

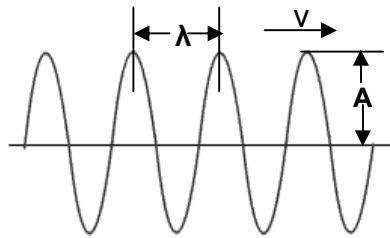
Una onda es una perturbación que se propaga. Con la palabra "perturbación" se quiere indicar cualquier tipo de alteración del medio: una ondulación en una cuerda, una compresión en el aire (sonido), campos electromagnéticos oscilantes... etc

En **las ondas transversales** la dirección en la que se produce la perturbación y la dirección en la que se propaga son perpendiculares.

En las **ondas longitudinales** la dirección de perturbación y la de propagación es la misma. **El sonido es una onda longitudinal.**

La mayor parte de las ondas necesitan un medio elástico que haga posible la propagación de la perturbación de un punto a otro. Son las llamadas ondas materiales o mecánicas. Son ondas materiales: el sonido (que necesita el aire para su propagación), las ondas que se producen al agitar una cuerda... etc.

Las ondas electromagnéticas, por el contrario, no necesitan ningún medio para propagarse. Pueden hacerlo en el vacío. Son ondas de este tipo: la luz, las ondas de radio y TV...etc.



Periodo (T) es el tiempo que la onda tarda en recorrer una distancia igual a la longitud de onda. Se mide en segundos. También se puede definir como el tiempo que tarda un punto en dar una oscilación completa.

La frecuencia (f) es el inverso del periodo. Se mide en s⁻¹ o Hz (hercios)

Velocidad de propagación de una onda (v) es la rapidez con la que ésta se traslada en el medio en el que se propaga. La velocidad de propagación para las ondas materiales depende de las propiedades del medio.

Se denomina **número de onda (ν)** al número de oscilaciones que presenta la onda por unidad de distancia (metro) y es la inversa de la longitud de onda. Se mide en m⁻¹.

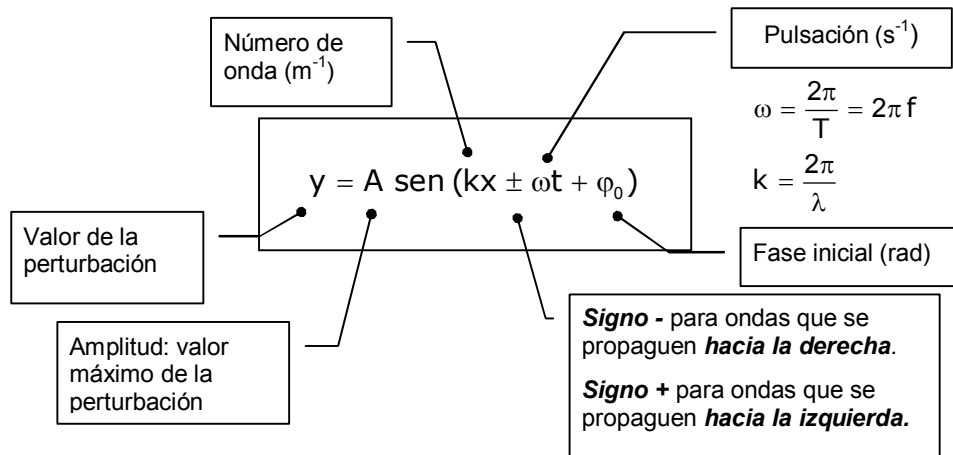
Amplitud (A) es el valor máximo que adquiere la perturbación.

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

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

De todos los movimientos ondulatorios el movimiento ondulatorio armónico, u ondas armónicas, es de especial importancia. **Una onda es armónica cuando provoca en los puntos del medio un movimiento oscilatorio armónico simple (MAS).**

La ecuación de una onda armónica es doblemente periódica. Esto es, depende (senoidalmente) de dos variables: tiempo (t) y posición respecto del origen (x).



$$v = \frac{\delta y}{\delta t} = -\omega A \cos(kx - \omega t + \varphi_0) \quad v = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$$

$$a = \frac{\delta v}{\delta t} = -\omega^2 A \sin(kx - \omega t + \varphi_0) \quad a = -\omega^2 y$$

Dos puntos de una onda oscilan en fase cuando están en idéntico estado de movimiento. Dos puntos oscilarán en fase cuando estén separados por una distancia igual a un número entero de longitudes de onda.

$$\Delta x = \lambda, 2\lambda, 3\lambda \dots = n\lambda$$

Dos puntos se dice que están en oposición si su estado de movimiento es opuesto. Esto sucede, por ejemplo, cuando uno de los puntos está en una cresta y otro en un valle.

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2}, 3\frac{\lambda}{2}, 5\frac{\lambda}{2} \dots = (2n + 1)\frac{\lambda}{2}$$

De forma general: $\Delta\varphi = k(x_2 - x_1) = k\Delta x$

La energía transferida por una onda a un punto del medio en el que se propaga depende del cuadrado de su frecuencia y del cuadrado de su amplitud.

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} m 4\pi^2 f^2 A^2 = (2\pi^2 m) f^2 A^2$$

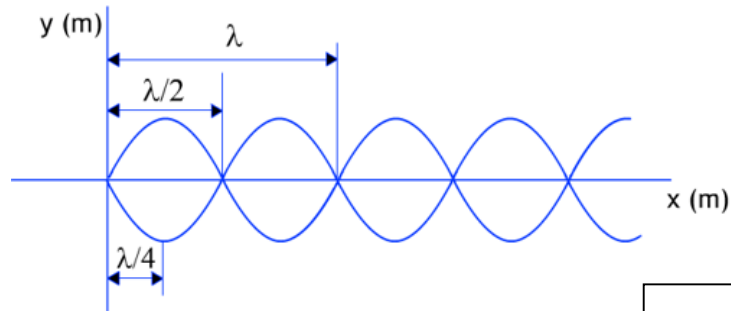
Cuando **interfieren dos ondas idénticas que se propagan en sentidos contrarios** (lo que sucede, por ejemplo, cuando la onda reflejada y la incidente se encuentran), la onda resultante de la interferencia recibe el nombre de **onda estacionaria**. En ella los puntos vibran arriba y abajo, unos con mayor amplitud, otros con menor, algunos con amplitud nula, pero en situación estacionaria. **La energía no se transmite de unos a otros** como en las ondas.

Los nodos se localizan a distancias iguales a un número entero de semilongitudes de onda.

$$x = n \frac{\lambda}{2}$$

Los vientres se localizan a distancias iguales a un número impar de cuartos de la longitud de onda.

$$x = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$$

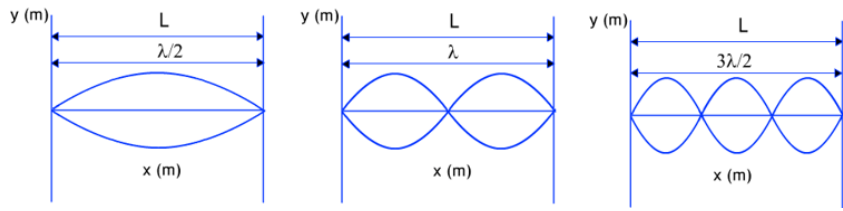


$$y = 2A \text{ sen}(kx) \cos(\omega t) = A_R \cos(\omega t)$$

Donde $A_R = 2A \text{ sen}(kx)$

- Distancia entre dos nodos: $\frac{\lambda}{2}$
- Distancia entre dos vientres: $\frac{\lambda}{2}$
- Distancia nodo-ventre: $\frac{\lambda}{4}$

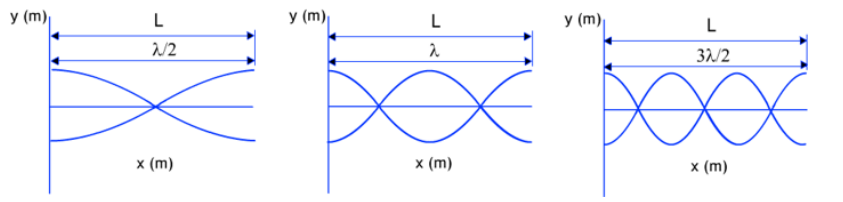
Ondas estacionarias en cuerdas vibrantes y en tubos



Cuerda fija en ambos extremos o tubo cerrado

$$L = n \frac{\lambda}{2}; \quad \lambda = \frac{2}{n} L \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

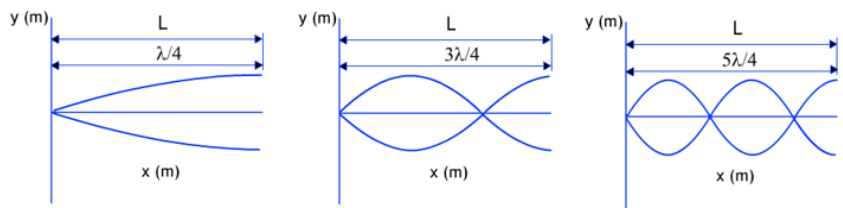
Las frecuencias de los armónicos son doble, triple...etc. de la fundamental.



Cuerda libre en ambos extremos o tubo abierto en ambos extremos

$$L = n \frac{\lambda}{2}; \quad \lambda = \frac{2}{n} L \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$$

Las frecuencias de los armónicos son doble, triple...etc. de la fundamental.



Cuerda fija en uno de sus extremos y libre en el otro o tubo abierto en uno de sus extremos

$$L = n \frac{\lambda}{4}; \quad \lambda = \frac{4}{n} L \quad n = 1, 3, 5, 7, \dots$$

Las frecuencias de los armónicos son triple, quintuple ...etc. de la fundamental.