Movimiento ondulatorio. Solucionario

1.- La ecuación de una onda viene dada por la función $y = 10\,\text{sen}\,\pi\left(\frac{x}{6} - \frac{t}{4}\right)$ *en unidades del Sistema internacional. La longitud de onda y la velocidad de propagación valen*

1) 3 m : 0,5 m/s 2) 6 m : 0,5 m/s 3) 12 m : 1,5 m/s 4) 12 m : 2,5 m/s

Se escribe la ecuación general de una onda y se identifica con la particular del enunciado

$$y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right) = A\,\text{sen}\,\pi\left(\frac{2x}{\lambda} - \frac{2t}{T}\right) \quad \Rightarrow \frac{2x}{\lambda} = \frac{x}{6} \quad \Rightarrow \lambda = 12 \text{ m}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \;;\; \frac{2t}{T} = \frac{t}{4} \Rightarrow T = 8\,\text{s} \;;\; v = \frac{\lambda}{T} = \frac{12}{8} = 1{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad \textbf{Opción 3}$$

2.-Una onda transversal sinusoidal se propaga de derecha a izquierda con una velocidad de 50 m/s, siendo su longitud de onda 5 m. La función matemática que representa esta onda es

1) $y = A\,\text{sen}2\pi\left(\frac{t}{0{,}1} + \frac{x}{50}\right)$ *2)* $y = A\,\text{sen}2\pi\left(\frac{t}{0{,}1} - \frac{x}{50}\right)$

3) $y = A\text{sen}\pi\left(\frac{t}{0{,}1} + \frac{x}{50}\right)$ *4)* $y = A\text{sen}\,\pi(20\,t + 0{,}4\,x)$

$$v = \frac{\lambda}{T} \;\Rightarrow\; T = \frac{\lambda}{v} = \frac{5}{50} = 0{,}1\,\text{s} \;;\; y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right) \;\Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = A\,\text{sen}\,\pi\left(\frac{2t}{0{,}1} + \frac{2x}{50}\right) = A\,\text{sen}\,\pi(20t + 0{,}4x) \qquad \textbf{Opción 4}$$

3.- Una onda transversal sinusoidal está definida por la ecuación $y = 4\,\mathrm{sen}\dfrac{\pi}{10}(x + 200t)$ *, la velocidad máxima transversal de un punto del medio vale*

$$1)\; 20\,\pi\,\frac{m}{s} \qquad 2)\; 40\,\pi\,\frac{m}{s} \qquad 3)\; 60\,\pi\,\frac{m}{s} \qquad 4)\; 80\,\pi\,\frac{m}{s}$$

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}\left[4\mathrm{sen}\left(\frac{\pi\,x}{10} + 20\,\pi\,t\right)\right] = 4\cos\left(\frac{\pi x}{10} + 20\pi t)\right)\cdot 20\,\pi$$

La velocidad máxima ocurrirá cuando la función coseno valga la unidad

$$v_{max} = 80\,\pi\,\frac{m}{s} \qquad \textbf{Opción 4}$$

4.- Una onda transversal sinusoidal está definida por la ecuación $y = 4\,\mathrm{sen}\;\pi\left(\dfrac{x}{2} - 2t\right)$. *La elongación y velocidad de un punto del medio que se encuentra a 8 m del foco en el instante t=1 s, vale*

$$1)\; y = 0\,m ; v = 4\pi\frac{m}{s} \quad 2)\; y = 0\,m\; ; v = -8\pi\frac{m}{s} \quad 3)\; y = 1m\; ;\; v =,-8\pi\frac{m}{s} \quad 4)\; y = 0\,m\; ;\; v = 8\pi\frac{m}{s}$$

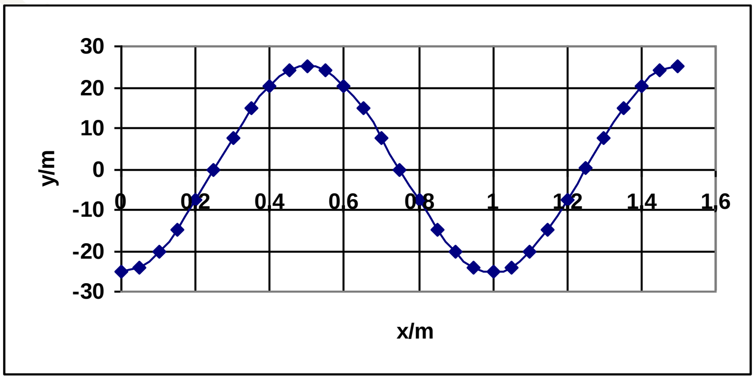
Particularizamos la ecuación de la onda para el punto x y el tiempo t del enunciado.

$$y = 4\,\mathrm{sen}\,\pi\left(\frac{8}{2} - 2\cdot 1)\right) = 4\,\mathrm{sen}\,2\pi = 0$$

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt}\left[4\,\mathrm{sen}\left(\frac{\pi\,x}{2} - 2\,\pi\,t\right)\right] = 4\cos\left(\frac{\pi\,x}{2} - 2\,\pi\,t\right)\boldsymbol{\cdot(-2\,\pi)} \quad \Rightarrow$$

$$v = 4\,\mathbf{cos}\left(\frac{8\,\pi}{2} - 2\,\pi\cdot 1\right)\boldsymbol{\cdot(-2\,\pi)} = 4(\cos 2\,\pi)\;\boldsymbol{\cdot(-2\,\pi)} = -8\,\pi\,\frac{m}{s} \qquad \textbf{Opción 2}$$

5.- Observe la figura



La ecuación que representa la curva de la figura es:

$$1)\ y = 25{,}1 \cdot \operatorname{sen} 2\pi \frac{x}{0{,}6} \qquad 2)\ y = 25{,}1 \cdot \cos 2\pi \frac{x}{0{,}6}$$

$$3)\ y = -25{,}1 \cdot \cos 2\pi \frac{x}{0{,}8} \qquad 4)\ y = -25{,}1 \cos 2\pi \frac{x}{1{,}0}$$

La figura del enunciado se puede interpretar como la foto de una onda en un cierto instante, de modo que representa la elongación de las distintas partículas del medio en el instante considerado.

En x=0 , el valor del máximo es -25,1, esto descarta las opciones 1) y 2) . Si observamos los valores de la gráfica en x= 0 y x= 1,0 , corresponde a la longitud de x que se repite , por tanto, la opción correcta es la 4) . **Opción 4**

6.- Un foco emite ondas cosenoidales propagándose de izquierda a derecha. La amplitud de la onda es 1,5 m , su velocidad 4 m/s, y su periodo 0,75. La elongación de un punto P del medio que dista 20 m del foco en el instante t= 6 s vale

$1)\ -0{,}25\,\text{m}, \quad 2)\ -0{,}50\,\text{m} \quad 3)\ -0{,}75\,\text{m} \quad 4)\ -1{,}0\ \text{m}$

$$y = A\cos 2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right) \quad ; \quad \lambda = vT = 4 \cdot 0{,}75 = 3{,}0\,\text{m}\ ;$$

$$y = 1{,}5\cos 2\pi\left(\frac{20}{3{,}0} - \frac{6}{0{,}75}\right) = 1{,}5\cos 2\pi \cdot \frac{20-24}{3} = 1{,}5\cos\frac{-8\pi}{3} = -0{,}75\,\text{m} \quad \textbf{Opción 3}$$

7.- Una partícula realiza un movimiento vibratorio armónico en un medio material definido por la ecuación y = 5 sen 4πt y se propaga por el medio con una velocidad de 8 m/s de derecha a izquierda. La elongación de un punto P que dista 19 m medidos en la dirección de la propagación a los 8,3 segundos vale

1) 1,05 m   2) 2,05 m   3) 4,05 m   4) 4,3 m

Escribimos la ecuación general de la onda viajera y sustituimos x=0 en ella. La ecuación resultante os dice como cambia la posición y con el tiempo para ese punto y se compara con la del enunciado

$$y = A\operatorname{sen} 2\pi\left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T}\right), \text{si } x = 0 \quad \Rightarrow \quad y = A\operatorname{sen}\frac{2\pi t}{T} = 5\operatorname{sen} 4\pi t \Rightarrow \frac{2}{T} = 4 \ \Rightarrow T = \frac{1}{2}\text{s}$$

$$\lambda = vT = 8 \cdot \frac{1}{2} = 4\,\text{m} \quad \Rightarrow \quad y = 5\operatorname{sen} 2\pi\left(\frac{x}{4} + 2t\right) \quad y = 5\operatorname{sen} 2\pi\left(\frac{19}{4} + 2 \cdot 8{,}3\right)$$

$$y = 5\operatorname{sen} 42{,}7\pi = 4{,}05\,\text{m}$$

8.-Una onda estacionaria está representada por la ecuación $y = 0{,}2\,\mathrm{sen}\,0{,}4x \cdot \cos 20t$ *. La longitud de onda y el periodo de las ondas viajeras que dan como resultado esta onda estacionaria valen*

1) 1,7 m ; 0,10 s 2) 3,7 m ; 0,20 s 3) 0,4 m ; 20 s 4) 15,7 m ; 0,31s

$$y_1 = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right) \quad ; \quad y_2 = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T}\right) \quad ;$$

$$\mathrm{sen}\,a + \mathrm{sen}\,b = 2\,\mathrm{sen}\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$$

$$y_1 + y_2 = y = 2\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{\lambda}\right) \cdot \cos 2\pi\left(\frac{-t}{T}\right) = 2\,\mathrm{sen}\frac{2\pi x}{\lambda} \cdot \cos\frac{2\pi t}{T}$$, comparando

$$0{,}4x = \frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{0{,}4} = 15{,}7\,\mathrm{m} \quad ; \quad \frac{2\pi t}{T} = 20\,t \Rightarrow T = \frac{2\pi}{20} = 0{,}31\,\mathrm{s}$$ **Opción 4**

9.- Dos fuentes de ondas transmiten ondas en fase a la frecuencia de 20 Hz y a la velocidad de 60 m/s, estando las fuentes separadas 4,5 m . Las posiciones de los nodos sobre la línea que une ambas fuentes valen

1) 1,5 m ; 3 m 2) 1,3 m ; 3,2 m 3) 1.0 m ; 3,5 m 4) 0,8 m ; 3,7m

Sean x_1 la distancia a una fuente y x_2 la distancia a la otra fuente, $x_1 + x_2 = 4{,}5\,\mathrm{m}$

$$x_1 - x_2 = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \quad ; \quad \lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{60}{20} = 3\,\mathrm{m} \quad ; \quad x_1 - x_2 = \frac{3}{2} = 1{,}5\,\mathrm{m}$$

$$x_1 = 1{,}5 + x_2 \Rightarrow 1{,}5 + x_2 + x_2 = 4{,}5 \Rightarrow x_2 = 1{,}5\ \mathrm{m} \ ; \ x_1 = 3\,\mathrm{m}$$ **Opción1**

10.- Un punto está alcanzado por dos movimientos vibratorios armónicos de ecuaciones $y_1 = 2\,\mathrm{sen}\,\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{x}{5}\right)$; $y_1 = 2\,\mathrm{sen}\,\pi\left(\frac{t}{2} + \frac{x}{5}\right)$ *.Dicho punto está a x= 10 m , la elongación del mismo cuando t = 1/ 3 s vale*

1) 1,0 m 2) 1,5 m 3) 2,0 m 4) 2,5 m

La interferencia producida según el principio de superposición y después de operar

$$y = y_1 + y_2 = 2\,\mathrm{sen}\,\pi\frac{t}{2} \cdot \cos\pi\left(\frac{-x}{5}\right) = 2\,\mathrm{sen}\,\pi\frac{t}{2} \cdot \cos\pi\frac{x}{5}$$

$$y = 2\,\mathrm{sen}\frac{\pi}{6} \cdot \cos 2\pi = 1\,\mathrm{m}$$ **Opción1**

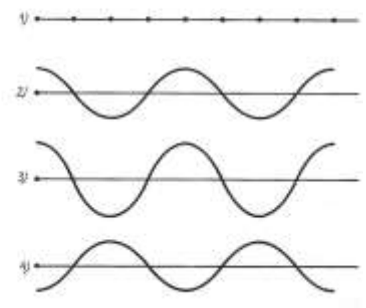
11.- Los puntos de un medio está sometidos a la acción de una onda estacionaria. El punto x=0 es un nodo. La ecuación que nos da los puntos que tienen amplitud máxima es.

1) $x = (2n+1)\dfrac{\lambda}{2}$ 2) $x = n\dfrac{\lambda}{2}$ 3) $x = n\dfrac{\lambda}{4}$ 4) $x = (2n+1)\dfrac{\lambda}{4}$

Un nodo y un vientre consecutivo están separados por una longitud $\dfrac{\lambda}{4}$. Si en la ecuación $x = (2n+1)\dfrac{\lambda}{4}$, damos a n el valor cero $x = \dfrac{\lambda}{4}$ esta es la distancia entre el nodo x=0 y el vientre consecutivo. Si n= 1 $x = \dfrac{3}{4}\lambda$. La diferencia entre los dos vientres vale

$d = \dfrac{3}{4}\lambda - \dfrac{\lambda}{4} = \dfrac{\lambda}{2}$ como era de esperar **Opción 4**

12.- Los puntos de un medio son alcanzados por los movimientos ondulatorios $y_1 = A\cos 2\pi\left(\dfrac{x}{\lambda} + \dfrac{t}{T}\right)$; $y_2 = A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T} - \dfrac{x}{\lambda}\right)$. *La onda estacionaria resultante para t=0 es*



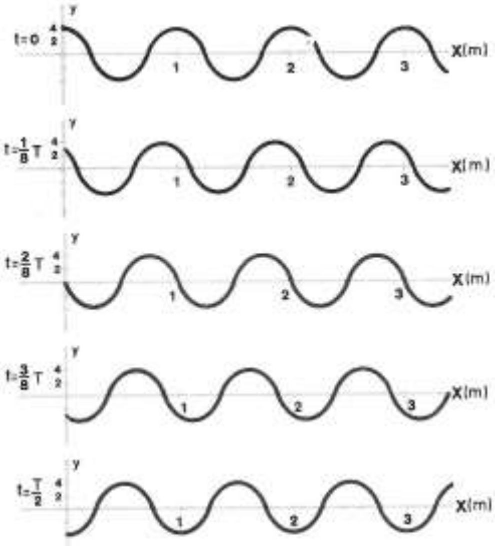
$$\cos a + \cos b = 2\cos\frac{a+b}{2}\cos\frac{a-b}{2}$$

$$Y(t,x) = y_1 + y_2 = 2A\cos 2\pi\frac{\frac{2t}{T}}{2}\cos 2\pi\frac{-\frac{2x}{\lambda}}{2} = 2A\cos 2\pi\frac{t}{T}\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}$$

Para t=0 y x=0 , $Y(0,0) = 2A$, corresponde a la **opción 3**

La amplitud de la opción 2 es la mitad que la 3.

13.-



La ecuación que representa a la onda armónica de la figura superior es:

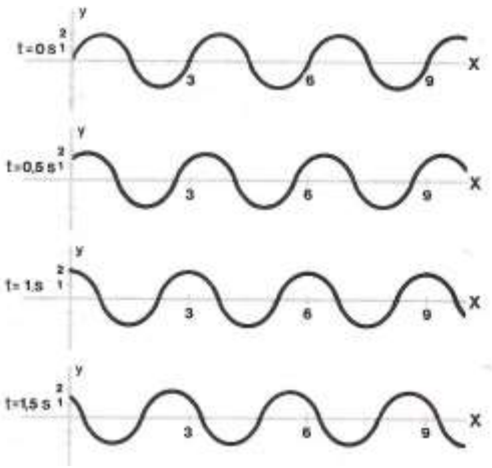
1) $y = 4\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} + x\right)$ 2) $y = 4\cos 2\pi\left(x - \frac{t}{T}\right)$

3) $y = 4\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} + x\right)$ 4) $y = 4\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} - x\right)$

Para saber si la onda se desplaza de izquierda a derecha o de derecha a izquierda, hay que escoger un punto de la onda en t=0 y observar en los siguientes tiempos su desplazamiento. Se une ese punto con una recta y su inclinación nos indica cómo viaja. Esto nos conduce a deducir que la onda viaja de derecha a izquierda y por tanto se eliminan las opciones 2 y 4.

Para t=0 , y x=0 , la opción 1) da al valor cero y la opción 3) el valor 4, por tanto, la opción correcta es la 3) **Opción 3**

14.-



La ecuación de la onda armónica de la figura es.

1) $y = 2\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{3} - \frac{t}{4}\right)$ 2) $y = 2\cos 2\pi\left(\frac{x}{3} - \frac{t}{4}\right)$

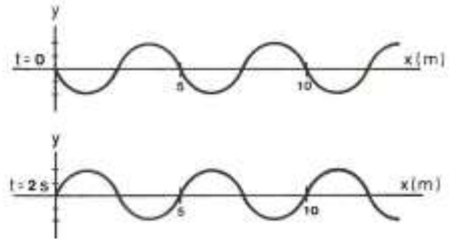
3) $y = 2\cos 2\pi\left(\frac{x}{3} + \frac{t}{4}\right)$ 4) $y = 2\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{3} + \frac{t}{4}\right)$

Observando la figura se deduce que la amplitud de la onda es A = 2 m. y que la longitud de onda es λ= 3 m Como en t=0 y x=0 , el valor de y =0 , la función debe ser seno

El punto x=0, cuando ha pasado de t= 0 a t= 1 segundo, la onda se ha desplazado 1/4 de la longitud de onda, para el desplazamiento de una onda completa el tiempo es cuatro veces mayor, luego el periodo es T = 4 s.

Si escogemos un punto de la onda y vemos su desplazamiento deducimos que la onda se dirige de derecha a izquierda. En definitiva la onda está representada por la **opción 4**

15.-



La figura superior representa una onda armónica que se propaga de izquierda a derecha. El periodo de la onda es mayor que dos segundos. La ecuación que representa esta onda y su velocidad de propagación son:

1) $y = A\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$; $v = 2{,}5\,\frac{m}{s}$ 2) $y = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$; $v = 1{,}25\,\frac{m}{s}$

3) $y = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right)$; $v = 2{,}5\,\frac{m}{s}$ 4) $y = A\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$; $v = 1{,}25\,\frac{m}{s}$

Las posibles ecuaciones para representar a esta onda son

$$y = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \quad ; \quad y = A\,\mathrm{sen}2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right)$$

De la figura se deduce que para t=0 s y $x = \frac{\lambda}{4}$, este punto ocupa la posición –A

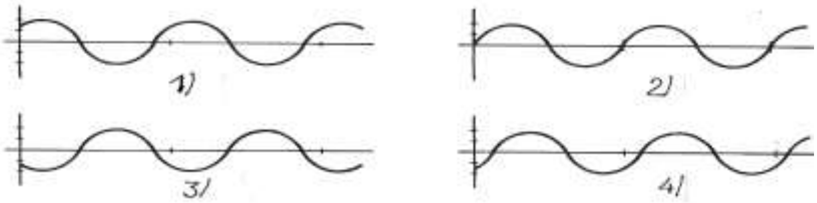
Sustituimos esos valores en las ecuaciones

$$y = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(-\frac{1}{4}\right) = -A \quad ; \quad y = A\,\mathrm{sen}2\pi\left(\frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T}\right) = A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{1}{4}\right) = +A$$

La ecuación válida es $A\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$. De la grafica se deduce de inmediato que λ=5m y que entre t=0 y t= 2 s ha transcurrido medio periodo, por tanto,

$T = 4s \;\Rightarrow\; v = \frac{\lambda}{T} = \frac{5}{4} = 1{,}25\,\frac{m}{s}$ **Opción 2**

16.- La gráfica inferior representa una onda armónica que se desplaza de izquierda a derecha en el tiempo t=0 s.



Indicar cuál de las opciones representa esa misma onda en el tiempo $t=\frac{3T}{8}$

Determinamos la ecuación de la onda en el tiempo t=0..

Las posibles ecuaciones son $y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}\right)$; $y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{x}{\lambda}-\frac{t}{T}\right)$. Sustituimos en las ecuaciones $x=\frac{\lambda}{4}$ y t=0 ; $y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(-\frac{1}{4}\right) = -A$ **;** $y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{1}{4}\right) = +A$

La ecuación correcta es la segunda, en ella sustituimos x=0 y $t=\frac{3}{8}T$

$y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(-\frac{3}{8}\right) = A\,\text{sen}\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = -0{,}707\,A$. Ese resultado elimina las opciones 1) y 2)

Sustituimos en la ecuación $t=\frac{3T}{8}, x=\frac{\lambda}{9}$, hemos elegido un punto de la onda cercano a x=0. $y = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{1}{9}-\frac{3}{8}\right) = A\,\text{sen}\,\frac{-19\pi}{72} = -0{,}737\,A$

La opción correcta es 3) ya que la gráfica de la opción cuatro indica un valor menos negativo.

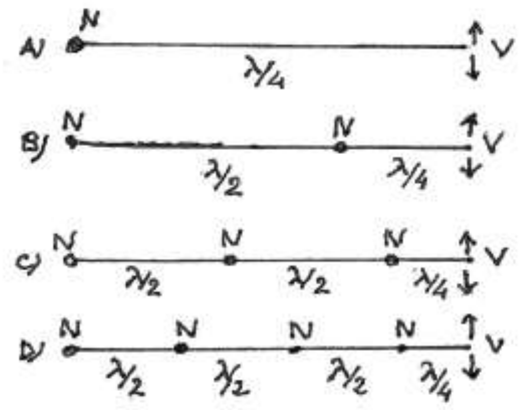
Opción 3

17.- Una varilla de longitud L está sujeta por uno de sus extremos y el otro libre. La ecuación que expresa sus posibles nodos de vibración es:

1) $(2n+1)\frac{\lambda}{2}=L$ 2) $(2n+1)\frac{\lambda}{4}=L$ 3) $2n\frac{\lambda}{2}=L$ 4) $2n\frac{\lambda}{4}=L$

siendo los valores de $n = 0, 1, 2, \ldots\ldots$

El punto fijo de la varilla es siempre un nodo por no poder vibrar y el otro extremo libre lo hará con la máxima amplitud formándose un vientre.



Cuando hay un nodo la distancia entre el nodo y el vientre es $\frac{\lambda}{4}=L$.(figura A)

Según la figura B) $\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}=\frac{3\lambda}{4}=L$

Según la figura C) $\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}=\frac{5\lambda}{4}=L$

Según la figura D) $\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{2}+\frac{\lambda}{4}=\frac{7\lambda}{4}=L$

El resultado son los múltiplos impares de $\frac{\lambda}{4}$, $(2n+1)\frac{\lambda}{4}$ **Opción 2**

18.- La superposición de las dos ondas siguientes $y_1(x,t) = A\cos\left(29t - 6{,}280\,x\right)$ *y* $y_2\left(x,t)\right) = A\cos\left(28t - 6{,}207x\right)$ *da lugar a una onda modulada en la que la velocidad de modulación respecto a la velocidad promedio vale*

1) 1 2) 2 3) 4)

$$y_1(x,t) = A\cos\left(\omega_1 t - k_1 t\right) \;\Rightarrow\; \omega_1 = 29\,s^{-1}, k_1 = 6{,}280\,m^{-1}$$

$$y_2(x,t) = A\cos\left(\omega_2 t - k_2 t\right) \;\Rightarrow\; \omega_1 = 28\,s^{-1}, k_1 = 6{,}207\,m^{-1}$$

$$\omega_P = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{29+28}{2} = 28{,}5\,s^{-1} \quad , \quad k_P = \frac{k_1 + k_2}{2} = \frac{6{,}280 + 6{,}207}{2} = 6{,}244\,m^{-1}$$

$$\omega_M = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \frac{29-28}{2} = 0{,}50\,s^{-1} \quad , \quad k_M = \frac{k_1 - k_2}{2} = \frac{6{,}280 - 6{,}207}{2} = 0{,}0365\,m^{-1}$$

$$v_P = \frac{\lambda_P}{T_P} = \frac{\frac{2\pi}{k_P}}{\frac{2\pi}{\omega_P}} = \frac{\omega_P}{k_P} = \frac{28{,}5\ s^{-1}}{6{,}244\,m^{-1}} = 4{,}564\,\frac{m}{s} \quad ; \quad v_M = \frac{\lambda_M}{T_M} = \frac{\frac{2\pi}{k_M}}{\frac{2\pi}{\omega_M}} = \frac{\omega_M}{k_M} = \frac{0{,}50\ s^{-1}}{0{,}0365\,m^{-1}} = 13{,}699\,\frac{m}{s}$$

$$\frac{v_M}{v_P} = \frac{13{,}699}{4{,}564} = 3{,}0 \qquad \textbf{Opción 3}$$

19.- Dadas las ecuaciones $y_1(x,t) = A\cos\left(15t - 6x\right)$; $y_2(x,t) = A\cos\left(14t - k_2\,x\right)$ *para que al sumarlas nos den una onda modulada, en la que la velocidad promedio sea igual a la velocidad modulada, el valor de k_2 es:*

1) 5,6 m^{-1} 2) 4,6 m^{-1} 3) 3,6 m^{-1} 4) 3 m^{-1}

$$\omega_P = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{15+14}{2} = 14{,}5\ s^{-1} \quad ; \quad k_P = \frac{k_1 + k_2}{2} = \frac{6 + k_2}{2} \;\Rightarrow\; v_P = \frac{\omega_P}{k_P} = \frac{14{,}5 \cdot 2}{6 + k_2}\ \frac{m}{s}$$

$$\omega_M = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \frac{15-14}{2} = 0{,}5\ s^{-1} \quad ; \quad k_M = \frac{k_1 - k_2}{2} = \frac{6 - k_2}{2} \;\Rightarrow\; v_M = \frac{\omega_M}{k_M} = \frac{0{,}5 \cdot 2}{6 - k_2}\ \frac{m}{s}$$

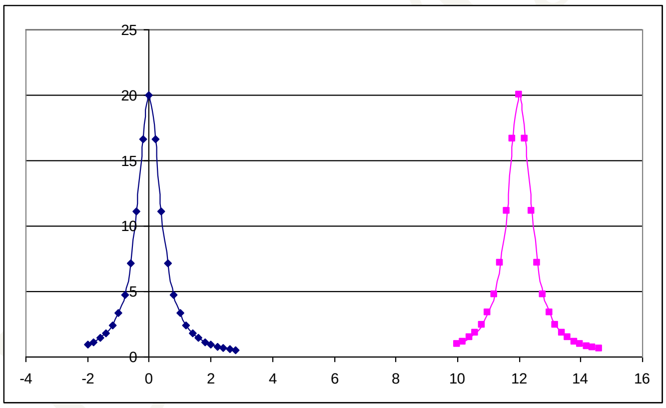
$$v_P = v_M \;\Rightarrow\; \frac{29}{6 + k_2} = \frac{1}{6 - k_2} \;\Rightarrow\; 174 - 29\,k_2 = 6 + k_2 \Rightarrow\; k_2 = \frac{168}{30} = 5{,}6\ m^{-1} \quad \textbf{Opción 1}$$

20.- Un pulso de ondas está definido por la ecuación $y(x,t)=\dfrac{4}{0{,}20+(x-8t)^2}$ *su velocidad de propagación vale*

1) 8 m/s *2) 6 m/s* *3) 4 m/s* *4) 2 m/s*

La ecuación del enunciado la particularizamos al tiempo t=0, resulta la ecuación $y(x,0)=\dfrac{4}{0{,}20+x^2}$, ahora damos valores a la variable x y representamos en el eje de abscisas x y en el de ordenadas y obtenemos, el pulso representado en la gráfica inferior con un máximo y= 20 cuando x =0.

Si en la ecuación del enunciado damos a la variable t =12 segundos se obtiene la ecuación $y(x,12)=\dfrac{4}{0{,}20+(x-96)^2}$ y damos valores a x , y hacemos la representación obtenemos El pulso con un valor máximo de y a t=12 s. En la gráfica inferior se observa que el pulso tiene la misma forma que en x=0, esto es, el pulso ha viajado sin deformarse a lo largo del tiempo



El pulso se propaga sin deformación de izquierda a derecha, el valor máximo del pulso es el mismo cuando t=0 que cuando t =12 segundos

$$y(x,0)=\frac{4}{0{,}20+x^2}\quad \text{Valor máximo del pulso a } t=0 \quad ; \quad y(x,0)_{\text{máximo}}=\frac{4}{0{,}20}=20\,\text{m}$$

$$y(x,12)=\frac{4}{0{,}20+(x-96)^2} \quad \Rightarrow \frac{4}{0{,}20+(x-96)^2}=20 \ \Rightarrow 4=4+20(x-96)^2 \Rightarrow x=96\,\text{m}$$

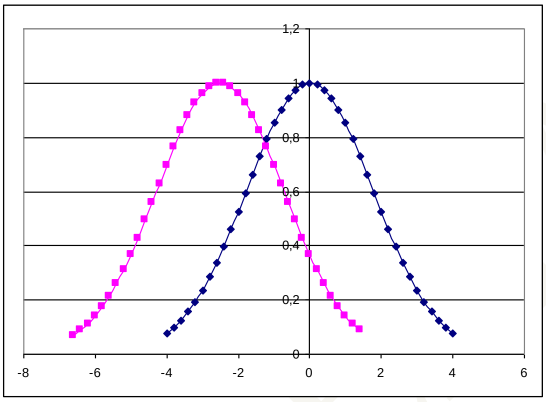
El pulso avanza 96 m en 12 segundos $v=\dfrac{96}{12}=8\,\dfrac{m}{s}$ **Opción 1**

21.- Un pulso de ondas está definido por la ecuación $y(x,t)=e^{-(0{,}4x+0{,}20t)^2}$ *su velocidad de propagación vale*

1) -0,1 m/s *2) -0,3 m/s* *3) -0,5 m/s* *4) -0,7 m /s*

Para t=0 $\rightarrow$ $y(x,0)=e^{-(0{,}4\,x)^2}$ Se dan valores a la variable x y se hace la representación, t en el eje de abscisas, y en el de ordenadas. Se obtiene la forma del pulso en x=0 , el máximo es y=1

Para t= 5 s $\rightarrow$ $y(x,5)=e^{-(0{,}4x+5)^2}$, la representación del pulso tiene su máximo en x=-2,5 m . El pulso viaja de derecha a izquierda



$$y(x,0)=e^{-(0{,}4\,x)^2} \Rightarrow y(x,0)_{\mathbf{max}}=e^0 \;\; ; \;\; \text{Para } t=5\text{s} \;\; ; y(x,5)=e^{-(0{,}4x+1)^2}=e^0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -(0{,}4x+1)^2=0 \Rightarrow 0{,}4x+1=0 \qquad x=\frac{-1}{0{,}4}=\text{-}\,2{,}5\,\text{m} \Rightarrow \qquad v=\frac{-2{,}5}{5}=-0{,}5\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Opción 3