



# Física III (sección 3) (230006-230010) Ondas, Óptica y Física Moderna

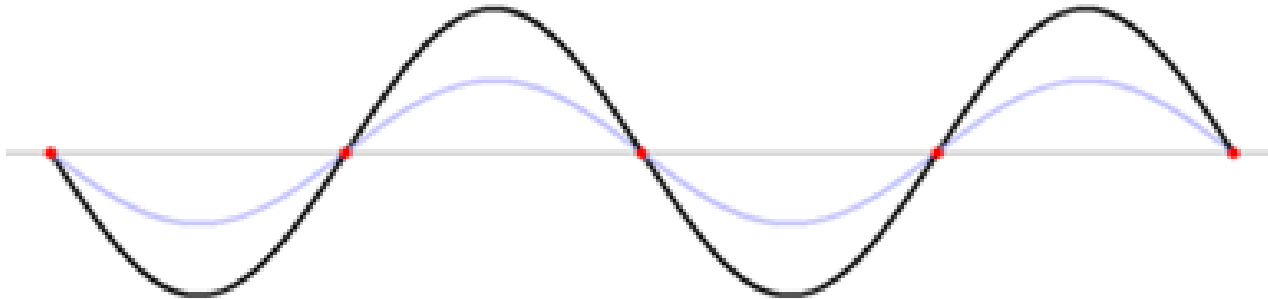
Profesor: M. Antonella Cid  
Departamento de Física, Facultad de Ciencias  
Universidad del Bío-Bío

**Carreras:** Ingeniería Civil Civil, Ingeniería Civil  
Mecánica, Ingeniería Civil Industrial



# Ondas en cuerdas

- Estudiaremos las ondas armónicas que se propagan en una dimensión en una **cuera** (medio de propagación).
- Estudiaremos ondas en una **cuera ideal** donde las ondas mantienen su forma mientras viajan por el medio.

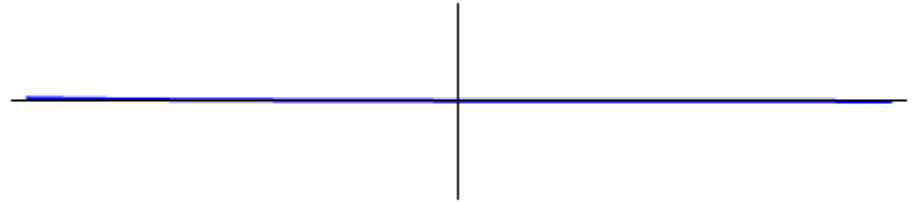




# Pulsos que viajan

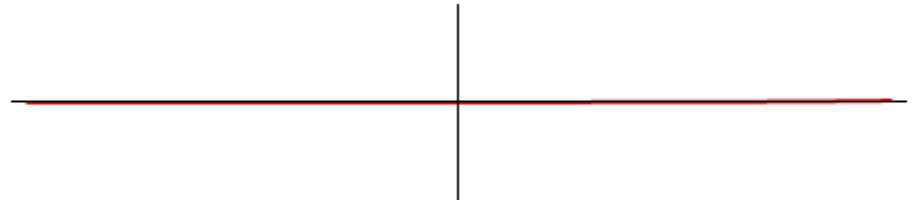
Un pulso que se mueve a la derecha con rapidez constante se describe por una función del tipo:

$$f(x - v t)$$



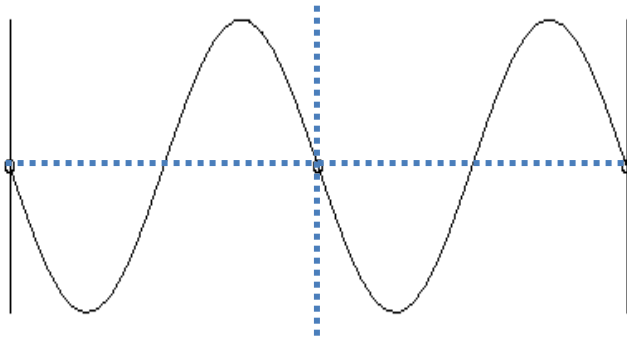
Un pulso que se mueve a la izquierda con rapidez constante se describe por una función del tipo:

$$f(x + v t)$$





# Ondas Armónicas



## Cresta o Valle de la Onda:

punto en el cual el desplazamiento del **elemento de medio** es máximo respecto de su posición normal

## Longitud de Onda:

distancia entre dos *crestas adyacentes* o dos *puntos idénticos adyacentes*

## Amplitud:

corresponde al desplazamiento máximo de un elemento de medio respecto de su *posición normal*

## Frecuencia:

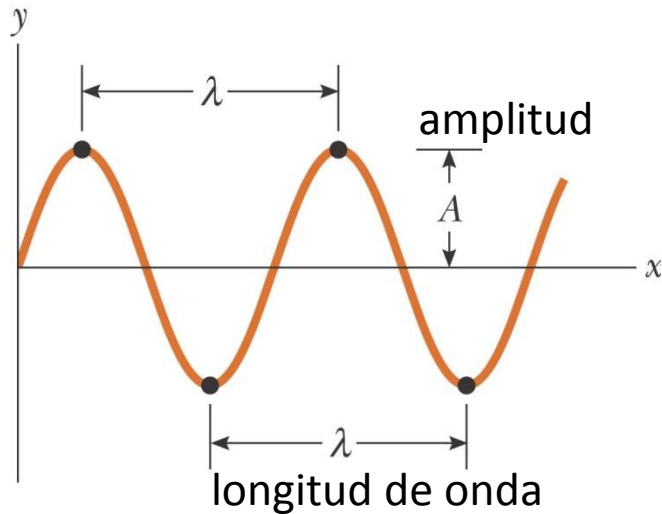
número de crestas por unidad de tiempo

## Período:

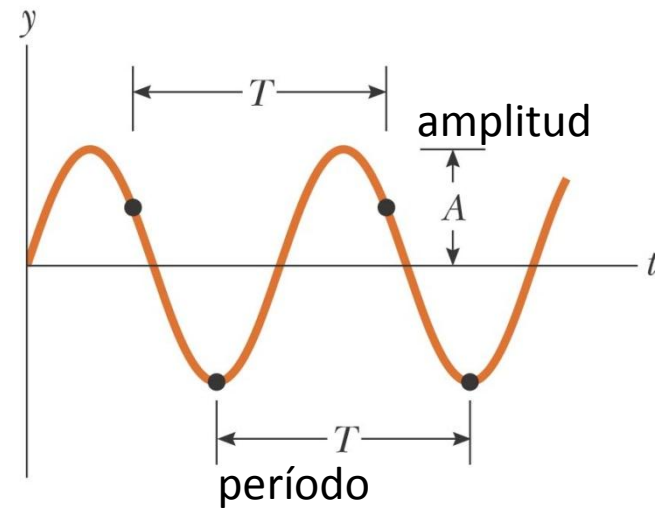
tiempo que transcurre mientras dos *crestas adyacentes* o dos *puntos idénticos adyacentes* pasan por un punto



# Descripción de Ondas Armónicas



Es una foto de la onda!



Representación gráfica de la posición de un elemento de medio como función del tiempo



# Función de onda para ondas armónicas

Debido a que los elementos de medio realizan movimiento armónico simple, las ondas armónicas son descritas por una función del tipo:

$$y(t, x) = y_m \sin \left( \frac{2\pi}{\lambda} (x - v t) \right) \quad \rightarrow$$

$$y(t, x) = y_m \sin \left( \frac{2\pi}{\lambda} (x + v t) \right) \quad \leftarrow$$

$v$  se denomina **velocidad de fase** y es la velocidad (constante) con la cual viaja la onda,  $\lambda$  es la **longitud de onda** e  $y_m$  es la **amplitud**



# Función de onda para ondas armónicas

- Para una onda armónica tenemos  $\lambda = v T$ , luego:

$$y(t, x) = y_m \sin \left( 2 \pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right)$$



- Con la función de esta forma es fácil notar la **periodicidad** de esta función,  $y(t, x)$  tiene el mismo valor para  $x, (x + \lambda), \dots, (x + n\lambda)$  y también para  $t, (t + T), \dots, (t + nT)$
- Definimos las constantes  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ : **número de onda** y  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ : **frecuencia angular**, de modo que:

$$y(t, x) = y_m \sin(kx - \omega t)$$



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



- Note que  $\lambda = v T \Rightarrow \omega = k v$



# Fase y constante de fase

- La expresión más general para una onda que viaje en la dirección  $x$  positiva es:

$$y(t, x) = y_m \sin(kx - \omega t - \phi)$$

donde  $kx - \omega t - \phi$  se denomina **fase** de la onda y  $\phi$  es la **constante de fase**

- Dos ondas con la misma fase (o con fases que difieren en un múltiplo entero de  $2\pi$  [rad]) están **“en fase”**, ejecutan el mismo movimiento al mismo tiempo.
- Dos ondas con una diferencia de fase de  $\pi$  [rad] están **“completamente fuera de fase”** o **“completamente desfasadas”**



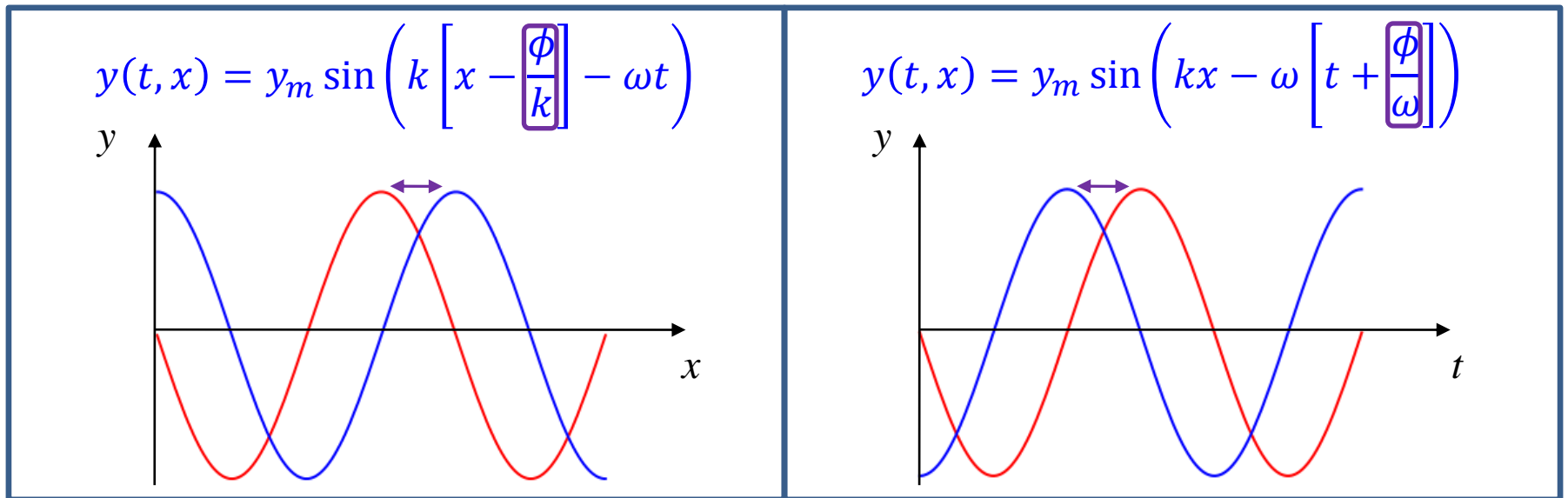
# Fase y constante de fase

- La constante de fase no afecta la forma de la onda, mueve a la onda hacia adelante o hacia atrás en el espacio o en el tiempo.

$$y(t, x) = y_m \sin(kx - \omega t - \phi)$$

$\phi > 0$  onda guía

$\phi < 0$  onda rezagada





# Ejercicio

- Considere una onda viajera armónica con las siguientes características:
  - Longitud de onda:  $40 [cm]$
  - Amplitud:  $15 [cm]$
  - Frecuencia:  $8 [Hz]$
  - Condición inicial:  $y(0,0) = 7 [cm]$

Determine el número de onda, el período, la frecuencia angular, la velocidad de fase y la función de onda (con seno y coseno!)