

Ondas

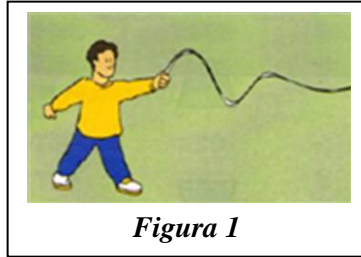


Figura 1

En la vida existen diversos ejemplos de situaciones donde se puede percibir una onda, pero para entender su concepto, veamos el siguiente ejemplo. Si dos personas sostienen una cuerda, cada una de cada extremo, y una de ellas mueve la cuerda, la otra percibirá un movimiento en su mano, esto se debe a que viaja por la cuerda una deformación la cual no traslada materia (cuerda) si no que transporta solo energía. (Figura 1).

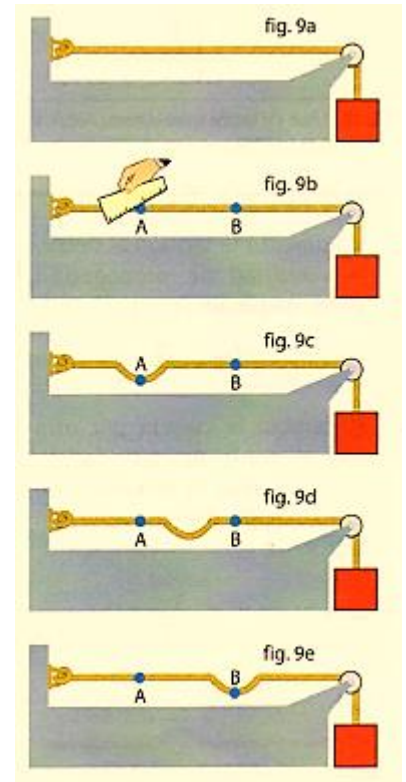
Por lo tanto por onda se entiende: **“toda forma de transferir energía de un lugar a otro del espacio sin desplazar materia.”**

Pulsos

Imagina que se tiene una cuerda atada a una pared de forma tensa. En determinado momento golpeamos con una regla el punto “A” verticalmente hacia abajo. En las cercanías de “A” la cuerda se deforma. A medida que pasa el tiempo esa deformación viaja por la cuerda, pero la cuerda no se desplaza. Se ha generado una perturbación denominada **pulso** que se propaga por la cuerda.

Si se observa la secuencia de imágenes se observa que los puntos de la cuerda tienen un movimiento vertical, mientras que el pulso se propaga horizontal.

Ahora imagina que tienes un conjunto de pulsos que se repiten periódicamente (al mismo tiempo). En este caso se tendrá una sucesión de pulsos, que se denomina **onda periódica**.



Clasificación de ondas

1° criterio: según en las direcciones en que se propague la onda.

- Unidimensional, la onda se propaga en una sola dirección. Ejemplo en una cuerda.
- Bidimensional, la onda se propaga en dos dimensiones, o sea un plano. Ejemplo en el agua, una mesa.
- Tridimensional, la onda se propaga en tres dimensiones, o sea en el espacio. Ejemplo el sonido, la luz.

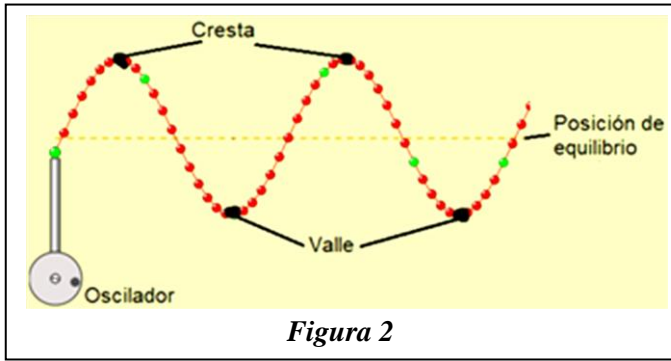
2° criterio: según si necesita de un medio material para propagarse o no.

- Mecánica, necesita necesariamente de un medio material para propagarse. Ejemplo: cuerda, agua, sonido.
- Electromagnética, no necesariamente necesita de un medio material para propagarse. Ejemplo la luz.

3° criterio: según el movimiento relativo entre la dirección de propagación de la onda y los puntos del medio.

- Transversal, los puntos del medio se mueven de forma perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Ejemplo, cuerda, agua, la luz.
- Longitudinal, los puntos del medio se mueven de forma paralela a la dirección de propagación de la onda. Ejemplo, el sonido.

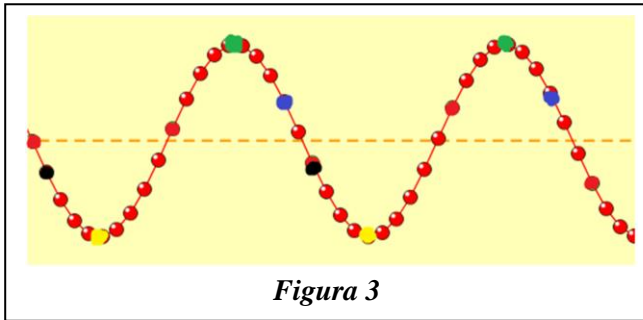
Ondas periódicas



Se denomina al conjunto de pulsos que son emitidos a intervalos iguales de tiempo. Es decir en cada período se provoca una perturbación idéntica a la anterior. Pensemos en el siguiente ejemplo, una cuerda larga y tensa está unida en uno de sus extremos a un oscilador (*Figura 2*), cuando el sistema comienza a funcionar, los puntos de la cuerda se separaran una cierta distancia de a posición de equilibrio.

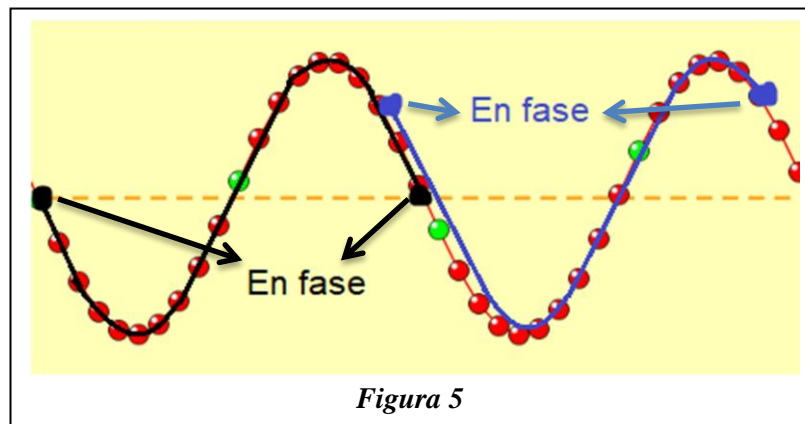
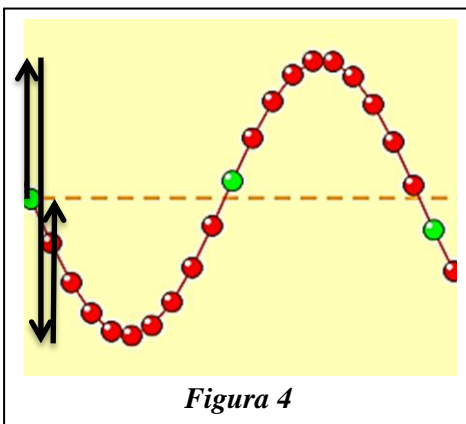
Valle y cresta se le denomina a todos los puntos que adquieren la posición más alejada de la posición de equilibrio, siendo la **cresta** el punto que se encuentra por encima y **valle** el que se encuentra por debajo de la posición de equilibrio.

Conceptos importantes

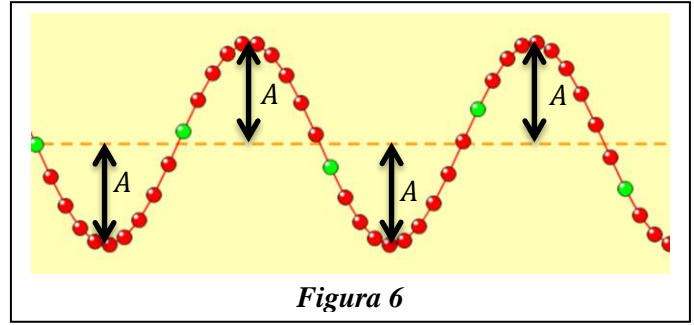


Puntos en fase: dos puntos del medio elástico se encuentran en fase cuando están a la misma distancia de la posición de equilibrio y con la misma velocidad en todo momento. En la (*Figura 3*) se muestran varios puntos en fase distinguidos con el mismo color.

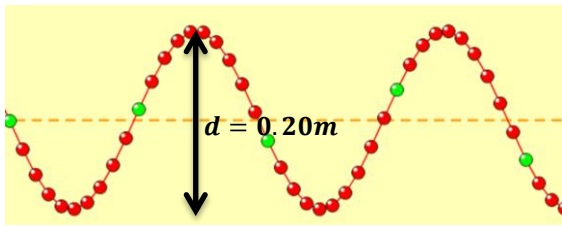
Ciclo u oscilación completa: es un viaje redondo, o sea que el punto del medio pasa por todas las posiciones o lo que es lo mismo que salga de la posición de equilibrio, realice 2 amplitudes y vuelva a la posición de equilibrio, esto sería que el punto sube se transforma en cresta, baja hasta transformarse en valle y vuelve a la posición de equilibrio (*Figura 4*). Es lo mismo pensar que un ciclo u oscilación completa es cuando la onda completa el recorrido entre dos puntos en fase (*Figura 5*).



Amplitud: es la máxima separación de cada punto del medio elástico con respecto a la posición de equilibrio (**Figura 6**). La representamos con la letra “A” y su unidad comúnmente puede ser en metro “m” o centímetros “cm”.

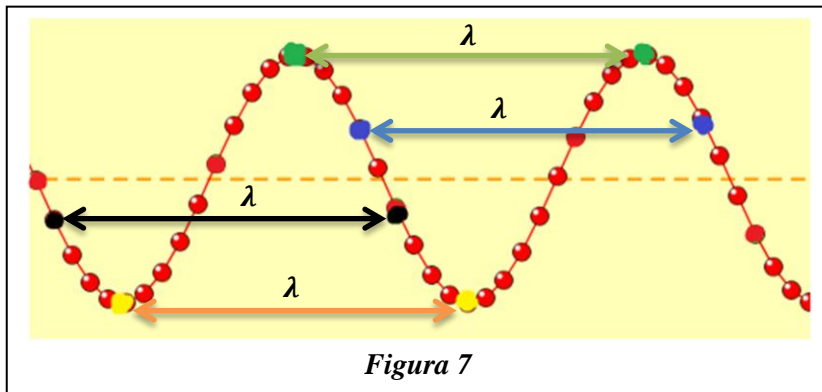


Ejemplo!!! En base a los datos que se te proporcionan en la siguiente imagen, determina la amplitud de la onda.



Como se brinda la distancia entre las dos separaciones máximas, para determinar la amplitud se debe dividir entre 2, ya que la misma refiere a la separación máxima desde la posición de equilibrio.

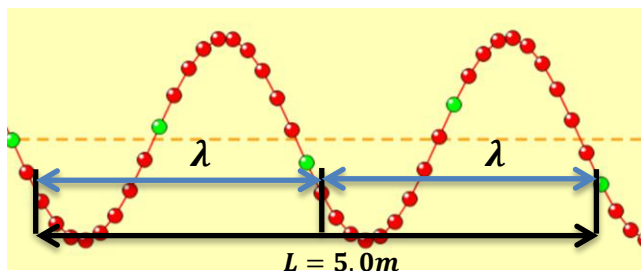
$$A = \frac{d}{2} \quad \longrightarrow \quad A = \frac{0.20m}{2} \quad \longrightarrow \quad A = 0.10m$$



Longitud de onda: es la distancia entre dos puntos consecutivos del medio que se encuentran en fase (**Figura 7**). Se simboliza con la letra lambda “λ” y su unidad en el sistema internacional es el metro “m”.

$$\lambda = \frac{\text{Distancia}}{\text{N}^\circ \text{ de oscilaciones}}$$

Ejemplo!!! Determina la longitud de onda de la siguiente onda con los datos que se te proporcionan.



La distancia que se brinda es entre dos punto en fase pero no son consecutivos, por lo tanto se debe dividir esa distancia entre la cantidad de ciclos u oscilaciones completas que se presentan en esa distancia. Aquí en la distancia “L” hay 2 ciclos o sea 2 λ.

$$\lambda = \frac{L}{2} \quad \longrightarrow \quad \lambda = \frac{5.0m}{2} \quad \longrightarrow \quad \lambda = 2.5m$$

Período: es el tiempo que demora la onda en viajar una distancia igual a la longitud de onda “ λ ”, o lo que es lo mismo pensar, el tiempo que demora cada punto del medio en realizar una oscilación completa. Se simboliza con la letra “ T ” y su unidad en el sistema internacional es el segundo “s”.

$$T = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{N}^\circ \text{ de oscilaciones}}$$

Ejemplo!!! Una onda demora 40s en realizar 10 oscilaciones completas, ¿cuál es el período de dicha onda?

$$T = \frac{\text{Tiempo}}{\text{Oscilaciones}} \longrightarrow T = \frac{40\text{s}}{10} \longrightarrow T = 4.0\text{s}$$

Frecuencia: Es la cantidad de oscilaciones o ciclos que cada punto del medio realiza por unidad de tiempo, también entendido como el inverso del período (**Ecuación 1**). Se simboliza con la letra “ f ” y su unidad en el sistema internacional es Hertz “Hz”.

$$f = \frac{\text{N}^\circ \text{ de oscilaciones}}{\text{Tiempo total}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

Ecuación 1

Ejemplo!!! Determina la frecuencia de una onda mediante los dos métodos que se presentaron anteriormente con los datos del ejemplo anterior de período.

a. Si la onda demora 40s en realizar 10 oscilaciones completas.

$$f = \frac{\text{Oscilaciones}}{\text{Tiempo}} \longrightarrow f = \frac{10}{40\text{s}} \longrightarrow f = 0.25\text{Hz}$$

b. Si el período de la onda es $T = 4.0\text{s}$

$$f = \frac{1}{T} \longrightarrow f = \frac{1}{4.0\text{s}} \longrightarrow f = 0.25\text{Hz}$$

Velocidad de una onda: para medir la velocidad de una onda suponiendo que es contante, haremos uso de la definición de velocidad para un Movimiento Rectilíneo Uniforme (**Ecuación 2**). Se simboliza con “ v ” y su unidad en el sistema internacional es metros sobre segundos “m/s”.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{Ecuación 2}$$

Δx – Desplazamiento
 Δt – Tiempo

Si aplicamos la **Ecuación 2** a una oscilación completa de una onda, esto quiere decir que el desplazamiento de la onda es igual a una longitud de onda “ λ ” y el tiempo que demora en realizar dicho desplazamiento es un período “ T ”, por lo sí sustituimos ambos datos en la **Ecuación 2**, por lo tanto la velocidad de una onda se puede obtener con la **Ecuación 3**.

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{Ecuación 3}$$

Se puede obtener una nueva ecuación para la velocidad si se sustituye la **Ecuación 1** en la **Ecuación 3**, resultando la **Ecuación 4**.

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{Ecuación 4}$$

Ejemplo!!! Utiliza las dos formas de determinar la velocidad de propagación de una onda, para el siguiente ejemplo.

Una onda presenta una longitud de onda de $15m$, la cual demora en realizar una oscilación completa $2.0s$ y presenta una frecuencia de $0.5Hz$.

- a. Haciendo uso de la **Ecuación 3**, resulta:

$$\boxed{v = \frac{\lambda}{T}} \longrightarrow \boxed{v = \frac{15m}{2.0s}} \longrightarrow \boxed{v = 7.5m/s}$$

- b. Haciendo uso de la **Ecuación 4**, resulta:

$$\boxed{v = \lambda \cdot f} \longrightarrow \boxed{v = 15m \cdot 0.5Hz} \longrightarrow \boxed{v = 7.5m/s}$$

Importante:

- Para practicar un poco sobre este tipo de ondas puedes hacer uso del siguiente simulador: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-on-a-string/latest/wave-on-a-string_es.html
Teniendo en cuenta que debes seleccionar los siguientes puntos para el funcionamiento deseado, **Oscilador, Sin Extremo y Ninguna amortiguación**.
- Por otro lado, los ejemplos presentados son una forma de determinar las variables deseadas, pero ten en cuenta que puede haber ejercicios donde tengas que combinar resultados obtenidos de alguna ecuación en otra. Por ejemplo que un ejercicio pida determinar la velocidad de una onda, pero previamente debes determinar la longitud de onda y el período.

Material proporcionado por el profesor Pablo Rodríguez, modificado y utilizado por el profesor Lucas Ceballos.