

Vibraciones y ondas

Objetivo: Comprender que las ondas transmiten energía y que se pueden reflejar, refractar y absorber, explicando y considerando sus características (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación, entre otras), y los criterios para clasificarlas (mecánicas, electromagnéticas, transversales, longitudinales, superficiales).

Nivel: primero medio.

Recursos web:

<https://www.youtube.com/watch?v=eseSQGoqrDY>

<https://www.youtube.com/watch?v=J6GUv8MBM6g>

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/56_ondas/index.htm

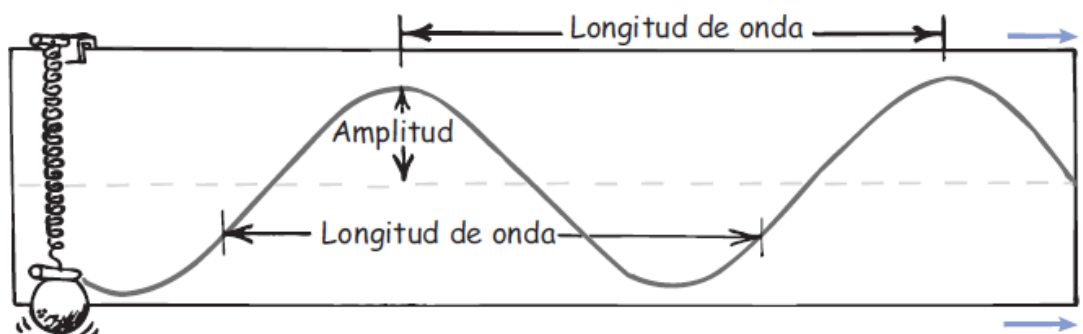
En general, todo lo que va y viene, va de un lado a otro y regresa, entra y sale, se enciende y apaga, es fuerte y débil, sube y baja, está vibrando. Una vibración es una oscilación en el tiempo. Un vaivén tanto en el espacio como en el tiempo es una onda, la cual se extiende de un lugar a otro. La luz y el sonido son vibraciones que se propagan en el espacio en forma de ondas; sin embargo, se trata de dos clases de ondas muy distintas. El sonido es la propagación de vibraciones a través de un medio material sólido, líquido o gaseoso. A este tipo de ondas se le llama **mecánicas**. Si no hay medio que vibre, entonces no es posible el sonido. El sonido no puede viajar en el vacío. No obstante, la luz sí puede viajar en el vacío a través de campos eléctricos y magnéticos, una vibración de energía pura. La luz puede atravesar muchos materiales, pero no necesita de alguno de ellos. A este tipo de ondas se le llama **electromagnética**. Esto se ve cuando la luz solar viaja por el vacío y llega a la Tierra. La fuente de todas las ondas, de sonido, de luz o de lo que sea, es algo que vibra.

Descripción de una onda

La mayoría de la información acerca de lo que nos rodea nos llega en alguna forma de ondas. Es a través del movimiento ondulatorio que el sonido llega a nuestros oídos, la luz a nuestros ojos, y las señales electromagnéticas a los radios y televisores.

A través del movimiento ondulatorio se puede transferir energía de una fuente hacia un receptor, sin transferir materia entre esos dos puntos. Entenderemos mejor el movimiento ondulatorio, si primero examinamos el caso sencillo de una cuerda horizontal estirada. Si se sube y baja un extremo de esa cuerda, a lo largo de ella viaja una perturbación rítmica.

La vibración de la pelota en el resorte, se transmite a través de una cuerda formando una onda. La curva especial, que se obtiene se llama senoide o sinusoides.





Cada partícula de la cuerda se mueve hacia arriba y hacia abajo; en tanto que al mismo tiempo la perturbación recorre la longitud de la cuerda. El medio, que puede ser una cuerda o cualquier otra cosa, regresa a su estado inicial después de haber pasado la perturbación.

Lo que se propaga es la perturbación, y no el medio mismo. Quizás un ejemplo más familiar del movimiento ondulatorio sea una onda en el agua. Si se deja caer una piedra en un estanque tranquilo, las ondas viajarán hacia afuera, formando círculos cada vez mayores cuyos centros están en la fuente de la perturbación. En este caso pensaríamos que se transporta agua con las ondas, porque cuando éstas llegan a la orilla, salpican agua sobre terreno que antes estaba seco. Sin embargo, debemos darnos cuenta de que si las ondas encuentran barreras impasables, el agua regresará al estanque y las cosas serían casi como estaban al principio: la superficie del agua habrá sido perturbada, pero el agua misma no habrá ido a ninguna parte. Una hoja sobre la superficie subirá y bajará cuando pase la onda por ella, pero terminará donde estaba antes. De nuevo, el medio regresará a su estado inicial después de que pasó la perturbación, incluso en el caso extremo de un tsunami.

La curva senoide o senoide es una representación gráfica de una onda. Al igual que con una onda de agua, a los puntos altos de una senoide se les llama crestas; y a los puntos bajos, valles. La línea recta punteada representa la posición “inicial”, o el “punto medio” de la vibración.

Se aplica el término amplitud (**A**) para indicar la distancia del punto medio a la cresta (o valle) de la onda. Así, la amplitud es igual al desplazamiento máximo respecto al equilibrio.

La longitud de onda (λ se lee lambda) es la distancia desde la cima de una cresta hasta la cima de la siguiente cresta. También, longitud de onda es la distancia entre cualesquiera dos partes idénticas sucesivas de la onda. Las longitudes de onda de las olas en una playa se miden en metros; las de las ondulaciones en un estanque, en centímetros; y las de la luz, en milésimas de millonésimas de metro (nanómetros).

La “rapidez de repetición” en una vibración se describe por su frecuencia (**f**). La frecuencia de un péndulo oscilante, o de un objeto fijo a un resorte, indica la cantidad de oscilaciones o vibraciones que efectúa en determinado tiempo (que por lo general es un segundo). Una oscilación completa de ida y vuelta es una vibración.

Si se hace en un segundo, la frecuencia es una vibración por segundo. Si en un segundo hay dos vibraciones, la frecuencia es dos vibraciones por segundo.

La unidad de frecuencia se llama hertz (Hz), en honor a Heinrich Hertz, quien demostró la existencia de las ondas de radio en 1886. Una vibración por segundo es 1 hertz; dos vibraciones por segundo son 2 hertz, etcétera. Las frecuencias mayores se miden en kilohertz (kHz, miles de hertz), e incluso las frecuencias todavía mayores en megahertz (MHz, millones de hertz) o gigahertz (GHz, miles de millones de hertz). Las ondas de radio AM se miden en kilohertz; en tanto que las de radio FM en megahertz; el radar y los hornos de microondas funcionan con frecuencias de gigahertz. Una estación de radio de AM de 960 kHz, por ejemplo, transmite ondas cuya frecuencia es de 960,000 vibraciones por segundo. Una estación de radio de FM de 101.7 MHz transmite a 101,700,000 de hertz. Estas frecuencias de las ondas de radio son las que tienen los electrones que son forzados a vibrar en la antena de una torre emisora de una estación de radio. La fuente de todas las ondas es algo que vibra. La frecuencia de la fuente vibratoria y la de la onda que produce son iguales. El periodo (**T**) de una vibración o una onda es el tiempo que tarda en completar una vibración. Si se conoce la frecuencia de un objeto, se puede determinar su periodo, y viceversa. Por ejemplo, imagina que un péndulo hace dos oscilaciones en un segundo. Su frecuencia de vibración es 2 Hz. El tiempo necesario para terminar una vibración, es decir, el periodo de vibración, es de $\frac{1}{2}$ segundo. O bien, si la frecuencia de vibración es 3 Hz, entonces, el periodo es de $\frac{1}{3}$ de segundo. La frecuencia y el periodo son recíprocos entre sí:

$$\text{Frecuencia} = \frac{1}{\text{periodo}}$$

o viceversa,

$$\text{Periodo} = \frac{1}{\text{frecuencia}}$$

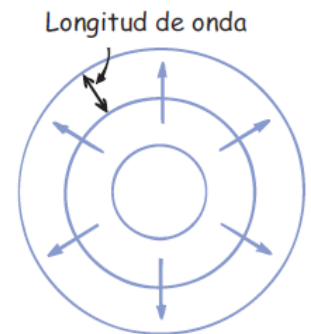


EXAMÍNATE 1

1. ¿Cuál es la frecuencia de una onda, dado que su periodo es aproximadamente de 0.01667 segundos?
2. Las ráfagas de aire hacen que el edificio de Sears en Chicago oscile con una frecuencia aproximada de vibración de 0.1 Hz. ¿Cuál es el periodo de esta vibración?

Rapidez de una onda

La rapidez del movimiento ondulatorio periódico se relaciona con la frecuencia y la longitud de onda de las ondas. Entenderemos bien esto si imaginamos el caso sencillo de las ondas en el agua de las figuras. Si fijáramos los ojos en un punto estacionario de la superficie del agua y observáramos las olas que pasan por él, podríamos medir cuánto tiempo pasa entre la llegada de una cresta y la llegada de la siguiente cresta (el periodo), y también observaríamos la distancia entre las crestas (la longitud de onda). Sabemos que la rapidez se define como una distancia dividida entre un tiempo. En este caso, la distancia es una longitud de onda y el tiempo es un periodo, por lo que la rapidez se expresa:



Vista superior de las ondas en el agua.

$$\text{Rapidez de la onda} = \frac{\text{longitud de onda}}{\text{periodo.}}$$

Por ejemplo, si la longitud de la onda es 10 metros y el tiempo entre las crestas, en un punto de la superficie, es 0.5 segundos, la onda recorre 10 metros en 0.5 segundos, y su rapidez será 10 metros divididos entre 0.5 segundos, es decir, 20 metros por segundo.

Como el periodo es igual al inverso de la frecuencia, la fórmula rapidez de la onda también se escribe también como:

$$\text{Rapidez de la onda} = \text{longitud de onda} \times \text{frecuencia}$$

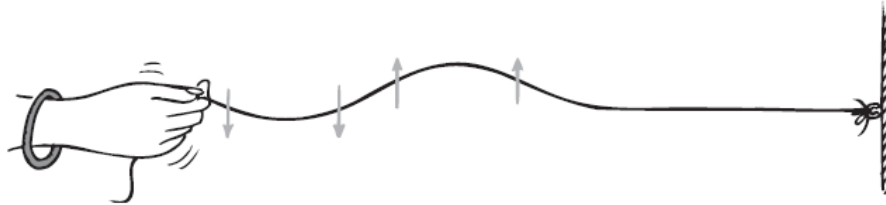
Esta relación es válida para todas las clases de ondas, ya sean de agua, sonoras o luminosas.

EXAMÍNATE 2

1. Si frente a ti pasa un tren de carga, y cada furgón tiene 10 m de longitud, y ves que cada segundo pasan tres furgones, ¿cuál será la rapidez del tren?
2. Si una ola en el agua sube y baja tres veces cada segundo, y la distancia entre las crestas de las olas es 2 m, ¿cuál es la frecuencia del oleaje? ¿Cuál es la longitud de onda? ¿Cuál es la rapidez de la ola?

Ondas transversales

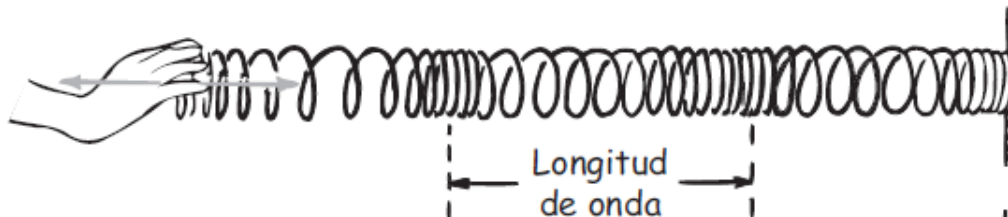
Sujeta un extremo de un cordón a la pared, y con la mano sujeta el otro extremo. Si de repente agitas tu mano hacia arriba y hacia abajo, se formará un impulso que viajará a lo largo de la cuerda de ida y vuelta. En este caso, el movimiento del cordón (hacia arriba y hacia abajo) forma un ángulo recto con la dirección de la rapidez de la onda. El movimiento perpendicular, o hacia los lados, en este caso, se llama movimiento transversal. Ahora mueve el cordón con un movimiento de subida y bajada periódico y continuo, y la serie de impulsos producirán una onda. Como el movimiento del medio (que en este caso es el cordón) es transversal respecto a la dirección hacia donde viaja la onda, a esta clase de onda se le llama onda transversal.



Ondas longitudinales

No todas las ondas son transversales. A veces las partes que forman un medio van y vienen en la misma dirección en la que viaja la onda. El movimiento es a lo largo de la dirección de la onda, y no en ángulo recto con ella. Esto produce una onda longitudinal.

Se pueden demostrar tanto las ondas transversales como las longitudinales con un resorte flexible y largo, estirado como en la figura. Una onda transversal se forma subiendo y bajando el extremo del resorte o moviéndolo de un lado a otro. Una onda longitudinal se forma si se tira y empuja con rapidez el extremo del resorte, hacia uno o alejándose de él. En este caso se ve que el medio vibra en dirección paralela a la de la transferencia de energía. Una parte del resorte se comprime, y una onda de compresión viaja por él. Entre las compresiones sucesivas está una región estirada, llamada rarefacción. Las compresiones y las rarefacciones viajan en la misma dirección, a lo largo del resorte. Las ondas sonoras son ondas longitudinales.



Examínate 1

1. Frecuencia = $1/\text{periodo} = 1/0.01667 \text{ s} = 60 \text{ Hz}$. ($0.01667 = 1/60$). De manera que la onda oscila 60 veces por segundo y tiene un periodo de $1/60$ segundo.
2. El periodo es igual a $1/\text{frecuencia} = 1/(0.1 \text{ Hz}) = 1/(0.1 \text{ vibración/s}) = 10 \text{ s}$. Cada oscilación, en consecuencia, ocupa 10 segundos.

Examínate 2

1. 30 m/s . Se puede llegar a esto en dos formas. a) Según la definición de rapidez $d/t = (3 \times 10 \text{ m})/1 \text{ s} = 30 \text{ m/s}$, ya que frente a ti pasan 30 m del tren en 1 s.
b) Si se compara el tren con un movimiento ondulatorio, donde la longitud de onda corresponde a 10 m y la frecuencia es 3 Hz, entonces
rapidez = longitud de onda x frecuencia = $10 \text{ m} \times 3 \text{ Hz} = 10 \text{ m} \times 3/\text{s} = 30 \text{ m/s}$.
3. La frecuencia de la ola es 3 Hz, su longitud es 2 m y su rapidez de onda es
Rapidez = longitud de onda x frecuencia = $2 \text{ m} \times 3/\text{s} = 6 \text{ m/s}$. Se acostumbra expresar lo anterior en la ecuación $v = \lambda \times f$ donde v es la rapidez de la onda, λ (letra griega lambda) es la longitud de onda y f es la frecuencia de la onda.