

Ondas mecánicas

Ondas y materia



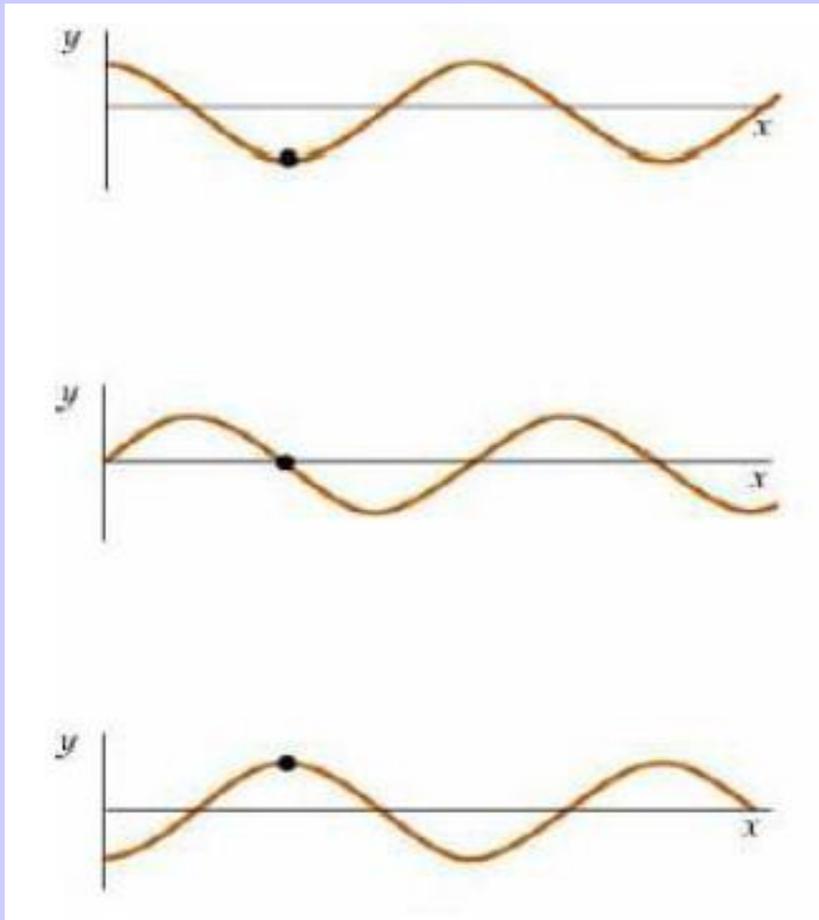
Las ondas transportan

- Energía
- Momento lineal

Las ondas no transportan

- Materia

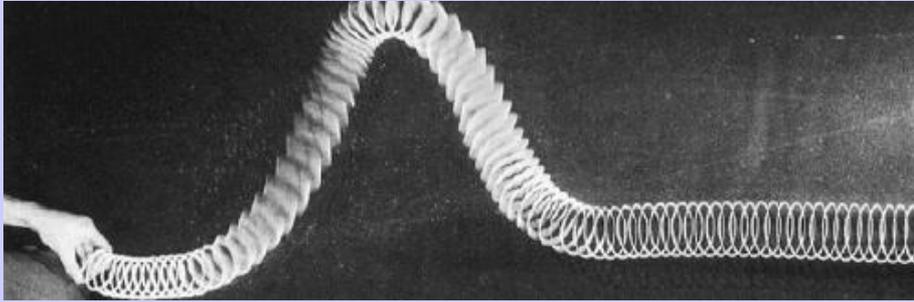
Ejemplo: ondas en una cuerda tensa



Un punto de una cuerda:

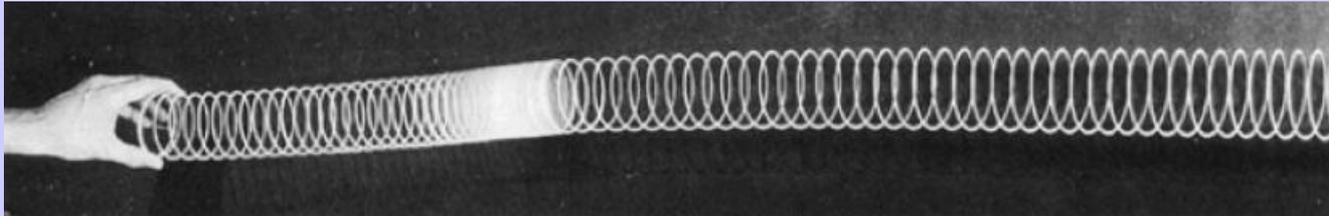
- oscila
- No se traslada

Clasificación de ondas



¿Cómo vibra?

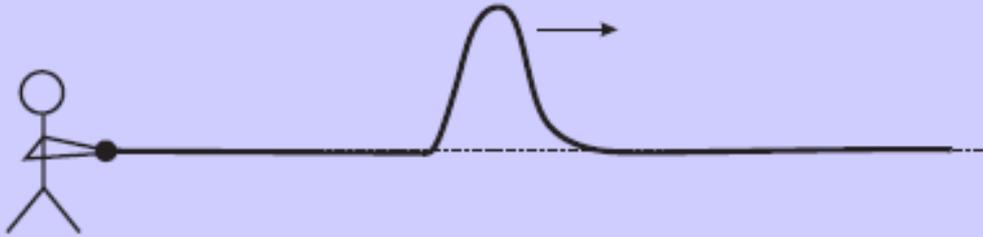
- Transversal
- Longitudinal



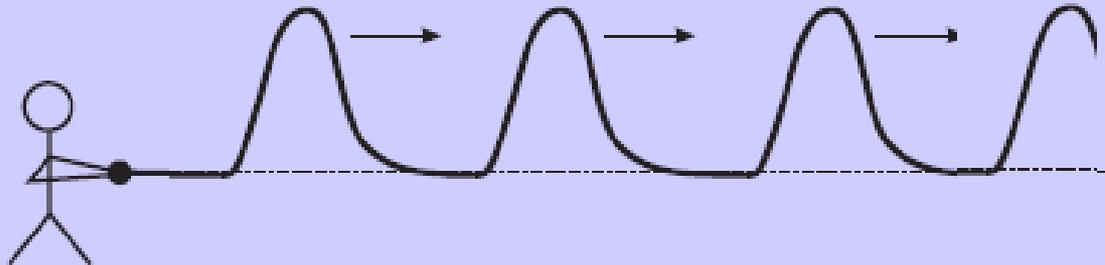
¿Qué vibra?

- Ondas mecánicas
- Ondas electromagnéticas (OEM)

Clasificación de ondas ¿Qué forma?



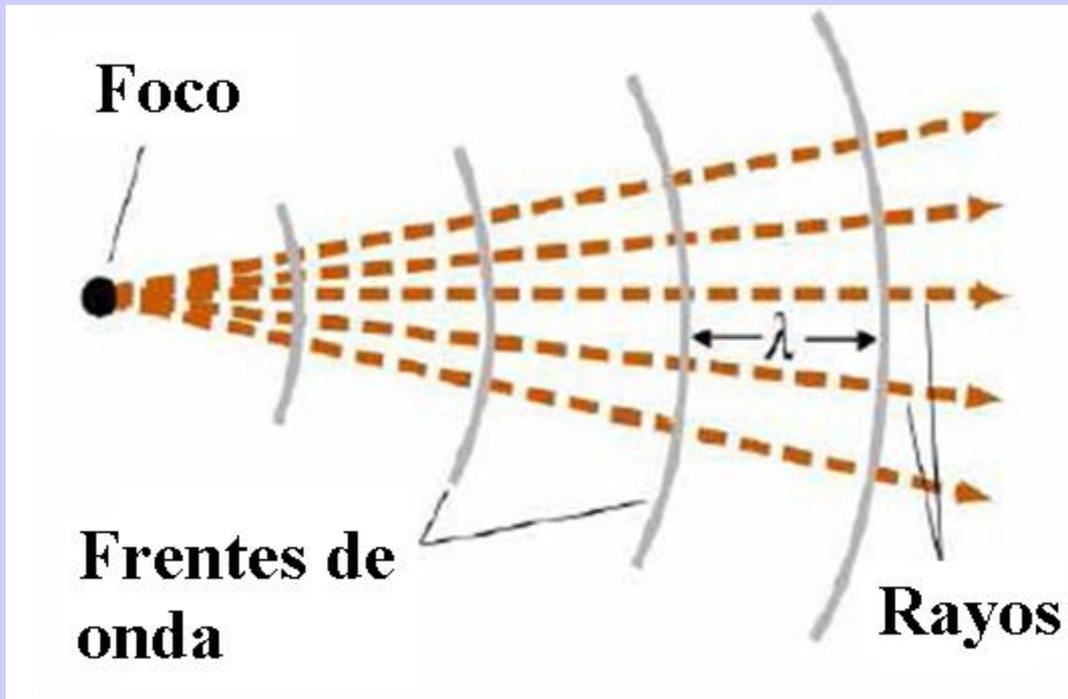
Pulso



Tren de ondas

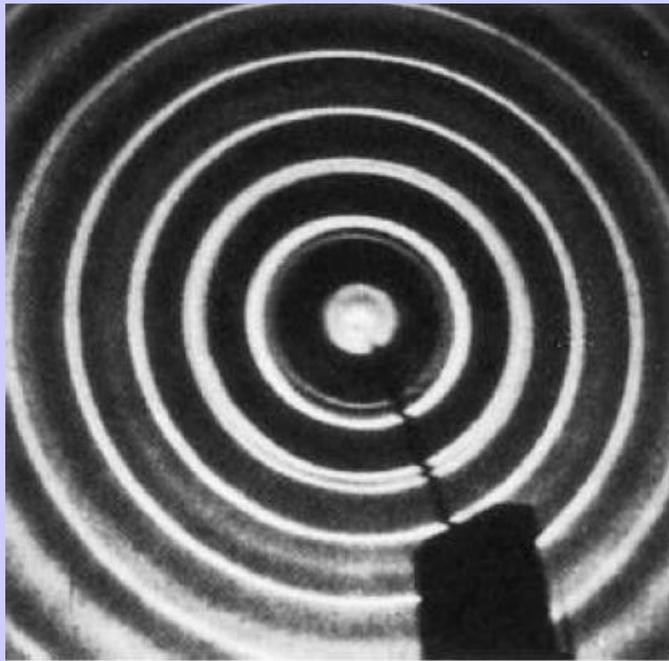
- Finito
- Infinito

Conceptos básicos

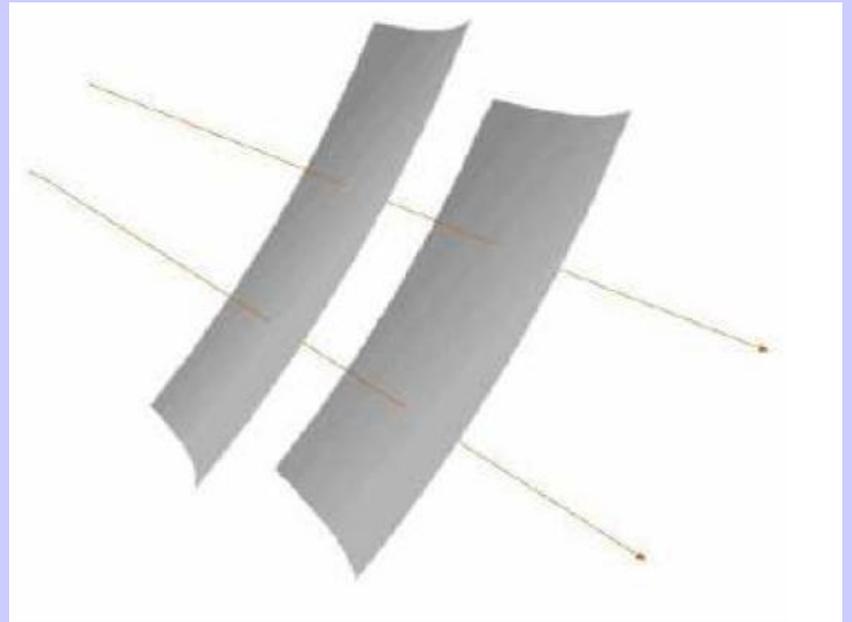


- Foco
- Frente de ondas
- Rayos

Ondas esféricas y circulares y ondas planas



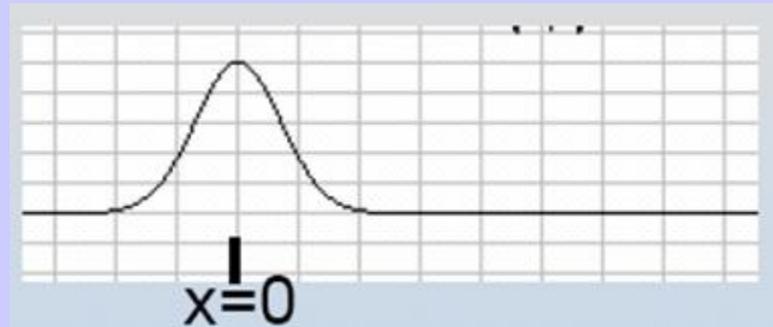
Esféricas y circulares



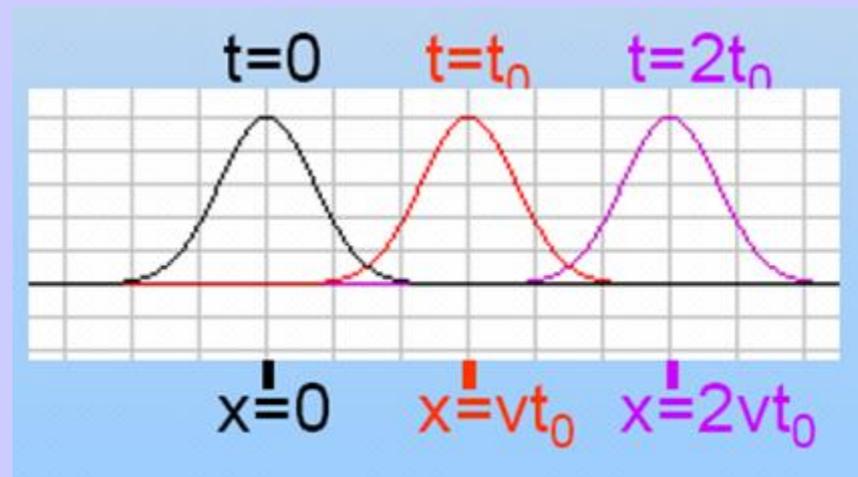
Planas

Ondas viajeras

Considerar $f(x)=$



¿Qué es $g(x,t)=f(x-ct)$?



$f(x-ct)$ es una onda viajera que se mueve hacia la derecha

$f(x+ct)$ es una onda viajera que se mueve hacia la izquierda

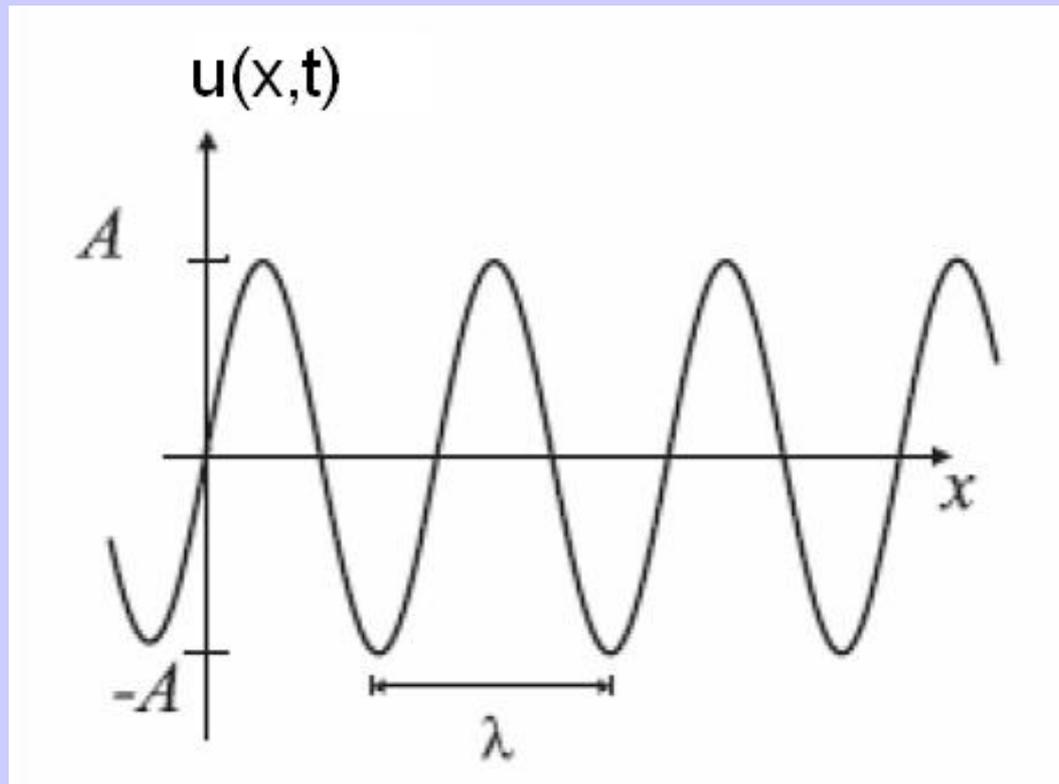
Ecuación diferencial de ondas

Comprobar que para $u(x,t)=f(x-vt)$ o $u=f(x+vt)$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0$$

Ondas armónicas o sinusoidales

$$u(x,t) = A \cos(kx - \omega t + \varphi_0)$$



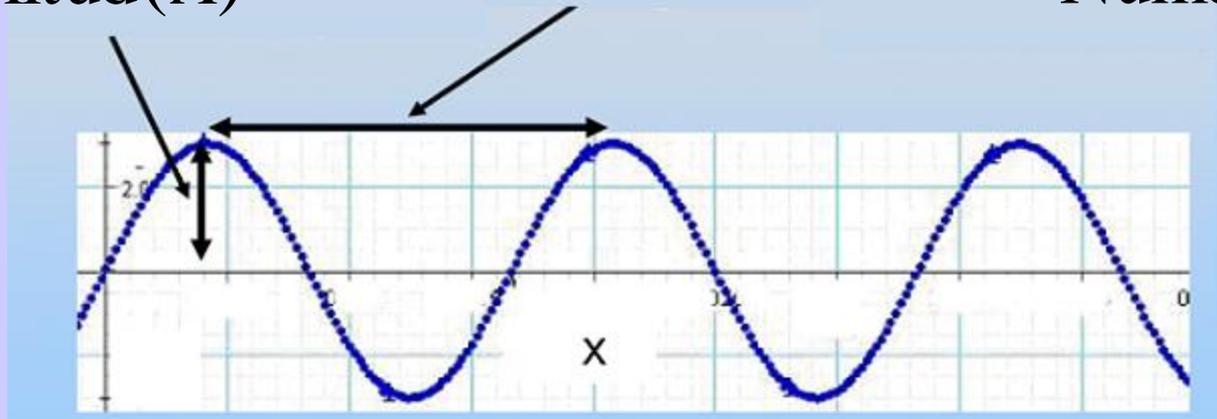
Periodicidad con respecto a x

En $t=0$, es solamente función de x :

$$u(x,0)=A \cos(kx+\varphi_0)$$

$$\text{Longitud de onda } (\lambda) = \frac{2\pi}{\text{Número de onda } (k)}$$

Amplitud (A)



Periodicidad con respecto a t

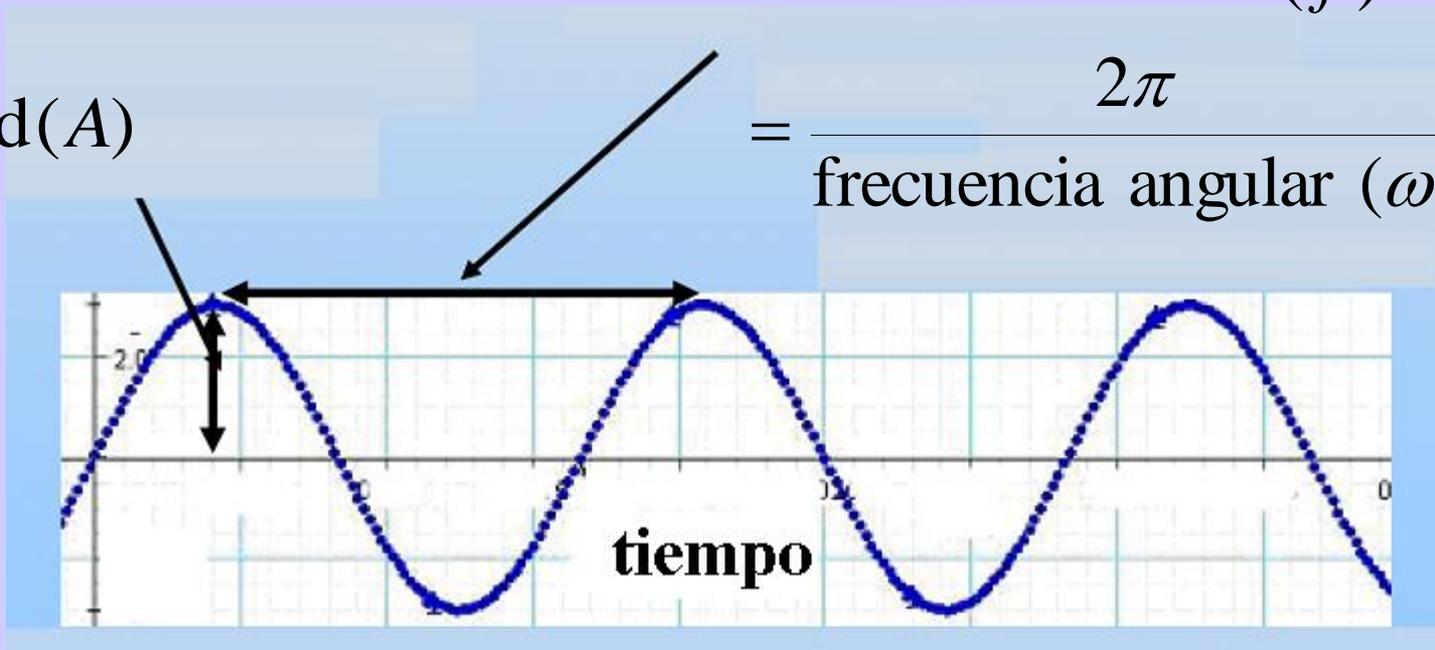
En $x=0$, es solo función del tiempo:

$$u(0,t) = A \cos(-\omega t + \varphi_0) = A \cos(\omega t - \varphi_0)$$

$$\text{Periodo } (T) = \frac{1}{\text{frecuencia } (f)} =$$

$$= \frac{2\pi}{\text{frecuencia angular } (\omega)}$$

Amplitud (A)



Conceptos de ondas armónicas

$$u=A \cos(kx-\omega t +\varphi_0)$$

Amplitud A , Fase $\varphi = \varphi (x,t)=kx-\omega t +\varphi_0$

Longitud de onda λ , period T

Frecuencia $f = \frac{1}{T}$

Frecuencia angular

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Número de onda

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Velocidad de propagación

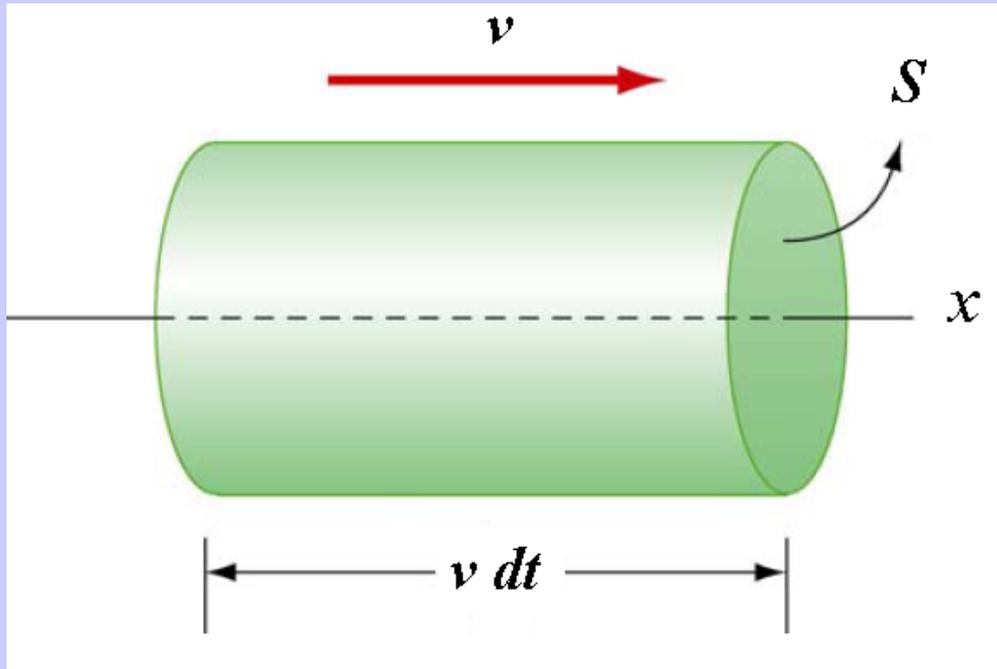
$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}$$

Dirección de propagación $+x$

Intensidad de una onda

Intensidad: energía por unidad de tiempo y de área que fluye a través de una superficie perpendicular a la dirección de propagación de la onda

$$dE = \rho_u (S dx) = \rho_u S v dt$$



$$I = \frac{dE}{S dt} = \frac{P}{S} = \rho_u v$$

$$I = \rho_u v$$

Densidad de energía e intensidad de una onda mecánica

$$\dot{u} = \frac{\partial u}{\partial t} = -\omega A \sin(kx - \omega t + \varphi_0)$$

$$\Delta E = \Delta E_{c,máx} = \frac{1}{2} \Delta m (\dot{u}_{máx})^2 = \frac{1}{2} \Delta m \omega^2 A^2$$

$$\rho_u = \frac{\Delta E}{\Delta V} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2$$

$$I = \rho_u v \Rightarrow$$

$$I = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 v$$

Intensidad de una
onda mecánica

Potencia e intensidad

$$P = IS$$

En una onda esférica I disminuye con el cuadrado de la distancia:

$$P = I_1 4\pi R_1^2 \Rightarrow I_1 R_1^2 = I_2 R_2^2$$

En una onda plana I es constante

$$P = I_1 S_1 = I_2 S_2$$

Otros casos se analizan de forma similar

El sonido

Onda mecánica, se puede describir como onda de presión, con amplitud

$$p_0 = \rho \omega v A$$

$$I = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 v$$

$$I = \frac{1}{2} \frac{p_0^2}{\rho v}$$

$$\rho \approx 1.29 \text{ kg/m}^3$$

$$v \approx 340 \text{ m/s}$$

Nivel de intensidad sonora en decibelios:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ es el umbral mínimo de audición de los seres humanos

Niveles de intensidad sonora

Fuente	dB	Descripción
Respiración normal	10	Escasamente audible
Rumor de hojas	20	
Conversación en voz muy baja (a 5 metros)	30	Apenas ruidoso
Biblioteca	40	
Cocina tranquila	50	Poco ruidoso
Conversación normal (a 1 metro)	60	
Tráfico denso	70	
Oficina ruidosa con máquinas; fábrica de tipo medio	80	
Camión pesado (a 15 metros); Cataratas del Niágara	90	La exposición constante daña al oído
Tren de metro antiguo	100	
Ruido de construcción (a 3 metros)	110	Umbral de dolor
Concierto de rock con amplificadores (a 2 metros)	120	
Ametralladora	130	
Despegue de un reactor (cercano)	150	
Motor de un cohete (cercano)	180	