SI ENCUENTRAS ALGÚN ERROR COMUNÍCALO, POR FAVOR, AL CORREO DE LA PÁGINA WEB.

MOVIMIENTO ONDULATORIO.

Formulario.

y:elongación. m.
A:amplitud o elongación máxima. m.
ω:frecuencia angular. rad/s.
k:número de onda. nº de longitudes de onda que encajan en una distancia $2.\pi$. m^{-1}.
$+$:la onda se desplaza en el sentido negativo del eje X.
$-$:la onda se desplaza en el sentido positivo del eje X.
ϕ_0:fase inicial.rad.
$\omega.t \pm k.x + \phi_0$:fase. rad.

- $y(x,t) = A.\text{sen}(\omega.t \pm k.x + \varphi_0)$
- $v(x,t) = A.\omega.\cos(\omega.t \pm k.x + \varphi_0)$. v: velocidad de vibración. m/s.

$v_{máx.} = A.\omega$

- $a(x,t) = -A.\omega^2.\text{sen}(\omega.t \pm k.x + \varphi_0)$. a: aceleración de la vibración. m/s^2.

$a_{máx} = A.\omega^2$.

- **λ: Longitud de onda (m.)**. Mínima distancia que separa dos puntos consecutivos del medio que se encuentran en el mismo estado de vibración.

$$\lambda = \frac{2.\pi}{k}$$

- **T: Periodo(s.).** Tiempo que tarda una onda en repetirse.
- **N o f o σ:Frecuencia(Hz.).** Número de oscilaciones o de ondas que se producen por segundo.

$\omega = \frac{2.\pi}{T} = 2.\pi.N \rightarrow T = \frac{1}{N}$.

- **v_p : Velocidad de propagación o velocidad de fase (m/s.).** Rapidez con que son alcanzados los puntos del medio por la perturbación.

$v_{propagación} = v_{fase} = \frac{\lambda}{T} = \lambda.N = \frac{\omega}{k}$

- **Concordancia de fase**. Para que dos puntos estén en concordancia de fase (mismo estado de vibración) la diferencia de fase entre ello debe ser un múltiplo entero de $2.\pi$ radianes. La distancia que los separa es un múltiplo entero de λ.

▪ **Oposición de fase**. Dos puntos están en oposición de fase cuando la diferencia de fase entre ellos es un múltiplo impar de π radianes. La distancia que los separa es un múltiplo entero de λ/2.

▪ **Cálculo del desfase** entre dos puntos de una onda separados $x_2 - x_1$ m.

$\frac{\lambda}{x_2 - x_1} = \frac{2.\pi}{\alpha}$, siendo α el desfase.

▪ **Cálculo del desfase** de una partícula del medio de una onda en dos instantes distintos.

$\frac{T}{t_2 - t_1} = \frac{2.\pi}{\alpha}$, siendo α el desfase.

1. Se crea una onda armónica de 3 cm de amplitud en la superficie del agua de un canal. Las crestas consecutivas de la onda están separadas 20 cm y se propagan a 0,25 m/s.

a. Escribe la ecuación general de una onda armónica que se propaga hacia la derecha con la perturbación positiva máxima en el origen de coordenadas a t = 0 y la ecuación particular de la onda en la superficie del agua descrita anteriormente.

b. Argumenta cuál será el valor de la perturbación del nivel del agua de un punto de la superficie después de 0,4 s de haber estado en una cresta.

c. Calcula el tiempo que ha de pasar desde que un punto está en una cresta hasta que se ha desplazado 4,5 cm desde la cresta hacia abajo.

VER VÍDEO https://youtu.be/HMyyooetcH8

a. $y(x, t) = A\cdot sen(k\cdot x - \omega\cdot t + \varphi_0)$; $y(x, t) = 0{,}03\cdot sen(10\pi x - 2{,}5\pi t + \pi/2)$

b. T = 0,8 s. Por tanto 0,4 s. es medio periodo. Al cabo de medio periodo, si estaba en una cresta, estará en un mínimo.

c. En el origen si t = 0, y = 3 cm. Si estamos en una cresta, y = 3 cm. y bajamos 4,5 cm. estaremos en

$y = -1{,}5$ cm. $= 0{,}03\cdot sen(10\pi\cdot 0 - 2{,}5\pi\cdot t + \pi/2)$ de donde t = 0,267 s.

2. El valor del campo eléctrico asociado a una onda electromagnética que se propaga en un medio material en la dirección del eje x viene expresado por:

$$E(x,t) = 4\cos(3{,}43\cdot 10^{15}t - 1{,}52\cdot 10^{7}x)\ N\ C^{-1},$$

donde todas las magnitudes están expresadas en unidades del SI. Calcule:

a. La frecuencia y la longitud de onda asociadas a la onda electromagnética.

b. La velocidad de propagación de la onda y el índice de refracción del medio por el cual se propaga.

Dato: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3\cdot 10^8$ m s^{-1}.

VER VÍDEO https://youtu.be/HRLhyABuwfk

a. $f = 5{,}46\cdot 10^{14}$ Hz y $\lambda = 4{,}13\cdot 10^{-7}$ m.

b. $v = 2{,}26\cdot 10^{8}$ m/s y n = 1,33

3. Considera la onda siguiente $y(x,t) = 18\cdot cos\left(\frac{2\pi}{6{,}7}x - 2t\right)$, donde y se ha expresado en cm, x en m y t en s.

a. Calcula la perturbación a 26,8 m cuando la amplitud es máxima en el origen.

b. Calcula la velocidad de propagación de la onda e indica el sentido de propagación justificando brevemente la respuesta.

c. Escribe la ecuación de la onda armónica que se desplaza hacia la izquierda con la misma amplitud y frecuencia angular que la anterior y con una longitud de onda de 7 m.

VER VÍDEO https://youtu.be/4vf_kyjLWqw

a. y = 18 cm.

b. v_p = 2,13 m/s hacia la derecha.

c. $y(x,t) = 18 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{7}x + 2t\right)$

4. La ecuación de una onda mecánica transversal es y(x, t) = 5 cos(k x – 3 (rad/s) t), donde y se ha de expresar en cm, x en m y t en s. Calcula:

a. La velocidad de vibración máxima de las partículas que forman la onda.

b. El número de onda para que la velocidad de propagación sea cuatro veces la velocidad de vibración máxima.

VER VÍDEO https://youtu.be/2YnFePaEft8

a.

$$v_{MÁX.} = A \cdot \omega = 5 \cdot 3 = 15\frac{cm}{s}.$$

b.

$$v_{propagación} = \frac{\omega}{k} \rightarrow k = \frac{\omega}{v_{propagación}} = \frac{3}{4 \cdot 0{,}15} = 5\ m^{-1}$$

5. Escriba las ecuaciones de onda armónica con las siguientes características, utilizando en ambos casos la función sinusoidal con una fase si es necesario.

a. Propagación hacia la izquierda, número de onda: 5,2 m $^{-1}$, frecuencia angular: 1,9 rad/s, amplitud: 12 cm. y perturbación nula en el origen de coordenadas en el instante t = 0.

b. Velocidad de propagación: 5 m/s a la derecha, amplitud: 3 cm, velocidad máxima de vibración de las partículas de onda: 6 cm/s, y perturbación máxima en el origen de coordenadas en t = 0.

VER VÍDEO https://youtu.be/l5bxtRyse3c

a.

$$y = 0{,}12 \cdot sen(1{,}9 \cdot t + 5{,}2 \cdot x + \varphi_0); 0 = 0{,}12 \cdot sen(\varphi_0) \rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$y = 0{,}12 \cdot sen(1{,}9 \cdot t + 5{,}2 \cdot x)$$

b.

$$v_{máx.} = A \cdot \omega \rightarrow \omega = \frac{v_{máx.}}{A} = \frac{6}{3} = 2\frac{rad}{s}.$$

$$v_{propagación} = \frac{\omega}{k} \rightarrow k = \frac{\omega}{v_{propagación}} = \frac{2}{5} = 0{,}4\ m^{-1}$$

$$y = 0{,}03 \cdot sen(2 \cdot t + 0{,}4x + \varphi_0); 0{,}12 = 0{,}12 \cdot sen(\varphi_0) \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} rad.$$

$$y = 0{,}03 \cdot sen\left(2 \cdot t - 0{,}4x + \frac{\pi}{2}\right)$$

6. Considera la onda y (x, t) = 18 cos (2πx/12 + 4πt), donde y debe expresarse en centímetros, x en metros y T en segundos.

a. Indica un momento positivo en el que la perturbación es nula en el origen de coordenadas.

b. Calcula la longitud de onda

c. Determina lo que vale la perturbación en x = 45 m y t = 0.

d. En un instante dado, la perturbación es nula en x = 47 m. Determina las posiciones más cercanas a cada lado de esta posición donde la perturbación también es nula.

VER VÍDEO https://youtu.be/HTqS53PFGCs

a.

$$y\ (x, t) = 18 \cdot \cos\left(\frac{2\pi x}{12} + 4\pi t\right);\ 0 = 18 \cdot \cos(0 + 4\pi t);\ 4\pi t = \frac{\pi}{2} \rightarrow t = \frac{1}{8} s.$$

b.

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{12}} = 12\ m.$$

c.

$$y\ (x, t) = 18 \cdot \cos\left(\frac{2\pi x}{12} + 4\pi t\right);\ y\ (x, t) = 18 \cdot \cos\left(\frac{2\pi \cdot 45}{12}\right) = 0\ m.$$

d. En una onda la perturbación es cero cada λ/2. x = 47 m., el anterior será en x = 47 – 6 = 41 m. y el posterior será x = 47 + 6 = 53 m.

7. La ecuación de una onda mecánica transversal es y (x, t) = 7 cos (8 x – ω t), donde x se expresará en metros, t en segundos, y en cm. ¿qué vale ω si la perturbación se propaga a 3,4 m/s?

VER VÍDEO https://youtu.be/01Jln1xMcCw

$$v_{propagación} = \frac{\omega}{k} \rightarrow \omega = 27{,}2\ rad./s.$$

8. En la ecuación de la onda mecánica h(x, t) = 24 cos (2πx/10,5 – 4t), x se ha expresado en metros, t en s y h en cm.

a. ¿Cuál es la velocidad de propagación de ondas?

b. ¿Cuál es la velocidad máxima de vibración de las partículas que forman la onda?

c. ¿Cuál es el valor h de perturbación a x = 31,5 m en el momento en que el desplazamiento es máximo en x = 0?

VER VÍDEO https://youtu.be/tXeeexecpYk

$$h(x, t) = 24 \cos\ (2\pi x/10{,}5 - 4t), \begin{cases} A = 24\ cm. \\ k = \frac{2\pi}{10{,}5}\ m^{-1} \\ \omega = 4\ \frac{rad.}{s.} \end{cases}$$

a.

$$v_{propagación} = \frac{\omega}{k} = 6{,}68 \frac{m}{s}.$$

b.

$$v_{máx.} = A \cdot \omega = 24 \cdot 4 = 96 \frac{m}{s}.$$

c.

h = 24 si x = 0 → 24 = 24·cos(- 4t) → cos(- 4t) = 1→ t = 0 →
h = 24·cos(2π·31,5/10,5) = 24 cm.

9. Un movimiento armónico simple de 440 Hz y 2,0 cm de amplitud se propaga por una cuerda tensa a una velocidad de 1450 m/s. Determina:

a. La ecuación de este movimiento armónico simple.

b. La ecuación de la onda generada, considerando que se propaga en el sentido positivo del eje OX.

c. La ecuación del movimiento de un punto de la cuerda que se encuentra a 3,0 m de donde se origina la onda.

VER VÍDEO https://youtu.be/0UthFDXI8W4

a. $f = 440\ \mathrm{Hz} \rightarrow \omega = 2\pi f = 880\pi\ \ \mathrm{rad/s.} \rightarrow y = 0{,}02 \cdot \mathrm{sen}(880\pi \cdot t)$

b.

$$v_{propagación} = \frac{\omega}{k} \rightarrow k = 1{,}91\ \mathrm{m}^{-1} \rightarrow y(x,t) = 0{,}02 \cdot \mathrm{sen}(1{,}91 \cdot x - 880\pi \cdot t)$$

c. $y(3,t) = 0{,}02 \cdot \mathrm{sen}(1{,}91 \cdot 3 - 880\pi \cdot t); y(3,t) = 0{,}02 \cdot \mathrm{sen}(5{,}7 - 880\pi \cdot t)$

10. La ecuación y(x,t) = 3,0cos [2π(0,1t−0,75x)] describe una onda unidimensional que se propaga dentro de un medio, donde y se mide en cm, t en s y x en m.

a. Calcula la longitud de onda y la frecuencia de esta onda.

b. Determina la velocidad (variable) de oscilación de las partículas del medio.

c. Para t = 2,0 s, determina los puntos en los cuales la oscilación es máxima.

VER VÍDEO https://youtu.be/eNZjysajWGc

a.

$$\begin{cases} \omega = 0{,}2\pi\ \ \mathrm{rad/s.} \begin{cases} f = \dfrac{\omega}{2\pi} = 0{,}1\ \mathrm{Hz.} \\ T = 10\ \mathrm{s.} \end{cases} \\ k = 1{,}5\pi\ \mathrm{m}^{-1} \rightarrow \lambda = 1.33\ \mathrm{m.} \end{cases}$$

b. v(x, t) = – 0,6π·sen [2π(0,1t−0,75x)] m/s.

c. La oscilación es máxima si cos [2π(0,1·2−0,75x)] = 1

$$x = \frac{4}{15} - \frac{2}{3}n$$

11. Determina la ecuación de propagación de una onda armónica que se propaga en el semieje x en sentido positivo con una amplitud de 2,0 cm, una longitud de onda de 2,0 m y una frecuencia de 3,0 s⁻¹, si para t = 0 el punto con x = 1,0 m tiene un desplazamiento igual a la amplitud.

VER VÍDEO https://youtu.be/snL-TRyT994

$$\begin{cases} A = 0{,}02\ \mathrm{m.} \\ \lambda = 2\mathrm{m.} \rightarrow k = \dfrac{2\pi}{\lambda} = \pi\ \mathrm{m}^{-1} \\ f = 3\ \mathrm{Hz} \rightarrow \omega = 2\pi f = 6\pi\ \ \mathrm{rad/s.} \end{cases} \rightarrow y(x,t) = 0{,}02 \cdot \mathrm{sen}(\pi \cdot x - 6\pi \cdot t + \varphi_0)$$

$$\mathrm{Si}\ t = 0 \begin{cases} y = 0{,}02\ \mathrm{m.} \\ x = 1\ \mathrm{m.} \end{cases} \rightarrow 0{,}02 = 0{,}02 \cdot \mathrm{sen}(\pi \cdot 1 - 6\pi \cdot 0 + \varphi_0) \rightarrow \varphi_0 = \frac{-\pi}{2}\ \mathrm{rad.}$$

12. Un muelle se alarga 6,5 cm cuando se usa para colgar una esfera de 260 g. El centro de la esfera queda a 15 cm. del suelo la esfera se mueve 3 centímetros hacia abajo y se deja oscilar

a. Escribe la ecuación de la onda que da la distancia entre el centro de la esfera y el suelo en función del tiempo.

b. Calcula la velocidad y aceleración máximas de la esfera.

c. ¿Cuál es la longitud del péndulo simple de periodo igual a 7 veces la oscilación de la esfera?

VER VÍDEO https://youtu.be/0eseh9U4k2g

a.

$$F = k \cdot \Delta x \rightarrow k = \frac{mg}{\Delta x} = 39{,}2\ ^{N}/_{m.} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 12{,}3\ ^{rad}/_{s}$$

$$\left.\begin{matrix} y = 0{,}03 \cdot \text{sen}(12{,}3.t + \varphi_0) \\ \text{Si } t = 0 \rightarrow y = -0{,}03 \end{matrix}\right\} -0{,}03 = 0{,}03 \cdot \text{sen}\varphi_0 \rightarrow \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}\text{rad.}$$

$$y = 0{,}03 \cdot \text{sen}\left(12{,}3.t - \frac{\pi}{2}\right). \text{Desde el suelo} \rightarrow y = 0{,}15 + 0{,}03 \cdot \text{sen}\left(12{,}3.t - \frac{\pi}{2}\right)$$

b. $v_{máx.} = A \cdot \omega = 0{,}37$ m/s. y $a_{máx.} = A \cdot \omega^2 = 4{,}52$ m/s²

c.

$$\left.\begin{matrix} T_{muelle} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ T_{péndulo} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \end{matrix}\right\} \cancel{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}} = 7 \cdot \cancel{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{l}{g} = 49\frac{m}{k} \rightarrow l = \frac{49 \cdot g \cdot m}{k} = 3{,}185\ \text{m.}$$

13. Con unidades del sistema internacional la ecuación de una onda armónica unidimensional es z(x,t) = 0,12cos(5x−3t).

a. Determina la longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de propagación de la onda.

b. ¿En qué sentido se propaga la onda?

c. ¿En qué posición del eje x positivo se encuentra el primer máximo de z a t = 1 s?

VER VÍDEO https://youtu.be/0UjjupgcvvY

a. $z(x,t) = 0{,}12 \cdot \cos(5x-3t) \begin{cases} A = 0{,}12\ \text{m.} \\ k = 5\ \text{m}^{-1} \\ \omega = 3\ \text{rad/s.} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \lambda = \frac{2\pi}{k} = 1{,}26\ \text{m.} \\ f = \frac{\omega}{2\pi} = 0{,}48\ \text{Hz.} \\ v_{prop.} = \frac{\omega}{k} = 0{,}6\ \text{m/s.} \end{cases}$

b. El signo negativo del paréntesis 5x – 3t nos dice que se propaga en el sentido positivo del eje x.

c. Z máxima es 0,12 (amplitud). 0,12 = 0,12·cos(5x−3)→ x = 0,6 m.

14. a. La separación entre las crestas de una onda en la superficie del agua de un lago es de 50 cm. Con qué velocidad se desplaza la onda si se ha cronometrado que una bola de corcho dentro del agua sube y baja 20 veces en 47,6 segundos.

b. Una onda armónica unidimensional de frecuencia 4 Hz. y amplitud 2 mm. se desplaza a 2,5 m/s hacia la X positiva. Escribe la ecuación de la onda si en el origen de tiempo y = 2 mm. a x = 0.

c. ¿Qué caracteriza las ondas longitudinales y las transversales? Da algún ejemplo.

a.

$$\lambda = 0{,}5\ \text{m.};\ T = \frac{47{,}6}{20} = 2{,}38\ \text{s.};\ v_{prop.} = \frac{\lambda}{T} = 0{,}21\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

b.

$$\omega = 2\cdot\pi\cdot f = 8\cdot\pi;\ v_{prop.} = \frac{\omega}{k};\ k = \frac{16\cdot\pi}{5}\text{m}^{-1}$$

$$y = 0{,}002\cdot\text{sen}\left(8\cdot\pi\cdot t + \frac{16\cdot\pi}{5}\cdot x + \varphi_0\right);\ 0{,}002 = 0{,}002\cdot\text{sen}(\varphi_0);\ \varphi_0 = \frac{\pi}{2}\ \text{rad}.$$

c. Las ondas transversales son aquellas en las que las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de propagación. Ejemplo: ondas electromagnéticas o las ondas que se propagan por una cuerda.
Las ondas longitudinales son aquellas en las que las partículas vibran en la misma dirección de la propagación. Ejemplo el sonido.

15. A la ecuación de la onda mecánica h(x, t) = 24 cos(2π(x/10.5) − 4t), x se ha de expresar en metros, t en segundos i h en cm.

a. ¿Cuál es la velocidad de propagación de la onda?

b. ¿Cuál es la máxima velocidad de vibración de las partículas que forman la onda?

c. ¿Qué vale el desplazamiento h de la perturbación a x = 31.5 m en el momento que el desplazamiento es máximo en x = 0?

VER VÍDEO https://youtu.be/3sHkXiyiyKI

$$\begin{cases} A = 24\ \text{cm.} \\ k = \dfrac{2\pi}{10{,}5}\ \text{m}^{-1} \\ \omega = 4\ \text{rad}/\text{s} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_{prop.} = \dfrac{\omega}{k} = 6{,}68\dfrac{\text{m}}{\text{s}}. \\ v_{máx.} = A\cdot\omega = 0{,}24\cdot 4 = 0{,}96\dfrac{\text{m}}{\text{s}}. \end{cases}$$

Desplazamiento máximo en $x = 0 \rightarrow 24 = 24\cos(-4t) \rightarrow t = 0$ s.

$$h(31'5,0) = 24\cdot\cos\left(2\pi\left(\frac{31{,}5}{10{,}5}\right)\right) = 24\ \text{cm}.$$

16. Diferencias entre ondas longitudinales y transversales.

Las ondas transversales son aquellas en las que las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de propagación. Ejemplo: ondas electromagnéticas o las ondas que se propagan por una cuerda.
Las ondas longitudinales son aquellas en las que las partículas vibran en la misma dirección de la propagación. Ejemplo el sonido.

17. Una onda sinusoidal transversal que se propaga de izquierda a derecha tiene una longitud de onda de 20 m., una amplitud de 4m. y una velocidad de propagación de 200 m/s. Suponiendo fase inicial nula, calcular:

a.- Ecuación de la onda.

b.- Velocidad máxima de vibración.

c.- diferencia de fase entre dos puntos separados 15m.

a.

$\lambda = 20$ m. → $k = \pi/10$ m^{-1}.

$v = \frac{\omega}{k}, \omega = 20\pi \text{rad/s}.$

$y(x,t) = 4.\text{sen}(20\pi t - \frac{\pi}{10})$

b.

$v_{máx} = A.\omega = 80\pi$ m/s.

c.

$\frac{\lambda}{x} = \frac{2\pi}{\alpha}; \ \alpha = \frac{3\pi}{2} \text{rad}$

18. Una onda mecánica se propaga con una velocidad de 10 m/s, su amplitud es de 5 cm y su frecuencia angular es de 100π rad/s. Se sabe, además, que un punto situado a 25 cm del origen tiene una elongación máxima en el instante inicial. Escribe la ecuación de dicha onda.

$v = \frac{\omega}{k}, k = 10\pi \text{rad/s}.$

$y(x,t) = 0'05.\text{sen}(100\pi t + 10\pi x + \phi_0)$

Para x = 0'25m. y t = 0s. la y es máxima. → 0'05 = 0'05.sen (2'5π + φ_0) → φ_0=

19. Dada la ecuación de una onda: f(x,t) = sen (2πt - 4πx). Calcular:

a.- Longitud de onda.

b.- Velocidad de propagación.

c.- Diferencia de fase entre dos puntos que se encuentran separados una distancia de 4 m.

d.- Ecuación de una onda de las mismas condiciones que la descrita pero que se propague en sentido contrario.

a.- $k = 4\pi$ m^{-1}. $\lambda = 0'5$ m.

b.-

$v = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0'5 \text{ m/s}.$

c.- Al ser 4m. un múltiplo de λ, podemos decir que los puntos están en fase.

d.- f(x,t) = sen (2πt + 4πx).

20. La ecuación de una onda mecánica viene dada en el S.I. de unidades por:
f(x,t) = 3.sen π.(3t – 2x + ¼). Calcular:

a.- Frecuencia.

b.- Longitud de onda.

c.- Velocidad de propagación.

d.- Diferencia de fase entre dos puntos separados 4m.

a.-

f(x,t) = 3.sen(3π t – 2π x + ¼ π). ω = 3π rad/s. N = $\frac{\omega}{2\pi}$= 1'5s^{-1}

b.-

$k = 2\pi$ m^{-1}. $\lambda = \frac{2\pi}{k}$=1m.

c.-

$V = \frac{\omega}{k} = \frac{3\pi}{2\pi} = 1'5 m/s.$

d.-

$\frac{\lambda}{x} = \frac{2\pi}{\alpha}; \alpha = \frac{2\pi.4}{1} = 8\pi$ rad. Multiplo de $2\pi \rightarrow$ están en fase.

21. La longitud de onda de una onda armónica que se propaga en dirección x es de 4 cm. la velocidad es de 2 cm/s. y la amplitud es de 4 cm. ¿cuál es la ecuación de la onda si la perturbación en el origen de coordenadas es máxima a t = 0. ¿Qué vale la perturbación a x = 11 cm. y t = 5,2 s.?

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} = 50 \cdot \pi \, m^{-1}; \; v_{prop.} = \frac{\omega}{k}; \omega = \pi \frac{rad}{s}.$$

$$y = 0{,}04 \cdot sen(\pi \cdot t + 50 \cdot \pi \cdot x + \varphi_0); 0{,}04 = 0{,}04 \cdot sen(\varphi_0); \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$y = 0{,}04 \cdot sen\left(\pi \cdot t + 50 \cdot \pi \cdot x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$y = 0{,}04 \cdot sen\left(\pi \cdot 5{,}2 + 50 \cdot \pi \cdot 0{,}11 + \frac{\pi}{2}\right) = -0{,}024 \text{ m.}$$