



Escuela Naval Arturo Prat

GUÍA 9: MOVIMIENTO ONDULATORIO

hector.jaime.f

October 14, 2025

1 Propagación de una perturbación.

1. Las olas con una distancia de cresta a cresta de $10,0m$ se describen mediante la función de onda:

$$y(x, t) = (0,800m)\text{sen}[0,628(x - vt)], \text{ donde } v = 1,20 \frac{m}{s}.$$

- a) Bosqueje $y(x, t)$ en $t = 0$.
- b) Esboce $y(x, t)$ en $t = 2,00s$
- c) ¿Qué hizo la ola entre la descripción a y la b?

2. Dos puntos A y B en la superficie de la Tierra están a la misma longitud y $60,0^\circ$ separados en latitud. Suponga que un terremoto en el punto A crea una onda P que llega al punto B al viajar recta a través del cuerpo de la Tierra con una rapidez constante de $7,80 \text{ km/s}$. El terremoto también radia una onda Rayleigh que viaja a lo largo de la superficie de la Tierra a $4,50 \text{ km/s}$. a) ¿Cuál de estas dos ondas sísmicas llega primero a B?

b) ¿Cuál es la diferencia de tiempo entre las llegadas de estas dos ondas a B? Considere que el radio de la Tierra es de 6370 km .

3. Una onda viajera unidimensional en una cuerda tensa se describe por la ecuación:

$$y(x, t) = 0,05\sin(4\pi x - 40\pi t)$$

donde $y(x, t)$ está en metros, x está en metros y t está en segundos.

- a) Determine la amplitud, la longitud de onda, el número de onda, la frecuencia angular y la frecuencia de la onda.
- b) ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?
- c) Determine la posición de los nodos para $t = 0$.
- d) Determine la velocidad transversal máxima de un punto de la cuerda.

e) Dibuje la onda para $t = 0$, $t = 0,1$, $t = 0,2$ y $0,3$ segundos.

4. Una cuerda infinita soporta una onda viajera de la forma: $y(x, t) = 0,04 \sin(8\pi x - 16\pi t)$

a) Identifique la amplitud, la longitud de onda y la frecuencia angular.

b) Determine la dirección y velocidad de propagación de la onda.

c) Grafique la onda para $t = 0$, $t = 0,1s$ y $t = 0,2s$.

2 El modelo de onda progresiva.

5. La función de onda para una onda progresiva en una cuerda tensa es (en unidades SI):

$$y(x, t) = (0,350m) \sin(10\pi t - 3\pi x + \frac{\pi}{4})$$

a) ¿Cuáles son la rapidez y dirección de viaje de la onda?

b) ¿Cuál es la posición vertical de un elemento de la cuerda en $t = 0$, $x = 0,100m$?

c) ¿Cuáles son la longitud de onda y frecuencia de la onda?

d) ¿Cuál es la máxima rapidez transversal de un elemento de la cuerda?

6. Una onda sinusoidal viaja a lo largo de una soga. El oscilador que genera la onda completa 40,0 vibraciones en 30,0s. Además, dado un máximo, viaja 425 cm a lo largo de la soga en 10,0s. ¿Cuál es la longitud de onda de la onda?

7. Una onda se describe mediante $y(x, t) = (2,00cm) \sin(kx - \omega t)$, donde $k = 2,11 \frac{rad}{m}$, $\omega = 3,62 \frac{rad}{s}$, x está en metros y t en segundos. Determine la amplitud, longitud de onda, frecuencia y rapidez de la onda.

8. a) Escriba la expresión para y como función de x y t para una onda sinusoidal que viaja a lo largo de una soga en la dirección x negativa con las siguientes características: $A = 8,00cm$, $\lambda = 80,0cm$, $f = 3,00Hz$ e $y(0, t) = 0$ en $t=0$.

b) ¿Qué pasaría si? Escriba la expresión para y como función de x y t para la onda en el inciso a) si supone que $y(x, 0) = 0$ en el punto $x = 10,0cm$.

9. Una onda sinusoidal, con 2,00m de longitud de onda y 0,100m de amplitud, viaja en una cuerda con una rapidez de 1,00m/s hacia la derecha. Al inicio, el extremo izquierdo de la cuerda está en el origen. Encuentre:

a) la frecuencia y frecuencia angular.

b) el número de onda angular.

c) la función de onda.

Determine la ecuación de movimiento para d) el extremo izquierdo de la cuerda.

e) el punto en la cuerda en $x = 1,50m$ a la derecha del extremo izquierdo.

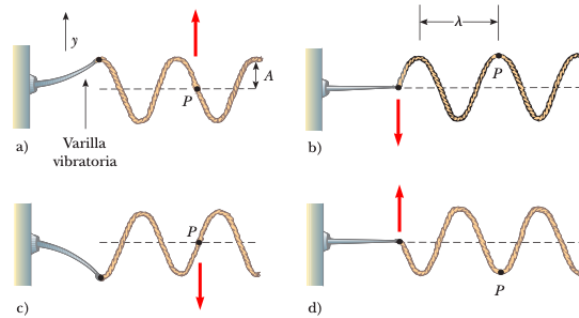
f) ¿Cuál es la máxima rapidez de cualquier punto en la cuerda?

10. La cuerda que se muestra en la figura se impulsa a una frecuencia de $5,00\text{Hz}$. La amplitud del movimiento es $12,0\text{cm}$ y la rapidez de la onda es de $20,0\text{m/s}$. Además, la onda es tal que $y = 0$ en $x = 0$ y $t = 0$. Determine:

- la frecuencia angular y
- el número de onda para esta onda.
- Escriba una expresión para la función de onda.

Calcule d) la máxima rapidez transversal y

e) la máxima aceleración transversal de un punto sobre la cuerda.



3 La rapidez de ondas en cuerdas.

11. Una cuerda de piano, que tiene una masa por unidad de longitud igual a $5,00 \cdot 10^3\text{kg/m}$, está bajo una tensión de 1350N . Encuentre la rapidez con la que una onda viaja en esta cuerda.

12. Un alambre de acero de $30,0\text{m}$ de longitud y un alambre de cobre de $20,0\text{m}$ de longitud, ambos con $1,00\text{mm}$ de diámetro, se conectan extremo con extremo y se estiran a una tensión de 150N . ¿Durante qué intervalo de tiempo una onda transversal viajará toda la longitud de los dos alambres?

13. Una onda sinusoidal en una cuerda se describe mediante la función de onda:

$$y(x, t) = (0,15\text{m})\sin(0,80x - 50,0t)$$

donde x e y están en metros y t en segundos. La masa por unidad de longitud de esta cuerda es $12,0\text{g/m}$.

Determine:

- la rapidez de la onda.
- la longitud de onda.
- la frecuencia.

4 Ondas Estacionarias.

14. Considere una cuerda de longitud $L = 2,0m$, con ambos extremos fijos. La cuerda tiene una densidad lineal de masa $= 0,005kg/m$ y está bajo una tensión de $T = 50N$.

- Determine la velocidad de propagación de las ondas en la cuerda.
- Dibuje los primeros tres modos normales de vibración de la cuerda.
- Calcule las frecuencias correspondientes a los tres primeros modos normales de vibración.
- Explique cómo cambia la longitud de onda en cada modo.

15. Una cuerda de longitud $L = 1,5m$ está tensada bajo una fuerza de $T = 40N$. La densidad lineal de la cuerda es $= 0,004kg/m$.

- Calcule la frecuencia fundamental de la cuerda.
- Determine las frecuencias del segundo y tercer armónico.
- Si la cuerda vibra en su segundo armónico, ¿cuál es la longitud de onda de la onda estacionaria formada?
- Analice cómo cambiaría la frecuencia fundamental si la tensión de la cuerda se duplicara.

16. Una cuerda de longitud $L = 1,8m$ tiene una densidad lineal de masa $= 0,002kg/m$. La cuerda está fija en ambos extremos, y se desea ajustar la tensión de la cuerda para que el quinto modo normal de oscilación tenga una frecuencia de $f_5 = 10Hz$.

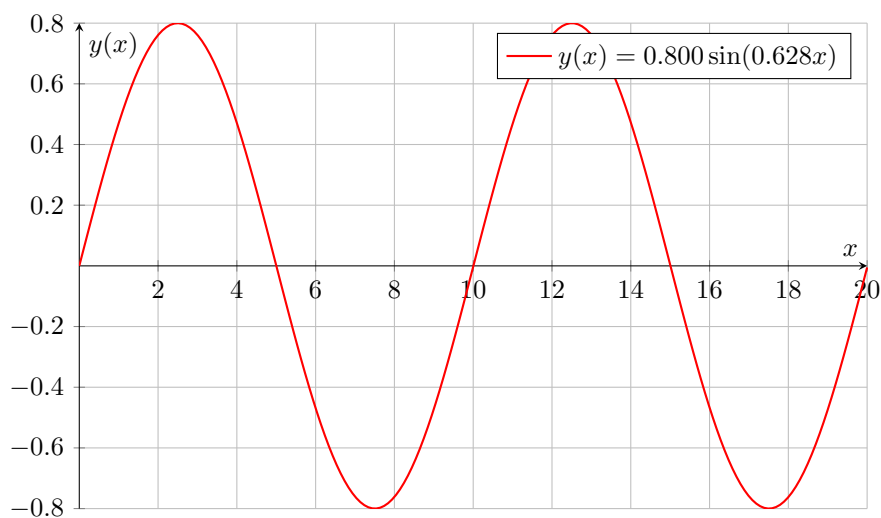
- Calcule la longitud de onda correspondiente al quinto modo normal.
- Determine la velocidad de propagación de las ondas en la cuerda para que el quinto modo normal tenga la frecuencia deseada.
- Calcule la tensión necesaria en la cuerda para que se forme el quinto modo normal con una frecuencia de $10Hz$.

17. En un buque, los cables tensores que sostienen el mástil pueden vibrar bajo ciertas condiciones, generando ondas estacionarias. Un cable tensor de $L = 4,0m$ de longitud y con una densidad lineal de masa $= 0,006kg/m$ está sometido a una tensión T . Durante una tormenta, el viento induce una vibración en el cable, generando ondas estacionarias en su tercer modo normal de oscilación, con una frecuencia de $30Hz$.

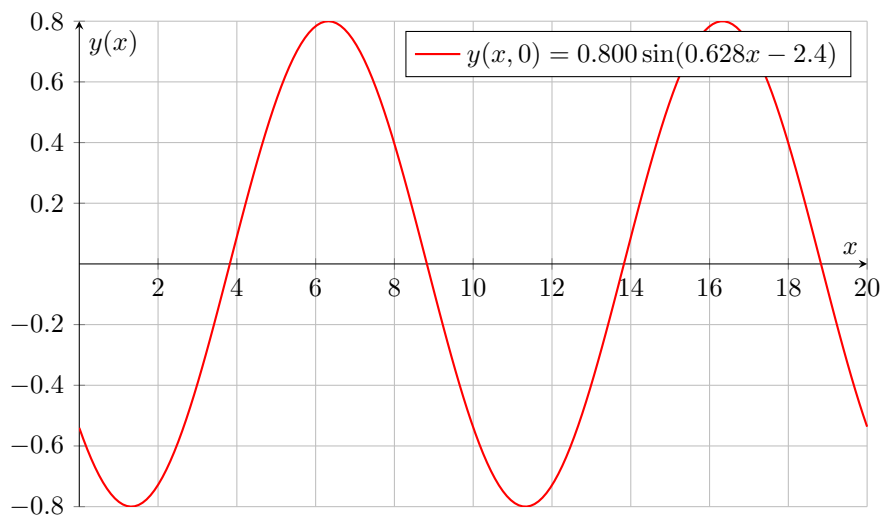
- Determine la longitud de onda correspondiente al tercer modo normal de oscilación en el cable.
- Calcule la velocidad de propagación de las ondas en el cable.
- Determine la tensión T necesaria en el cable para que el tercer modo normal tenga una frecuencia de $30Hz$.
- Dibuje el perfil de los primeros tres modos normales de oscilación del cable.
- Explique cómo el fenómeno de las ondas estacionarias podría afectar la integridad del mástil del buque durante una tormenta.

5 Respuestas

1. a)



b)



c) Estas instantáneas muestran que el pulso se mueve hacia la derecha sin cambiar su forma y que tiene una rapidez de 1.20 m/s. Para cada una de estas expresiones, se pueden sustituir varios valores de x y graficar la función de onda.

2. a) La onda P; b) $\approx 655s$.

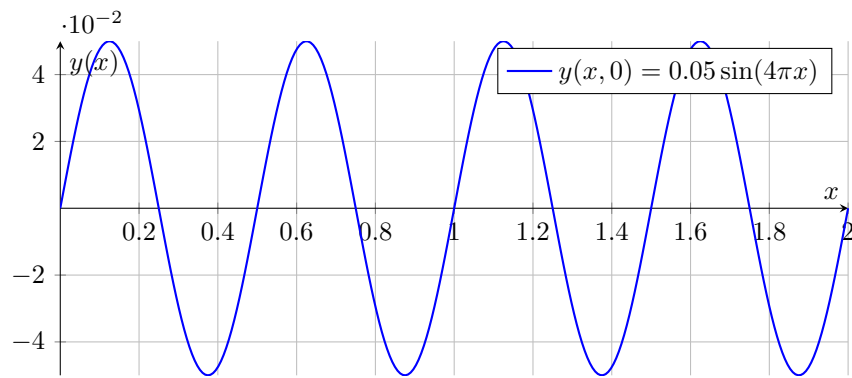
3. a) $A = 0.05m$, $\lambda = 0.5m$; $k = 4\pi m^{-1}$, $\omega_0 = 40\pi rad/s$, $f = 20Hz$,

b) $v = 100m/s$

c) $y(x, 0) = 0.05 \sin(4\pi x)$,

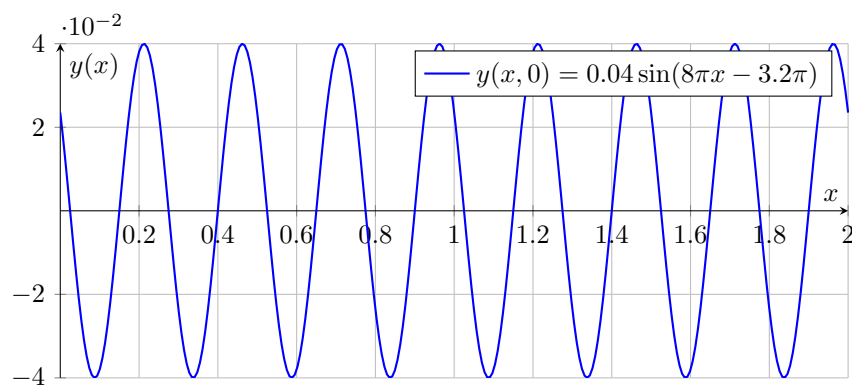
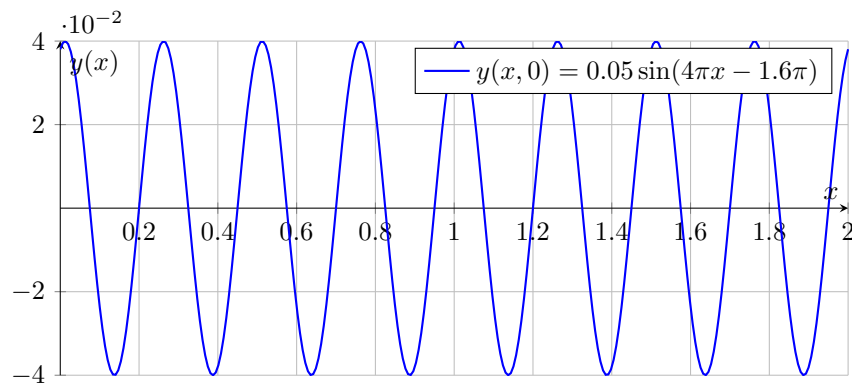
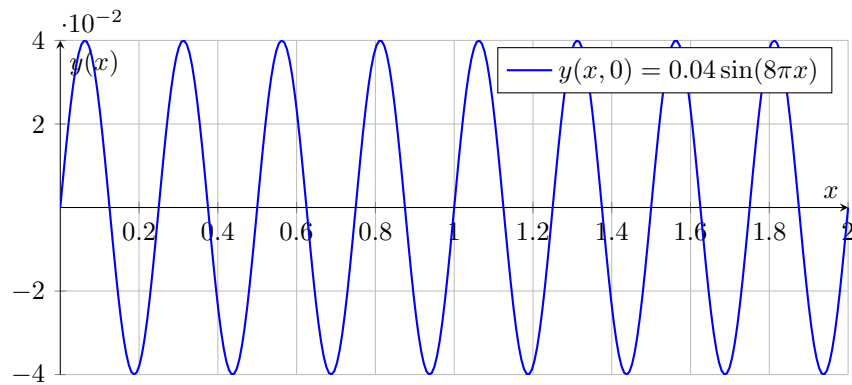
d) $v_y = \frac{dy}{dt} = 0.05 \cdot (-40\pi) \cos(4\pi x - 40\pi t)$ $v_{max} = 6.28m/s$

e)



4. a) $A = 0.04m$; $\lambda = 0.25m$; $\omega_0 = 16\pi rad/s$; b) hacia la derecha; $v = 2m/s$.

c)



5. a) $v = \frac{10}{3}m/s$; derecha. b) $y(0, 100; 0) = -0.0547m$; c) $\lambda = \frac{2}{3}m$, $f = 5Hz$. d) $v_{ymax} = 3.5\pi m/s$.

6. $\lambda = 31,875m$

7. $A = 2,00\text{cm}$; $\lambda = 2,98\text{m}$; $f = 0,576\text{Hz}$; $v = 1,92\text{m/s}$; $v_y = \frac{dy}{dt}$

8. $y(x, t) = (8,00\text{cm})\text{sen}(\frac{\pi}{40}x + 6,0\pi t + \phi)$; en $t = 0$ y $x = 0$; $y(x, t) = 0$ ϕ asume valores $\phi = 0, \pi, 2\pi, \dots \text{etc}$;
 $y(x, t) = (8,00\text{cm})\text{sen}(\frac{\pi}{40}x + 6,0\pi)$

9. a) $f = 0,5\text{Hz}$; $\omega = \pi\text{rad/s}$

b) $k = \pi\text{m}^{-1}$

c) $y(x, t) = (0,100\text{m})\text{sen}(\pi x - \pi t)$

d) $y(1,50; t) = (0,100\text{m})\text{sen}(\pi \cdot 1,50) = -0,100\text{m}$

e) $v_y = \frac{dy}{dt} = -(0,100\pi)\cos(\pi x - \pi t)$

10. a) $\omega = 10\pi\text{rad/s} = 31,4\text{rad/s}$

b) $k = 0,5\pi\text{m}^{-1} \approx 1,57\text{m}^{-1}$

c) $y(x, t) = (12\text{cm})\text{sen}(0,5\pi x - 10\pi t)$

d) $v_y = \frac{dy}{dt} = -(120\pi)\cos(0,5\pi x - 10\pi t)$; $a_y = \frac{d^2y}{dt^2} = -(1200\pi^2)\text{sen}(0,5\pi x - 10\pi t)$

11. $v = 519,62\text{m/s}$

12. $\Delta t = 0,329\text{s}$

13. a) $v \approx 62,47\text{m/s}$

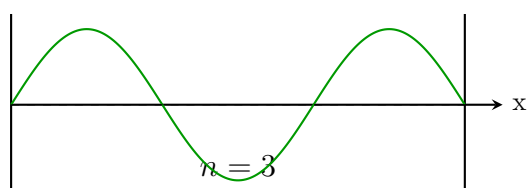
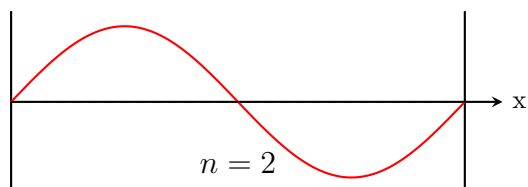
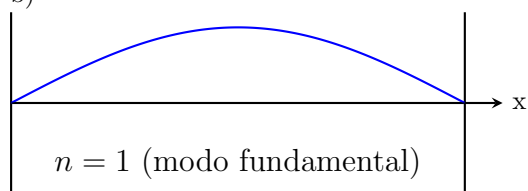
b) $\lambda \approx 7,85\text{m}$

c) $f \approx 7,96\text{Hz}$

14. a) $v = 100\text{m/s}$

c) $f_1 = 25\text{Hz}$; $f_2 = 50\text{Hz}$; $f_3 = 75\text{Hz}$

b)



d) Cuando aumenta el número del modo n , la longitud de onda disminuye inversamente. Es decir, en el modo fundamental la cuerda tiene la longitud de onda más grande. En modos superiores, aparecen más vientres y nodos, y la distancia entre ellos (la semilongitud de onda) se acorta.

15. a) $f_1 = 33,3 Hz$

b) $f_2 = 66,6 Hz$; $f_3 = 99,9 Hz$

c) $\lambda_2 = 1,5 m$

d) $f_1 = 47,1 Hz$

16. a) $\lambda_5 = 0,72 m$

b) $v = 7,2 m/s$

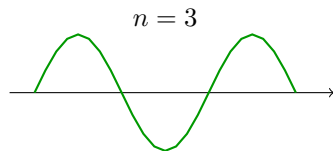
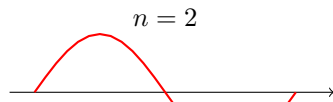
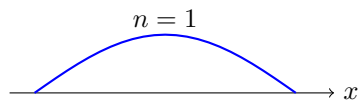
c) $T = 0,1037 N$

17. a) $\lambda_3 \approx 2,66 m$

b) $v = 80 m/s$

c) $T = 38,4 N$

d)



e) Durante una tormenta, el viento puede inducir vibraciones resonantes en los cables tensores. Si la frecuencia del viento coincide con una frecuencia natural del cable (modo normal), se produce resonancia, aumentando considerablemente la amplitud de la vibración.