

# FI1100-5 Introducción a la Física Moderna, 2022/02

## Auxiliar 4 - Ondas

Profesor: **Sebastián López**  
Auxiliares: Rodrigo Cuellar  
Camilo Núñez Barra  
Ayudante: Clemente Miranda

5 de septiembre de 2022

### P1. Ondas propagativas

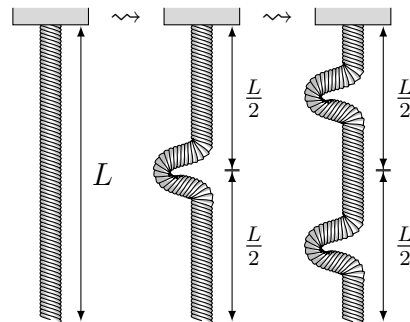
Considere la función  $f(x) = A/(1 + (x/\sigma)^2)$ , donde  $x$ ,  $A$  y  $\sigma$  tienen unidades de longitud.

- Bosqueje la función  $f$ .
- Escriba  $f(\bar{x})$  para  $\bar{x} = x - ct$ , donde  $c$  es la velocidad de propagación de la onda y  $t$  es el tiempo. Si  $A = 1$  cm,  $\sigma = 1$  cm y  $c = 1$  cm/s, bosqueje la función  $y(x, t) = f(x - ct)$  para  $t = 0$  s, 1 s, 2 s, donde  $y(x, t)$  representa la amplitud de la onda en la posición  $x$  y tiempo  $t$ .
- Calcule la velocidad vertical  $v_y(x, t)$  de la cuerda en el instante  $t = 0$ . Para esto, derive la función  $y(x, t)$  con respecto al tiempo considerando  $x$  constante.
- Grafique  $v_y(x, 0)$  en función de  $x$ . Note que esta es positiva y negativa en ciertas partes. Interprete el resultado.

### P2. Cuerda suspendida

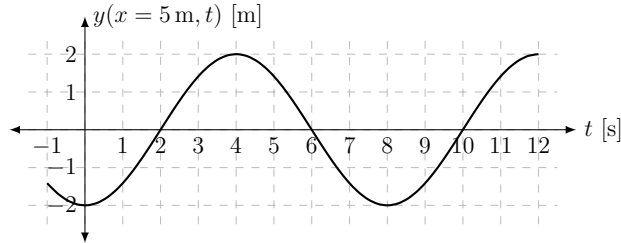
Considere una cuerda de densidad lineal de masa  $\rho$  y largo  $L$  que se cuelga de un techo bajo la acción de la gravedad, sin sostener ninguna masa. Se golpea la cuerda a la mitad, generando la propagación de dos pulsos: uno ascendente y otro descendente.

- ¿Llegará primero el pulso ascendente al extremo superior de la cuerda o el pulso descendente al extremo inferior de la cuerda?
- Sabemos que cada pulso será reflejado cuando llegue a su respectivo borde. ¿Los pulsos se reencontrarán: sobre el centro de la cuerda, bajo este o en el centro mismo? ¿Cómo será la superposición de estos pulsos en ese instante?

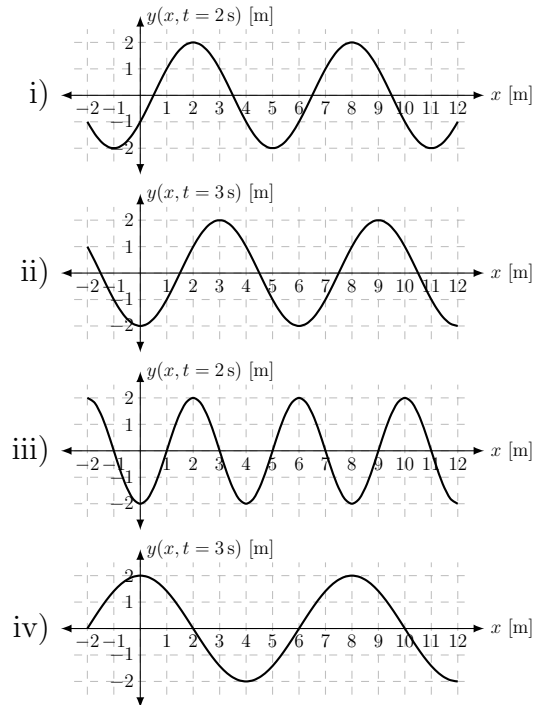


### P3. Onda armónica

Considere una cuerda ideal, sobre la que pasa una onda armónica transversal (es decir, el desplazamiento de la cuerda es paralelo al eje  $y$  y la onda viaja en el eje  $x$ ). El movimiento de un trozo infinitesimal de la cuerda ubicado en  $x = 5$  m se muestra en la siguiente figura:



- a) Uno de los siguientes cuatro gráficos representa una foto de la onda en un instante de tiempo determinado. Encuentre cuál gráfico  $y$  vs.  $x$  corresponde a la onda descrita anteriormente. Justifique su respuesta.



- b) Determine la amplitud, longitud de onda y periodo de la onda. Explique cómo deduce estos valores.
- c) Encuentre la rapidez a la que viaja la onda.
- d) Encuentre el sentido (derecha o izquierda) en que se mueve la onda. Justifique su respuesta.

### P4. Fórmula de d'Alembert (*Propuesto*)

Una cuerda de largo infinito tiene tensión  $T$  y densidad lineal  $\rho$ . En  $t = 0$ , la deformación de la cuerda está dada por la función  $f(x)$ , y su distribución de velocidad inicial por  $g(x)$ . ¿Cuál es el movimiento de la cuerda  $y(x, t)$  para  $t > 0$ ?