

## Movimiento Ondulatorio I

---

- P Un movimiento ondulatorio es una forma de transmisión de energía, sin transporte neto de materia, mediante la propagación de alguna forma de perturbación.
  
- P Esta perturbación se denomina onda.
  
- P Onda armónica es la onda que tiene su origen en las perturbaciones periodicas producidas en un medio elastico por un movimiento armónico simple.

## Movimiento ondulatorio II

---

- ' En una onda solamente se transmite la energía de la partícula que origina el movimiento (centro emisor).
- ' Las partículas no se desplazan con la onda. Solamente vibran a ambos lados de la posición de equilibrio.
- ' A medida que la perturbación se propaga, la onda se amortigua debido a la elasticidad del medio (se perderá energía en deformaciones si el medio es poco elástico), al rozamiento viscoso entre las partículas del medio y a que la energía de la partícula emisora se va repartiendo cada vez entre mayor numero de partículas.
  
- ' En un movimiento ondulatorio u onda **no hay transporte de materia**, pero si **hay transporte de energía**

## Clasificación de las ondas según el número de dimensiones en que se propaga la energía:

---

- ' **Unidimensionales:** ondas en una cuerda
- ' **Bidimensionales:** ondas en la superficie del agua
- ' **Tridimensionales:** sonido

## Clasificación de las ondas según el tipo de energía que se propague:

---

- ' **Ondas mecánicas:** necesitan un medio material elástico de propagación. Ejemplo: sonido
- ' **Ondas electromagnéticas:** producidas por oscilaciones de campos eléctricos y magnéticos. No necesitan de medio material de propagación. Ejemplo: la luz.

## Clasificación de las ondas mecánicas según la dirección de propagación:

---

- ' **Ondas longitudinales:** si la dirección de vibración de las partículas coincide con la dirección de propagación. Ejemplo: sonido.
- ' **Ondas transversales:** si la onda se propaga perpendicularmente a la dirección en que vibran las partículas. Ejemplo: ondas en una cuerda.

## Ejemplos

---

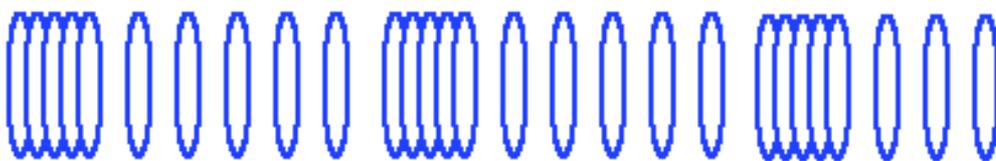


Figura 1: onda longitudinal

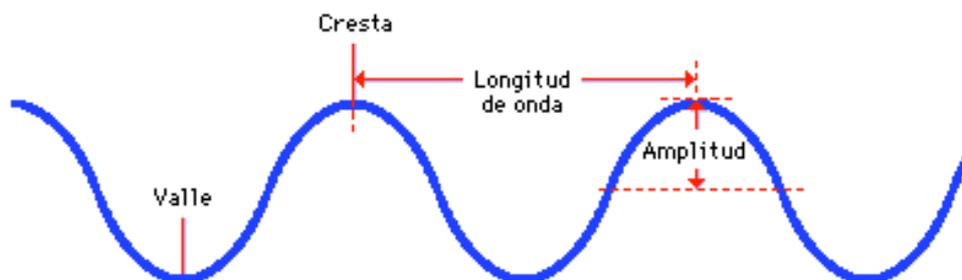


Figura 2: onda transversal

## Tren de ondas

---

- Es el lugar geométrico de todos los puntos que en un instante dado están en fase. Si la onda es unidimensional, el frente de onda es una superficie plana, si es bidimensional, es un círculo concéntrico y si es tridimensional, es una superficie esférica.

## Ondas armónicas

---

- ' **Una onda armónica** es la propagación en un medio de una perturbación descrita por un movimiento armónica simple (m.a.s.).
- ' Ecuación de una onda armónica o **función de onda**: nos permite calcular para un tiempo dado,  $t$ , el valor de la elongación,  $y$ , correspondiente a una partícula dada de abscisa  $x$ ; es decir, permite conocer el estado de vibración de cada una de las partículas.

$$Y = A \operatorname{sen}[\omega t - kx + \varphi] = A \operatorname{sen} 2\pi \left[ \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} + \varphi \right]$$

## Características I

---

A ⇒ amplitud

maxima elongacion con la que vibran las particulas del medio ⇒ m

T ⇒ periodo temporal

- intervalo de tiempo que transcurre entre dos estados identicos y sucesivos de la perturbacion en un punto.
- tiempo que tarda en dar una oscilacion completa ⇒ seg

f ⇒ v ⇒ frecuencia

numero de oscilaciones que da en un segundo ⇒  $f = \frac{1}{T} \Rightarrow \text{Hz}$

$\omega$  ⇒ frecuencia angular

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

## Características II

---

$\lambda$  ⇒ longitud de onda o periodo espacial

- es el intervalo de longitud entre dos puntos sucesivos que se encuentran en identico estado de perturbacion
- distancia que la onda se ha propagado en un periodo ⇒ m

k ⇒ numero de ondas

representa el numero de ondas longitudinales contenidas en una longitud de  $2\pi$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \text{m}^{-1}$$

$\varphi$  ⇒ desfase

rad

## Relación entre longitud de onda y frecuencia: velocidad de fase

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

- Velocidad de propagación o de fase: es la distancia a la que se transmite la onda dividida por el tiempo que emplea en ello.

**Unidades:**

$$v \Rightarrow \text{velocidad} \Rightarrow \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\lambda \Rightarrow \text{longitud de onda} \Rightarrow \text{m}$$

$$f \Rightarrow \text{frecuencia} \Rightarrow \text{Hz}$$

$$T \Rightarrow \text{periodo} \Rightarrow \text{seg}$$

## Velocidad de propagación o de fase

onda transversal en una cuerda

$$v = \sqrt{\frac{T}{\eta}} \Rightarrow \text{m/s} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T \Rightarrow \text{tension de la cuerda} \Rightarrow \text{N} \\ \eta \Rightarrow \text{densidad lineal} \Rightarrow \frac{\text{masa}}{\text{longitud}} \Rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{m}} \end{array} \right.$$

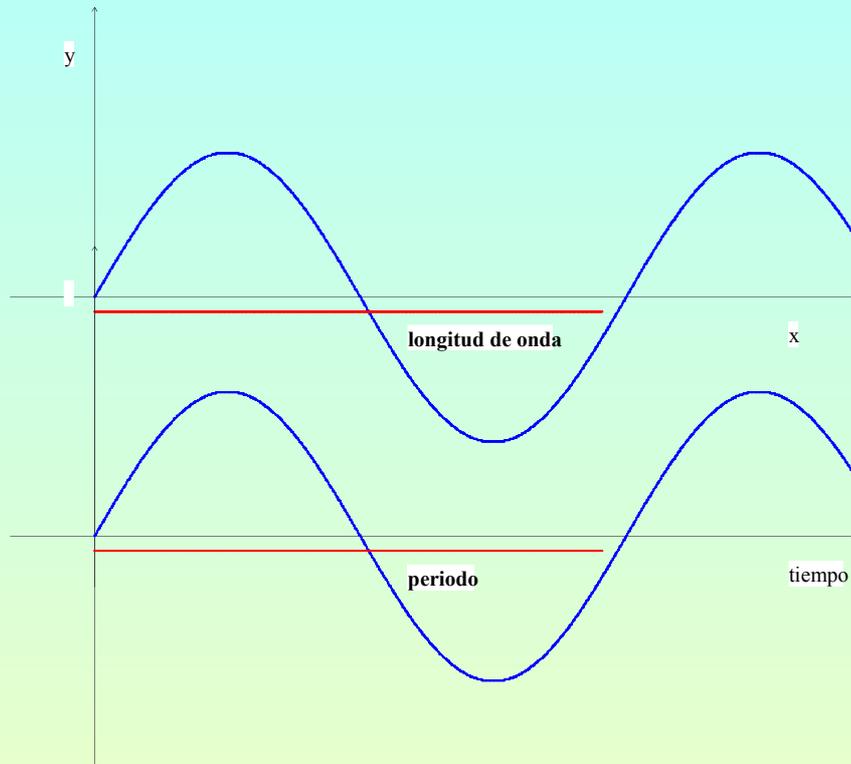
onda longitudinal en un solido

$$v = \sqrt{\frac{J}{\rho}} \Rightarrow \text{m/s} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} J \Rightarrow \text{modulo de Young} \Rightarrow \text{elasticidad del solido} \Rightarrow \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ \rho \Rightarrow \text{densidad volumetrica} \Rightarrow \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \Rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{array} \right.$$

sonido en un gas

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \Rightarrow \text{m/s} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \gamma \Rightarrow \text{coeficiente adiabatico} \Rightarrow \text{aire} \Rightarrow 1.4 \\ T \Rightarrow \text{temperatura} \Rightarrow ^\circ\text{K} = ^\circ\text{C} + 273 \\ R \Rightarrow \text{constante de los gases} \Rightarrow 8.31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot ^\circ\text{K}} \\ M \Rightarrow \text{masa molecular del gas} \Rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \end{array} \right.$$

## Doble periodicidad



## Velocidad y aceleración

posicion  $\Rightarrow Y = A \operatorname{sen}[\omega t - kx + \varphi]$

velocidad  $\Rightarrow v = A \omega \cos[\omega t - kx + \varphi]$

aceleracion  $\Rightarrow a = -A \omega^2 \operatorname{sen}[\omega t - kx + \varphi]$

**P** Condiciones de máximo:

posicion  $\Rightarrow Y_{\max} = A$

velocidad  $\Rightarrow v_{\max} = A \omega$

aceleracion  $\Rightarrow a_{\max} = A \omega^2$

## Intensidad y energía

---

- ' **Intensidad de una onda** en un punto es la energía que pasa en cada unidad de tiempo por la unidad de superficie situada normalmente a la dirección de propagación.

$$I = \frac{E}{S \ t} = \frac{P}{S} \Rightarrow \text{Unidades} \Rightarrow \frac{W}{m^2}$$

- ' La intensidad de onda es proporcional al cuadrado de la frecuencia y al cuadrado de la amplitud.

$$I = 2\pi^2 \rho \ v \ f^2 \ A^2$$

## Intensidad II

---

- ' **La intensidad de una onda esferica** disminuye con el cuadrado de la distancia al foco emisor y es proporcional al cuadrado de la amplitud.

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2$$