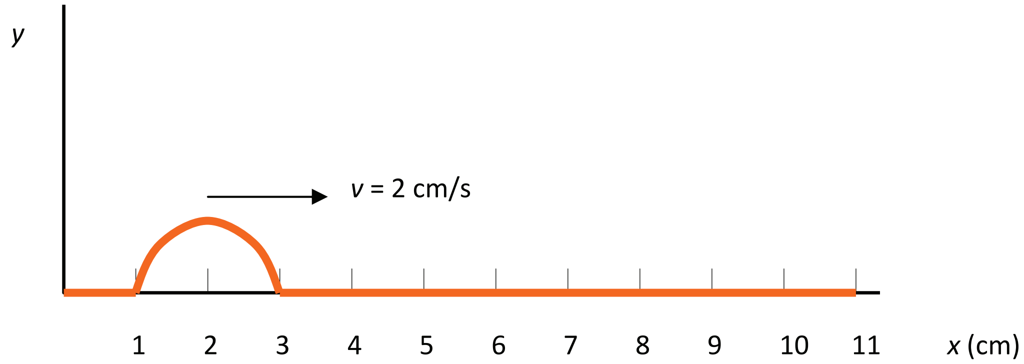
Problemas del Tema 9: Movimiento ondulatorio

1. Un pulso de ondas se propaga a lo largo de un alambre en el sentido positivo del eje X con una velocidad de 20 m/s. ¿Cuál será la velocidad del pulso si
   a) duplicamos la longitud del alambre pero mantenemos constante la tensión y la masa por unidad de longitud?
   b) duplicamos la tensión mientras se mantienen constantes la longitud y la masa por unidad de longitud?
   c) duplicamos la masa por unidad de longitud mientras se mantienen constantes las demás variables?

2. El pulso de onda en una cuerda, indicado en la figura de abajo para un instante $t = 0$ s, se mueve hacia la derecha. En este instante particular, ¿qué segmentos de la cuerda se están moviendo hacia arriba? ¿cuáles se están moviendo hacia abajo? ¿existe algún elemento de la cuerda en el pulso que esté instantáneamente en reposo? Responder a estas cuestiones haciendo un esquema del pulso en un instante ligeramente posterior y ligeramente anterior para ver cómo se mueven los segmentos de la cuerda.



3. Demostrar que la función $y(x,t) = A sen(kx) cos(\omega t)$ cumple la ecuación de ondas.

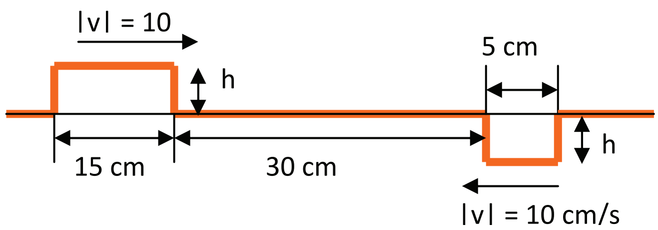
4. La ecuación $y(x,t) = A sen(kx-\omega t)$ expresa el desplazamiento de una onda armónica como una función de x , t y de los parámetros de onda k y ω. Escribir expresiones equivalentes que, en lugar de k y ω, contengan los siguientes pares de parámetros:
a) k y v b) λ y f c) λ y T d) λ y v e) f y v

5. De una onda armónica conocemos su amplitud, $A = 0{,}001$ m, su frecuencia angular, $\omega = 2\pi\ s^{-1}$, y su número de ondas, $k = 2\pi\ m^{-1}$. En el instante $t = 0$ s la elongación en el origen de coordenadas es $y = A$. Exprese:
   a) la función armónica que representa esta onda
   b) la velocidad de propagación de esta onda
   c) la expresión de la velocidad de oscilación del punto $x = 0$ m
   d) la expresión de la aceleración con la que oscila el punto $x = 0$ m

6. Cierta cuerda tiene una masa de 0.25 kg por cada metro de longitud y se tensa con una fuerza de 100 N. Se comunica a su extremo izquierdo un movimiento sinusoidal con una frecuencia de 10 Hz y una amplitud de 0.01 m. En el instante t = 0 s ese extremo tiene desplazamiento cero y se mueve en la dirección -y.

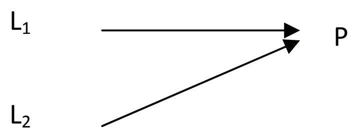
a) Hallar la velocidad de la onda, la frecuencia angular, el período y la longitud de onda. (Sol.: v = 20m/s; ω = 20π rad/s; T = 0.1 s; λ = 2 m)
b) Escribir una función de onda que describa esta onda.
c) Hallar la coordenada *y* correspondiente a un punto situado 1 m a la derecha del extremo móvil en el instante t = 0.1 s (Sol.: *y* = 0).
d) Hallar la velocidad transversal de ese mismo punto en el instante t = 0.1 s (Sol.: 0.2π m/s).

7. Dos pulsos de onda rectangulares se mueven en sentidos opuestos a lo largo de una cuerda. En t = 0 s los dos pulsos se encuentran tal y como indica la figura de abajo. Dibujar las funciones de onda para t = 1, 2 y 3 s.



8. Por la línea L_1 se desplaza una onda dada por la ecuación $y_1 = 0.05\ sen(l_1 - t)$ (magnitudes en S.I.) desde su origen hasta el punto P, situado a 8 m de distancia (véase la figura adjunta). A lo largo de la línea L_2 se desplaza otra onda armónica dada por la ecuación $y_2 = 0.05\ sen(l_2 - t)$ (magnitudes en S.I.) desde su origen hasta el punto P, situado a 12 m. l_1 y l_2 son las distancias a lo largo de cada línea y t el tiempo.

a) Indique la longitud de onda, el número de onda, la frecuencia y la velocidad de estas ondas.
b) Calcule la ecuación de onda en el punto P al superponerse ambas ondas.



9. A lo largo de una cuerda se superponen dos ondas dadas por las ecuaciones: $y_1 = 5\ sen(0,2\pi x - 200\pi t)$ e $y_2 = 5\ sen\left(0,2\pi x - 200\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

Donde todas las magnitudes se expresan en el sistema internacional. Indique:

a) La amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad para cada una de las ondas que se superponen.
b) La ecuación de la onda resultante de la superposición.
c) La amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de la onda resultante.

10. Se piensa que el cerebro estima la dirección de las fuentes sonoras detectando la diferencia de fase entre las ondas que llegan a los dos oídos. Una fuente distante emite a una frecuencia de 680 Hz. Cuando miremos en su dirección la diferencia de fase debería ser nula. Sabiendo que la velocidad de las ondas sonoras en el aire es de unos 340 m/s, estimar el cambio en la diferencia de fase al girar la cabeza 90^0 horizontalmente. (Sol: unos 0.8 π rad)

11. La longitud de una cuerda de guitarra es de 60 cm. Cuando vibra en su primer armónico, o modo fundamental, su frecuencia de vibración es de 247 Hz. Determinar:

a) la longitud de onda de este armónico
b) la velocidad de las ondas transversales en la cuerda
c) Si μ = 0.01 g/cm ¿Cuál es la tensión de la cuerda?

(Sol: b) 296 m/s c) 87,85 N)

12. Un alambre vibra en su modo fundamental, con nodos en sus extremos. La longitud del segmento de cuerda que vibra libremente es de 0.386 m. La aceleración transversal máxima en el punto medio del segmento es de 8.40×10^3 m/s^2 y la velocidad transversal máxima es de 3.80 m/s.

a) calcule la amplitud de esta onda estacionaria.
b) ¿Qué velocidad tienen las ondas viajeras transversales en esta cuerda?

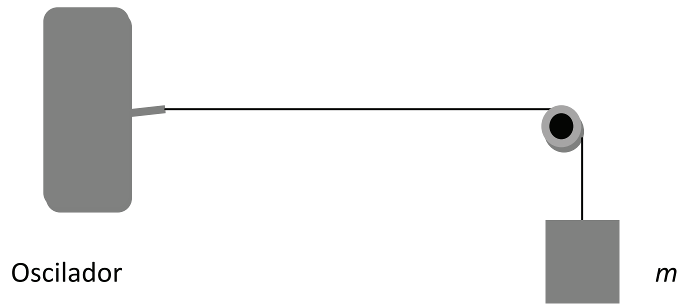
(Sol: a) 1.7 mm b) 271 m/s)

13. La velocidad de las ondas en una cuerda es 96 m/s. Si la frecuencia de oscilación de uno de los armónicos es 445 Hz, ¿cuál es la separación entre dos nodos adyacentes para este armónico? (Sol: 0.11 m)

14. El extremo de una cuerda horizontal con densidad lineal de 6.6×10^{-4} kg/m se une a un pequeño oscilador mecánico de 120 Hz y amplitud pequeña. La cuerda pasa por una polea, a una distancia L =1.5 m y de este extremo se cuelgan pesos, como se indica en la figura. ¿Qué masa *m* debe colgarse de este extremo de la cuerda para producir

a) el primer armónico?
b) el segundo armónico?
c) el quinto armónico?
d) ¿A qué nueva distancia debe colocarse la polea para obtener el séptimo armónico, estando colgada la masa obtenida en el apartado c)?

Suponga que la onda posee un nodo en la posición del oscilador.



(Sol: a) 8.72 kg b) 2.18 kg c) 0.35 kg d) 2.1 m)