

SONIDO



5° artístico

(1) Determinar la velocidad del sonido en el aire a las siguientes temperaturas: (a) $-20,0^{\circ}\text{C}$; (b) 0°C ; (c) $20,0^{\circ}\text{C}$.

R.: (a) 319m/s ; (b) 332m/s ; (c) 343m/s .

(2) Los murciélagos emiten ondas ultrasónicas para orientarse durante sus vuelos nocturnos. La longitud de onda más corta de las mismas vale $\lambda_1 = 3,30\text{mm}$. ¿Qué frecuencia tiene dicho sonido?. Use $V_s = 340\text{m/s}$

R.: $f = 103\text{kHz}$.

(3)(a) Determinar la velocidad del sonido en el N_2 a PTN. (b) Determinar la velocidad del sonido en el He a PTN. Recuerde que la velocidad del sonido en los gases, se obtiene de calcularla con la expresión:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$$

donde T se mide en (K) ; M en (kg/mol) y los valores de γ son:

Gas	γ
He	1,66
N_2	1,40

R.: (a) 349m/s ; (b) 1008m/s .

(4) El módulo elástico del agua de mar vale $B = 2,2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$. Además, su densidad es 1026kg/m^3 . Determinar la velocidad del sonido en el agua. R.: 1464m/s .

(5) Al escuchar un tren en el campo un día soleado sin viento a 20°C , Ana coloca el oído en la vía de acero (que tienen una densidad igual a $7,8 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^2$ y su módulo de elasticidad es 200GPa .) y Pancho permanece parado en el lugar. Compara la velocidad del sonido del tren que escuchan ambos y decide quién lo escucha primero. R:

(6) Un submarino explora el fondo del mar con sonido ultrasónico que se propaga a 5.508 Km/h en el agua de mar. ¿Qué profundidad tiene el agua si desde la emisión del sonido hasta la llegada del eco, pasan $3,0 \text{ seg}$.? R: 2.295 m

(7) Se baten palmas en el aire, a una temperatura de $25,0^{\circ}\text{C}$. El sonido rebota (se produce *eco*) en una pared de granito que se halla a una distancia D y regresa, demorando $1,75\text{s}$ en todo el trayecto. ¿Cuánto vale D ? R.: $D = 303\text{m}$.

(8) Todas las noches, se dispara en el puerto un cañón y un cuidador enciende el faro el cual se halla a 200m de distancia. Supongamos que el farero enciende instantáneamente la luz al recibir el sonido: ¿qué retraso habrá en el encendido entre una noche de invierno crudo ($-10,0^{\circ}\text{C}$) y una de verano ($40,0^{\circ}\text{C}$)? R.: $\Delta t = 0,0512\text{s}$.

(9) Una cañería de hierro tiene una longitud de D . Si un experimentador A golpea el metal por un extremo y B escucha por el otro, oirá dos sonidos: el de la onda que viaja por el hierro y el de la onda que viaja por el aire, que no tienen iguales velocidades. (a) Encontrar una expresión para la diferencia de tiempos Δt con que escucha los sonidos. (b)

Usando $V_{\text{Aire}} = 340\text{m/s}$, $V_{\text{Fe}} = 5130\text{m/s}$ y $D = 200\text{m}$, determinar Δt . R.: (a) $\Delta t = D(1/V_{\text{Aire}} - 1/V_{\text{Fe}})$. (b) $\Delta t = 0,549\text{s}$.

(10) Una onda sonora se propaga por el aire a $20,0^{\circ}\text{C}$. La onda es sinusoidal, tiene una frecuencia de 700Hz y una intensidad de $1,20 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$. (a) Escribir la función $S = f(x,t)$. (b) ¿Qué intensidad en decibeles tiene esta onda? (c) ¿Es audible esta onda?

R.: (a) $S = 1,67 \times 10^{-7} \cdot \text{sen}(12,8x \pm 4398t)$. (b) $80,8\text{dB}$. (c) Si pues f está dentro del espectro audible (de 20 a 20kHz)

(11) Una onda sonora, viajando en aire calmo a $20,0^{\circ}\text{C}$, cumple la ecuación $S = 2,60 \times 10^{-7} \cdot \text{sen}(kx \pm \omega t)$. (a) Calcular la velocidad del sonido. (b) Si el sonido es un F_a de frecuencia 352Hz , determinar ω y k . y completa la ecuación de la onda $S(x,t)$. R.: (a) $v = 343\text{m/s}$. (b) $\omega = 2212\text{rd/s}$; $k = 6,45\text{rd/m}$. (c) $S = 2,60 \times 10^{-7} \cdot \text{sen}(6,45x \pm 2212t)$.

(12) Una persona puede gritar con una intensidad de 120dB a $2,00\text{cm}$. ¿A qué distancia dejaríamos de escuchar a tal gritón, suponiendo que el aire se halla completamente en calma?. Recuerde que la intensidad umbral vale $1,00 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$. R.: 20km .

(13) Un tambor tiene una potencia aproximada a 25W . ¿Qué intensidad en dB tendrá el sonido que este instrumento emite, a 10m de distancia? R.: $I = 103\text{dB}$.

(14) Una persona, cantando sin gritar, tiene una intensidad de sonido $I = 85\text{dB}$. ¿Qué intensidad (en dB) tendría un coro de 30 personas como la indicada, cantando al unísono? R.: $I = 99,8\text{dB}$.

(15) Juan tiene un equipo de sonido cuya potencia de salida vale $P = 10,0\text{W}$. Su cuarto mide $8 \times 8 \times 3,5\text{m}$. Si Juan pone el equipo a su máxima potencia: (a) ¿Qué intensidad de sonido logrará, en dB ? ¿Podría esa intensidad de sonido resultar perjudicial para su oído? (b) ¿Qué potencia de salida mínima debería usar para que la intensidad del sonido no resultase molesta ($I < 80\text{dB}$) R.: (a) $I = 0,0422\text{W/m}^2$ o 106dB . Es perjudicial. (b) $I_{\text{SALIDA}} \leq 0,0237\text{W}$.

(16) Ex- Antes de dar comienzo a un espectáculo audiovisual al aire libre, se disparan fuegos artificiales, generando sonidos con una frecuencia en el entorno de los 1000 Hz . Sabiendo que la distancia entre las explosiones y las personas es de 300 m y que la potencia de cada detonación es de 60 W .

a) Calcule si el efecto producido por 10 explosiones simultáneas es perjudicial para la salud.

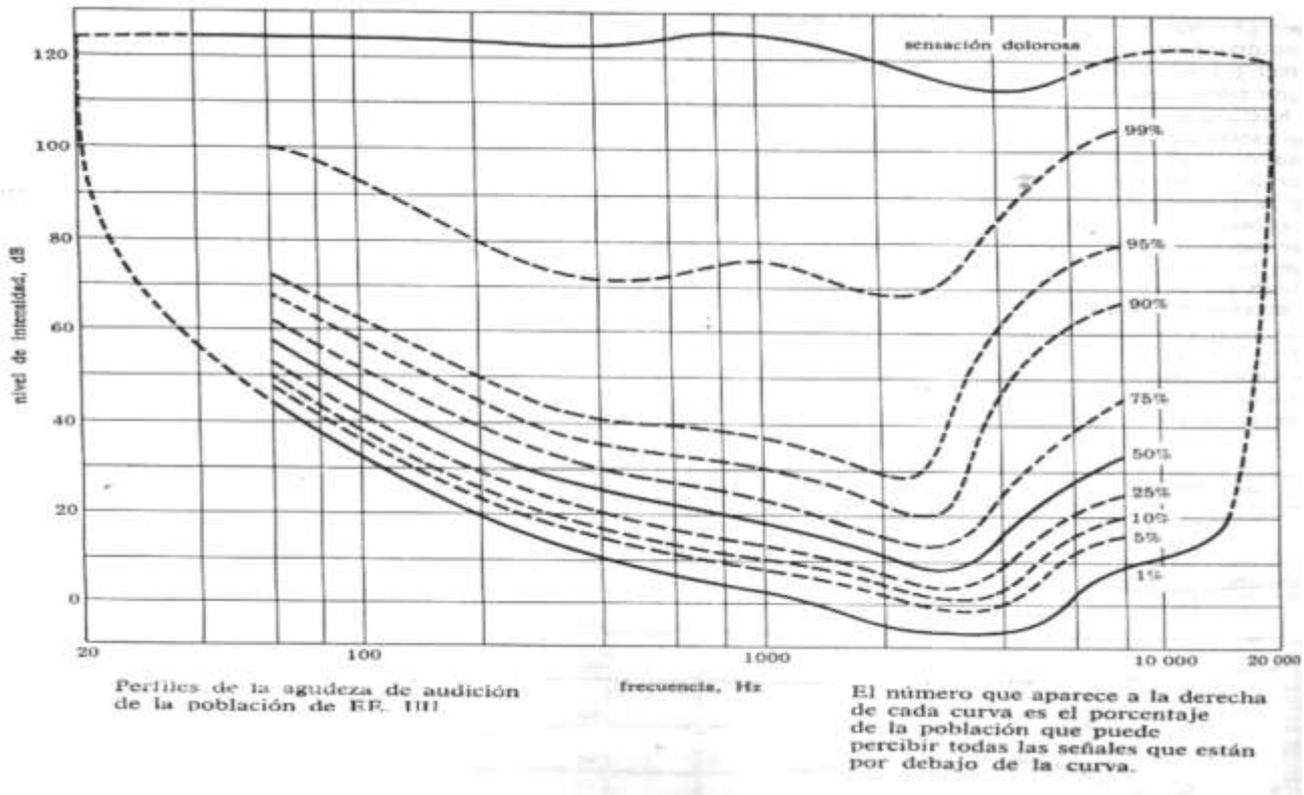
b) Sabiendo que la temperatura del ambiente es de 25°C , calcular la longitud de las ondas sonoras.

SPL (dB)	Efectos
0 – 20	Silencio
20 – 75	Soportable
75 – 85	muy molesto
85 – 105	Perjudicial
105 – 160	muy perjudicial
> 160	daño irreversible

(17)Ex- Un coro va a comenzar un ensayo al aire libre, un día donde no hay viento. Para afinar, el director del coro utiliza un diapasón que emite un tono puro de 440 Hz y si propaga como una onda esférica.

- ¿Cuál es el nivel de intensidad sonora mínimo emitido por el diapasón para que un cantante que se encuentre en la primera fila pueda escuchar el sonido del diapasón?
- ¿Cuál es el máximo?
- ¿Qué potencia sonora es emitida por el diapasón si la primera fila de cantantes deja de escuchar su sonido a una distancia de 50m?

Considere la curva de igual sonoridad dada por el diagrama de nivel de intensidad sonora(β) en db y Frecuencia en Hz.



(18)El oído humano en perfectas condiciones puede captar frecuencias entre 20hz y 20kHz. (a) Determinar el límite de las λ audibles. Use $V_s = 340\text{m/s}$. (b) ¿Qué longitudes deberían tener los tubos de un órgano para soportar ondas estacionarias óptimas de esas longitudes de onda? Considere tubos abiertos por un extremo y tubos cerrados (como realmente ocurre).

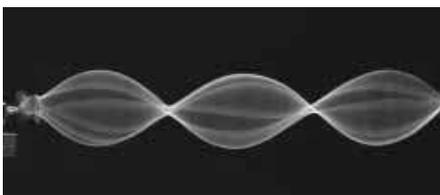
R.: (a) $17\text{m} \geq \lambda \geq 0,017\text{m}$. (b) $8,5n \geq L \geq 0,0085n$ ($n=1,2,3\dots$) con extremos cerrados y $4,25\mathcal{N} \geq L \geq 0,00425\mathcal{N}$ (con $\mathcal{N} = 1,3,5,7\dots$) con un extremo abierto.

(19) Una cuerda de guitarra tiene una longitud $L = 57,5\text{cm}$ y una densidad lineal $\mu = 1,20 \times 10^{-3}\text{kg/m}$. La cuerda se tensa con $T = 9,50\text{N}$ y se la pulsa, observándose que vibra en el armónico fundamental. (a) ¿Cuánto vale la frecuencia del sonido emitido? (b) Si queremos que tono del sonido se torne más grave (menor f): ¿deberíamos tensar o destensar la cuerda?. Justifique su respuesta.

R.: (a) $f = 77,4\text{Hz}$. (b) Destensar (menor T).

(20) Ex-Una de las cuerdas de una guitarra de 4g ge masa y 80cm de longitud se perturba produciendo un sonido de frecuencia 440hz.

- Calcula la fuerza de tensión a la que deberá ser sometida la cuerda.
- Si en el lugar donde se encuentra un espectador el nivel de intensidad sonora es 50db, ¿cuánto será el nivel de intensidad sonora si se perturban 9 cuerdas iguales en forma simultánea?



(21) Ex- En una cuerda de 60,0 cm de longitud, sujeta en ambos extremos, se producen ondas estacionarias como se muestran en la figura, cuando la frecuencia alcanza un valor de 1050 Hz. Encuentre:

- cuánto vale la longitud (L) y la velocidad de propagación de la onda.
- qué valor debería tomar la frecuencia para que la cuerda vibre en el segundo armónico.

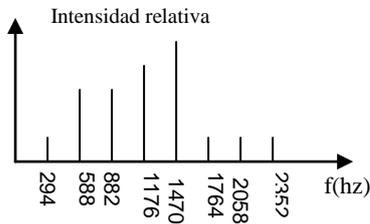
(22) Dos ondas sonoras viajan en igual sentido con $V_s = 340\text{m/s}$, siendo $S_0 = 2,00 \times 10^{-6}\text{m}$ y sus frecuencias $f_1 = 530\text{Hz}$ y $f_2 = 535\text{Hz}$. Si estas ondas se superponen: ¿qué se obtendrá?.

R.: Un batido o *trémolo* de la forma $S = 4,00 \times 10^{-6} \cdot \text{sen}(9,84x \pm 3346t) \cdot \text{cos}(0,047x \pm 16t)$.

(23) El capuchón de una lapicera tiene una longitud $L = 4,30\text{cm}$ y está abierto *por ambos extremos*. Si se sopla lateralmente en su extremo más ancho, sin tapar el otro, suena como un silbato y si se tapa un extremo se nota cierta diferencia en el tono del sonido. Determine qué frecuencias audibles generan los diferentes armónicos dentro del capuchón en ambos casos. Use $V_s = 340\text{m/s}$.

R.: $f = 3953 \cdot n \text{ Hz}$ ($n < 5$) con ambos extremos abiertos. $f = 1977 \cdot \mathcal{N} \text{ Hz}$ ($\mathcal{N} < 9$) con un solo extremo abierto

(24) Ex-



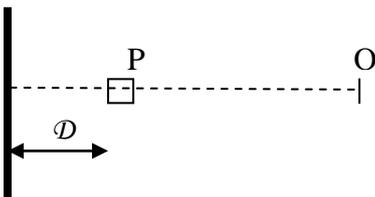
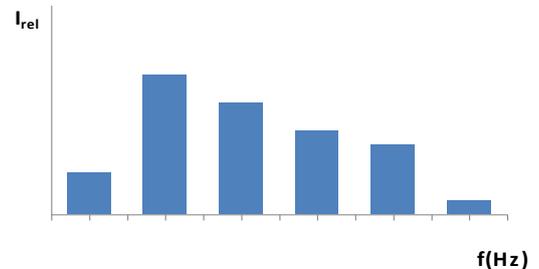
Al sonar una cierta nota en cierto instrumento de cuerda se obtiene un espectro como el que se muestra en la figura.

- Dibuja la curva de resonancia del elemento resonador del instrumento.
- Indica el valor de la frecuencia fundamental de la cuerda y la frecuencia de resonancia del resonador.

(25) Ex- En un tubo cilíndrico semiabierto de cierto instrumento de viento, de 70 cm de longitud y diámetro muy pequeño, se

establece una onda estacionaria como muestra la figura, similar a la experiencia realizada en el laboratorio. La temperatura del aire es de 22°C .

- Determina la frecuencia a la que vibra el parlante.
- Cuando el parlante vibra, produce el análisis espectral que se adjunta (intensidad relativa en función de la frecuencia). Calibra el eje de frecuencia y determina la frecuencia de resonancia.



(26) Un parlante P emite un sonido monótono de frecuencia f , que puede regularse a voluntad. Detrás del parlante, a una distancia \mathcal{D} , se halla una pared de granito perfectamente reflectora del sonido. Si en el punto O se halla un observador: ¿para qué valores de f dicho observador no oirá nada?

R.: $f = (n-1/2) V_s / 2\mathcal{D}$

(27) Ex- Una cuerda de longitud L , vibrando en su armónico fundamental, emite un sonido Sol (396Hz). ¿Dónde deberíamos colocar el dedo para sonar en un Si (495Hz)? R.: $L' = 0,80L$

(28) Ex- Un piano, en una sala de concierto, emite una nota La (440Hz). Una persona que corre en la sala escucha esta nota como si fuera un Re (297 Hz) de la misma escala. Esta persona:

- ¿está aproximándose o alejándose del piano? Justifica.
- ¿a qué velocidad lo está haciendo si la temperatura del aire es de 15°C ?

(29) Ex- La sirena de una ambulancia emite un sonido de 440Hz (La). Al viajar a una velocidad de 108 km/h los peatones que están quietos sobre la vereda escuchan otra cosa.

¿Qué frecuencia perciben los peatones a medida que se acerca la ambulancia y a medida que se aleja de ellos? (la temperatura del aire es de 15°C).

Recordar que: $I = \frac{\text{Potencia}}{4\pi \cdot r^2}$ $\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ donde $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Estacionarias en tubos: $\lambda_n = \frac{4L}{m}$ $f_n = \frac{m \cdot v}{4L}$ (con $m = 2n - 1$)

Estacionarias en cuerdas: $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ $f_n = \frac{n \cdot v}{2L}$