

# Movimiento Ondulatorio

Cuando se arroja una piedra al agua se produce una onda. En ella las partes del medio se desplazan sólo distancias cortas. Sin embargo a través de ellas la onda puede transportar energía a través de grandes distancias (Ej:Tsunamis).

Ondas Mecánicas:Necesitan un medio para transportarse.

Ondas Electromagnéticas: No necesitan medio. Problema del éter.

## Características Fundamentales de una onda:

- Longitud de onda  $\lambda$ : Es la distancia entre dos máximos (o mínimos ) sucesivos de la onda. Es una separación espacial, no temporal. La unidad de medida en MKS es el metro.

-Período  $T$ : Es el período de oscilación temporal de las partículas en un punto particular del espacio al pasar la onda. Se mide en segundos. Es equivalente al tiempo que transcurre entre dos ondas sucesivas, en un punto fijo del espacio.

-Frecuencia  $\nu$ .  $\nu = \frac{1}{T}$  Se miden en ciclos por segundo. Un ciclo por segundo=un hertz.

-Frecuencia angular: $\omega = 2\pi\nu$  Se mide en radianes por segundo.

- Número de onda:  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$  Se mide en radianes/metro.

-Velocidad de la onda: Depende de las características del medio. La velocidad del sonido en:

i) aire: $v=343$  m/s ii) Sólidos: $v > 343$  m/s

- Velocidad de la luz en el vacío:  $c = 300000$  km/s

Se tiene que:

$$\lambda\nu = v$$

- Amplitud  $A$  de la onda: Máximo desplazamiento de las partículas del medio, medido desde la posición de equilibrio.

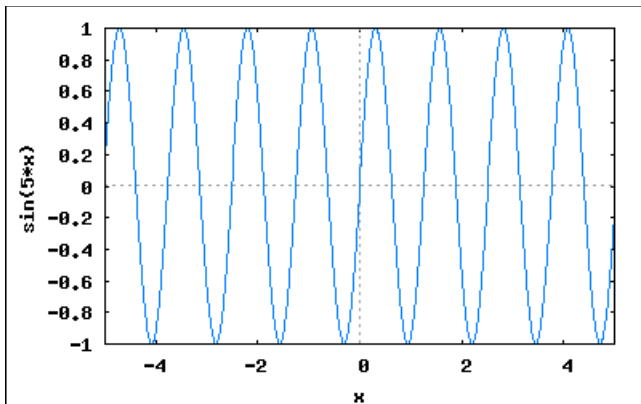
## Ondas senoidales

$$y = A\sin(kx - \omega t + \phi)$$

Se tiene que:

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

$\phi$  es la fase de la onda.



## Desplazamiento de las partículas

Onda Transversal: Las partículas oscilan en dirección perpendicular a la dirección de propagación. Ej: Ondas en el agua. Ondas electromagnéticas.

Onda Longitudinal: Las partículas del medio oscilan en la dirección de propagación de la onda. Ej.: Ondas de sonido en un tubo acústico.

Terremotos:

-Ondas P(primarias): Son ondas longitudinales de velocidad de propagación mayor que las

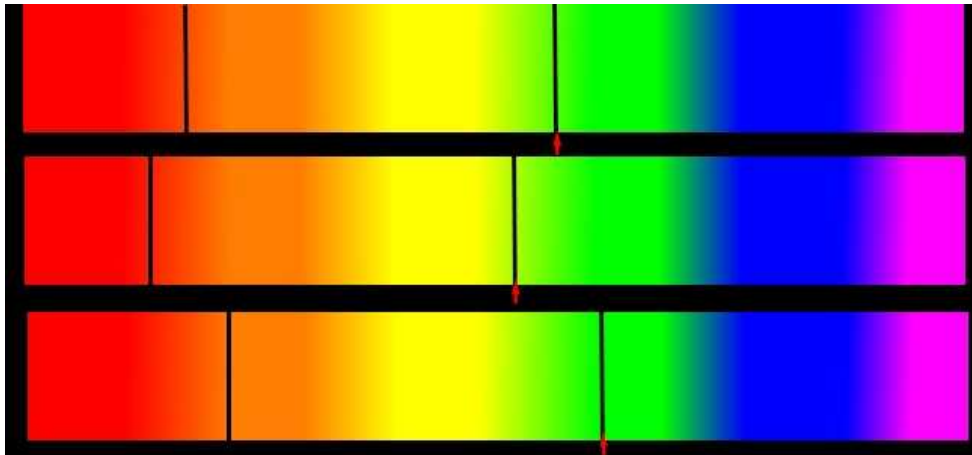
-Ondas S(secundarias): Son ondas transversales que viajan a una velocidad de 4-5km/s cerca de la superficie de la Tierra.

Midiendo la diferencia de tiempo de llegada de las dos ondas se puede calcular la distancia del epicentro. Si se dispone de tres o más estaciones se puede encontrar con exactitud la posición del epicentro.

## Efecto Doppler

Cuando la fuente se aleja del observador con velocidad  $v$

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}}$$



La gráfica muestra un ejemplo del espectro de absorción de la luz de una estrella. Las dos líneas negras corresponden a luz que fue absorbida por átomos en la atmósfera de la estrella. El primer espectro corresponde a una estrella en reposo relativo a nosotros que observamos desde la Tierra. El segundo espectro corresponde a una estrella que se aleja de nosotros. Note como las líneas del espectro se corren hacia el rojo. Finalmente, el último espectro corresponde a una estrella que se acerca a nosotros. Note como las líneas del espectro se corren hacia el violeta.

## Superposición e Interferencia

Una diferencia fundamental entre partículas y ondas es que las partículas no pueden ocupar el mismo lugar del espacio al mismo tiempo, sin modificarse. Las ondas si pueden. Esto se llama el principio de superposición:

Si tenemos dos ondas  $y_1(x, t)$ ,  $y_2(x, t)$  en un punto del espacio  $x$  y un instante  $t$ , se medirá una perturbación  $y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t)$ .

Después de cruzarse, las ondas siguen su camino sin modificarse.

Esta propiedad da a lugar a un fenómeno nuevo: Interferencia.

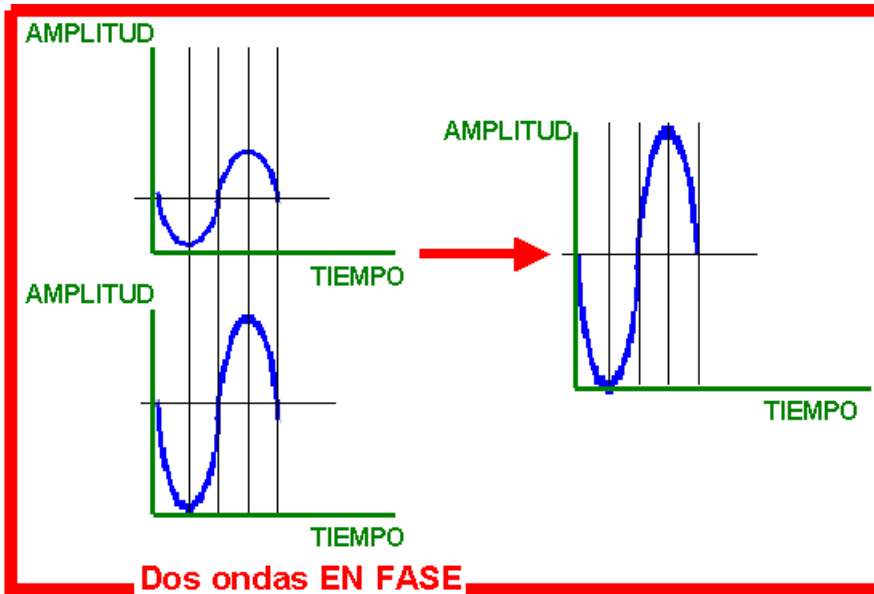
Podemos tener dos ondas de una amplitud enorme, que en ciertas regiones se superponen para dar una onda nula (Interferencia destructiva) o una amplitud aún mayor (interferencia constructiva).

Si vemos el dibujo de la onda, vemos que para tener:

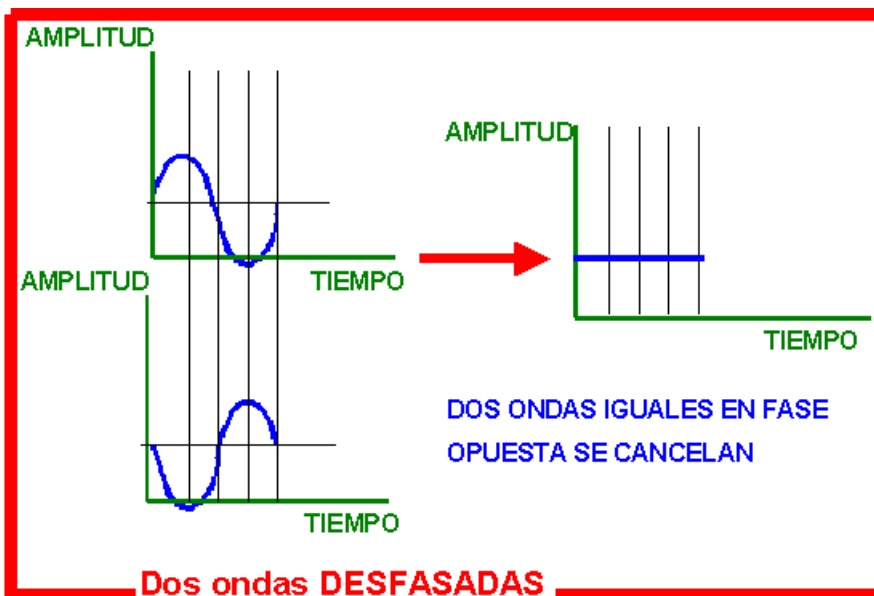
Interferencia Constructiva:  $\Delta\phi = n\lambda$ ,  $n$  entero.

Interferencia Destructiva:  $\Delta\phi = (n + \frac{1}{2})\lambda$ ,  $n$  entero.

$\Delta\phi$  es la diferencia de fase entre las dos ondas que se superponen, suponiendo que las dos son idénticas en forma.



crece la amplitud



En este caso se cancela totalmente la onda.