

ONDAS

Onda. Es la propagación de energía sin propagación de materia

Movimiento ondulatorio. Es la propagación de un movimiento vibratorio a través de sus partículas, las cuales vibrando y obligando a vibrar a las partículas próximas, transmiten la vibración desde un centro emisor.

Clasificación de las ondas.

Según el tipo de energía que propaga:

- **Ondas mecánicas.** Necesitan un medio material para propagarse (sonido, cuerda).
- **Ondas electromagnéticas.** No necesitan un medio natural para propagarse (luz, rayos X).

Según la relación entre la dirección de propagación y la dirección de vibración.

- **Ondas longitudinales,** la dirección de vibración de las partículas coincide con la dirección de propagación.
- **Ondas transversales,** cuando se propaga perpendicularmente a la dirección en que vibran las partículas.

Características de una onda.

- **Fase (ϕ),** estado de movimiento de la onda
- **Longitud de onda (λ),** distancia que separa dos puntos consecutivos que se encuentran en el mismo estado de vibración, es decir, que tienen la misma fase ó están en fase.
- **Periodo (T),** tiempo que tarda la onda en recorrer una longitud de onda.
- **Frecuencia (v),** n° de ondas que se propagan en 1 s.
- **Número de onda (k),** n° de ondas contenidas en una longitud de 2π metros.
- **Velocidad de propagación de la fase o velocidad de fase,** es la velocidad con la que se propaga la onda, es constante en cada medio, por tanto es un M.R.U. ($s = v \cdot t$)

Ecuación de una onda armónica transversal

La ecuación de una onda que se desplaza en el sentido positivo del eje x en función de la posición y el tiempo es:

$$y(x, t) = A \text{ sen } (\omega t - k x + \phi_0)$$

Si se desplaza en el sentido negativo del eje x:

$$y(x, t) = A \text{ sen } (\omega t + k x + \phi_0)$$

$A \equiv$ Amplitud (m) $\omega \equiv$ Pulsación (rad/s) $k \equiv$ n° de onda (m^{-1}) $\phi_0 \equiv$ Fase inicial (rad)

Características de una onda

- La ecuación de onda es doblemente periódica, depende de la posición (x) y del tiempo (t):
- Para un valor fijo de t, la ecuación de onda representa la forma de la onda en un instante determinado.
- Para una posición fija de x, la ecuación de onda representa el movimiento vibratorio armónico de una partícula a una distancia x del foco emisor, en cualquier instante.
- Diferencia de fase entre dos puntos $\Delta\phi = (\omega t - kx_1 + \phi_0) - (\omega t - kx_2 + \phi_0) = k(x_2 - x_1)$
- Si dos puntos están en fase la distancia entre ellos es $d = 2\pi n$ $d = n \lambda$
- Si dos puntos están en oposición de fase, $d = (2n + 1) \pi$ $d = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$

Relación entre los parámetros de una onda

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

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

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

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

Frente de ondas: Lugar geométrico de todos los puntos que son alcanzados simultáneamente por una perturbación.

Principio de Huygens: Cada uno de los puntos de un frente de onda se puede considerar como un centro emisor de nuevas ondas que determinan un nuevo frente de onda tangente a todas esas ondas.

Atenuación de la onda: La amplitud de una onda disminuye con la distancia y es una consecuencia del principio de conservación de la energía, ya que la energía es constante, pero a medida que avanza el frente de ondas, la misma energía se reparte entre mayor número de partículas.

Absorción de la onda: Cuando una onda atraviesa un medio natural, parte de su energía se transforma en otros tipos de energía según diferentes procesos (rozamiento,...), y la onda se amortigua vibrando las partículas con menos energía.

Principio de superposición: Cuando dos o más ondas concurren en un mismo punto, la perturbación resultante es igual a la suma de las perturbaciones que produciría cada una por separado.

Interferencias: Se denomina interferencia al resultado de la superposición de dos o más ondas armónicas. Si las dos ondas están en fase la interferencia es constructiva, y la amplitud de la onda es la suma de las amplitudes de las ondas y si las dos ondas están en oposición de fase, la interferencia es destructiva y las ondas se anulan entre sí. Para el caso de ondas armónicas coherentes (iguales características, amplitud, frecuencia y longitud de onda), la ecuación de la interferencia siguiendo el principio de superposición es ($y = y_1 + y_2$):

$$y = 2A \cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1)\right) \cdot \cos\left(\omega t - k \frac{x_2 + x_1}{2}\right)$$

Siendo $2A \cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1)\right) = A_R$ (Amplitud de la onda resultante)

- Si $\cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1)\right) = 1$ Interferencia constructiva (valor máximo) $x_2 - x_1 = n\lambda$
- Si $\cos\left(\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1)\right) = 0$ Interferencia destructiva (valor mínimo) $x_2 - x_1 = (2n - 1)\frac{\lambda}{2}$

Ondas estacionarias: Es la interferencia de dos ondas de igual amplitud, frecuencia y longitud de onda que se propagan en la misma dirección, pero en sentido contrario. Se deben a la reflexión en el límite de separación de dos medios diferentes de una onda confinada en un espacio determinado, la cuerda de una guitarra. El resultado de esta interferencia es que hay unos puntos de máxima amplitud llamados vientres y otros puntos llamados nodos de amplitud nula, que están siempre en reposo y por tanto la energía no se puede propagar a lo largo de la onda estacionaria. Su ecuación es:

$$y(x, t) = 2A \operatorname{sen}(kx) \cdot \cos(\omega t)$$

Siendo $2A \operatorname{sen}(kx) = A_R$ (amplitud resultante)

- Si $\operatorname{sen}(kx) = 0$ nodo (amplitud nula) $x = n\frac{\lambda}{2}$
- Si $\operatorname{sen}(kx) = 1$ vientre (amplitud máxima) $x = (2n + 1)\frac{\lambda}{4}$

Leyes de la reflexión y refracción.

Reflexión: Es el cambio de dirección que experimentan las ondas dentro del mismo medio cuando inciden sobre una superficie de separación entre dos medios.

Refracción: Es el cambio de dirección que experimentan las ondas cuando pasan oblicuamente de un medio a otro con distinta velocidad.

1. El rayo incidente, la normal y el rayo refractado están en un mismo plano.
2. El ángulo de incidencia es igual al ángulo de refracción ($\hat{i} = \hat{r}$).
3. $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = n_{2,1}$ (índice de refracción del segundo medio respecto del primero)

Energía de una onda mecánica

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_p = \frac{1}{2}Ky^2$$

$$E_T = 2\pi^2 mA^2 f^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

Intensidad de una onda

La intensidad de una onda en un punto es la cantidad de energía que atraviesa perpendicularmente la unidad de superficie colocada en dicho punto en la unidad de tiempo (W/m^2).

$$I = \frac{E}{S \cdot t} = \frac{P}{S}$$

$P \equiv$ Potencia $S \equiv$ Superficie

Si las ondas son esféricas (sonido) $I = \frac{P}{4\pi r^2}$

Relación entre la intensidad, la amplitud y la distancia al centro emisor:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Cualidades del sonido

Efecto sensorial	Propiedad física de la onda
Sonoridad	Intensidad de la onda
Tono	Frecuencia de la onda
Timbre	Forma de la onda

Medida del nivel de intensidad sonora

Se establece una escala logarítmica y el nivel se mide en decibelios (dB)

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

$$I = I_0 \cdot 10^{\beta/10}$$

$\beta \equiv$ nivel de intensidad sonora; $I \equiv$ intensidad del sonido (W/m^2); $I_0 \equiv$ intensidad umbral, por debajo de la cual no se perciben los sonidos. Para el oído humano $I_0 = 10^{-12} W/m^2$

Efecto Doppler

$v_o \equiv$ velocidad del observador $v_f \equiv$ velocidad de la fuente $v \equiv$ velocidad del sonido
 $f' \equiv$ frecuencia escuchada por el observador $f \equiv$ frecuencia de la onda emitida por la fuente

- El observador se encuentra en movimiento y la fuente en reposo

1. El observador se aproxima a la fuente: $f' = f \frac{v + v_o}{v}$

2. El observador se aleja de la fuente: $f' = f \frac{v - v_o}{v}$

- El observador se encuentra en reposo y la fuente en movimiento

1. La fuente se acerca al observador: $f = f' \frac{v}{v - v_f}$

2. la fuente se aleja del observador: $f = f' \frac{v}{v + v_f}$

- El observador y la fuente se encuentran en movimiento

$$f' = f \frac{v \pm v_o}{v \pm v_f}$$

Para la fuente: $\begin{cases} \text{Signo -} & \rightarrow \text{ Se aproxima} \\ \text{Signo +} & \rightarrow \text{ Se aleja} \end{cases}$

Para el observador: $\begin{cases} \text{Signo +} & \rightarrow \text{ Se aproxima} \\ \text{Signo -} & \rightarrow \text{ Se aleja} \end{cases}$