cabo de 10 s, cal é a profundidade do pozo?

Dato: velocidade do son no aire = 340 m/s

8. Un tubo de órgano de 2 m encóntrase aberto polos seus dous extremos:

- a) Cal é a súa frecuencia fundamental?
- b) Cal é o harmónico máis alto posible para este tubo, dentro do intervalo audible?

Solucións

1.

a) Non, porque é unha onda mecánica e como tal necesita un medio material para a súa propagación.

b) Porque a masa molar do hidróxeno é menor, polo que a velocidade de propagación é maior, segundo se desprende da expresión: $v_g = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

2. As lonxitudes de onda para 20 Hz e 20000 Hz serán, respectivamente:

$$\lambda_{\text{umbral}} = \frac{v}{f_{\text{umbral}}} = \frac{340}{20} = 17m \quad \lambda_{\text{máx}} = \frac{v}{f_{\text{máx}}} = \frac{340}{20 \cdot 10^3} = 0,017m$$

3. O intervalo de 0,1 s é o tempo transcorrido entre que escoitamos a nosa voz e o seu eco reflexado na parede. O son recorre unha distancia 2d (ida e volta), é dicir:

$$2d = v \cdot t \quad \text{de onde} \quad d = \frac{340 \cdot 0,1}{2} = 17m$$

4.

a) Expresamos o nivel de intensidade sonora en decibelios, tal e como nos piden:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \cdot \log \frac{10^{-2}}{10^{-12}} = 100 \text{ dB}$$

b) A intensidade da onda nun punto é a potencia que chega á unidade de superficie perpendicular á dirección de propagación da onda. Supoñemos que a onda é harmónica e que non diminúe a súa potencia:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow P = I 4\pi r^2 = 10^{-2} \cdot 4 \cdot \pi \cdot 20^2 = 50,26W$$

c) Para achar a intensidade no nivel de 50 dB empregamos a seguinte expresión:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{\beta}{10} = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{50}{10} = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 5 = \log \frac{I}{I_0}$$

$$10^5 = \frac{I}{I_0} \Rightarrow I = 10^5 I_0 \Rightarrow I = 10^5 \cdot 10^{-12} = 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

A partir da expresión $I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2}$, podemos atopar o valor de R:

$$R = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{50,26}{4\pi 10^{-7}}} = 6324,2m$$

5. A potencia acústica ven dada por $P = IS$ e a intensidade I está relacionada co nivel sonoro β (en dB) mediante a ecuación:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}, \text{ sendo } I_0 \text{ a intensidade inicial mínima, } I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}.$$

$$\text{Neste caso, } \log \frac{I}{I_0} = \frac{\beta}{10} = \frac{60}{10} = 6 \quad \text{é dicir,} \quad \frac{I}{I_0} = 10^6 \Rightarrow I = 10^6 \cdot 10^{-12} = 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Logo } P = IS = 10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 2,0 = 10^{-6} \text{ W}$$

6. A frecuencia que percibimos a medida que nos achegamos á fonte, ven dada pola seguinte expresión:

$$f' = f \left(\frac{v + v_0}{v} \right)$$

$$\text{Substituíndo os datos: } 500 = 450 \cdot \left(\frac{340 + v_0}{340} \right)$$

$$\text{Resolvendo, obtemos que } v_0 = 37,8 \text{ m/s}$$

A medida que nos afastemos da fonte con dita velocidade, a frecuencia que percibiremos será:

$$f' = f \left(\frac{v - v_0}{v} \right)$$

$$\text{Substituíndo os datos } f' = 450 \cdot \left(\frac{340 - 37,8}{340} \right) = 400 \text{ Hz}$$

7. Os 10 s corresponden ó tempo que tarda a pedra en chegar ao fondo do pozo, máis o que emprega o son en ascender ata o observador. É dicir:

$$t_1 + t_2 = 10 \text{ s}$$

$$\text{A altura descendida pola pedra é } y = \frac{1}{2} g t_1^2$$

$$\text{Esa mesma altura é a que ascende o son. Como } y = v t_2, \text{ entón } \frac{1}{2} g t_1^2 = v t_2$$

$$\text{Substituíndo } t_2 \text{ por } 10 - t_1 \text{ nos queda } \frac{1}{2} g t_1^2 = v (10 - t_1)$$

$$\text{e despexando } t_1, \text{ obtemos } t_1 = 8,9 \text{ s}$$

Tendo isto en conta, a profundidade do pozo será $y = \frac{1}{2} g t_1^2 = 388,1 m$

8.

a) A súa frecuencia fundamental é:

$$f = n \frac{v}{2L} \text{ para } n=1 \text{ sucede que } f = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2 \cdot 2} = 85 Hz$$

b) Considerando 20000 Hz a máxima frecuencia audible, teremos:

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

$$\text{Substituíndo os datos } n = \frac{2 \cdot 2 \cdot 20000}{340} = 235$$

Por tanto, o harmónico máis alto é o 235.