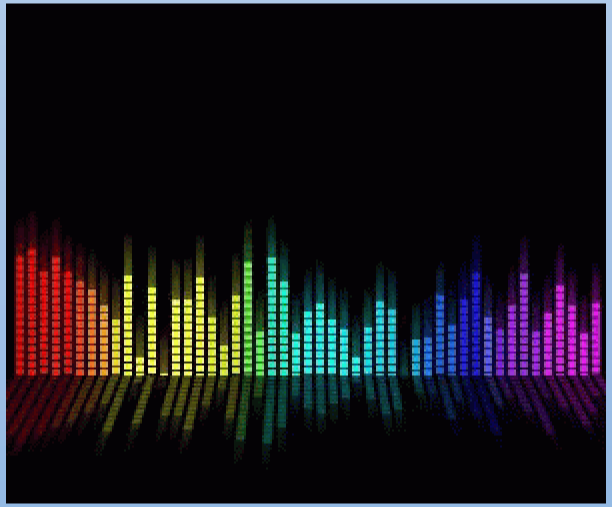
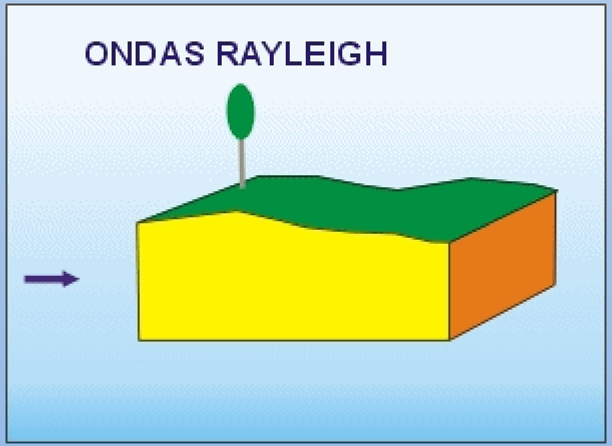
Física II
3. Ondas mecánicas y sonido

Introducción

Concepto de onda. Origen y propagación. Clasificación de las ondas. La onda armónica, longitud de onda, frecuencia, velocidad, constante de fase.

Introducción. Concepto de onda. Origen y propagación.

Fenómenos ondulatorios → Ondas mecánicas: Necesitan un medio para propagarse

1. ¿Qué es una onda?

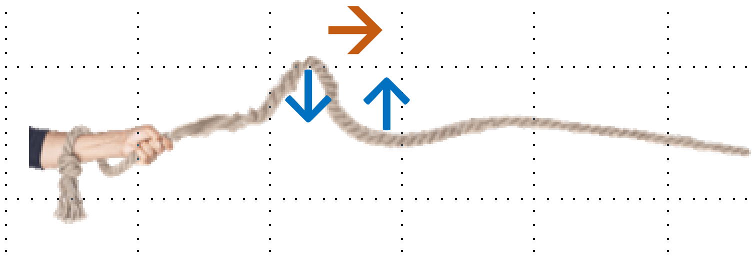
2. ¿Qué efectos produce la perturbación viajera?

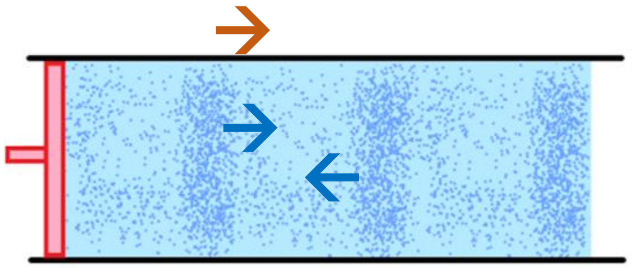
3. Ejemplos

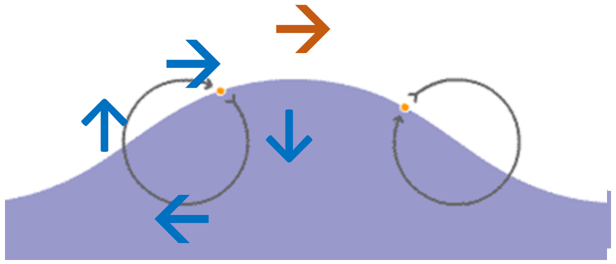
Clasificación de las ondas mecánicas

Desplazamiento del medio

Dirección de la onda







Cuerda

1. Onda transversal

$\perp$

Líquido o gas

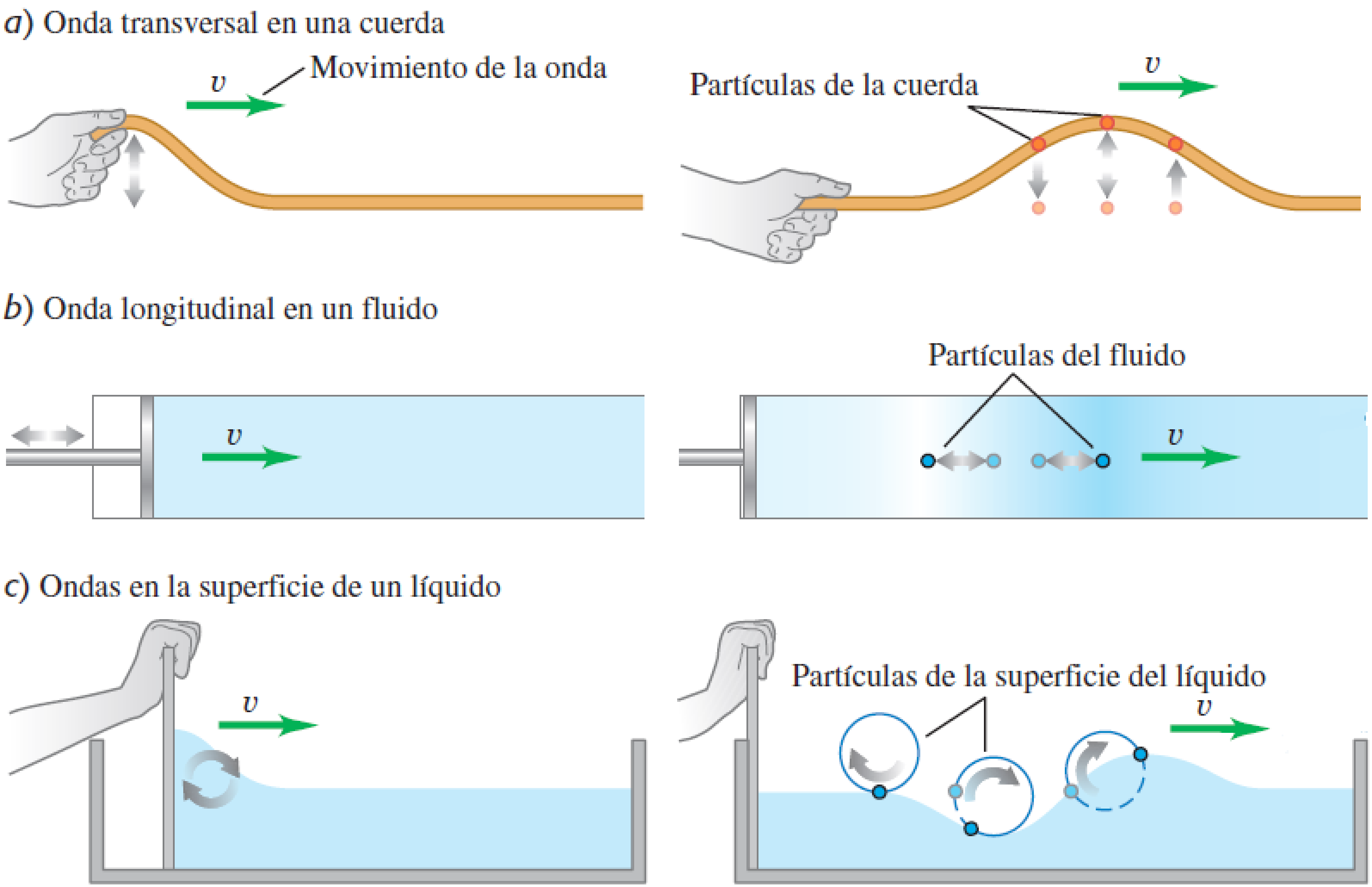
2. Onda longitudinal

//

Líquido

3. Combinación: longitudinal + transversal

Clasificación de las ondas.



Rapidez de propagación

Propiedades mecánicas del medio

¿La rapidez de la onda es la rapidez con que se mueven las partículas cuando son perturbadas por la onda?

El **medio** no viaja; lo que viaja es el **patrón** …

… **trabajo mecánico** sobre el sistema → El movimiento de la onda transporta esta energía…

Las ondas transportan energía, pero no materia, de una región a otra

Onda armónica: Periodicidad

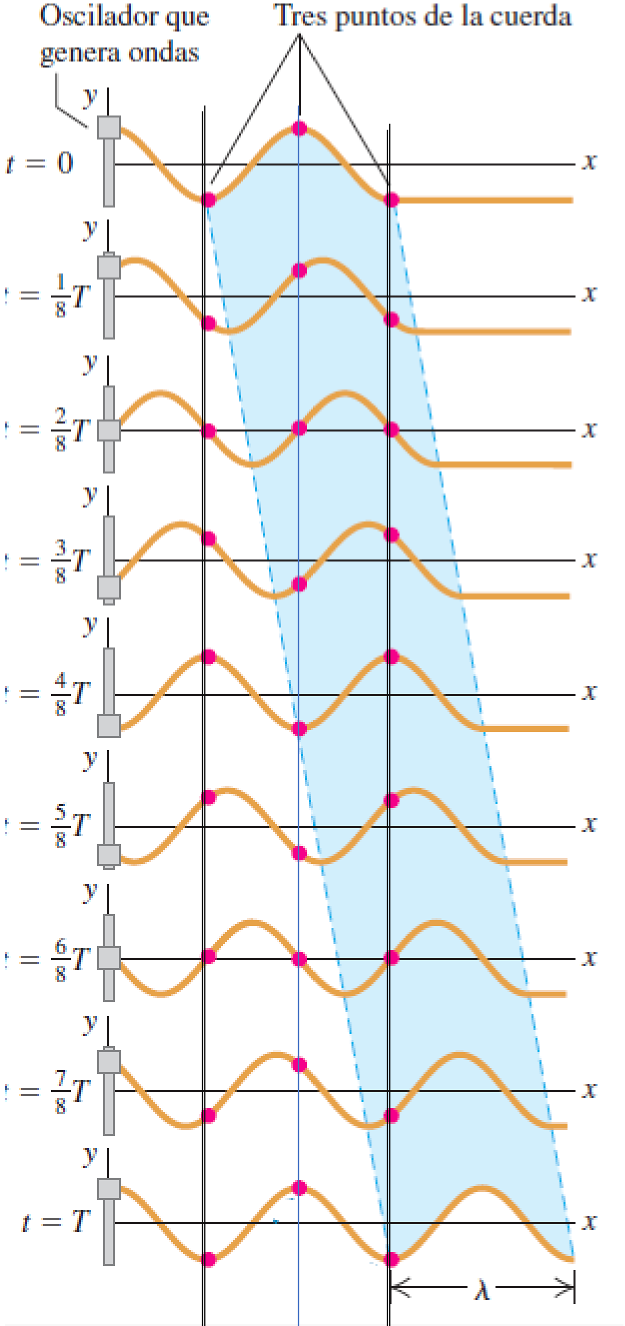
Pulso de onda

Onda periódica

MAS: Ondas senoidales

Cualquier onda periódica puede representarse como una combinación de ondas sinusoidales

Onda armónica: Cinemática



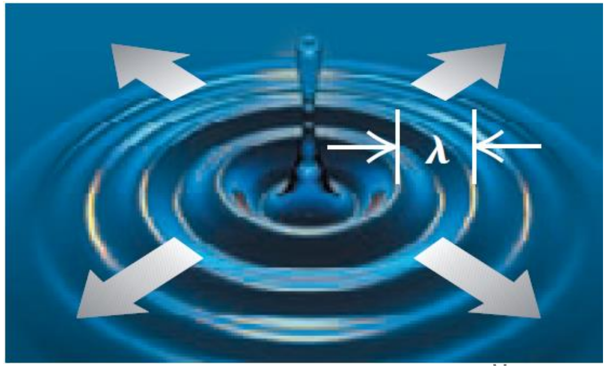
La **forma de onda** avanza uniformemente hacia la derecha

Cualquier punto de la cuerda oscila hacia arriba y hacia abajo respecto de su **posición de equilibrio**, con MAS

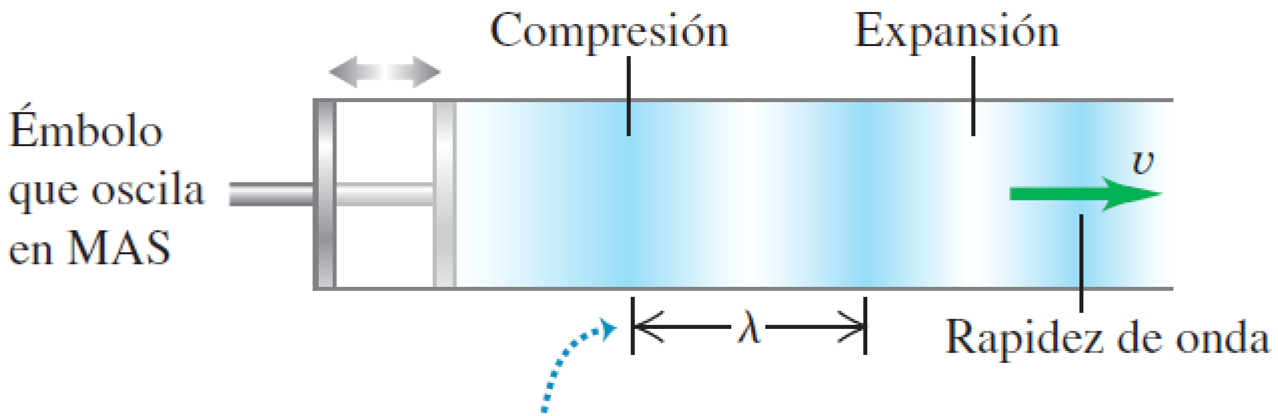
> Cuando una onda sinusoidal pasa a través de un medio, todas las partículas del medio experimentan MAS con la misma frecuencia.

La longitud de un **patrón de onda** completo es la distancia entre un punto al punto correspondiente en la siguiente repetición de la forma de la onda → **longitud de onda** λ

$$v = \lambda f \qquad \text{(onda periódica)}$$



Onda armónica : Cinemática

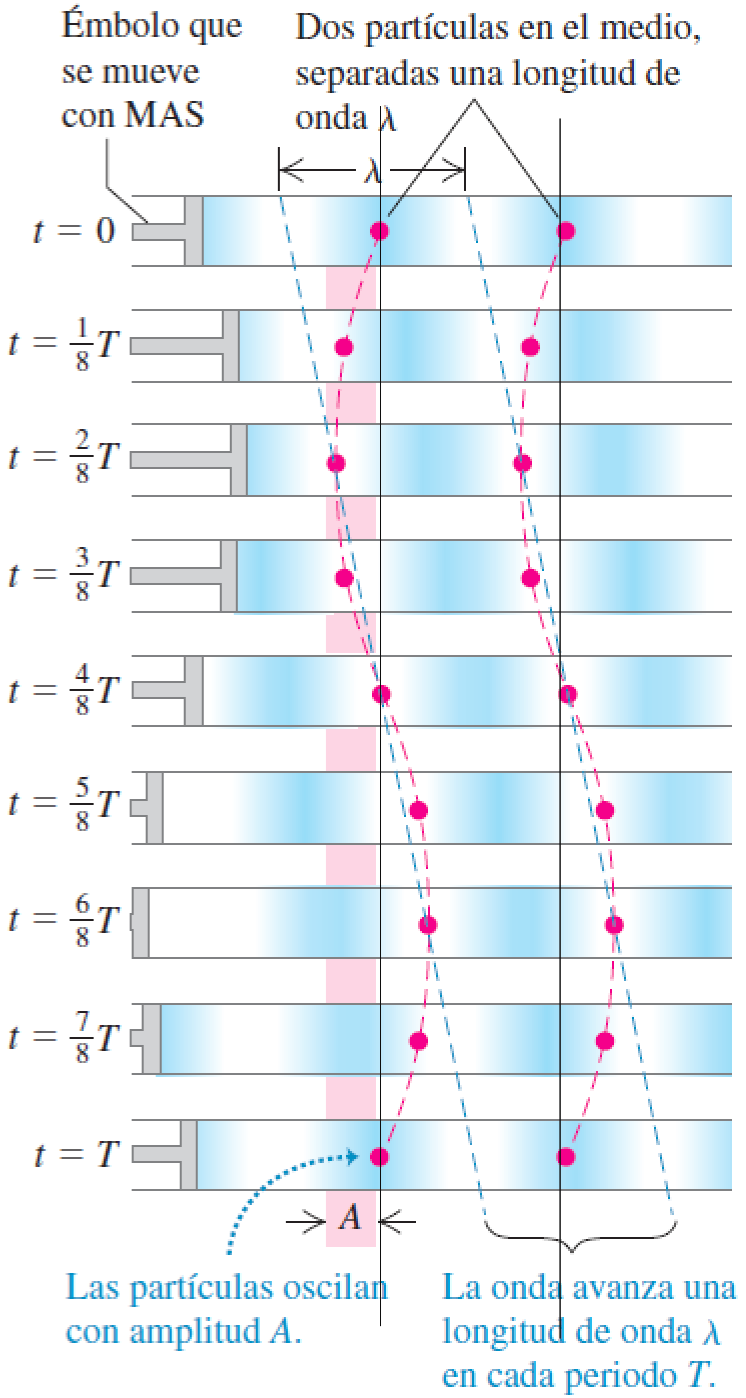


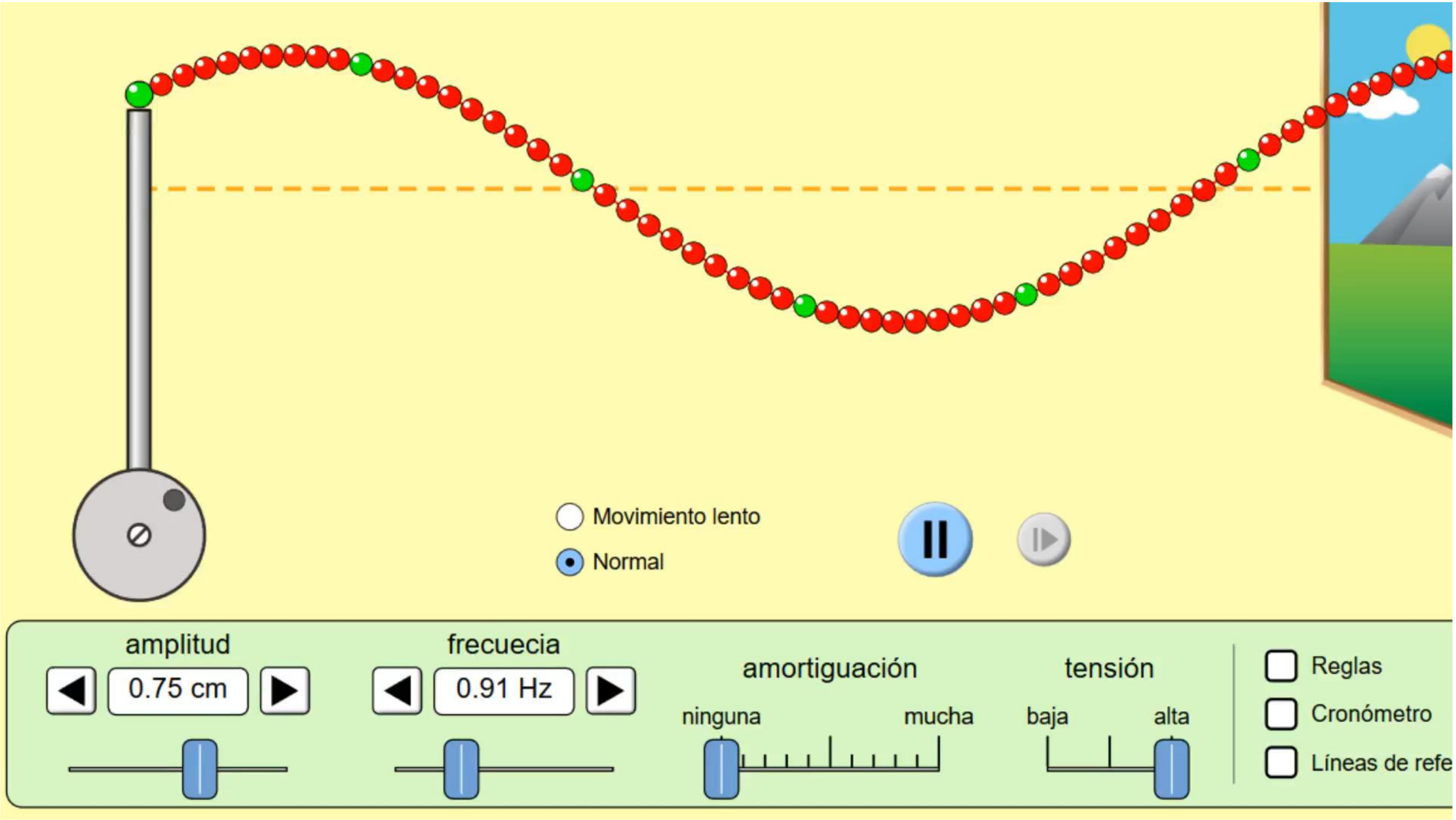
La longitud de onda λ es la distancia entre los puntos correspondientes de ciclos sucesivos.

La **forma de onda** avanza uniformemente hacia la derecha

Cualquier región del fluido oscila hacia la izquierda y la derecha de su **posición de equilibrio**, con MAS

$$v = \lambda f \qquad \text{(onda periódica)}$$

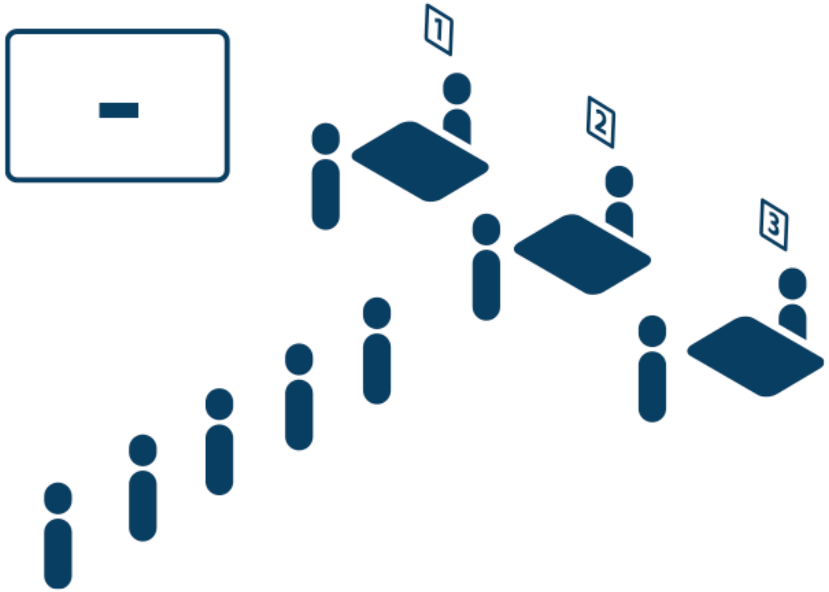




Cuando una onda senoidal pasa por un medio, todas las partículas del medio sufren MAS con la misma frecuencia

Retroalimentación

1. En una larga fila de personas que esperan comprar boletos, la primera persona sale y un pulso de movimiento se presenta a medida que la gente avanza para llenar el hueco.



A medida que cada persona avanza, el hueco se mueve a través de la fila. La propagación de este hueco es

(a) Transversal

(b) Longitudinal

2. Considere la "ola" en un juego de béisbol: las personas se ponen de pie y levantan sus brazos a medida que la ola llega a sus posiciones, y el pulso resultante se mueve alrededor del estadio. Esta onda es

(a) Transversal

(b) Longitudinal

Función, velocidad de fase y forma

¿De qué depende el valor de **y**?

La partícula que estemos considerando: **x**

Del instante *t* en que la consideremos: **t**

→ ***y*** es *función* tanto de *x* como de *t*

$$y = y(x, t).$$

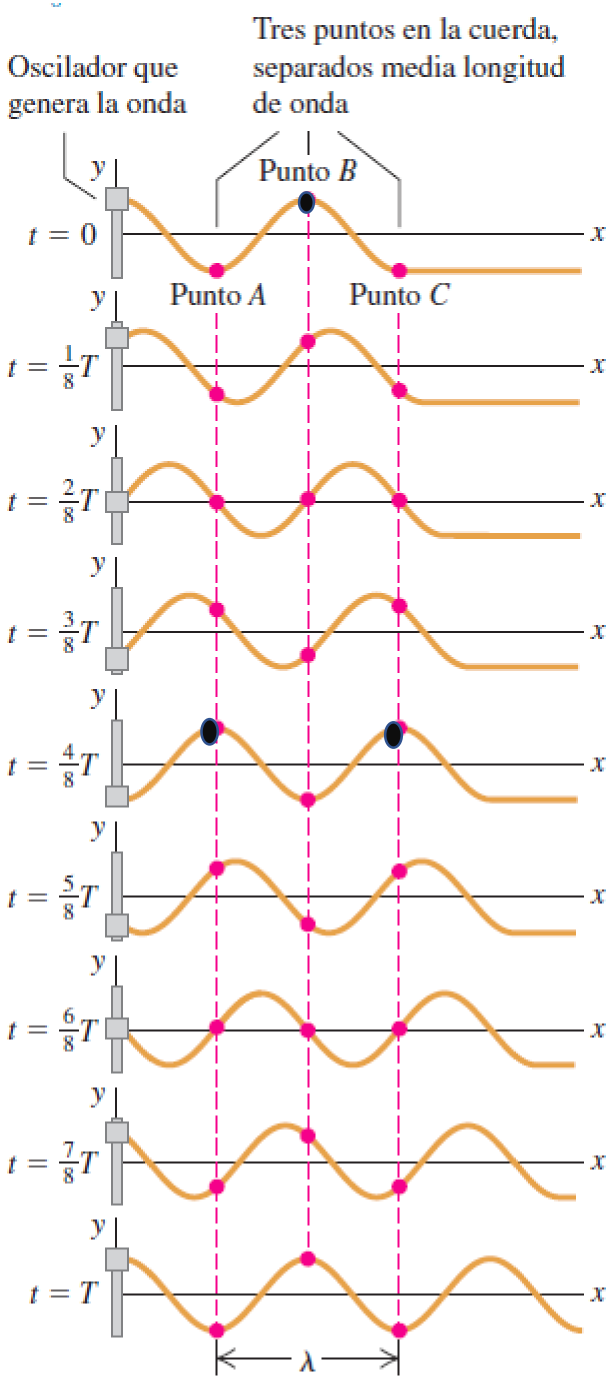
Función de onda

¿Cómo se determina la función de onda?

- Los movimientos cíclicos de diversos puntos de la cuerda están desfasados entre sí en diversas fracciones de un ciclo.

→ Diferencias de fase

La fase del movimiento es diferente para puntos distintos.

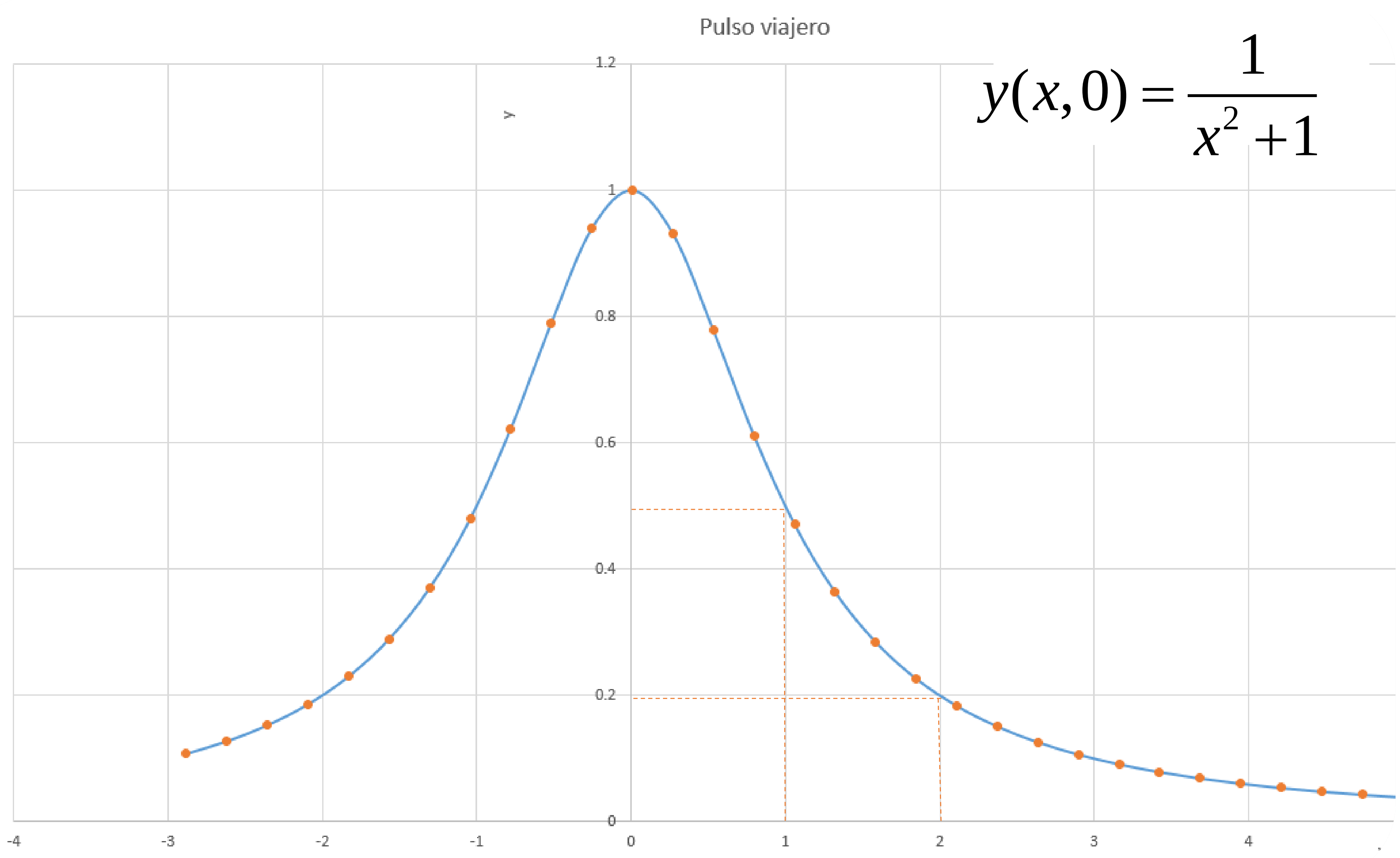


Ondas viajeras

$$y(x,t)$$

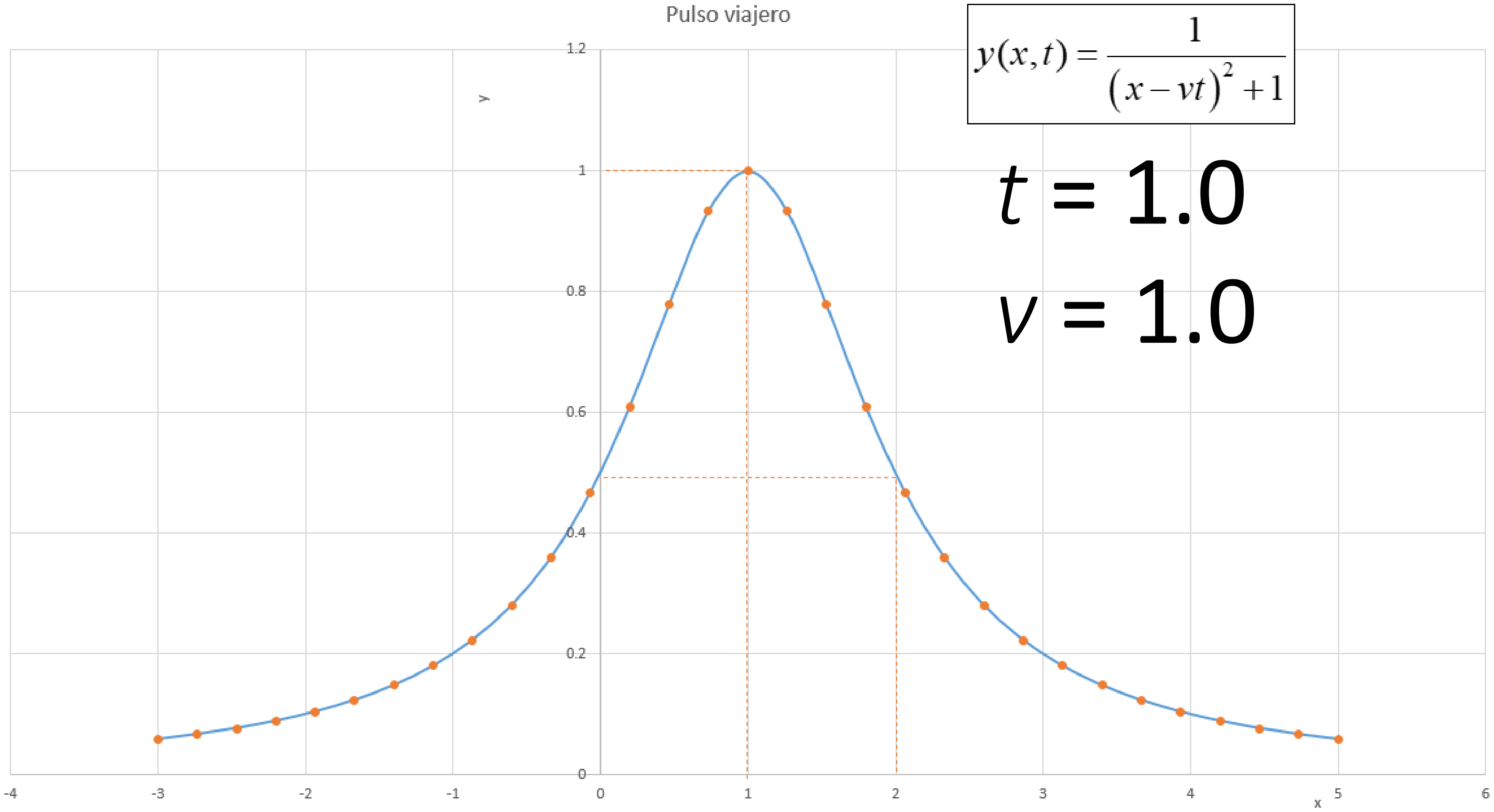
$$y(x,0)$$ Forma

$$y(x \pm vt)$$



$$y(x,0) = \frac{1}{x^2+1}$$

Ondas viajeras



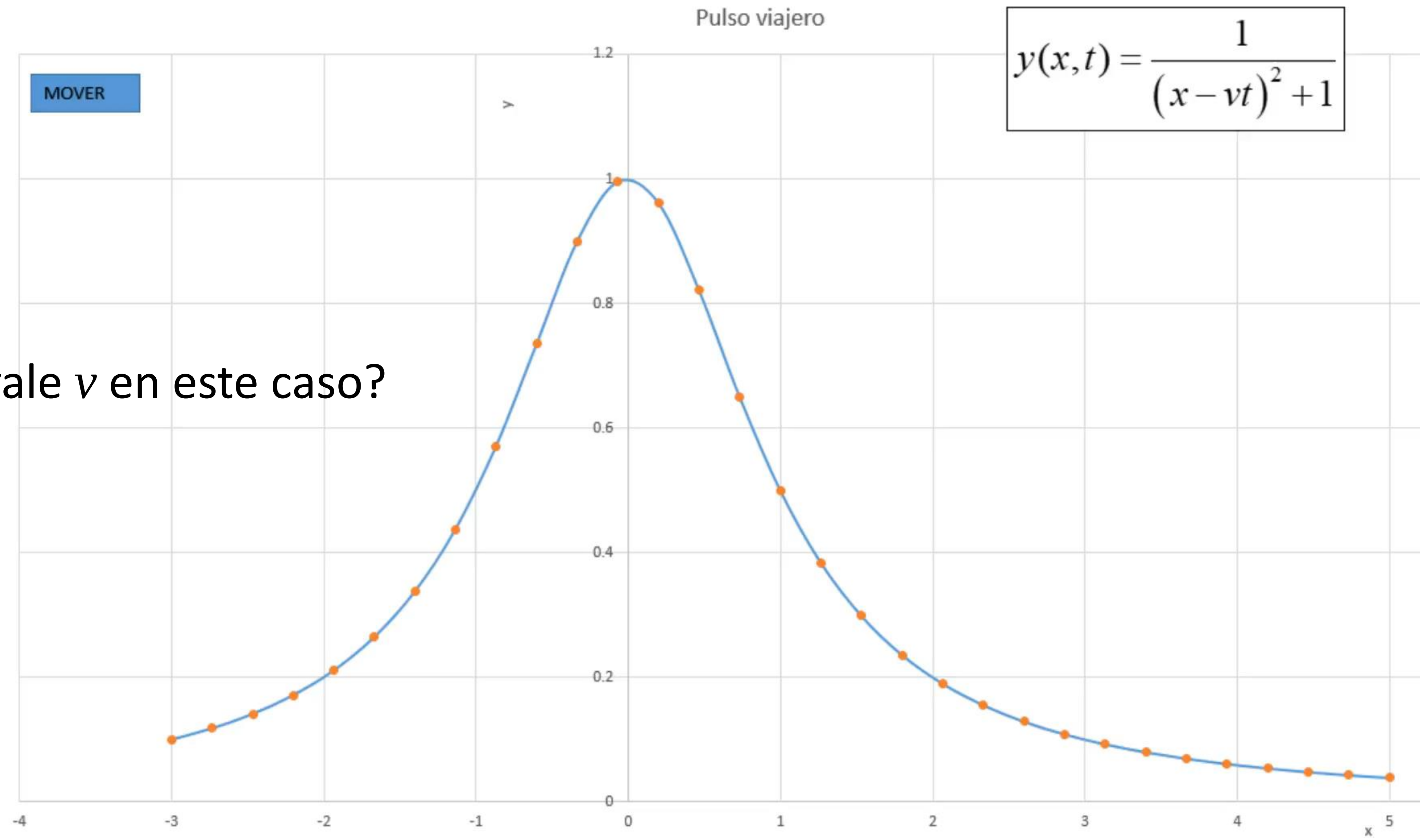
$$y(x,t)=\frac{1}{(x-vt)^2+1}$$

$t = 1.0$

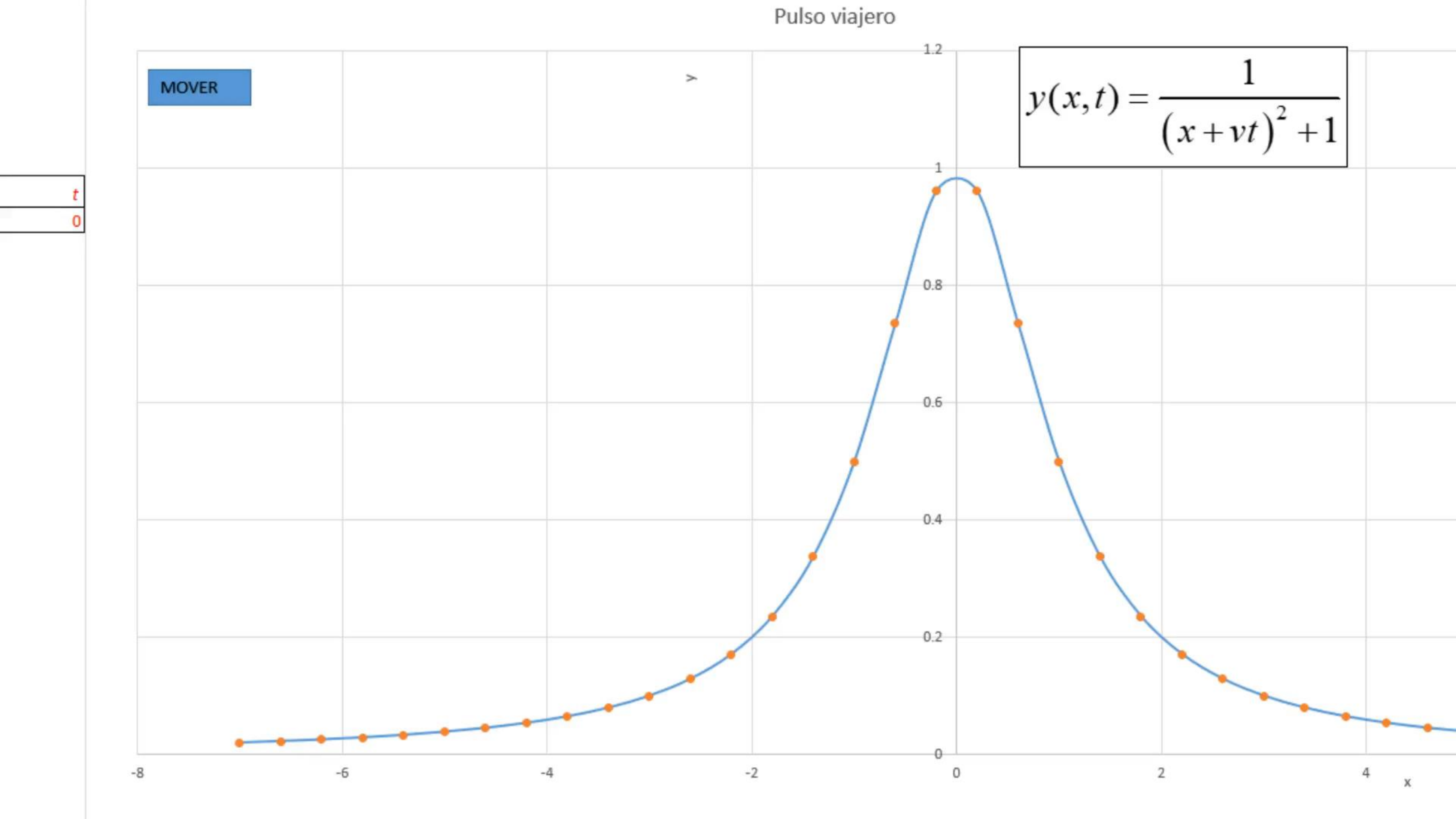
$v = 1.0$

$$y(x,t)=\frac{1}{(x-vt)^2+1}$$

t
0



¿Cuánto vale *v* en este caso?


Pulso viajero
MOVER
$y(x,t) = \frac{1}{(x+vt)^2+1}$
t
0
y
x
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-8
-6
-4
-2
0
2
4

Ejemplo 1

Un pulso que se mueve hacia la derecha a lo largo del eje x se representa mediante la función de onda

$$y(x, t) = \frac{2}{(x - 3.0t)^2 + 1}$$

donde x y y se miden en centímetros y t en segundos. Encuentre expresiones para la función de onda en $t = 0$, $t = 1.0$ s y $t = 2.0$ s.

$t = 0$ s

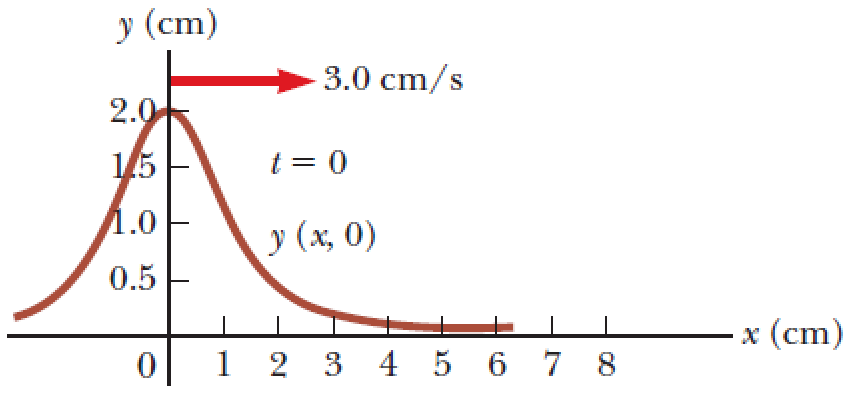
$$y(x,0) = \frac{2}{[x - 3.0(0)]^2 + 1} = \frac{2}{x^2 + 1}$$

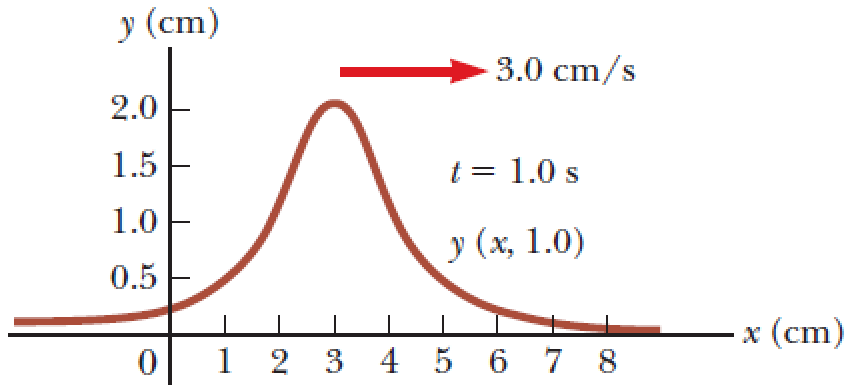
$t = 1.0$ s

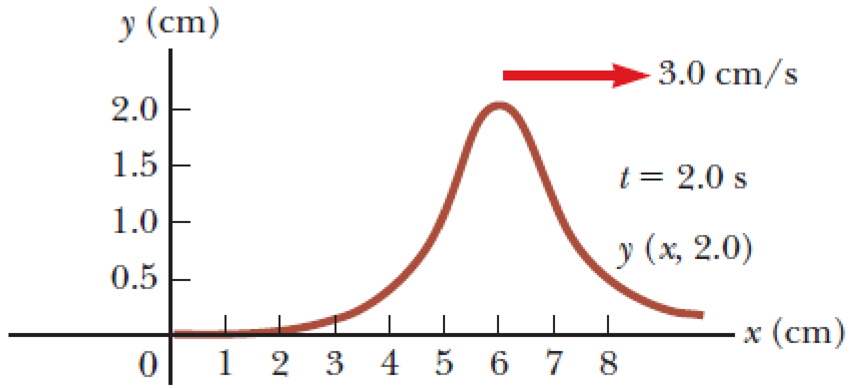
$$y(x,1) = \frac{2}{[x - 3.0(1)]^2 + 1} = \frac{2}{(x-3)^2 + 1}$$

$t = 2.0$ s

$$y(x,0) = \frac{2}{[x - 3.0(2)]^2 + 1} = \frac{2}{(x-6)^2 + 1}$$







Velocidad de fase

$$y(x,t) = f(x \pm vt)$$

Fase

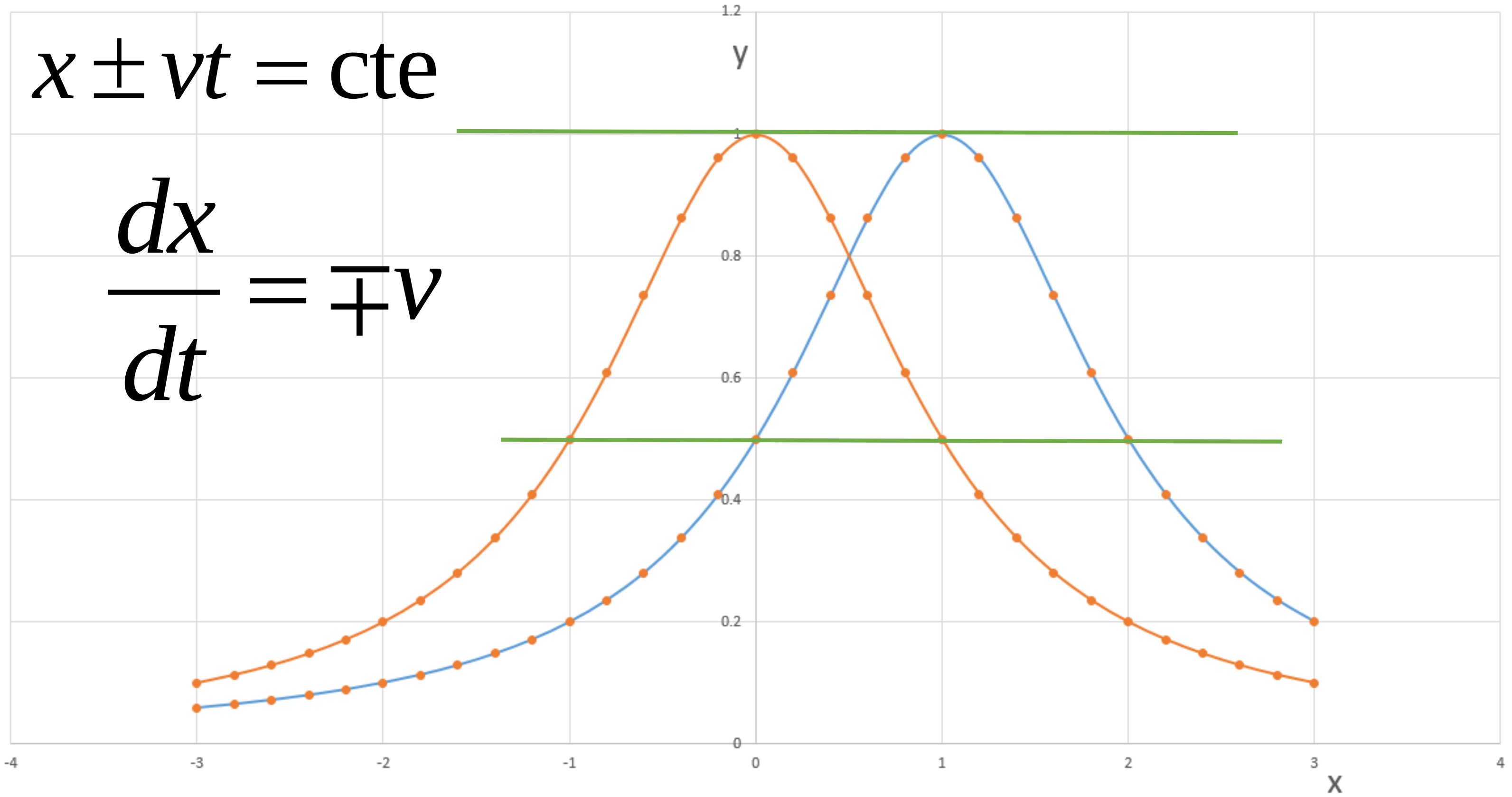
$$y(x,t) = \frac{1}{(x - vt)^2 + 1}$$

1

0

$$x \pm vt = \text{cte}$$

$$\frac{dx}{dt} = \mp v$$



Función, velocidad de fase y forma

Desplazamiento de una partícula en el extremo izquierdo de la cuerda ($x = 0$), donde la onda se origina:

$$y(x = 0, t) = A\cos\omega t = A\cos 2\pi f t$$

Dirección de la onda desde $x = 0$ a algún punto x **a la derecha**:

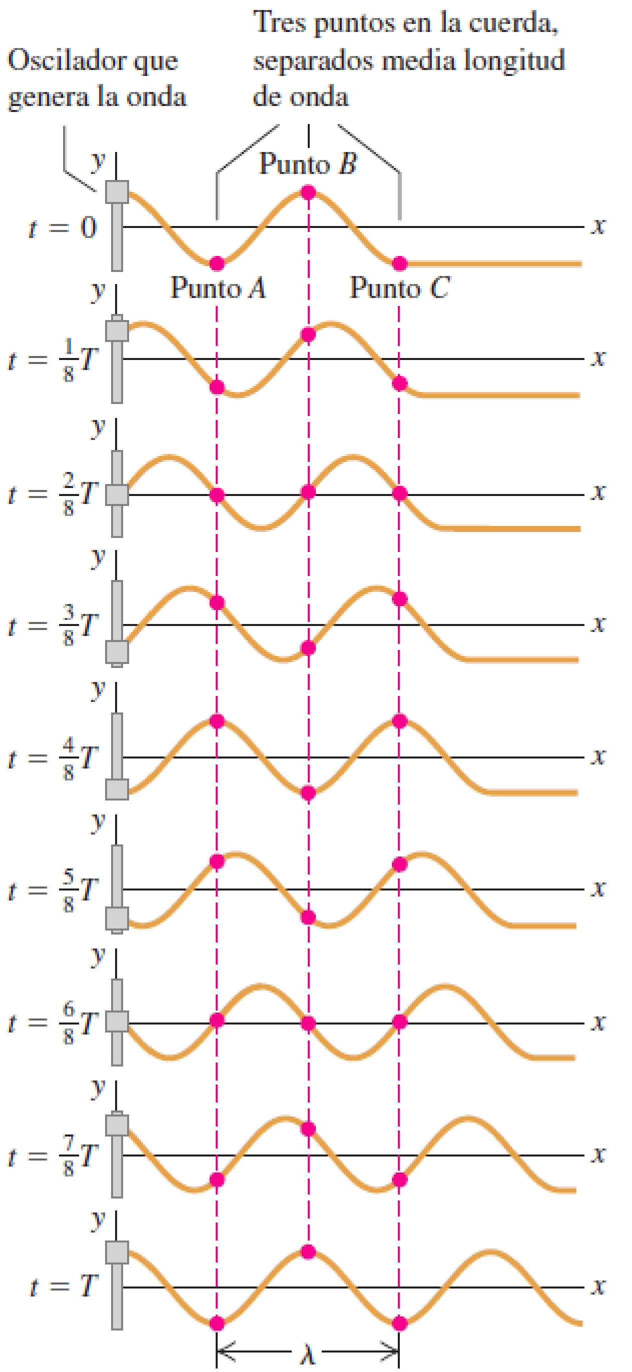
Punto B: Tiempo de propagación de la onda: $\frac{x}{v}$

Punto A: Instante anterior: $t - \frac{x}{v}$

Desplazamiento del punto x $y(x, t) = A\cos\left[\omega\left(t - \frac{x}{v}\right)\right]$

$$y(x, t) = A\cos\left[\omega\left(\frac{x}{v} - t\right)\right] = A\cos\left[2\pi f\left(\frac{x}{v} - t\right)\right] \quad \text{(onda sinusoidal que avanza en la dirección } +x) \qquad (15.3)$$

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



Función, velocidad de fase y forma

$$y(x,t) = A\cos\left[\omega\left(\frac{x}{v} - t\right)\right] = A\cos\left[2\pi f\left(\frac{x}{v} - t\right)\right] \quad \text{(onda sinusoidal que avanza en la dirección } +x\text{)} \qquad (15.3)$$

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

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \text{(número de onda)} \quad \Rightarrow \quad v = \lambda f$$

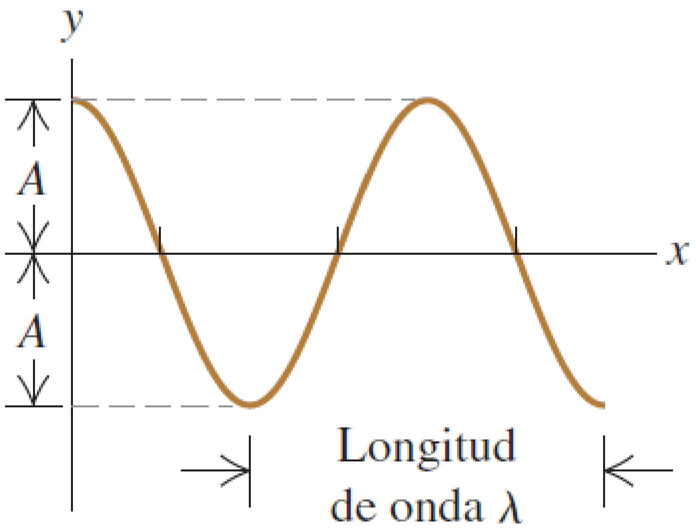
$$\omega = vk \quad \text{(onda periódica)}$$

$$\boxed{y(x,t) = A\cos(kx - \omega t)}$$

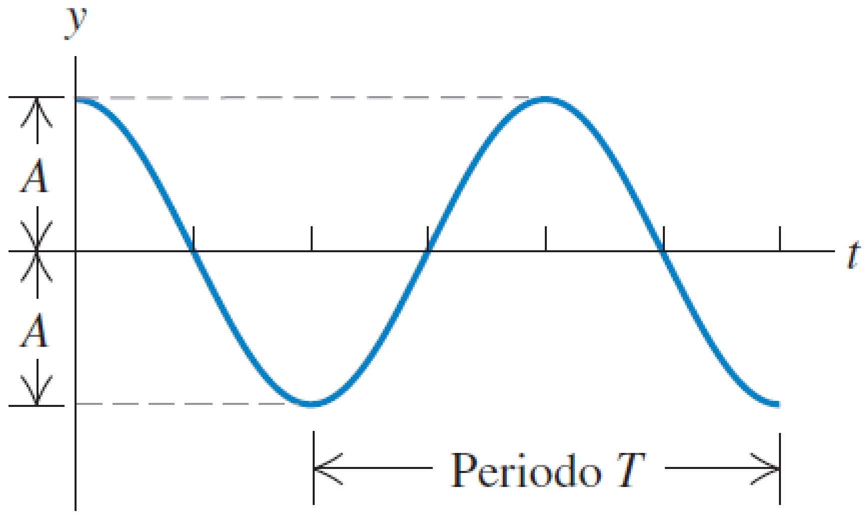
Función, velocidad de fase y forma

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

$$\boxed{y(x, t) = A\cos(kx - \omega t)}$$



$$y(x, t = 0) = A\cos kx = A\cos 2\pi\frac{x}{\lambda}$$



$$y(x = 0, t) = A\cos(-\omega t) = A\cos\omega t = A\cos 2\pi\frac{t}{T}$$

Función, velocidad de fase y forma

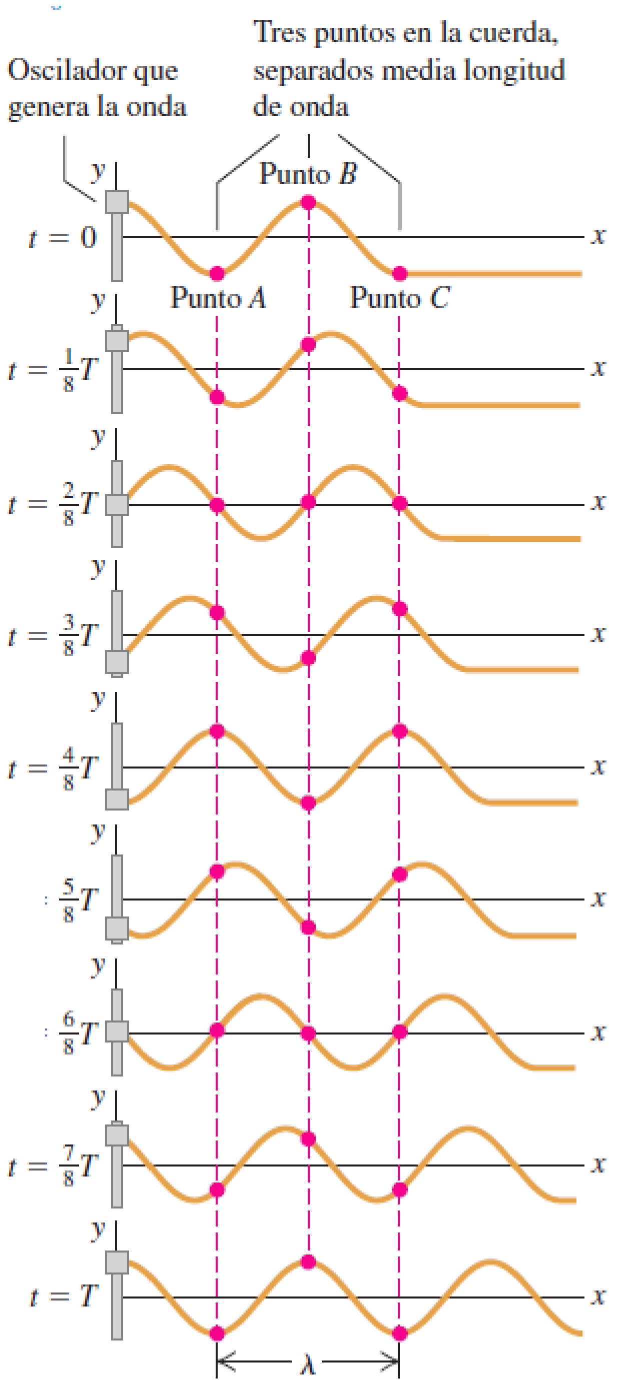
Dirección de la onda desde *x* (a la derecha de x = 0) hacia x = 0 **a la izquierda**:

Punto B: Tiempo de propagación de la onda: $\frac{x}{v}$

Punto C: Instante posterior: $t + \frac{x}{v}$

$$y(x,t) = A\cos\left[2\pi f\left(\frac{x}{v} + t\right)\right] = A\cos\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T}\right)\right] = A\cos(kx + \omega t) \quad (15.8)$$

(onda sinusoidal que se mueve en la dirección $-x$)

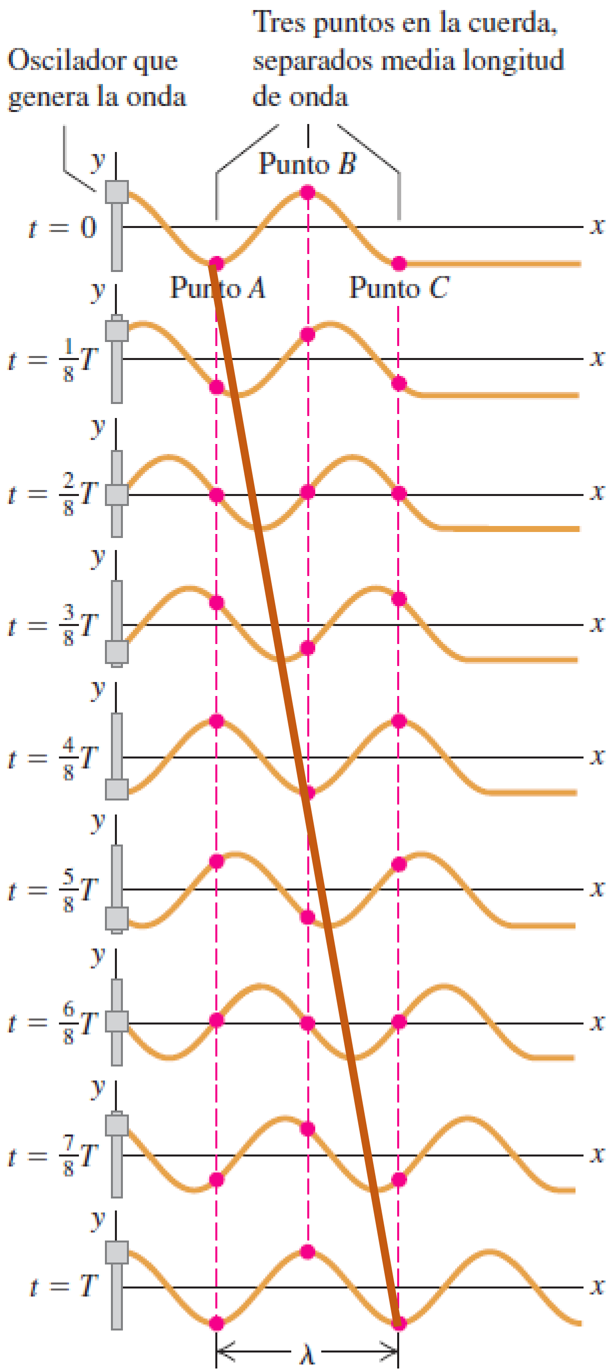


Función, **velocidad de fase** y forma

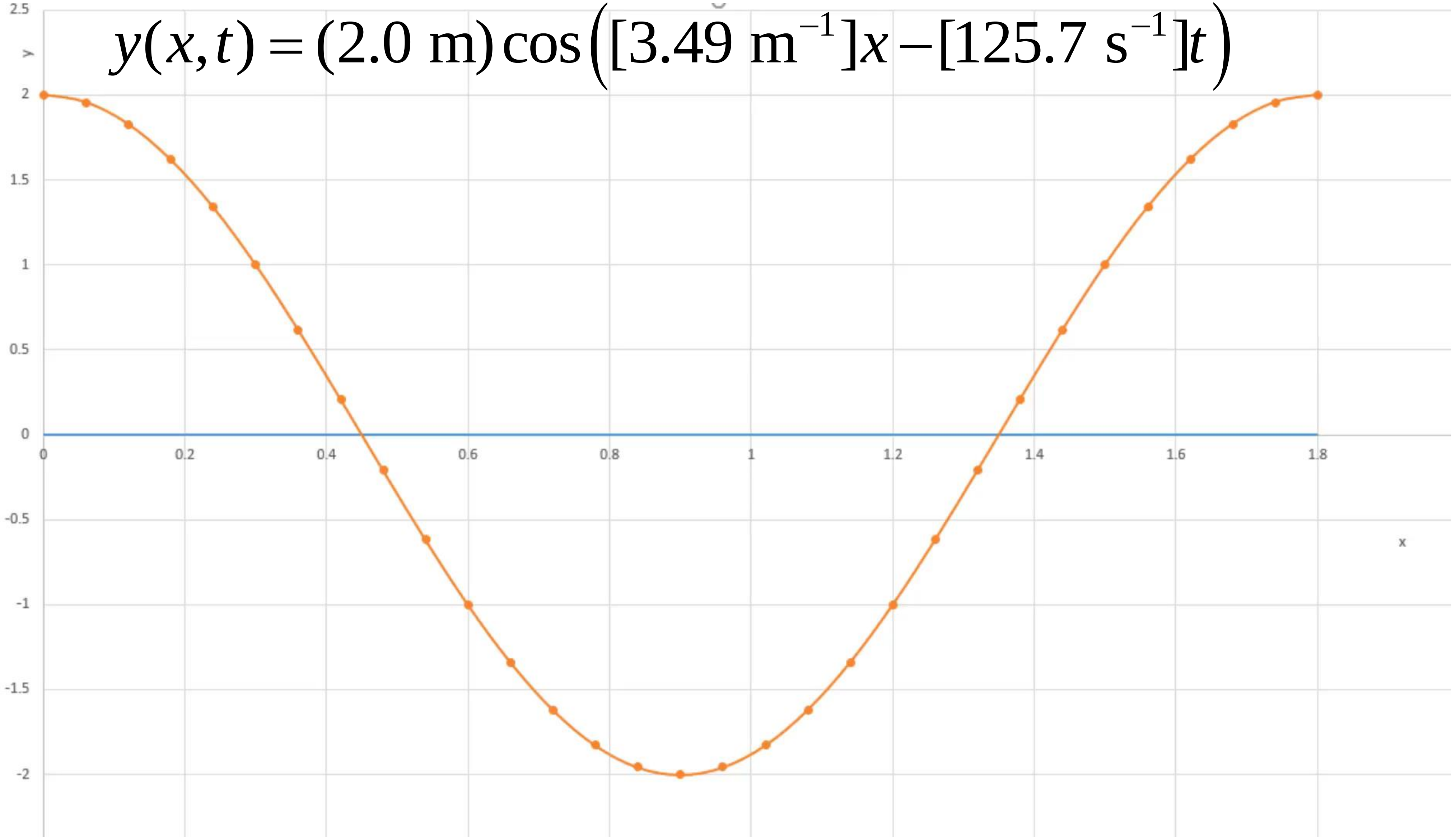
$$\boxed{y(x,t) = A\cos(kx \pm \omega t)}$$

$y = +A$ → fase: 0, 2π, 4π, … $y = -A$ → fase: π, 3π, 5π, …

$$kx - \omega t = \text{constante} \qquad \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k}$$



$$y(x,t) = (2.0\ \mathrm{m})\cos\left([3.49\ \mathrm{m}^{-1}]x - [125.7\ \mathrm{s}^{-1}]t\right)$$



Retroalimentación de las ondas viajeras

- En base a las imágenes, determine las ecuaciones de la función de onda para cada una
- Podríamos decir que una onda es estrecha y la otra onda está dilatada, ¿cómo se relaciona esa característica con la longitud de onda?
- … ¿y con el número de onda?

GRACIAS