

# Clase Física 1 14

Onda Mecánica  
Teoría y Practica

# Onda Mecánica

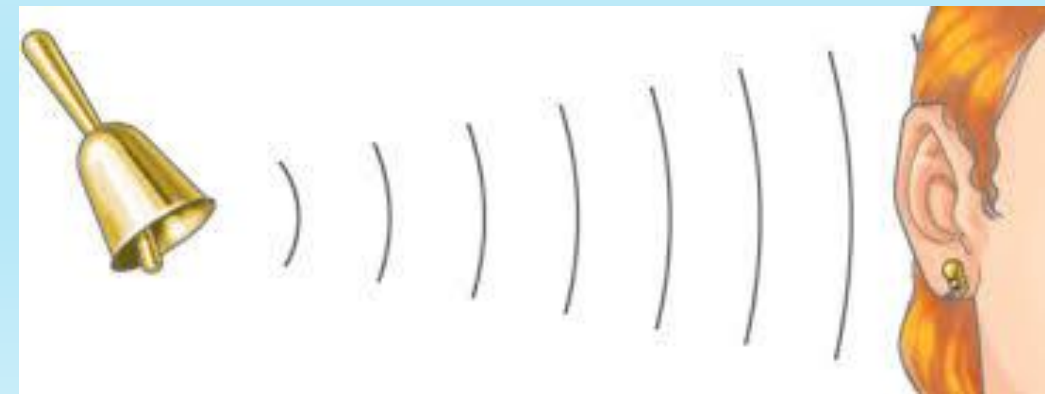
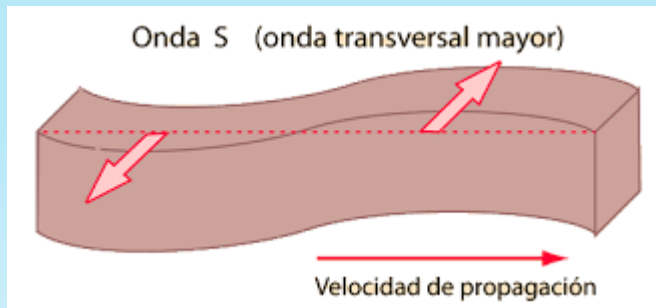
**Onda:** Es la propagación de una perturbación por de un medio en el cual pueda moverse(se transfiere energía a cierta distancia pero no materia).

Propagación de un perturbación es en todas las direcciones dependiendo del tipo de material.

## Requerimientos de la onda mecánica

1. Alguna fuente de perturbación(golpe, bomba, una fuerza)
2. Un medio que pueda ser perturbado(el ambiente)
3. Algún medio físico que al momento de ser perturbado pueda moverse los elementos y estos puedan influir unos a otros(aire, agua, tierra, metales...)

**Pulso:** es un movimiento de la onda con velocidad constante, es la propagación de la onda viajera en el medio.

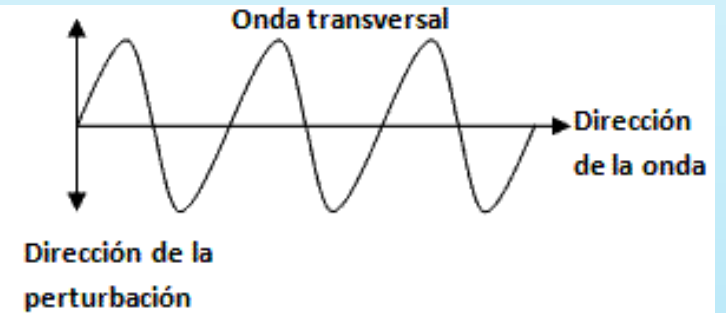
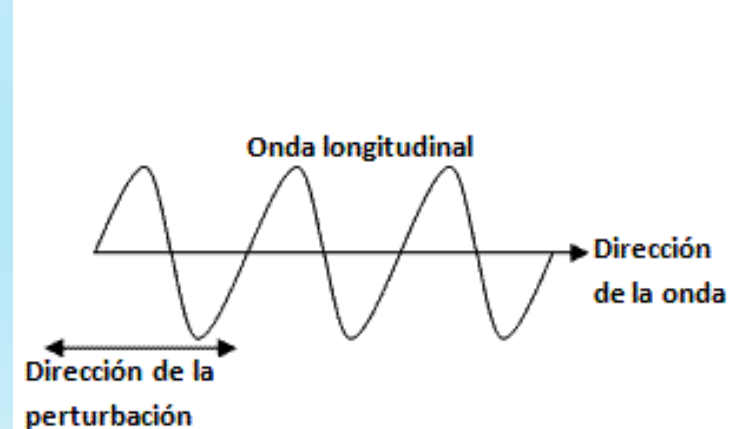
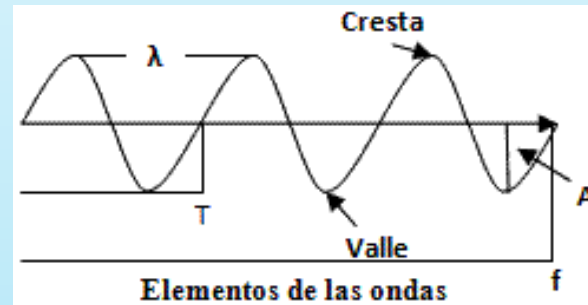
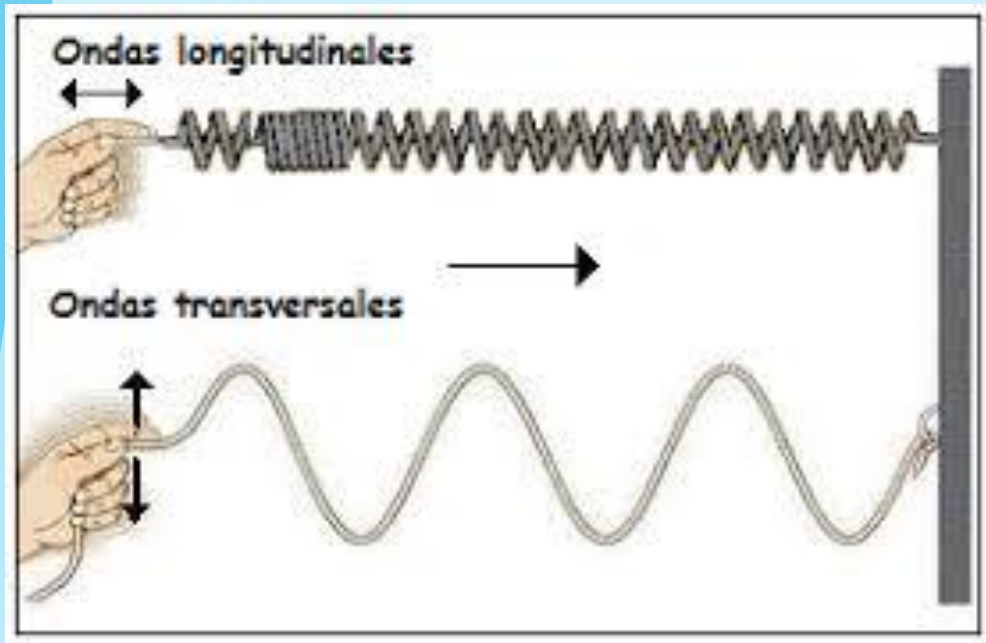


**Tipos de Onda:** Aunque una onda mecánica es de la misma naturaleza su comportamiento en el medio puede variar, por lo cual se diferencian varios tipos.

La onda es una perturbación periódica dentro del medio hasta transferir la energía en el medio.

**Onda Transversal:** es una perturbación periódica pero su comportamiento es perpendicular al movimiento del medio físico.

**Onda Longitudinal:** es una perturbación periódica pero su comportamiento es paralelo al movimiento del medio físico.



Los dos tipos de onda tendrán un modelo similar sus direcciones de perturbación son contrarias pero pueden darse incluso sistemas mixtos

## Función de Onda Mecánica

Las ondas dependiendo de su forma tendrán dos comportamientos que nos interesan analizar, la forma de la onda viajera y la forma en que afecta al medio físico.



En estos dos gráficos podremos ver el comportamiento de la onda mecánica en un medio, que se da como una función de dos variables que son la posición que toma y el tiempo que tarda en moverse en el medio físico.

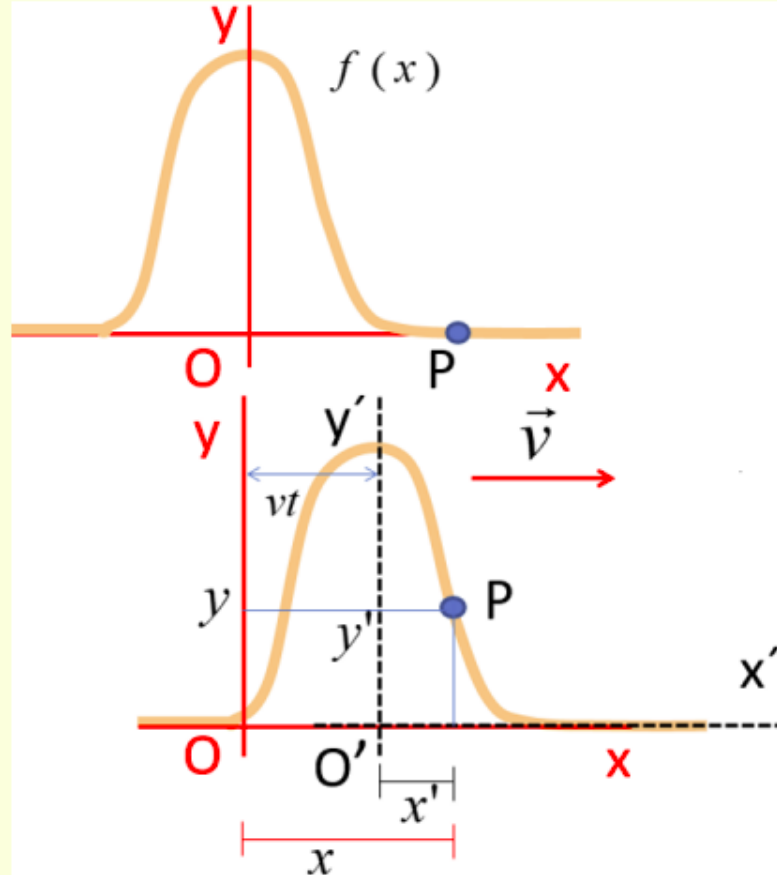
$$y(x, t) = f(x - vt)$$

Esta función depende de dos variables pero es la superposición de dos graficas una que contempla el comportamiento del medio en sus dos ejes (x,y) y la otra que modela el comportamiento del movimiento en el tiempo(y,t).

$$y(x, t) = y(x - vt, 0)$$

# Onda Viajera

Es el comportamiento de la onda que sufre el medio físico, esto se puede dar de 1, 2 o 3 dimensiones dependiendo su naturaleza.



En el instante inicial  
 $y(x,0) = f(x)$

Sistema de referencia  $O'$

$$y(x,t) = y'(x',0) = f(x')$$

Cambio de sistema de referencia

$$x' = x - vt$$

$$y' = y$$

$$y(x,t) = f(x - vt)$$
 Indica la **dirección** de propagación

Indica **sentido** de propagación (- dirección positiva de las x;  
+ dirección negativa de las x)

## Ecuación Onda Mecánica

Para definir la función senoidal que modela el comportamiento de la onda mecánica es necesario establecer cierta información, ya que es una situación de la superposición de dos gráficos. uno en términos de la posición y otro en términos del tiempo.

tomaremos la información de ambos gráficos para estructurar la función de la Onda.

$\lambda = \text{longitud de la Onda mecánica puede estar en cm, m, pies}$

es el distancia mínima que recorre el medio físico entre dos puntos del movimiento de la onda

$T = \text{periodo de la Onda mecánica en s}$

es el tiempo que tarda una partícula del medio regresar a su posición de partida.

$$f = \frac{1}{T} \text{ en Hz}$$

es el numero de crestas o valles que pasa por un

punto dado en un intervalo unitario de tiempo

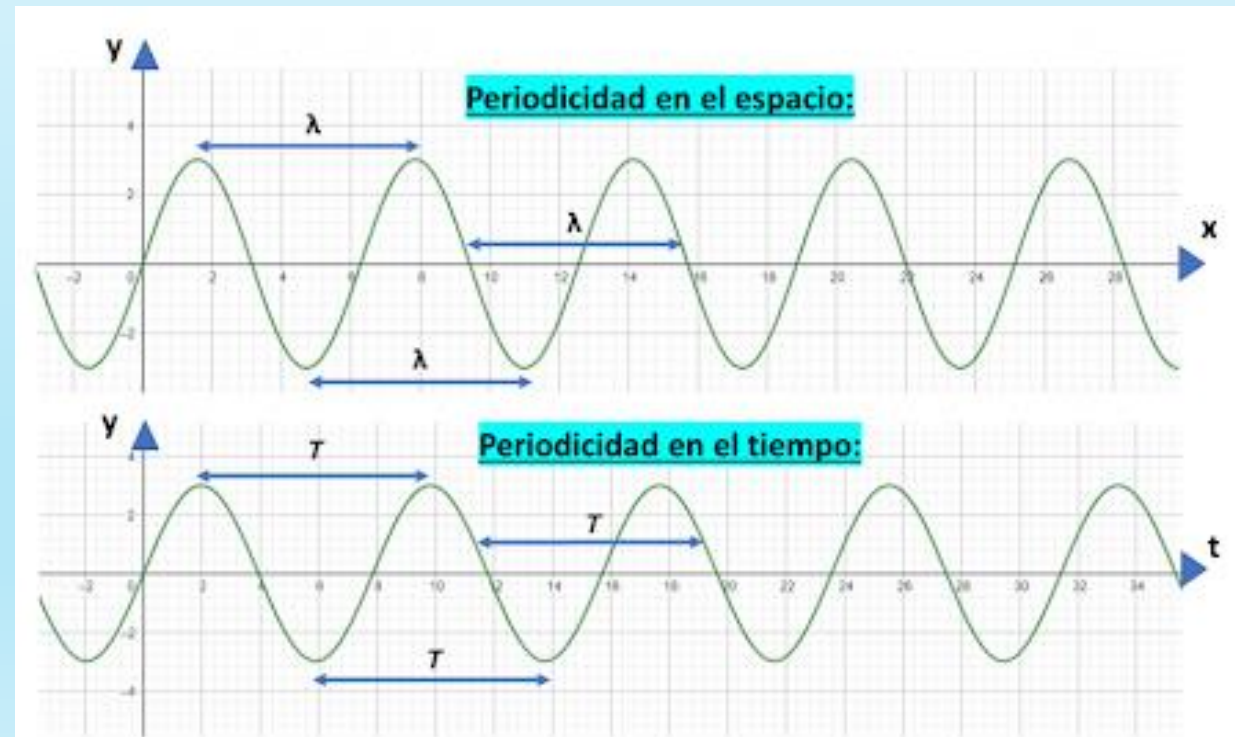
$Y_{max} = A \text{ en cm, m, pies, etc ...}$

es la amplitud de la onda mecánica en uno de sus ejes

Para estos casos la onda mecánica tiene una rapidez

por la onda viajera

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T} \text{ en } \frac{m}{s} \dots$$



Para estos casos es necesario ajustar las expresiones que estarán en la función de onda por lo cual surgen dos:

$$k = \text{numero de onda en Rad/m}$$

que expresa la cantidad de veces que se puede realizar el movimiento del eje x en términos de una revolución

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \left[ \frac{\text{rad}}{\text{m}} \right]$$

$$\omega = \text{frecuencia angular en rad/s}$$

expresa la cantidad de veces que puede realizar el movimiento las partículas del medio físico

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \left[ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

Ya con esta información del sistema se plantea la ecuación de la onda mecánica

$$Y(x, t) = A \text{ sen}(kx - \omega t + \varphi)$$

existe la posibilidad de desfase pero dependerá de la naturaleza de la onda.



Se tiene la siguiente función que describe el comportamiento de una onda mecánica

$$Y(x, t) = 0.5 \text{ sen}(0.45x + 5.40t) \text{ en } m$$

determine la rapidez de la onda viajera, la amplitud de la onda, la longitud de la onda, la frecuencia de oscilación, y el valor de la posición en el instante  $Y(1.2m, 3.0s)$

Para determinar la rapidez del medio es la expresiones anteriores o

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{5.40}{0.45} = 12 \text{ m/s}$$

la amplitud, longitud de onda y frecuencia se da por interpretar la información de la función

$$\begin{aligned} Y_{max} &= A = 0.5m \\ k &= \frac{2\pi}{\lambda} \quad \rightarrow \quad \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{0.45} = 13.96m \\ \omega &= 2\pi f \quad \rightarrow \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5.40}{2\pi} = 0.86Hz \end{aligned}$$

Para los valores de la función en términos de  $(x, t)$  es necesario tener en rad la calculadora.

$$Y(1.2, 3.0) = 0.5 \text{ sen}(0.45x + 5.40t) = 0.5 \text{ sen}(0.45(1.2) + 5.40(3)) = -0.4292m$$

la dirección de la onda en este caso es hacia la izquierda por el signo “+” que acompaña a la frecuencia angular.



Ejemplo: Una onda Senoidal que se desplaza en la dirección “x” positiva tiene una amplitud de 15cm, una longitud de onda de 40cm y una frecuencia de 8Hz. la posición vertical de un elemento del medio en el  $Y(0m,0s) = 15cm$

Determine la rapidez de la onda, numero de la onda, velocidad angular de oscilación, ángulo de desfase y ecuación de la onda.

$$v = \lambda f = 0.4m(8s^{-1}) = 3.2 \text{ m/s}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi \text{ rad/m}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(8) = 50.30 \frac{\text{rad}}{s}$$

Para el ángulo y la ecuación de la onda se tomaran las condiciones iniciales y una forma base de la ecuación.

$$A = Y_{max} = 0.15m \quad Y(0,0) = 0.15m$$

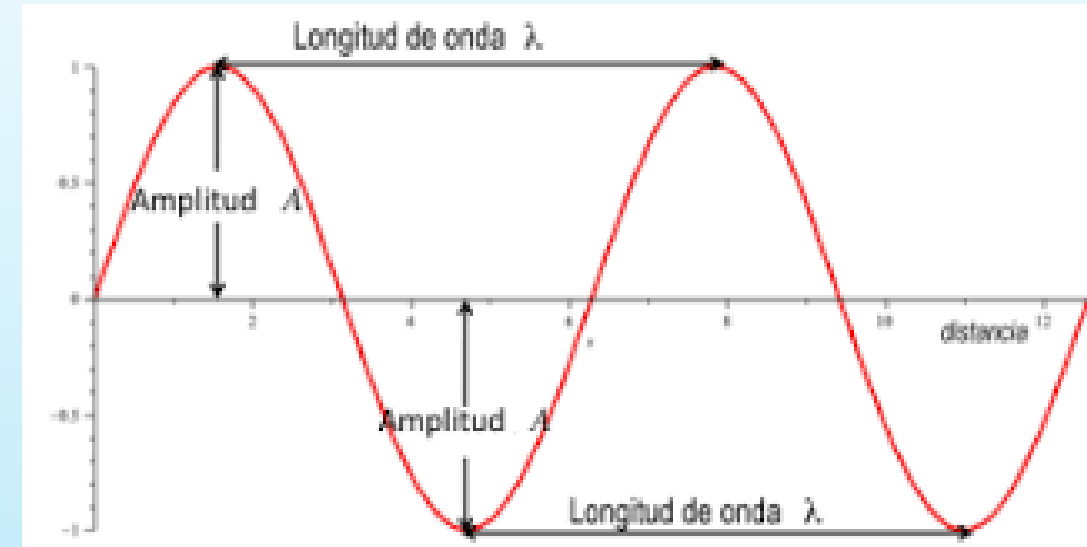
$$Y(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

$$0.15 = 0.15 \sin(\varphi)$$

$$\varphi = \sin^{-1} \frac{0.15}{0.15} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

Para la ecuación de la onda sabemos su movimiento en el eje “x” por lo cual el signo que acompaña a la velocidad es negativo y podremos dejar la función en forma senoidal o colocarla en forma cosenoidal por el desfase que existe.

$$Y(x,t) = 0.15 \sin\left(5\pi x - 50.3t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ en m}$$



## Rapidez del medio de cuerda

En la onda viajera podemos realizar una estimación de la rapidez de una cuerda estacionaria por medio de los efectos de la fuerza(fuente de perturbación) y la cuerda(medio físico), en estos casos hay que considerar que el tipo de material influye en que tanto esta avanzar.

Para este caso se tomara en consideración que el pulso viene determinado por la fuente de perturbación

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Donde: F es la fuerza que se aplica al medio de cuerda en (N)

$\mu$  es la densidad del medio de cuerda y se calcula como  $\mu = \frac{m}{L} \left[ \frac{kg}{m} \right]$

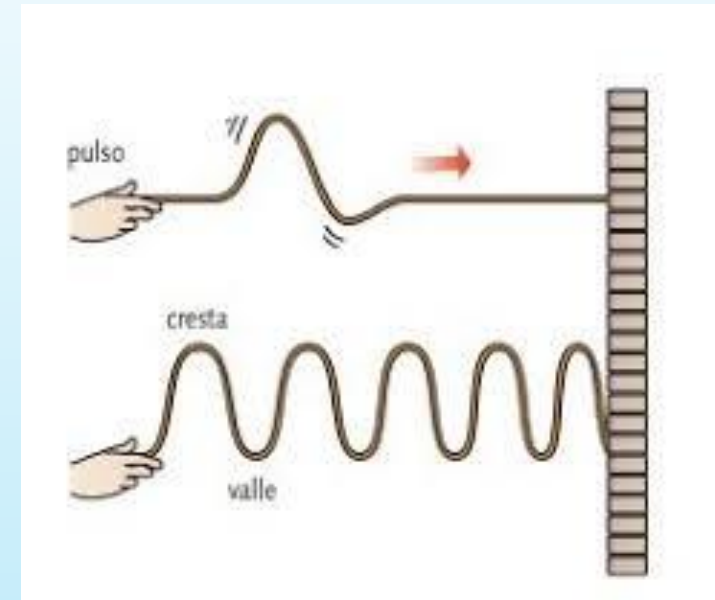
donde m= masa del material , L= Longitud de la cuerda.

## Energía del movimiento Ondulatorio

En estos tipos de fenómenos la forma de medir la energía es a partir de la potencia de la onda ya que la fuente de perturbación es algo difícil de establecer en medios físicos.

$$P_{max} = \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2 \text{ en watts}$$

$$P_{media} = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2 \text{ en watts}$$



**Ejercicio .** La Grafica muestra una onda cosenoidal a lo largo de una cuerda al tiempo 0.0s, si la frecuencia de la onda es de 100 Hz. Determine:

1. La tensión en N que estira la cuerda si esta tiene una densidad de 0.25kg/m
2. La máxima rapidez en m/s de cualquier punto a lo largo de la cuerda
3. La potencia máxima y media del medio

En estos casos la grafica al ser posición podremos encontrar la amplitud y la longitud de la onda mecánica

$$A = 0.2m \quad \lambda = 0.40m \quad f = 100Hz$$

2. Para la tensión es necesario estimar la rapidez de la onda

$$v = \lambda f = 0.4m(100s^{-1}) = 40 \text{ m/s}$$

1. tensión del medio de cuerda

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \rightarrow \quad T = \mu v^2 = 0.25(40)^2 = 400N$$

3. Potencia de la onda

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(100) = 200\pi \text{ rad/s}$$

$$P_{max} = \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2 = \sqrt{0.25(400)}(200\pi)^2(0.20)^2 = 157.91 \text{ KW}$$

$$P_{media} = \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \sqrt{0.25(400)}(200\pi)^2(0.20)^2 = 78.96 \text{ KW}$$

