

Ejercitario Movimiento Ondulatorio

15.1. La rapidez del sonido en aire a 20 °C es de 344 m/s. *a)* Calcule la longitud de onda de una onda sonora con frecuencia de 784 Hz, que corresponde a la nota sol de la quinta octava de un piano, y cuántos milisegundos dura cada vibración. *b)* Calcule la longitud de onda de una onda sonora una octava más alta que la nota del inciso *a)*.

15.3. ¡Tsunami! El 26 de diciembre de 2004 ocurrió un intenso terremoto en las costas de Sumatra, y desencadenó olas inmensas (un tsunami) que provocaron la muerte de 200,000 personas. Gracias a los satélites que observaron esas olas desde el espacio, se pudo establecer que había 800 km de la cresta de una ola a la siguiente, y que el periodo entre una y otra fue de 1.0 hora. ¿Cuál fue la rapidez de esas olas en m/s y en km/h? ¿Su respuesta le ayudaría a comprender por qué las olas causaron tal devastación?

15.4. Imágenes por ultrasonido. Se llama *ultrasonido* a las frecuencias más arriba de la gama que puede detectar el oído humano, esto es, aproximadamente mayores que 20,000 Hz. Se pueden usar ondas de ultrasonido para penetrar en el cuerpo y producir imágenes al reflejarse en las superficies. En una exploración típica con ultrasonido, las ondas viajan con una rapidez de 1500 m/s. Para obtener una imagen detallada, la longitud de onda no debería ser mayor que 1.0 mm. ¿Qué frecuencia se requiere entonces?

15.5. Luz visible. La luz es una onda, pero no una onda mecánica. Las cantidades que oscilan son campos eléctricos y magnéticos. La luz que es visible para los seres humanos tiene longitudes de onda de entre 400 nm (violeta) y 700 nm (rojo), en tanto que toda la luz viaja en el vacío a una rapidez $c = 3.00 \times 10^8$ m/s. *a)* ¿Cuáles son los límites de la frecuencia y el periodo de la luz visible? *b)* Usando un cronómetro podría usted medir el tiempo que dura una sola vibración de luz?

15.6. La ecuación de cierta onda transversal es

$$y(x, t) = (6.50 \text{ mm}) \cos 2\pi \left(\frac{x}{28.0 \text{ cm}} - \frac{t}{0.0360 \text{ s}} \right)$$

Determine la *a)* amplitud, *b)* longitud de onda, *c)* frecuencia, *d)* rapidez de propagación y *e)* dirección de propagación de la onda.

15.7. Ciertas ondas transversales en una cuerda tienen rapidez de 8.00 m/s, amplitud de 0.0700 m y longitud de onda de 0.320 m. Las ondas viajan en la dirección $-x$, y en $t = 0$ el extremo $x = 0$ de la cuerda tiene su máximo desplazamiento hacia arriba. *a)* Calcule la frecuencia, el periodo y el número de onda de estas ondas. *b)* Escriba una función de onda que describa la onda. *c)* Calcule el desplazamiento transversal de una partícula en $x = 0.360$ m en el tiempo $t = 0.150$ s. *d)* ¿Cuánto tiempo debe pasar después de $t = 0.150$ s para que la partícula en $x = 0.360$ m vuelva a tener su desplazamiento máximo hacia arriba?

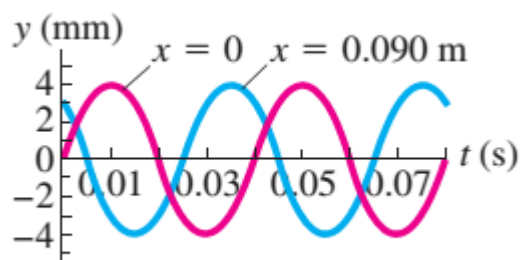
15.8. Una onda de agua que viaja en línea recta en un lago queda descrita por la ecuación

$$y(x, t) = (3.75 \text{ cm}) \cos(0.450 \text{ cm}^{-1} x + 5.40 \text{ s}^{-1} t)$$

donde y es el desplazamiento perpendicular a la superficie tranquila del lago. *a)* ¿Cuánto tiempo tarda un patrón de onda completo en pasar por un pescador en un bote anclado, y qué distancia horizontal viaja la cresta de la onda en ese tiempo? *b)* ¿Cuál es el número de onda y número de ondas por segundo que pasan por el pescador? *c)* ¿Qué tan rápido pasa una cresta de onda por el pescador y cuál es la rapidez máxima de su flotador de corcho cuando la onda provoca que éste oscile verticalmente?

15.9. ¿Cuál de las siguientes funciones satisfacen la ecuación de onda, ecuación (15.12)? *a)* $y(x, t) = A \cos(kx + \omega t)$; *b)* $y(x, t) = A \sin(kx + \omega t)$; *c)* $y(x, t) = A(\cos kx + \cos \omega t)$. *d)* Para la onda del inciso *b)*, escriba las ecuaciones para la velocidad y la aceleración transversales de una partícula en el punto x .

15.11. Una onda senoidal se propaga por una cuerda estirada en el eje x . El desplazamiento de la cuerda en función del tiempo se grafica en la figura 15.30 para partículas en $x = 0$ y en $x = 0.0900$ m. *a)* Calcule la amplitud de la onda. *b)* Calcule el periodo de la onda. *c)* Se sabe que los puntos en $x = 0$ y $x = 0.0900$ m están separados una longitud de onda. Si la onda se mueve en la dirección $+x$, determine la longitud de onda y la rapidez de la onda. *d)* Si ahora la onda se mueve en la dirección $-x$, determine la longitud de onda y la rapidez de la onda. *e)* ¿Sería posible determinar de manera definitiva la longitud de onda en los incisos *c)* y *d)* si no supiéramos que los dos puntos están separados una longitud de onda? ¿Por qué?



15.12. Rapidez de propagación contra rapidez de partículas. *a)* Demuestre que la ecuación (15.3) puede escribirse como

$$y(x, t) = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (x - vt) \right]$$

b) Use $y(x, t)$ para obtener una expresión para la velocidad transversal v_y de una partícula de la cuerda en la que viaja la onda. *c)* Calcule la rapidez máxima de una partícula de la cuerda. ¿En qué circunstancias es igual a la rapidez de propagación v ? ¿Menor que v ? ¿Y mayor que v ?

15.16. Una cuerda de 1.50 m y que pesa 1.25 N está atada al techo por su extremo superior, mientras que el extremo inferior sostiene un peso W . Cuando usted da un leve pulso a la cuerda, las ondas que viajan hacia arriba de ésta obedecen la ecuación

$$y(x, t) = (8.50 \text{ mm}) \cos(172 \text{ m}^{-1} x - 2730 \text{ s}^{-1} t)$$

a) ¿Cuánto tiempo tarda un pulso en viajar a todo lo largo de la cuerda? *b)* ¿Cuál es el peso W ? *c)* ¿Cuántas longitudes de onda hay en la cuerda en cualquier instante? *d)* ¿Cuál es la ecuación para las ondas que viajan hacia abajo de la cuerda?

15.20. Un alambre de piano con masa de 3.00 g y longitud de 80.0 cm se estira con una tensión de 25.0 N. Una onda con frecuencia de 120.0 Hz y amplitud de 1.6 mm viaja por el alambre. *a)* Calcule la potencia media que transporta esta onda. *b)* ¿Qué sucede con la potencia media si la amplitud de la onda se reduce a la mitad?

15.24. Imagine que un compañero con dotes matemáticas le dice que la función de onda de una onda viajera en una cuerda delgada es $y(x, t) = 2.30 \text{ mm} \cos[(6.98 \text{ rad/m})x + (742 \text{ rad/s})t]$. Usted, que es una persona más práctica, efectúa mediciones y determina que la cuerda tiene una longitud de 1.35 m y una masa de 0.00338 kg. Ahora le piden determinar lo siguiente: *a)* amplitud; *b)* frecuencia; *c)* longitud de onda; *d)* rapidez de la onda; *e)* dirección en que viaja la onda; *f)* tensión en la cuerda; *g)* potencia media transmitida por la onda.

15.50. La ecuación de una onda transversal que viaja por una cuerda es

$$y(x, t) = (0.750 \text{ cm}) \cos \pi[(0.400 \text{ cm}^{-1})x + (250 \text{ s}^{-1})t]$$

a) Calcule la amplitud, la longitud de onda, la frecuencia, el periodo y la rapidez de propagación. *b)* Dibuje la forma de la cuerda en los siguientes valores de t : 0, 0.0005 s y 0.0010 s. *c)* ¿La onda viaja en la dirección $+x$ o $-x$? *d)* La masa por unidad de longitud de la cuerda es 0.0500 kg/m. Calcule la tensión. *e)* Calcule la potencia media de la onda.

15.53. Juego de feria para hormigas. Imagine que tiene como mascota una hormiga llamada Chepina (masa m) y la coloca sobre una cuerda horizontal estirada, a la que se aferra. La cuerda tiene masa M y longitud L , y está sometida a una tensión F . Usted inicia una onda transversal senoidal con longitud de onda λ y amplitud A que se propaga por la cuerda, cuyo movimiento es en un plano vertical. La masa de Chepina es tan pequeña que no afecta la propagación de la onda. *a)* Calcule la rapidez máxima de Chepina al oscilar verticalmente. *b)* A Chepina le gusta el movimiento y quiere más. Usted decide aumentar al doble su rapidez máxima alterando la tensión, sin variar la longitud de onda ni la amplitud. ¿Deberá aumentar o disminuir la tensión, y en qué factor?

15.58. Se produce una sucesión continua de pulsos ondulatorios senoidales en un extremo de una cuerda muy larga, y los pulsos viajan a lo largo de la cuerda. La onda tiene una frecuencia de 40.0 Hz, amplitud de 5.00 mm y longitud de onda de 0.600 m. *a)* ¿Cuánto tarda la onda en recorrer una distancia de 8.00 m a lo largo de la cuerda? *b)* ¿Cuánto tarda un punto de la cuerda en recorrer una distancia de 8.00 m, una vez que el tren de ondas ha llegado al punto y lo ha puesto en movimiento? *c)* En los incisos *a)* y *b)*, ¿cómo cambia el tiempo si se duplica la amplitud?