

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias
Departamento de Física

Mecánica II
Ciencias Exactas

Profesor : Eduardo Menéndez
Ayudantes : Gabriela Roman
Paula Silva

Guía N° 7
Ondas Mecánicas

6 de agosto de 2009

1. Un pescador nota que su bote sube y baja periódicamente a causa de las olas en la superficie del agua. El bote tarda 2,5 s en moverse del punto más alto al más bajo, una distancia total de 0,62 m. El pescador ve que la distancia entre crestas es de 6,0 m. a) ¿Con qué rapidez viajan las olas? b) ¿Qué amplitud tiene una ola? c) Si la distancia vertical total recorrida por el bote fuera de 0,30 m, con todos los demás datos iguales, ¿cómo cambiarían sus respuestas a las partes (a) y (b)? d) ¿Cabe esperar que el movimiento del bote sea sólo vertical? ¿Por qué sí o por qué no?
2. **Longitudes de onda audibles.** Si la amplitud es suficientemente alta, el oído humano puede responder a ondas longitudinales en una gama de frecuencias de 20,04 Hz a 20000 Hz aproximadamente. Calcule las longitudes de onda correspondientes a estas frecuencias para ondas en a) aire ($\nu = 344$ m/s); b) agua ($\nu = 1480$ m/s).
3. La ecuación de cierta onda transversal es:

$$y(x, t) = (6,50\text{mm}) \cos\left(2\pi \left(\frac{x}{28,0\text{cm}} - \frac{t}{0,0360\text{s}} \right)\right)$$

Determine la a) amplitud, b) longitud de onda, c) frecuencia, d)rapidez de propagación, e) dirección de propagación de la onda.

4. Demuestre que las siguientes funciones satisfacen la ecuación de onda:

a) $y(x, t) = A \cos(kx + \omega t)$

b) $y(x, t) = A \sin(kx + \omega t)$

c)¿En qué direcciones viajan estas ondas?¿Cómo lo sabe? d) Para la onda de la parte b), escriba las ecuaciones para la rapidez y la aceleración transversales de una partícula en el punto x .

5. a) Para una onda descrita por $y(x, t) = A \cos(kx - \omega t)$, grafique y , v_y y a_y en función de x para $t = 0$. b) Considere los siguientes puntos de la cuerda:(i) $x = 0$, (ii) $x = \pi/4k$, (iii) $x = \pi/2k$, (iv) $x = 3\pi/4k$, (v) $x = \pi/k$, (vi) $x = 5\pi/4k$, (vii) $x = 3\pi/2k$, (viii) $x = 7\pi/4k$. Para una partícula en cada uno de estos puntos en $t = 0$, indique con palabras si la partícula se está moviendo, y en qué dirección, y si se está acelerando, frenando, o tiene aceleración instantánea cero.

6. Una onda senoidal se propaga por una cuerda estirada en el eje x . El desplazamiento de la cuerda en función del tiempo se muestra en la figura ??, para partículas en $x = 0$ y en $x = 0,0900$ m. a) Calcule la amplitud de la onda. b) Calcule el periodo de la onda. c) Se sabe que los puntos en $x = 0$ y $x = 0,0900$ m están separados una longitud de onda. Si la onda se mueve en la dirección $+x$, determine λ y la rapidez de la onda. d) Repita (c) si la onda ahora se mueve en la dirección $-x$. e) ¿Sería posible determinar en forma definitiva la longitud de onda de las partes (c) y (d) si no supiéramos que los dos puntos están separados una longitud de onda? ¿Por qué sí o por qué no?.

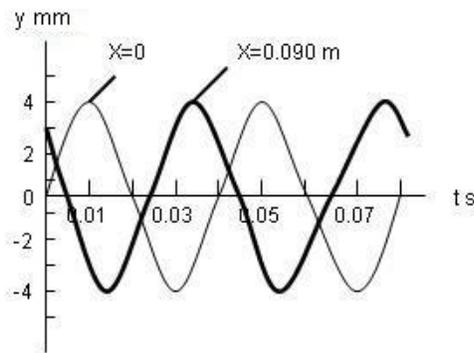


Figura 1: Desplazamiento de una cuerda para dos posiciones x distintas.

7. **Rapidez de propagación versus rapidez de partículas.** Demuestre que la ecuación:

$$y(x, t) = A \cos \left[\omega \left(\frac{x}{v} - t \right) \right] = A \cos \left[2\pi f \left(\frac{x}{v} - t \right) \right]$$

puede escribirse como:

$$y(x, t) = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (x - vt) \right]$$

b) Use $y(x, t)$ para obtener una expresión para la velocidad transversal v_y de una partícula de la cuerda en la que viaja la onda. c) Calcule la rapidez máxima de una partícula de la cuerda. ¿En qué circunstancias es igual a la rapidez de propagación v ? ¿Menor que v ? ¿Mayor que v ?

8. ¿Con qué tensión debe estirarse una cuerda de 2,50 m de longitud y masa de 0,120 kg para que ondas transversales con $f = 40,0$ Hz tengan una longitud de onda de 0,750 m?
9. Un oscilador armónico simple en el punto $x = 0$ genera una onda en una cuerda. El oscilador opera con una frecuencia de 40,0 Hz y una amplitud de 3,00 cm. La cuerda tiene una densidad lineal de masa de 50,0 g/m y se le estira con una tensión de 5,00 N. a) Determine la rapidez de la onda. b) Calcule la longitud de la onda. c) Describa la función $y(x, t)$ de la onda. Suponga que el oscilador tiene su desplazamiento máximo hacia arriba en el instante $t = 0$. d) Calcule la aceleración transversal máxima de las partículas de la cuerda. e) Para este capítulo hemos hecho caso omiso de la fuerza de gravedad, ¿esa aproximación es razonable en el caso de esta onda? Explique.
10. Un alambre de piano con masa de 3,00 g y longitud de 80,0 cm se estira con una tensión de 25,0 N. Una onda con una frecuencia de 120 Hz y amplitud de 1,60 mm viaja por el alambre.

a) Calcule la potencia media que transporta esta onda. b) ¿Qué sucede con la potencia media si se reduce a la mitad la amplitud de la onda?

11. **Umbral del dolor.** Imagine que investiga un informe del aterrizaje de un OVNI en una región despoblada de Nuevo México y encuentra un objeto extraño que radia ondas sonoras uniformemente en todas direcciones. Suponga que el sonido proviene de una fuente puntual y que puede despreciar las reflexiones. Está caminando lentamente hacia la fuente. Cuando está a 7,5 m de ella, determina que la intensidad es de $0,11 \text{ W/m}^2$. Comúnmente se considera que una intensidad de $1,0 \text{ W/m}^2$ es el “umbral del dolor”. ¿Cuánto más podrá acercarse a la fuente antes de que la intensidad del sonido alcance ese umbral?

12. La ecuación de una onda transversal que viaja por una cuerda es

$$y(x, t) = (0,750 \text{ cm}) \cos \pi[(0,400 \text{ cm}^{-1})x + (250 \text{ s}^{-1})t]$$

a) Calcule la amplitud, la longitud de onda, frecuencia, periodo y rapidez de propagación. b) Dibuje la forma de la cuerda en los siguientes valores de t : 0; 0,0005 s y 0,0010 s. c) ¿La onda viaja en la dirección $+x$ o $-x$? d) La masa por unidad de longitud de la cuerda es de 0,0500 kg/m. Calcule la tensión. e) Calcule la potencia media de esta onda.

13. **Onda no senoidal.** En la figura ??, se muestra la forma de una onda en una cuerda en un instante específico. La onda se propaga a la derecha, en la dirección $+x$. a) Determine la dirección de la velocidad transversal de cada uno de los 6 puntos numerados en la cuerda. Si la velocidad es cero, indíquelo. Explique su razonamiento. b) Determine la dirección de la aceleración transversal de cada uno de los 6 puntos numerados en la cuerda. Explique su razonamiento. c) ¿Cómo cambiarían sus respuestas si la onda se propagara hacia la izquierda, en la dirección $-x$?

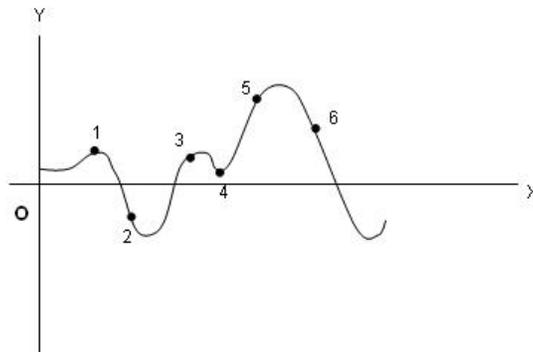


Figura 2: Onda senoidal para un instante fijo.