



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

Problemas de Acústica

Preguntas

1. ¿Qué es una onda?
2. ¿Qué tipo de perturbación produce el sonido sobre el medio?
3. ¿Qué significa que el sonido sea una onda mecánica longitudinal?
4. ¿Cuáles son los parámetros físicos que caracterizan el sonido?
5. Realiza una gráfica presión - tiempo y una presión – posición para una onda sonora.
6. ¿Qué intervalo de frecuencias de sonido son audibles por el ser humano?
7. ¿Cómo tiene que ser un medio material para que el sonido pueda transmitirse? El sonido tiene mayor velocidad en los sólidos ¿Por qué?
8. ¿De qué depende la velocidad del sonido?
9. ¿Cuáles son las características audibles del sonido y qué relación tienen con los parámetros físicos?
10. Indica las notas y sus frecuencias características para un piano.
11. ¿Qué significa compresión y rarefacción y qué relación tiene con la naturaleza del sonido en el aire? Indica compresión y rarefacción en las curvas dibujadas en el ejercicio 5.
12. ¿Qué es el decibel? ¿Cuáles son los límites de exposición permisibles para distintos decibeles de sonido?
13. ¿Qué fenómenos ondulatorios aparecen cuando la onda sonora pasa de un medio a otro?
14. ¿Qué es la resonancia?
15. ¿Qué fenómenos sonoros se tienen en cuenta al momento del acondicionamiento acústico?
16. ¿Cuáles son los coeficientes característicos de los materiales y de qué característica física de los mismos dependen?
17. Explique la reducción sonora de acuerdo a la ley de masas y la ley de distancias.
18. Enumere las características acústicas favorables de un ambiente.
19. ¿Por qué es importante el tiempo de reverberación y que factores lo influyen?



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

20. ¿Qué es el sonido de fondo y cuál es su importancia?
21. ¿Qué es el aislamiento de impacto y qué recomendaciones daría para su ejecución?

Problemas de aspectos físicos del sonido

1. El sonido de una cuerda indica un tono de DO si la frecuencia de éste es de 261 Hertz. Y se transmite en el aire ¿cuál será la longitud de onda?
2. El oído humano percibe sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre 20 y 20000 Hz. Calcular la longitud de onda de los sonidos extremos, si el sonido se propaga en el aire con la velocidad de 330 m/s.
3. Un foco sonoro colocado bajo el agua tiene una frecuencia de 750 Hz y produce ondas de 2 m. ¿Con qué velocidad se propaga el sonido en el agua?
4. ¿Cuál es el nivel de sensación sonora en decibelios correspondiente a una onda de intensidad 10^{10} W/m²? ¿Y de intensidad 10^{-2} W/m²? (Intensidad umbral 10^{-12} W/m²).
5. Demostrar que, si se duplica la intensidad de un sonido, el nivel de sensación sonora aumenta en 3,0 decibelios.

Preguntas de múltiple opción

1. Un sonido cuya frecuencia es 18,000 Hz se considera un sonido:
A) Ultrasonido B) Infrasonido C) Audible y agudo D) Audible y grave
E) Imperceptible
2. Cuando una onda pasa de un medio a otro sufre un cambio apreciable en su dirección. Este fenómeno se conoce como:
A) Absorción B) Reflexión C) Difracción D) Refracción E) Transmisión
3. Juan quiere hacer un ambiente libre de ondas sonoras y para ello hace una caja de vidrio y le saca todo el aire. ¿Qué se puede decir al respecto de su experimento?
A) Está equivocado porque por el vidrio se filtra el sonido.
B) Está equivocado porque por el vacío refracta el sonido.
C) Está equivocado porque por el vacío refleja el sonido.
D) Esta en lo correcto porque el vidrio refleja todo el sonido.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

- E) Esta es la correcta porque el vacío no transporta el sonido.
4. La perilla que en los equipos de música recibe el nombre de Volumen puede definirse como un selector de:
A) Longitud de onda B) Frecuencia C) Periodo D) Amplitud E) Ciclos por segundo recibidos
5. La radio favorita de Luis es la que se encuentra en el 100,1 MHz. El valor señalado representa.
A) Una amplitud B) Una Longitud de onda
C) Un periodo D) Una rapidez de emisión
6. El desagradable zumbido emitido por un zancudo se debe a que aletea a 600 Hz, esto significa que agita su alas a un ritmo de:
A) 6 aleteos por segundo B) 60 aleteos por segundo C) 600 aleteos por minuto
D) 3600 aleteos por segundo E) 36000 aleteos por minuto
7. Si la intensidad de una nota musical se duplica, ¿qué sucede con la frecuencia?
A) Se mantiene igual B) Se duplica C) Se reduce a la mitad
D) Se cuadruplica E) Se reduce a la cuarta parte
8. De las siguientes características cual/s se puede/n medir en metros en una onda:
I) Amplitud II) Frecuencia III) Longitud de onda.
Es o son correcta (s)
A) Solo I B) Solo II C) Solo III D) Solo I y III E) Solo I, II y III
9. Una onda sonora viaja por el aire con una frecuencia de 20 Hz. entonces su longitud de onda es:
A) 1/17 m B) 17 m C) 640 m D) 1200 m E) 6800 m
10. La intensidad del sonido se encuentra relacionado con:
A) El periodo B) La longitud de onda C) El ciclo D) La amplitud E) Los nodos
11. La rapidez de propagación de sonido en cierto medio depende de:
I) La densidad del medio
II) La temperatura del medio
III) El volumen total del medio
Es o son correcta (s):
A) Solo I B) Solo II C) Solo III D) Solo I y II E) Solo II y III



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

12. Si se emite un sonido, después de cierta distancia el sonido se va atenuando. La atenuación de un sonido es cierto medio se debe a una variación de su:

- A) Longitud de onda B) Amplitud C) Frecuencia D) Periodo E) Rapidez de propagación

13. El campo sonoro dentro de un auditorio

- A) Es la suma del sonido directo y el eco.
B) Es principalmente el sonido directo.
C) Es la suma del eco y el campo reverberante.
D) Es la suma del sonido directo y el campo reverberante.

14. El tiempo de reverberación:

- A) Sólo depende del volumen de la sala.
B) Sólo depende del volumen de la sala y del área de sus paredes.
C) Depende del volumen de la sala, del área de sus paredes y de coeficientes de absorción.
D) Nunca depende de la frecuencia.

Problemas resueltos

1- Calcule la rapidez del sonido en una varilla de aluminio.

Solución: El módulo de Young y la densidad del aluminio son

$$Y = 68\,900 \text{ MPa} = 6.89 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$\rho = 2.7 \text{ g/cm}^3 = 2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

De la ecuación (22.1)

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{6.89 \times 10^{10} \text{ N/m}^2}{2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}} \\ &= \sqrt{2.55 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}^2} = 5050 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Esta rapidez es aproximadamente 15 veces mayor que la del sonido en aire.



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

2- Calcule la rapidez del sonido en el aire en un día en que la temperatura es de 27 °C. La masa molecular del aire es $M = 29 \text{ g/mol}$ y la constante adiabática es $\gamma = 1,4$.

Nota: La constante universal de los gases es $R = 8,314 \text{ J/(mol kg)}$.

Como se requieren unidades del SI, debemos convertir la masa molecular en *kilogramos* por mol ($M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$).

Solución: La temperatura absoluta del aire es $T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{(1.4)[8.31 \text{ J/(mol} \cdot \text{ kg)}](300 \text{ K})}{29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}}$$

$$v = 347 \text{ m/s}$$

3- ¿Cuál es la rapidez del sonido en el aire a temperatura ambiente (20 °C)?

Plan: Primero determinamos la temperatura absoluta ($20 + 273 = 293 \text{ K}$) y luego sustituimos directamente el resultado en la ecuación.

Solución

$$v = (331 \text{ m/s}) \sqrt{\frac{T}{273 \text{ K}}} = (331 \text{ m/s}) \sqrt{\frac{293 \text{ K}}{273 \text{ K}}} \quad \circ \quad v = 343 \text{ m/s}$$

4- Dos sonidos tienen intensidades de $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2$ y $1,2 \text{ W/m}^2$. Calcule la diferencia en niveles de intensidad en bels.

Solución

$$B = \log \frac{I_1}{I_2} = \log \frac{1.2 \text{ W/m}^2}{2.5 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2}$$

$$= \log 4.8 \times 10^7 = 7.68 \text{ B}$$



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

5- Calcule el nivel de intensidad de un sonido cuya intensidad es de $1 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$.

Solución:

$$\begin{aligned}\beta &= 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \left(\frac{10^{-4} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} \right) \\ &= 10 \log 10^8 = 10(8) = 80 \text{ dB}\end{aligned}$$

6- Una fuente puntual emite sonido con una potencia media de 40 W. ¿Cuál es la intensidad a una distancia $r_1 = 3,5 \text{ m}$ de la fuente? ¿Cuál será la intensidad a una distancia r_2 de 5 m?

Solución: Puesto que $r_1 = 3.5 \text{ m}$ y $P = 40 \text{ W}$, la intensidad I_1 se halla como sigue

$$I_1 = \frac{P}{4\pi r_1^2} = \frac{40 \text{ W}}{4\pi(3.5 \text{ m})^2}; \quad \text{o} \quad I_1 = 0.260 \text{ W/m}^2$$

Ahora usamos la ecuación (22.9) para determinar la intensidad en $r_2 = 5 \text{ m}$.

$$\begin{aligned}I_1 r_1^2 &= I_2 r_2^2 \quad \text{e} \quad I_2 = \frac{I_1 r_1^2}{r_2^2} \\ I_2 &= \frac{(0.260 \text{ W/m}^2)(3.5 \text{ m})^2}{(5 \text{ m})^2} = 0.127 \text{ W/m}^2\end{aligned}$$

Propuestos

1- El módulo de Young para el acero es $2,07 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ y su densidad es de 7800 kg/m^3 . Calcule la rapidez del sonido en una varilla de acero.

Rta: 5150 m/s

2- Un trozo de varilla de cobre de 3 m tiene una densidad de 8800 kg/m^3 y el módulo de Young para el cobre es de $1,17 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$. ¿Cuánto tiempo demorara el sonido en recorrer la varilla desde un extremo hasta el otro?

3- ¿Cuál es la rapidez del sonido en el aire ($M = 29 \text{ g/mol}$ y $\gamma = 1,4$) en un día en que la temperatura es de 30° C ? Use la fórmula de aproximación para comprobar este resultado.

Rta: 349 m/s



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

- 4- Se ha medido en 3380 m/s la rapidez de las ondas longitudinales en una varilla de cierto metal cuya densidad es 7850 kg/m^3 . ¿Cuál es el módulo de Young para ese metal?
- 5- Si la frecuencia de las ondas del problema 22.4 es de 312 Hz. ¿cuál es la longitud de onda?
Rta: 10,8 m
- 6- Compare la rapidez teórica del sonido en el hidrogeno ($M = 2,0 \text{ g/mol}$, $\gamma = 1,4$) con la rapidez en el helio ($M = 4,0 \text{ g/mol}$, $\gamma = 1,66$) a 0°C .
- 7- Una onda sonora es enviada por un barco hasta el fondo del mar, donde se refleja y regresa. Si el viaje de ida y vuelta demora 0,6 s. ¿A qué profundidad está el fondo del océano? Considere que el modulo volumétrico del agua de mar es $2,1 \cdot 10^9 \text{ Pa}$ y que su densidad es de $\delta = 1030 \text{ kg/m}^3$.
Rta: 428 m



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE INGENIERIA
en acción continua...

Arquitectura

Física del Sonido

Resumen y repaso

Hemos definido el sonido como una onda mecánica longitudinal en un medio elástico. Por tanto, la elasticidad y la densidad de un medio influyen en la rapidez del sonido cuando se desplaza por él. En ciertas condiciones, hemos visto que las ondas sonoras estacionarias pueden producir frecuencias características que percibimos como el tono del sonido. También estudiamos la intensidad del sonido y el efecto Doppler. A continuación se resumen los principales conceptos expuestos en el capítulo.

- El sonido es una onda longitudinal que viaja por un medio elástico. Su rapidez en el aire a 273 K es de 331 m/s, o sea, 1087 ft/s. A otras temperaturas, la rapidez del sonido se calcula mediante

$$v = (331 \text{ m/s}) \sqrt{\frac{T}{273 \text{ K}}} \quad \text{Rapidez del sonido en el aire}$$

- La rapidez del sonido en otros medios puede determinarse con las expresiones siguientes:

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad \text{Varilla}$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \text{Gas}$$

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad \text{Fluidos}$$