Onda estacionaria y propagantes

Los ejercicios con (*) entrañan una dificultad adicional. Son para investigar después de resolver los demás.

Parámetros de una onda propagante

1. Verifique si las siguientes expresiones cumplen la ecuación de las ondas unidimensional. Grafíquelas.

   a) $\psi(x,t) = A\,\mathrm{e}^{-\lambda(x-vt)^2}$ b) $\psi(x,t) = \beta(x+vt)$ c) $\psi(x,t) = A\,\mathrm{sen}\,[k(x-vt)]$
   d) $\psi(x,t) = B\,\mathrm{sen}^2\,(kx-\omega t)$ e) $\psi(x,t) = C\cos(kx)\,\mathrm{sen}\,(\omega t)$ f) $\psi(x,t) = D\,\mathrm{e}^{i(kx-\omega t)}$

2. Una onda se propaga en una cuerda produciendo una oscilación transversal que responde a

$$\psi(x,t) = 0{,}1\,\mathrm{m}\,\mathrm{sen}\left(\pi\,\mathrm{m}^{-1}x - 4\pi\,\mathrm{s}^{-1}t\right).$$

   Determine:

   a) amplitud,
   b) frecuencia de vibración, y
   c) velocidad de propagación.
   d) $x = 2\,\mathrm{m}$ y $t = 1\,\mathrm{s}$, desplazamiento, velocidad y la aceleración de la cuerda.

3. Una onda de $\omega = 10\,\mathrm{s}^{-1}$ se propaga en $\hat{x}$ con $k = 100\,\mathrm{m}^{-1}$. En $x_1 = 1\,\mathrm{km}$ y $t_1 = 1\,\mathrm{s}$ tiene por fase $\phi = \frac{3\pi}{2}$.

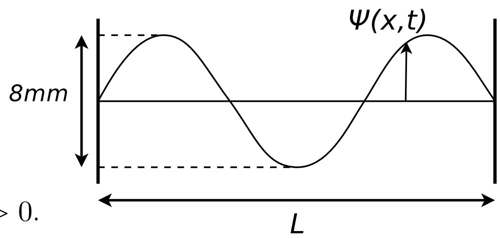
   a) ¿Cuál es la fase en ese mismo punto para $t = 0$?
   b) Considerando que $\phi(x,t) = kx - \omega t + \phi_0$, ¿cuánto vale ϕ_0?
   c) ¿A qué velocidad se propaga la onda?
   d) ¿En qué tiempo el frente de onda arriba a un $x_2 = 2x_1$?

4. Una cuerda de densidad lineal $\mu = 0{,}005\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}$ se tensa con una fuerza de $0{,}25\,\mathrm{N}$. Se observa que un punto arbitrário oscila de arriba a abajo siguiendo un movimiento armónico simple de período $0{,}5\,\mathrm{s}$ y amplitud $0{,}2\,\mathrm{m}$. Encontrar:

   a) La velocidad de la onda generada en la cuerda, la frecuencia y la longitud de onda.
   b) La expresión matemática para el desplazamiento: $\psi(x,t)$.
   c) La energía cinética media por unidad de longitud, de una partícula del medio.
   d) La energía potencial media por unidad de longitud, de una partícula.

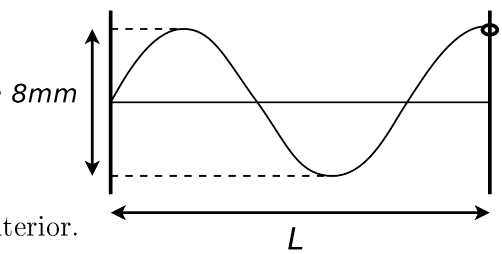
Estacionaria como superposición de propagantes

5. Una cuerda de longitud $L = 0{,}6\,\mathrm{m}$, fija en sus dos extremos, oscila en uno de sus modos normales. La velocidad de propagación de las ondas en dicha cuerda es $v = 80\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. En el momento que presenta su máxima amplitud pico a pico ésta es de $8\,\mathrm{mm}$.



   a) Escribir $\psi(x,t)$, sabiendo que $\psi(x,0) = 0\ \forall x$, y que $\dot{\psi}(L/2,0) > 0$.
   b) Hallar ondas propagantes ψ_{derecha} y $\psi_{\text{izquierda}}$ tales que $\psi(x,t)$ sea una combinación lineal de éstas.

6. Una cuerda de longitud $L = 1\,\mathrm{m}$, con un extremo fijo y uno libre, oscila en uno de sus modos normales. La velocidad de propagación de las ondas en dicha cuerda es $v = 80\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. En $t = 0$ presenta su máxima amplitud pico a pico de $8\,\mathrm{mm}$, siendo $\psi(L,0) > 0$.



   a) Resolver, para esta situación, todo lo pedido en el problema anterior.
   b) Si ahora la cuerda está oscilando en un modo normal arbitrario n, con las mismas condiciones iniciales dadas arriba, repetir (a) (expresar en función de n).