

## RESUMEN

### Movimiento ondulatorio. Tipos de ondas

Para ondas mecánicas, el movimiento ondulatorio u onda, es la propagación de un movimiento vibratorio a través de un medio material elástico. Supone una propagación de energía sin transporte de materia.

Los movimientos ondulatorios pueden ser longitudinales y transversales. En el *longitudinal*, las partículas vibran en la misma dirección en la que se propaga la onda, mientras que en el *transversal* las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de propagación.

### Magnitudes características de las ondas

La *amplitud* de una onda, coincide con la de vibración de las partículas del medio. El *periodo* es el de una partícula que efectúe una vibración completa. La *frecuencia*, es el número de ondas completas que pasan por un punto en un segundo. La *longitud de onda*, es la distancia entre dos puntos del medio consecutivos que vibran en concordancia de fase.

La *velocidad de propagación de una onda*, depende de las propiedades elásticas del medio y de su naturaleza. En una cuerda tensa, la velocidad de una onda depende de la densidad lineal  $\mu$  y de la tensión

$$v = \sqrt{T/\mu}$$

En un gas la velocidad de propagación de una onda depende de la temperatura absoluta. Para el aire.

$$v = \sqrt{1,4RT/M}$$

La longitud de onda  $\lambda$  está relacionada con la velocidad  $v$  y el periodo  $T$ , por la ecuación:  $\lambda = v \cdot T$ .

El número de onda  $k$  es el recíproco de la longitud de onda multiplicado por  $2\pi$ . Se relaciona con la frecuencia angular  $\omega$  y la velocidad de propagación:  $k = \omega/v$ .

### Ecuaciones de las ondas armónicas

Determinan el estado vibratorio de cualquier punto  $x$  del medio, en cualquier instante de tiempo  $t$ .

Si la onda viaja hacia la derecha su ecuación es:

$$\Psi = A \operatorname{sen} 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) = A \operatorname{sen}(\omega t - kx)$$

Si la onda viaja hacia la izquierda:

$$\Psi = A \operatorname{sen} 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) = A \operatorname{sen}(\omega t + kx)$$

### Propagación de ondas en dos y tres dimensiones

Cuando las ondas se propagan por el plano o el espacio, se llama *frente de onda*, al lugar geométrico de los puntos que siendo alcanzados por la onda a la vez, vibran en concordancia de fase. *Rayo* es una línea recta que señala la dirección de propagación de la onda, resulta perpendicular a los frentes de ondas.

### Principio de Huygens

Cada punto de un frente de ondas se convierte en un centro emisor de ondas elementales, de modo que el nuevo frente de ondas es la superficie envolvente de todas las ondas elementales.

### Reflexión de las ondas

Al llegar al límite de un medio las ondas se pueden reflejar y continuar propagándose con otra dirección en el mismo medio. Cumple dos leyes: a) El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie se encuentran en el mismo plano. b) El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

### Refracción

Se produce cuando una onda que llega al límite de un medio, pasa a propagarse por otro distinto en el que tiene otra velocidad y cambia de dirección. Cumple dos leyes: a) El rayo incidente el refractado y la normal están en el mismo plano. b) Si  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son los ángulos de incidencia y refracción y  $v_1$  y  $v_2$  las velocidades de la onda en cada medio, se cumple:

$$v_2/v_1 = \operatorname{sen} \theta_2 / \operatorname{sen} \theta_1$$

### Ondas estacionarias

Se producen por la superposición de dos ondas progresivas que se desplazan por un medio en sentidos contrarios. Los puntos vibran con una amplitud que depende de su posición  $x$ , los que vibran con la máxima amplitud se llaman *vientres*, los que vibran con la mínima, *nodos*. La distancia entre dos nodos o dos vientres consecutivos es de media longitud de onda. La ecuación de una onda estacionaria que tiene un nodo en cada extremo es.

$$\Psi_e = 2A \operatorname{sen} kx \cos \omega t$$

### Intensidad del movimiento ondulatorio

Es la energía que en la unidad de tiempo atraviesa la unidad de superficie situada perpendicularmente a la dirección de propagación. La intensidad es proporcional al cuadrado de la amplitud de vibración de las partículas del medio.  $I = k \cdot A^2$

**El sonido.** Es una onda longitudinal que se propaga en sólidos, líquidos y gases, se caracteriza por su intensidad, tono y timbre.