

1 Movimiento Ondulatorio

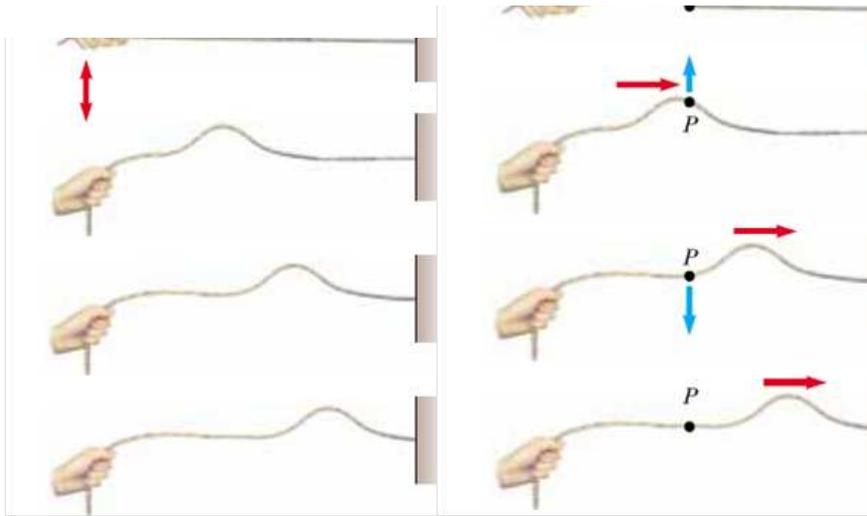
Cuando se arroja una piedra al agua se produce una onda. En ella las partes del medio se desplazan sólo distancias cortas. Sin embargo a través de ellas la onda puede transportar energía a través de grandes distancias (Ej:Tsunamis).



Ondas Mecánicas: Necesitan un medio para transportarse.

Ondas Electromagnéticas: No necesitan medio. Problema del éter.

1.1 Pulso en una cuerda



1.2 Características Fundamentales de una onda:

- Longitud de onda λ : 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 ν : $\nu = \frac{1}{T}$. 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

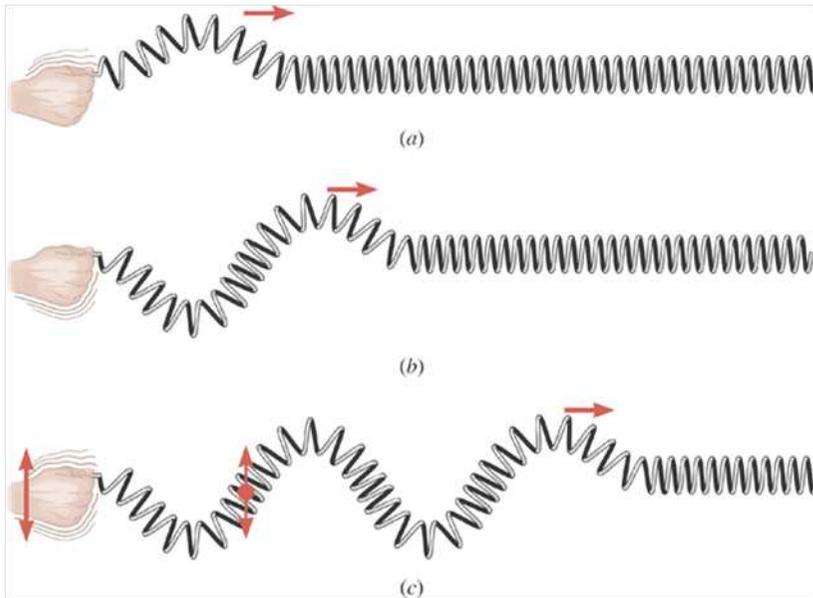
Se tiene que:

$$\lambda\nu = v$$

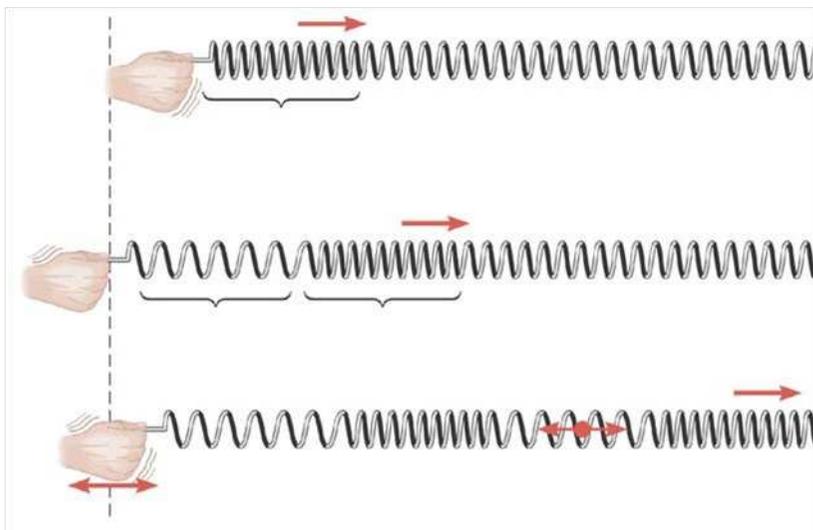
- Amplitud A de la onda: Máximo desplazamiento de las partículas del medio, medido desde la posición de equilibrio.

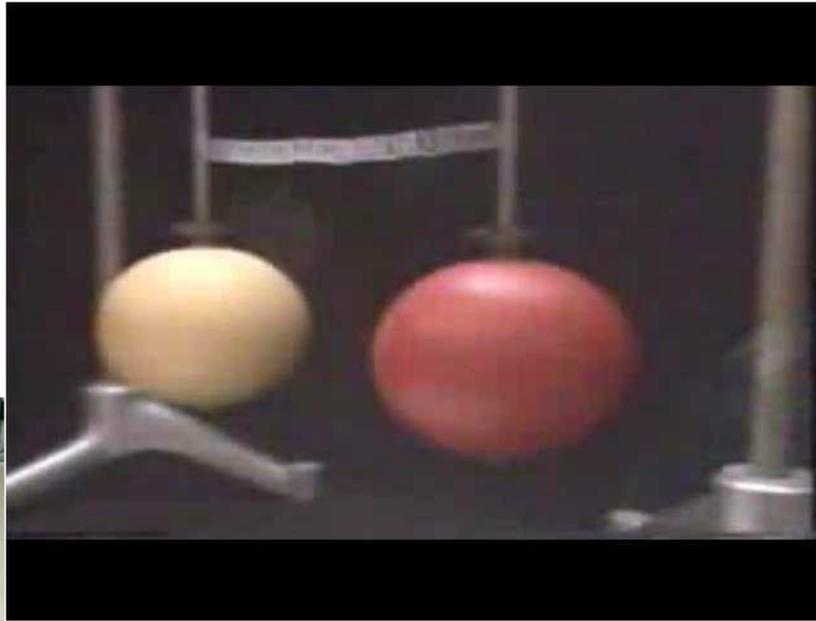
1.3 Desplazamiento de las partículas

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.





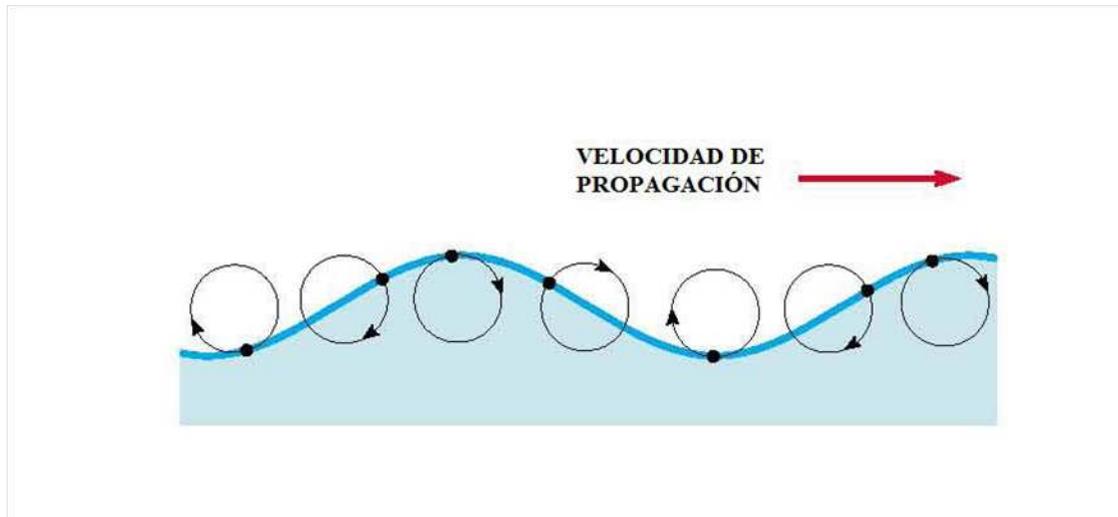
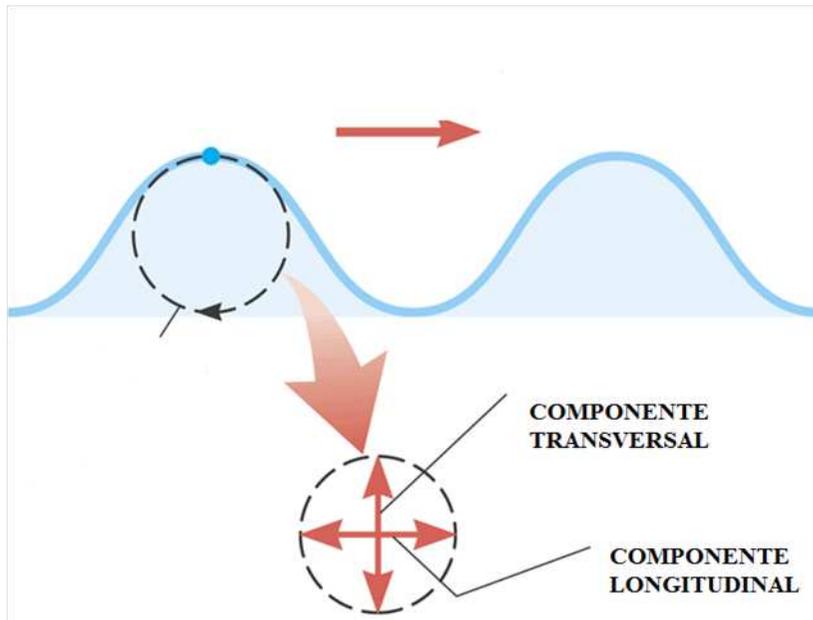
Terremotos:

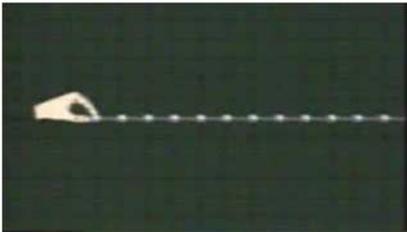
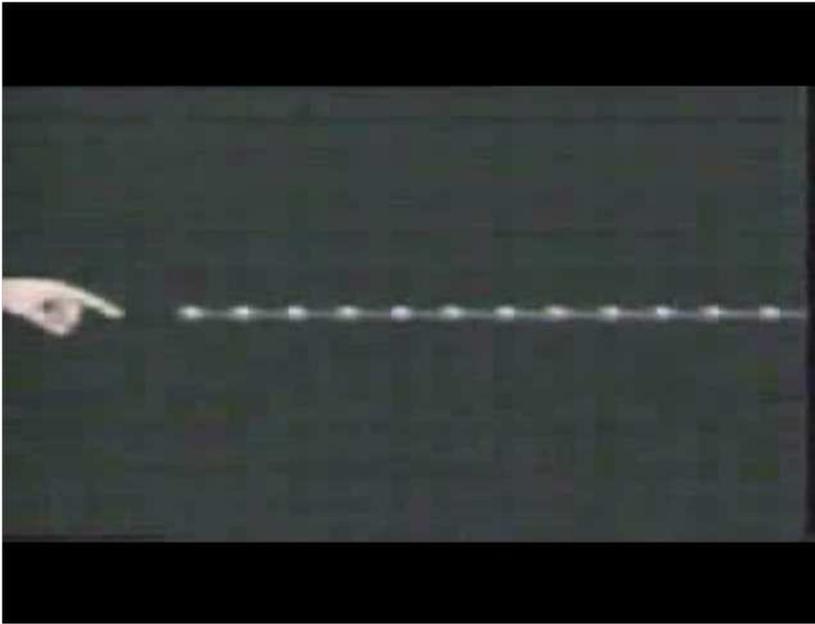
-Ondas P(primarias): Son ondas longitudinales de velocidad de propagación mayor que las

-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.

1.4 Olas





2 Ondas Viajeras Unidimensionales

Consideremos una onda representada en $t=0$ por $y=f(x)$ (frente de onda). La onda se mueve para tiempos posteriores de tal manera que su forma no cambia. Si la velocidad de la onda es v , se tiene que:

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

ondas propagándose hacia la derecha,

$y = f(x + vt)$, ondas propagándose hacia la izquierda

Ambas direcciones satisfacen la ecuación de ondas:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - v^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$$

- Fase de la onda: $\phi = k(x - vt)$. Se mide en radianes.

3 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.

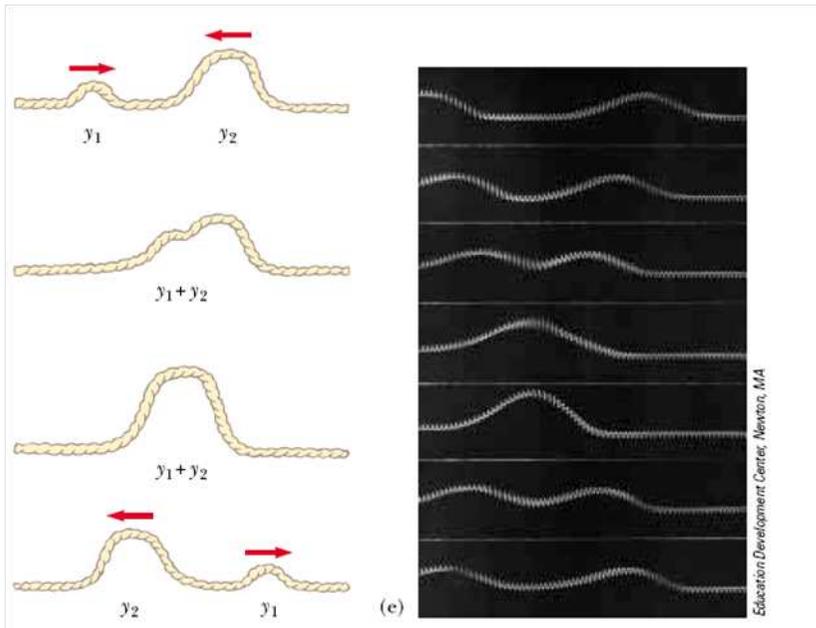
Podemos tener dos ondas de una amplitud enorme, que en ciertas regiones se superponen para dar una onda nula (Interferencia destructiva) o una amplitud aún mayor (interferencia constructiva).

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

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

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

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



4 Rapidez de una onda en una cuerda

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

5 Rapidez del sonido en un medio

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

6 Velocidad del sonido en el aire

$$v = 331 \frac{m}{s} \sqrt{1 + \frac{T_C}{273^\circ C}}$$

7 Reflexión y Transmisión

Extremo fijo: La onda se refleja y se invierte. Esto es debido a la reacción del extremo fijo sobre la cuerda:

Extremo móvil: La onda se refleja pero no se invierte.

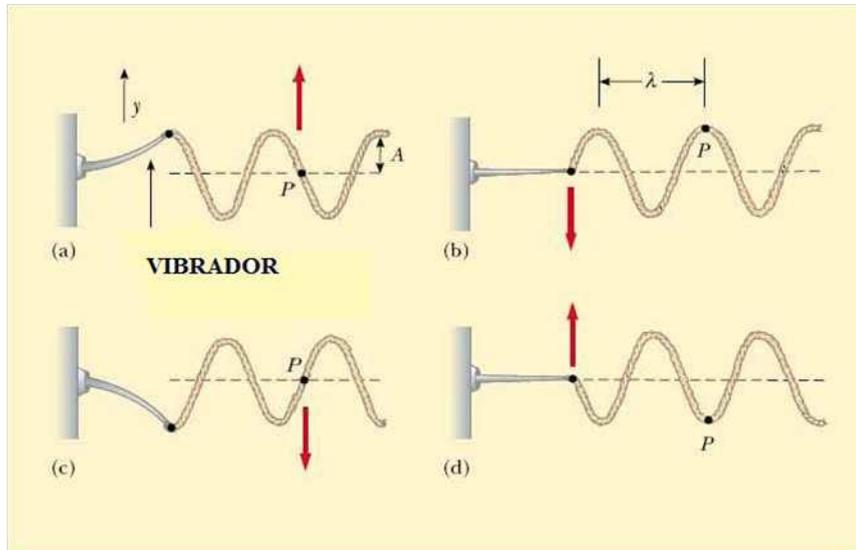
Puede darse el caso que la onda no sólo se refleje, sino que además haya transmisión: Parte de la onda sigue su camino en el otro medio. La amplitud de la onda reflejada es, en este caso, menor que la onda incidente, porque la energía debe conservarse.

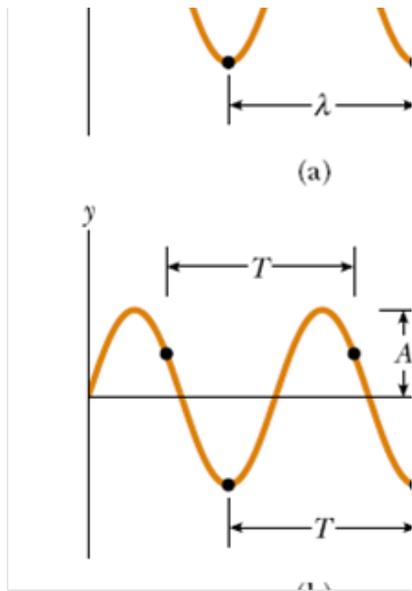
8 Ondas senoidales

$$y = A \operatorname{sen}(kx - \omega t)$$

Se tiene que:

$$\omega = vk$$





8.1 Potencia de una onda en una cuerda

En un punto x de la cuerda hay una masa $\mu\Delta x$. La energía a potencial elástica de esta sección de la cuerda es:

$$\Delta U = \frac{1}{2}\mu\Delta x\omega^2 y^2$$

Para una onda senoidal se tiene:

$$\Delta U = \frac{1}{2}\mu\omega^2 A^2 \text{sen}^2(kx - \omega t)\Delta x$$

La energía cinética del mismo punto de la cuerda es:

$$\Delta K = \frac{1}{2} \mu \Delta x \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2$$

Para una onda senoidal tenemos:

$$\Delta K = \frac{1}{2} \mu \omega^2 A^2 \cos^2(kx - \omega t) \Delta x$$

La energía total, por unidad de tiempo es:

$$P = \frac{1}{2} \mu \omega^2 A^2 v$$