

Ondas transversales y sus propiedades: El alumno una vez finalizado las guías debe ser capaz:

- Distinguir las propiedades básicas de una onda mecánica transversal, tales como velocidad, frecuencia, longitud de onda, amplitud, dirección de propagación.
- Describir y calcular que es lo que ocurre cuando una onda cambia de un medio a otro.
- Entender los conceptos de densidad de energía, Potencia en una onda.
- Comprender y calcular de acuerdo a las condiciones de borde, como se producen ondas estacionarias.

Problema 1 En una cuerda sometida a una tensión de 50 [N] se propaga una onda descrita por la siguiente expresión:

$$\psi(z, t) = 0.6 \sin \left[\frac{\pi}{2} \left(\frac{t}{2} - z + 2 \right) \right] [m]$$

- a) Para $t=0$, dibuje la onda en la cuerda explicitando en el gráfico los valores de la amplitud y longitud de onda.
- b) Determinar el período y velocidad de propagación de la onda en la cuerda, así como también la densidad lineal de masa de la cuerda.
- c) Determinar la velocidad instantánea en la cuerda en $z=2$ [m] y $z=3$ [m]. ¿Qué desfase existe entre estos dos puntos?
- d) Determine una nueva expresión de la onda $\psi(z, t)$ tal que su potencia sea el doble que la original.

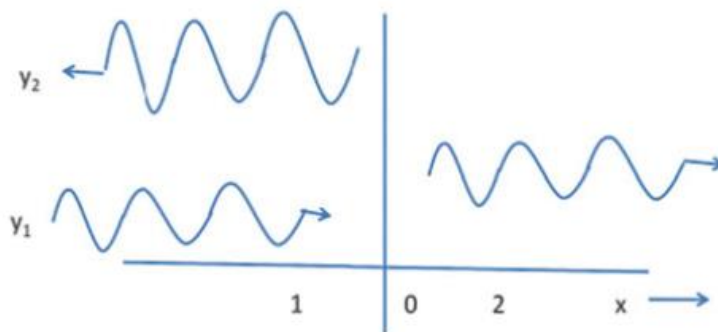
Problema 2: La función que describe una onda transversal en una cuerda de densidad lineal de masa $\mu = 0,1[kg/m]$ es:

$$\psi(x, t) = 2 \cdot \cos\left[\frac{2\pi}{3}\left(\frac{t}{0,01} - \frac{x}{2}\right)\right]$$

dónde x se mide en metros, ψ en centímetros y t en segundos.

- Dibuje la forma de la cuerda en $t = 0$, en función de la posición x .
- Determine la longitud de onda λ y la amplitud A .
- Dibuje la oscilación del punto $x = 0$ en función del tiempo t .
- Determine el periodo y la frecuencia de oscilación de un punto cualquiera de la cuerda.
- Determine la velocidad de propagación de la onda en la cuerda
- Determine la velocidad y aceleración de un punto cualquiera de la cuerda.
- Determine la tensión en la cuerda.
- Si ahora se une a una cuerda de densidad lineal de masa $\mu = 0,2[kg/m]$, entonces describa que sucede y calcule las funciones de ondas en cada tramo de la cuerda.

Problema 3 Dos cuerdas de distintas densidades se juntan como se muestra en la figura. Una onda incidente $y_1 = A_1 \sin(\omega t - k_1 x)$ viajando en la dirección positiva del eje x a lo largo de la cuerda.



- Encontrar las amplitudes reflejadas y transmitidas en términos de la amplitud incidente
- ¿Bajo que condiciones la amplitud reflejada será negativa?

Problema 4: Dos cables, uno de cobre y otro de acero del mismo radio igual a 1 [mm], se unen formando un solo cable más largo con cobre a la izquierda y acero a la derecha. Este cable está sometido a una tensión de 50 [N]. Si una onda sinusoidal transversal se propaga de derecha a izquierda con una frecuencia 10 [Hz] y una amplitud de 2 [cm]. Entonces:

- Grafique cualitativamente las ondas incidente, reflejada y transmitida en el cable
- Escriba las funciones para las ondas incidente, reflejada y transmitida en el cable.
- Calcule las amplitudes de transmisión A_t y de reflexión A_r en la unión para ondas que se propagan por el cable. Calcule además que porcentaje de potencia se transmite y se refleja.
- ¿Cómo cambia su respuesta a), b) y c) si ahora se cambia el orden de los cables, es decir, con cobre a la derecha y acero a la izquierda sin cambiar la onda incidente sobre el cable?

Datos: Densidad: cobre es $8.89 \cdot 10^3 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$ y acero es $7.80 \cdot 10^3 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$

Problema 5 Un pulso armónico viaja a través de una cuerda con una amplitud máxima de $A=0.0821$ [m], frecuencia angular $\omega=100$ rad/s y número de onda $k=22.0$ rad/m. Si en $t=0$ y $x=0$ $y(x,t)=0$ se considera como sus condiciones iniciales.

- Encuentre una expresión que modele el pulso viajando en la dirección negativa del eje x
- Encuentre una expresión que modele el pulso viajando en la dirección positiva del eje x
- Encuentre la longitud de onda (λ), período (T) y la velocidad (v).
- Encuentre la amplitud en $t=2.5$ s a una distancia $x=3.2$ (m) desde el origen, para el pulso moviéndose en la dirección negativa del eje x .

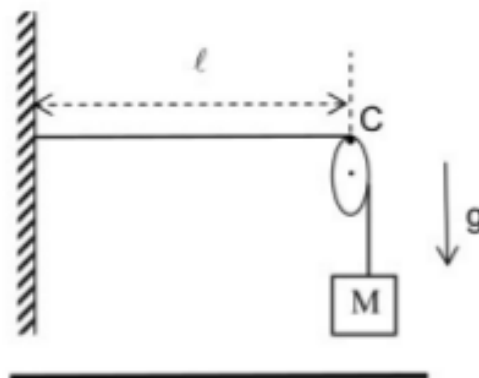
Problema 6 Considere que en un instante de tiempo t arbitrario, un pulso de onda se propaga en una cuerda con una forma dada por:

$$y(x, t) = \frac{0,12}{4 + (x - 10t)^2}$$

- Dibuje el pulso $y(x, 0)$ y $y(x, 1)$ y determine su amplitud.
- Determine en qué dirección (sentido) se propaga el pulso
- Determine la rapidez de propagación del pulso en la cuerda.

Problema 7 Una cuerda está atada a una pared (lado izquierdo) y es tensionada a través de la polea (lado derecho PUNTO C), como lo muestra la figura. La masa del bloque es $M = 80$ [kg] y la cuerda de longitud de $l = 2$ [m] tiene una masa m_c .

Use: $g = 9,8$ [m/s²] y la $v_{sonido} = 340$ [m/s]



- Se desea excitar el modo fundamental de la cuerda usando un sonido de frecuencia $f_1 \approx 196$ [Hz] (nota SOL). Determine la masa de la cuerda.
- ¿Cuáles son los valores de las longitudes de onda para los dos armónicos superiores? Haga una figura que los represente.
- Se modifica la longitud de la cuerda, corriendo el punto C en x centímetros, de tal forma de

escuchar el sonido de frecuencia $f' = 261[\text{Hz}]$ (DO). Determine el valor de la longitud de onda correspondiente al nuevo modo fundamental. Determine el valor de "x" y especifique si se alarga o se acorta la cuerda.

d) Calcule la potencia media de una onda que tiene una amplitud de 1 [cm] y longitud de onda de 3 [cm], que viaja en una cuerda con las mismas características que la de este problema.

Problema de Desafío: Demostrar explícitamente que la función

$$y(x,z,t) = A \sin(k_x x + k_z z - \omega t)$$

satisface la ecuación de una onda Bidimensional

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = v^2 \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 y}{\partial z^2} \right)$$

Y encuentre la relación de dispersión entre la frecuencia y número de ondas $|k|$