

Física II

Ondas mecánicas y sonido

Ondas sonoras

Cierre de sonido

Ejemplo 9

Los motores que impulsan las hélices de un avión se afinan, en algunos casos, usando pulsos. El zumbido del motor produce una onda sonora que tiene la misma frecuencia de la hélice. a) Si una hélice de una sola hoja gira a 575 rpm y usted oye un pulso de 2.0 Hz cuando hace funcionar la segunda hélice, ¿cuáles son las dos posibles frecuencias (en rpm) de la segunda hélice?



$$f_{\text{pulso}} = f_a - f_b \quad (\text{frecuencia del pulso})$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$\omega = 575 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}}$$

$$f_1 = \frac{575}{60} \text{ Hz} = 9.58 \text{ Hz}$$

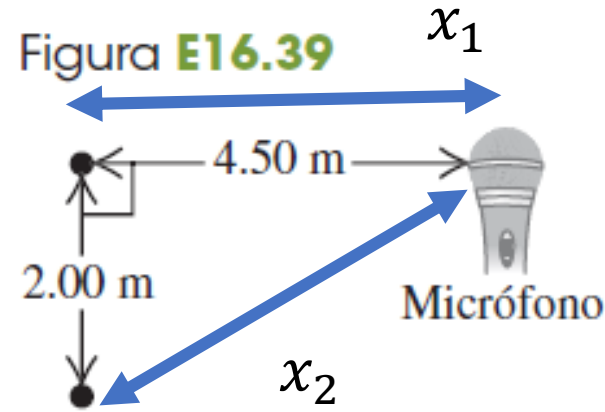
$$f_2 = 9.58 \text{ Hz} \pm 2.00 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 11.58 \text{ Hz} \quad \omega = 695 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

$$f_2 = 7.58 \text{ Hz} \quad \omega = 455 \frac{\text{rev}}{\text{min}}$$

Ejemplo 10

16.39 •• Dos altavoces estereofónicos pequeños son alimentados alternativamente por el mismo oscilador de frecuencia variable. Su sonido es detectado por un micrófono como se muestra en el arreglo de la figura E16.39. ¿En qué frecuencias su sonido en los altavoces produce *a)* interferencia constructiva y *b)* interferencia destructiva?



$$x_2 = \sqrt{(2.00 \text{ m})^2 + (4.50 \text{ m})^2}$$

$$x_2 = 4.92 \text{ m}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta x = 4.92 \text{ m} - 4.50 \text{ m}$$

$$\Delta x = 0.42 \text{ m}$$

$$v = \lambda f \quad \lambda = v/f \quad v = 344 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Interferencia constructiva

$$\Delta x = n\lambda \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$\Delta x = n \frac{v}{f}$$

$$f = n \frac{v}{\Delta x} = n \frac{344 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.42 \text{ m}} \approx n(820 \text{ Hz})$$

$$= 820, 1640, 2460$$

Interferencia destructiva

$$\Delta x = \frac{n\lambda}{2} \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

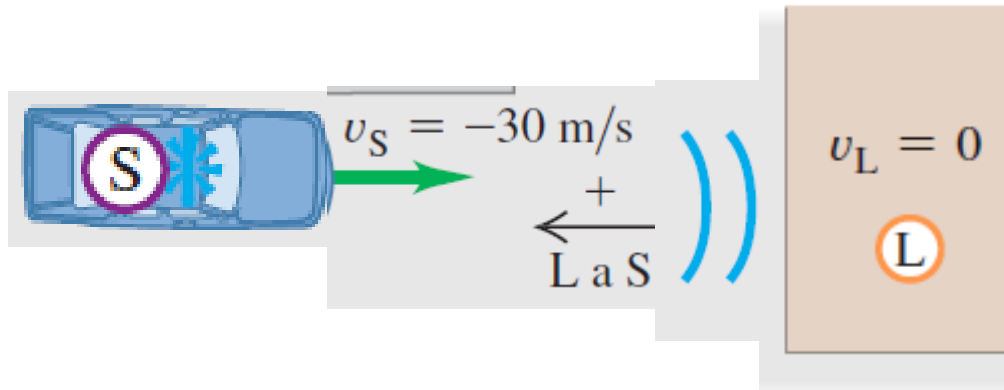
$$\Delta x = n \frac{v}{2f}$$

$$f = n \frac{v}{2\Delta x} = n \frac{820 \text{ Hz}}{2} = n(410 \text{ Hz})$$

$$= 410, 1230, 2050$$

Ejemplo 11

La sirena de una patrulla emite una onda sonora (340 m/s) de 300 Hz. Ésta se dirige hacia una bodega a 30 m/s. ¿Qué frecuencia escucha el conductor reflejada en la bodega?

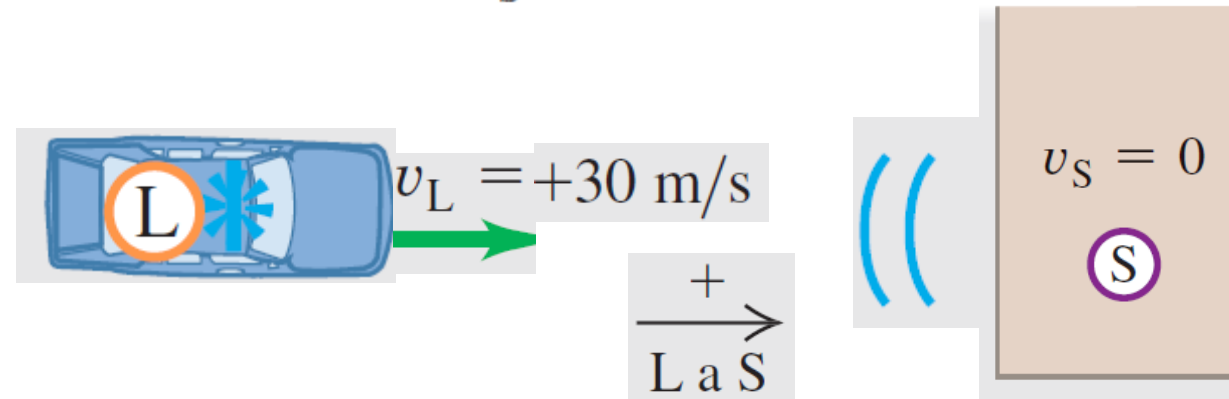


¿Cómo es la frecuencia del sonido que llega a la bodega?

La frecuencia del sonido que llega a la bodega, que llamaremos f_w , es mayor que 300 Hz porque la fuente se está aproximando

$$f_w = \frac{v}{v + v_S} f_S = \frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} + (-30 \text{ m/s})} (300 \text{ Hz})$$
$$= 329 \text{ Hz}$$

$$f_L = \frac{v + v_L}{v + v_S} f_S$$



¿Cómo es la frecuencia del sonido que escucha el conductor?

Mayor que f_w porque se está acercando a la fuente

$$f_L = \frac{v + v_L}{v} f_w = \frac{340 \text{ m/s} + 30 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s}} (329 \text{ Hz})$$
$$= 358 \text{ Hz}$$

Ejemplo 12

La sirena de un camión de bomberos que viaja hacia el norte a 30.0 m/s emite un sonido con una frecuencia de 2000 Hz. Un camión enfrente del carro de bomberos se mueve hacia el norte a 20 m/s.

- a) ¿Cuál es la frecuencia del sonido de la sirena que el conductor del carro de bomberos oye reflejado de la parte trasera?

$$f = n \frac{v}{\Delta x}$$

- b) ¿Cuál sería la longitud de onda, medida por el conductor del carro de bomberos para estas ondas sonoras reflejadas?



Ecuaciones de ondas sonoras

$$p_{max} = BkA$$

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

$$I = \frac{1}{2} \sqrt{\rho B} \omega^2 A^2 = \frac{p_{max}^2}{2\rho v}$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0}$$

$$f_n = \frac{nv}{2L} \quad \text{tubo abierto } n = 1, 2, 3 \dots$$

$$f_n = \frac{nv}{4L} \quad \text{tubo cerrado } n = 1, 3, 5 \dots$$

$$\Delta x = n\lambda \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad \Delta x = n\frac{\lambda}{2} \quad n = 1, 3, 5, \dots$$

$$f_{pulso} = f_a - f_b$$

$$f_L = \frac{v + v_L}{v + v_S} f_s$$

Ejercicios: Resuelve y verifica tus respuestas

1. Dos guitarristas intentan tocar la misma nota con longitud de onda de 6.50 cm al mismo tiempo, pero uno de los instrumentos está ligeramente desafinado y, en lugar de ello, toca una nota cuya longitud de onda es de 6.52 cm. ¿Cuál es la frecuencia del pulso que estos músicos escuchan cuando tocan juntos?

R// 16 Hz

2. En el ejemplo 11, suponga que la patrulla se aleja de la bodega a 20 m/s. ¿Qué frecuencia escucha el conductor reflejada de la bodega?

R// 266 Hz

3. El sonido de una trompeta radia uniformemente en todas direcciones en aire a 20°C. A una distancia de 5.00 m de la trompeta, el nivel de intensidad de sonido es de 52.0 dB. La frecuencia es de 587 Hz. *a)* Determine la amplitud de presión a esta distancia. *b)* Calcule la amplitud de desplazamiento. *c)* ¿A qué distancia el nivel de intensidad del sonido es de 30.0 dB? ($\rho_{\text{aire}} = 1.20 \text{ kg/m}^3$)

R//a) 0.0114 Pa b) $7.49 \times 10^{-9} \text{ m}$ c) 63.0 m

4. Un tubo de órgano tiene dos armónicos sucesivos con frecuencias de 1372 y 1764 Hz. *a)* ¿El tubo está abierto o cerrado? Explique su respuesta. *b)* ¿De qué armónicos se trata? *c)* ¿Qué longitud tiene el tubo? ($v = 344 \text{ m/s}$)

R//a) cerrado b) $n = 7, 9$ c) 87.8 cm

GRACIAS
(Practica con la autoevaluación de sonido)