

ONDAS

TEMA 2 y 3

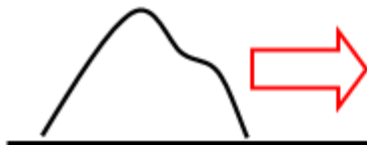


MOVIMIENTO ONDULATORIO: ONDAS

Recibe el nombre de onda a la propagación en el espacio y en el tiempo de una perturbación. Esta doble dependencia espacio-temporal se explicita en su ecuación GENERAL

$$f(x,t) = A \cdot g(x - c \cdot t) + B \cdot h(x + c \cdot t)$$

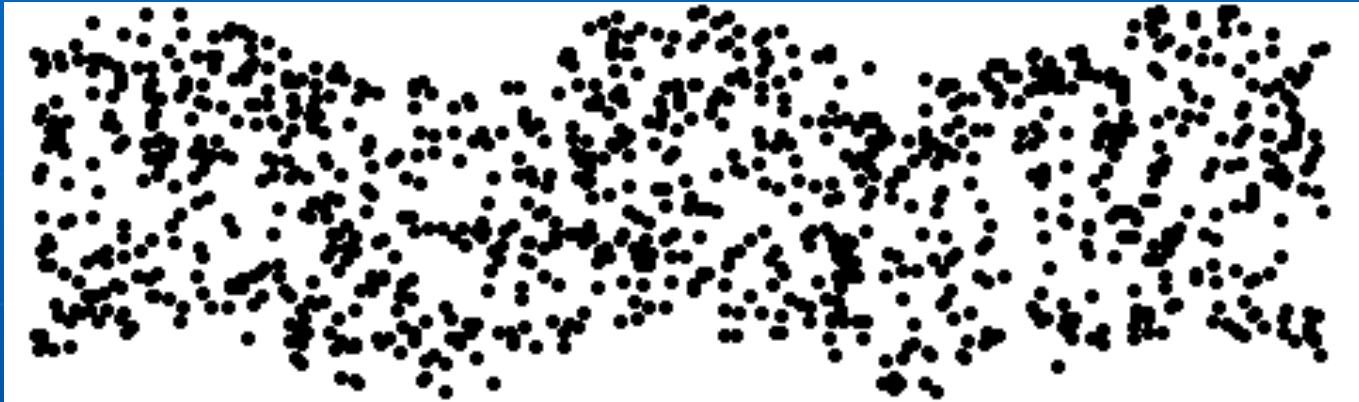
La onda viajera: $f(x - ct)$



La onda viajera: $f(x + ct)$



MOVIMIENTO ONDULATORIO: ONDAS ARMÓNICAS

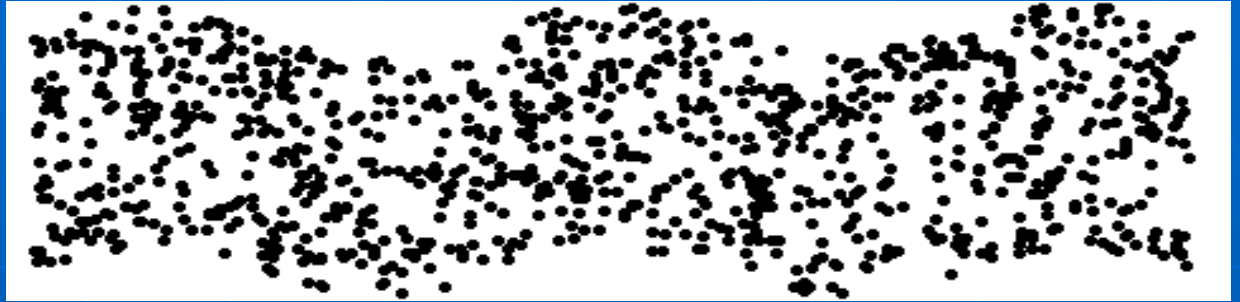


$$A = A_0 \cdot \text{sen } 2\pi(t/T - x/\lambda + \varphi)$$

φ indica el valor inicial de la fase ($t=0$, $x=0$)

¿y por qué no la función coseno?

ONDAS



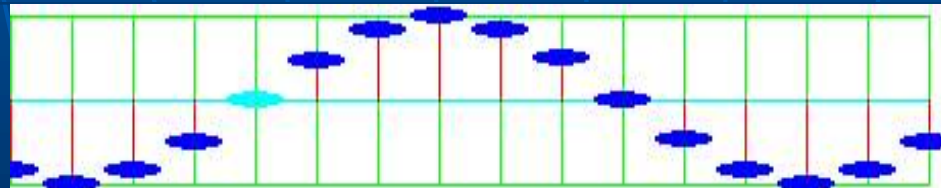
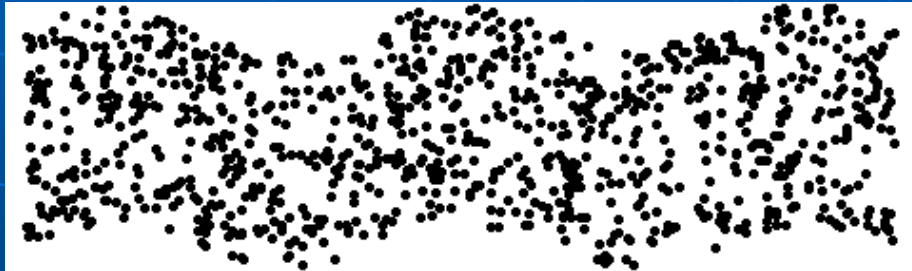
Tipos de ondas:

En función del tipo de soporte que requieren para su propagación las ondas se clasifican en **mecánicas** y **electromagnéticas**. Las mecánicas requieren un medio elástico para propagarse y las electromagnéticas no, se pueden propagar en el vacío.

ONDAS

Tipos de ondas:

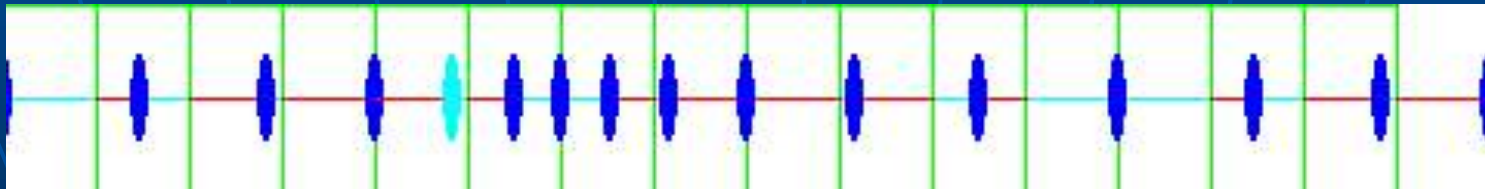
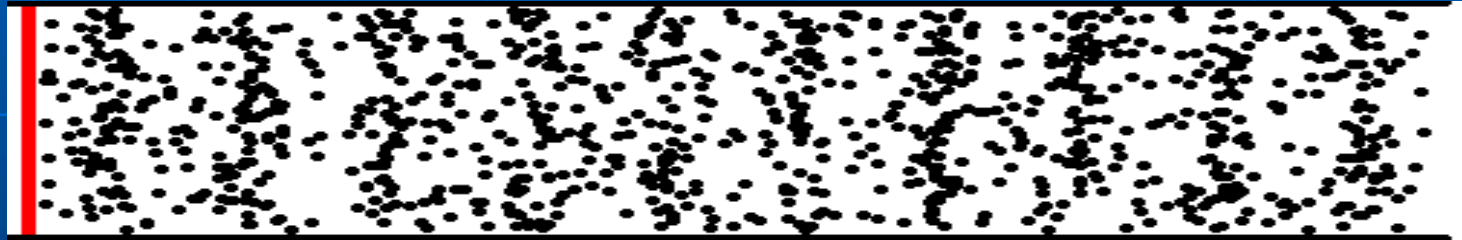
Si las partículas del medio en el que se propaga la perturbación vibran perpendicularmente a la dirección de propagación las ondas se llaman **transversales**.



ONDAS

Tipos de ondas:

Si las partículas del medio en el que se propaga la perturbación vibran en la misma dirección que la dirección de propagación las ondas se llaman **longitudinales**.



ONDAS

Ecuación de las ondas unidimensionales sinusoidales que se desplazan hacia la derecha (sentido positivo):

A amplitud

ω velocidad angular = $2\pi / T$

T periodo = $1/\nu$

ν frecuencia (SE MIDE EN HERZIOS)

K número de ondas = $2\pi / \lambda$

λ longitud de onda

$$y(x, t) = A \sin(\omega t - Kx)$$

ONDAS

T periodo = $1/f$

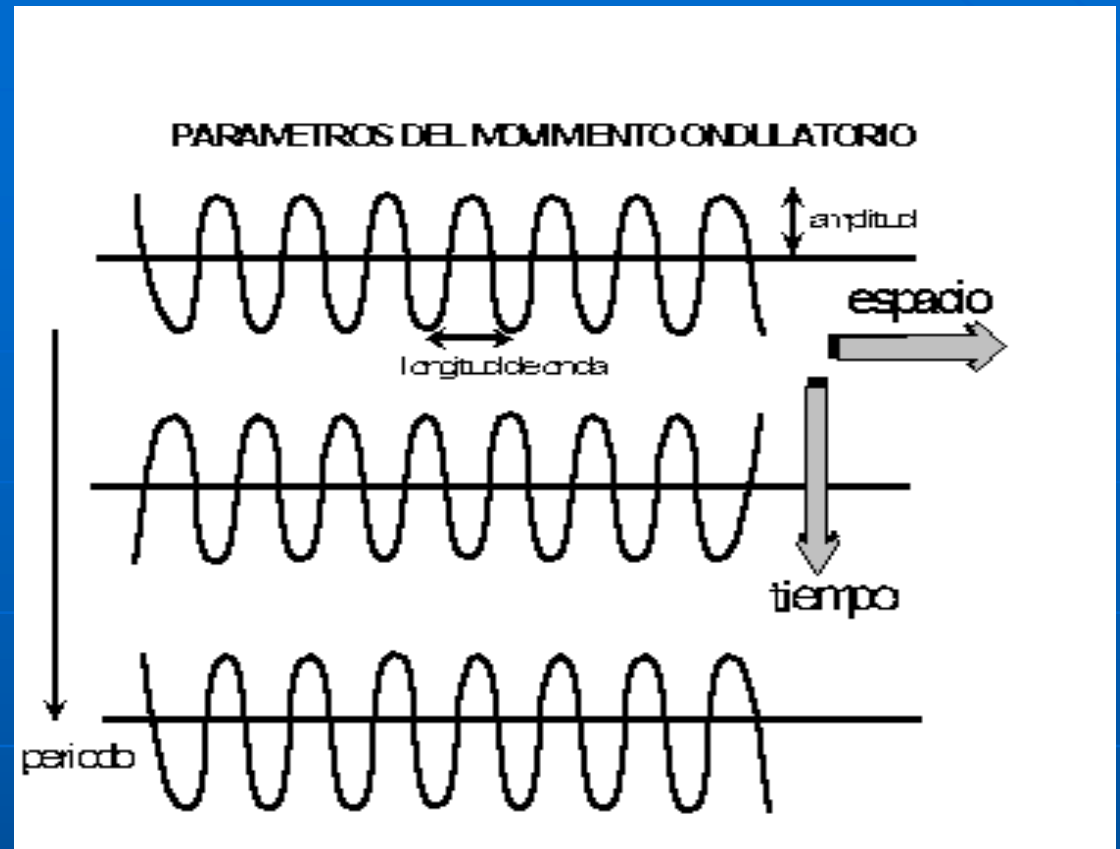
ν frecuencia

λ longitud de onda

La longitud de onda
y la frecuencia están
relacionadas

$$C = \lambda \cdot \nu = \lambda / T$$

C velocidad de propagación



Existe una doble periodicidad: en el tiempo y en el espacio

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

c la velocidad de propagación,

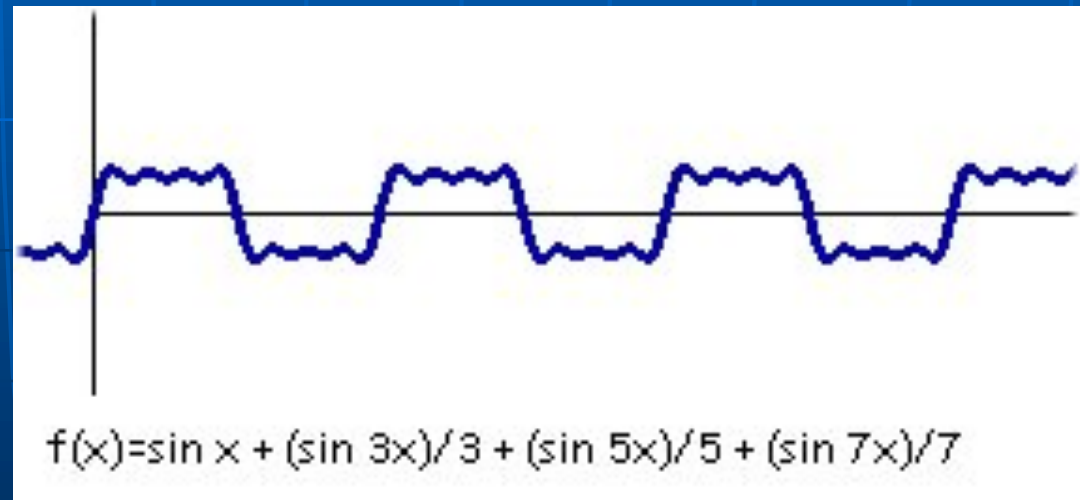
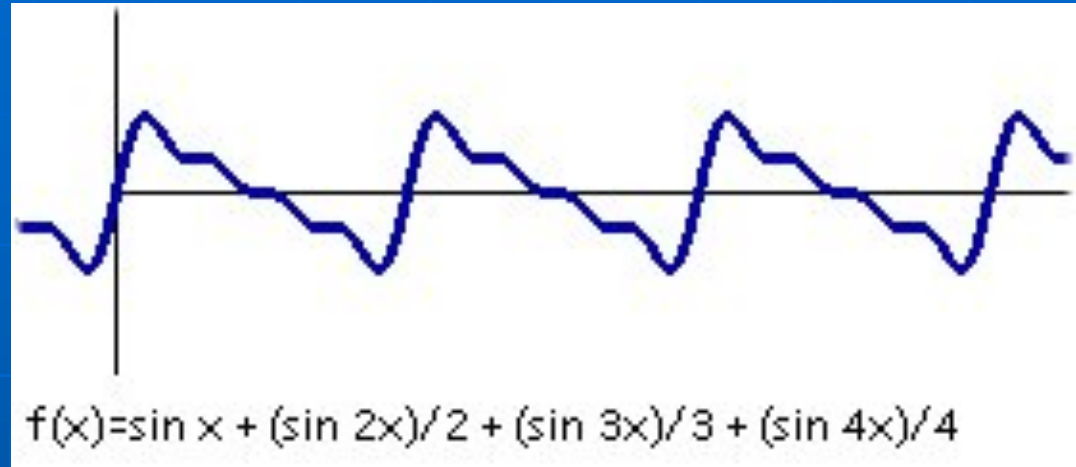
$$\mathbf{c = \lambda/T = \omega/k.}$$

TEOREMA DE FOURIER

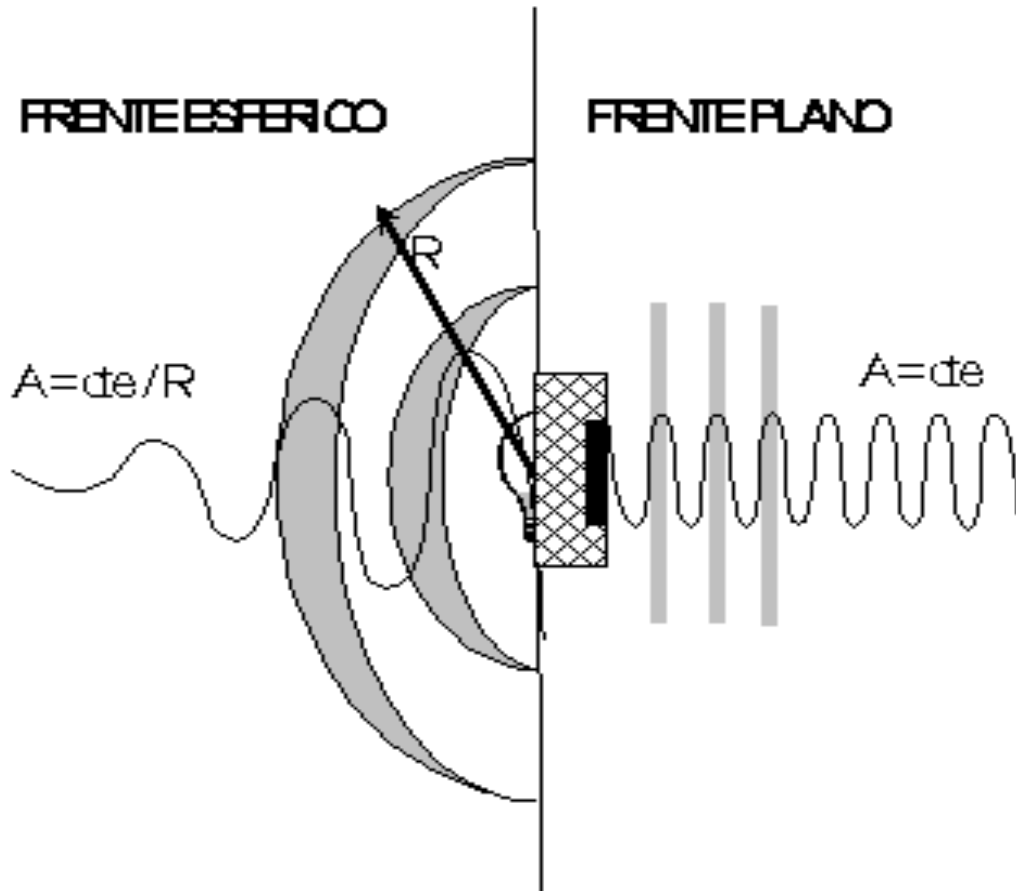
- Las ondas armónicas continuas que hemos estudiado no existen realmente, ya que todos los movimientos ondulatorios están limitados tanto espacial como temporalmente. Utilizando el análisis de Fourier y la transformada de Fourier se pueden describir formas de ondas más complejas.

TEOREMA DE FOURIER

- Toda función $f(t)$ periódica de periodo P , se puede representar en forma de una suma infinita de funciones armónicas.



Formas de propagación de las ondas



**PARA LOS
FRENTES
ESFÉRICOS LA
INTENSIDAD DE LA
ONDA (ENERGÍA
QUE ATRAVIESA
UNA UNIDAD DE
SUPERFICIE POR
UNIDAD DE
TIEMPO DECRECE
CON EL
CUADRADO DE LA
DISTANCIA)**

INTENSIDAD DE LA ONDA

■ INTENSIDAD DE UNA ONDA

- La intensidad de una onda, es la energía entregada por unidad de tiempo y por unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación de la onda. En el Sistema Internacional se mide en vatios (o watts) por metro cuadrado

$$W / m^2$$

Energía de transportada por la onda

- La energía de una partícula se reparte en energía potencial y cinética y su suma se mantiene constante.

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}ky^2$$

Donde la velocidad $v = \omega \sqrt{(A^2 - y^2)}$

Ojo: ESTA "JUSTIFICACIÓN" ES VÁLIDA EN EL CASO DE UNA ONDA MECÁNICA

Energía de transportada por la onda

- La velocidad máxima del punto oscilante será

$$v = \omega A$$

- Podemos igualar la energía total a la cinética máxima:

$$E_i = \frac{1}{2} m_i \omega^2 A^2$$

Para cada partícula i oscilante

Por tanto, a recordar:

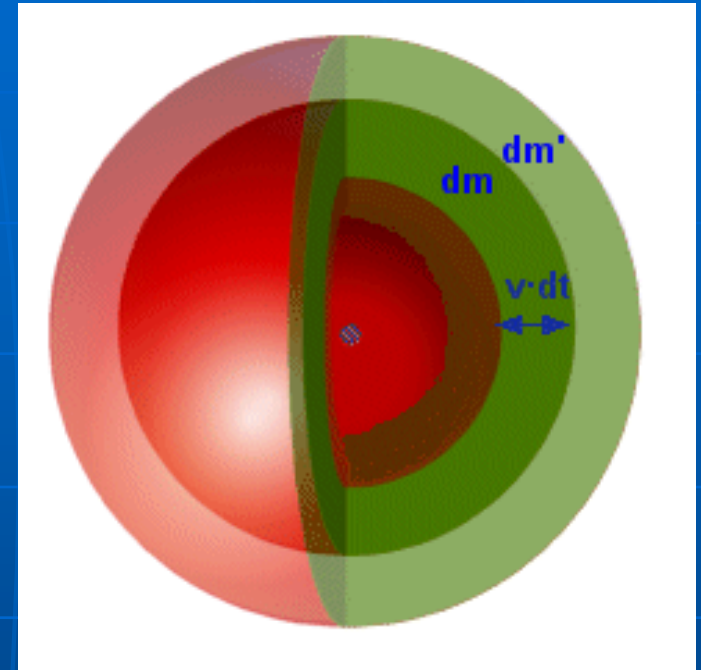
- La intensidad de la onda será proporcional al cuadrado de su amplitud y de su frecuencia

$$I = E / t S$$

es proporcional a $A^2 \omega^2$

Muy importante: ley del inverso del cuadrado de la distancia

- Supongamos una fuente puntual de ondas situada en un medio homogéneo. El movimiento ondulatorio se propaga en todas las direcciones de forma isótropa. La energía fluye radialmente desde la fuente en todas las direcciones del espacio.
- La sección S se transforma en el área de una superficie esférica de radio R cuyo centro está en la fuente.
- El valor de dicha área es: $4 \pi R^2$



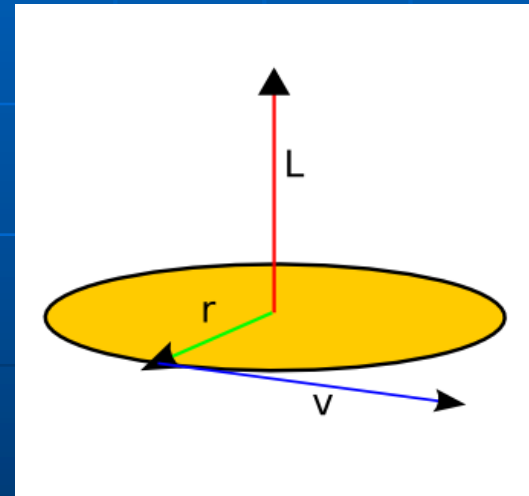
$$I = E / S t = P / 4 \pi R^2$$

Otras magnitudes transportadas por la onda

- Cantidad de movimiento

- Momento angular

¿Puede una nave espacial desplazarse por la presión de la radiación solar?

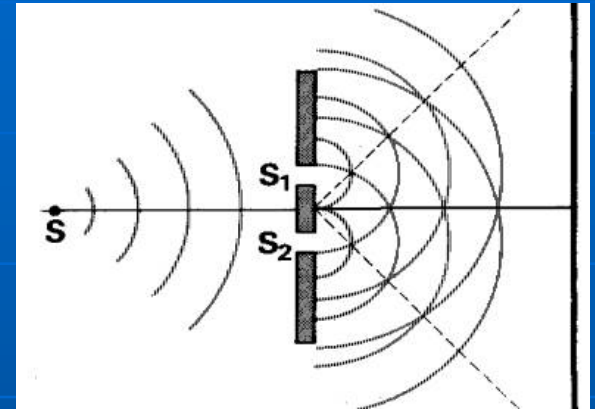


FENOMENOS ONDULATORIOS

(Objetivos fuera de temario)

- **PRINCIPIO DE HUYGENS**

Cada partícula en un medio, al ser alcanzada por una onda, se convierte en un emisor de ondas.



- **DIFRACCION DE UNA ONDA**

Difracción de una onda, es la alteración de su propagación rectilínea, cuando en su camino se encuentra con un obstáculo, por ejemplo, pequeña ranura, pequeño orificio, etc.



■ FENOMENOS ONDULATORIOS

REFLEXION DE UNA ONDA

Cuando una onda choca contra una superficie que no puede atravesar, se refleja de tal forma que el rayo de incidencia es igual al rayo de reflexión y son coplanares con la normal.



REFRACCION DE UNA ONDA

Cuando una onda pasa de un medio a otro, por ejemplo del aire al agua, cambia de dirección. En este fenómeno, la onda mantiene su frecuencia, pero cambia su velocidad y su longitud.

FENOMENOS ONDULATORIOS

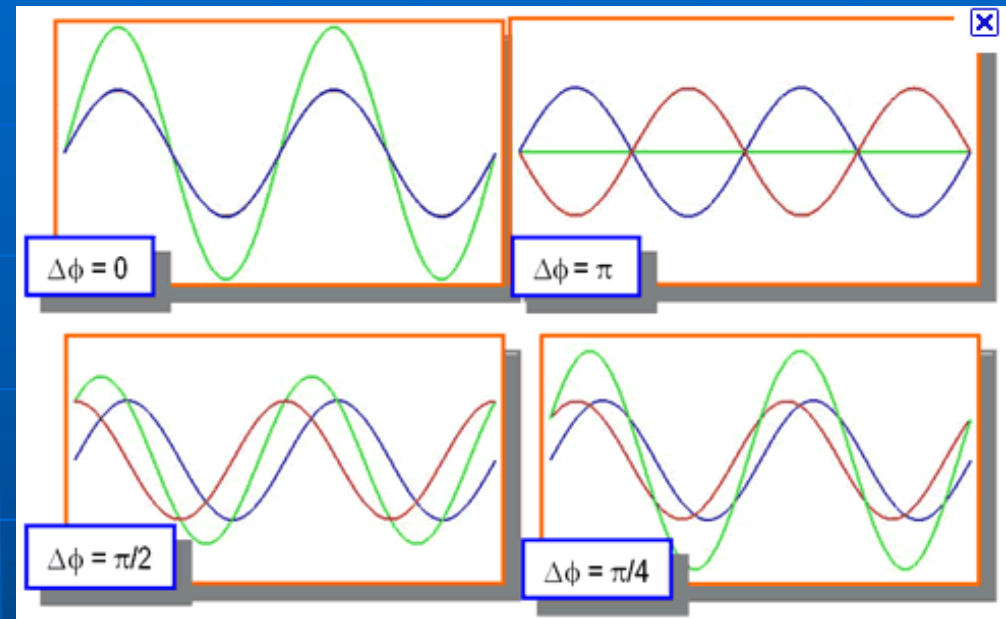
■ SUPERPOSICION DE ONDAS

Cuando una partícula es alcanzada por dos o más ondas, simultáneamente, se origina una nueva onda, que resulta de la superposición de las vibraciones que efectuaría la partícula por causa de cada onda componente.

INTERFERENCIA DE ONDAS

Cuando dos ondas de igual amplitud, longitud y velocidad, viajan en la misma dirección y con fases iguales, es decir, sus valles coinciden y también sus montes, entonces sus amplitudes se suman, obteniéndose una interferencia constructiva.

Pero si viajan desfasadas en media longitud de onda, es decir sus montes coinciden con sus valles, entonces sus amplitudes se anulan, obteniéndose una interferencia destructiva.



FENOMENOS ONDULATORIOS

■ ONDAS ESTACIONARIAS

Cuando dos ondas de igual amplitud, longitud y velocidad se propagan en sentido contrario, se forman ondas estacionarias. Por ejemplo, si se fija el extremo de una cuerda a un poste y se agita el otro extremo, las ondas se reflejan en la pared y vuelven en sentido contrario. Si la reflexión es tal que la onda reflejada está media longitud de onda desfasada con respecto a la onda inicial, se producirá interferencia entre ambas ondas y la amplitud resultante en cualquier punto será igual a la suma de las amplitudes correspondientes a las dos ondas. En aquellos puntos en los que un monte de una de las ondas coincida con un valle de la otra, no existirá oscilación. Esos puntos se llaman nodos. En el punto medio entre dos nodos consecutivos, los montes de ambas ondas (o los valles) coincidirán y la amplitud de la onda resultante será el doble de la amplitud de la onda incidente (o reflejada). Por lo tanto, vibrarán solamente los puntos que queden entre los nodos.

