

# Ondas

Las ondas del agua son un fenómeno que se puede ver y los efectos de las ondas sonoras se escuchan directamente con el oído. Además el cuerpo puede detectar algunas ondas del espectro electromagnético. Las ondas de luz con el ojo, el efecto calorífico del infrarrojo con la piel. Sin embargo, hay otras ondas electromagnéticas que no se pueden percibirse directamente con los sentidos humanos e incluso el infrarrojo por regla general solo con los sentidos humanos e incluso el infrarrojo por regla general solo se puede observar mediante detectores especiales.

Los fenómenos ondulatorios aparecen en todos los campos de la física y se pueden utilizar ecuaciones matemáticas similares para todas las aplicaciones. Aquí se examinarán algunos de los principios generales que rigen el movimiento ondulatorio.

## Tipos de ondas y sus características.

Una honda en movimiento es una perturbación que se desplaza o propaga de un punto a otro. *Las ondas mecánicas* son ondas que se propagan por un material, como ocurre por ejemplo al golpear un extremo de una varilla de metal con un martillo. Una perturbación inicial, que se produce en un punto de aplicación de una fuerza a las partes del material adyacentes. Entonces actúa una fuerza elástica para devolver el material a su posición de equilibrio. Al hacerlo, comprime las partículas adyacentes de tal manera que la perturbación se aleja del foco. Las partículas se excitan en el intento de volver a sus posiciones originales, así que en un punto determinado una compresión viene seguida de una rarefacción. El paso de onda se percibe en las variaciones de presión alrededor del punto de equilibrio o por la velocidad de las oscilaciones. Este paso se describe como oscilatorio o periódico.

Hay dos tipos principales de oscilación periódica: la *transversal* y la *longitudinal*. En las ondas transversales las vibraciones son perpendiculares a la dirección del desplazamiento en las ondas longitudinales son paralelas al desplazamiento.

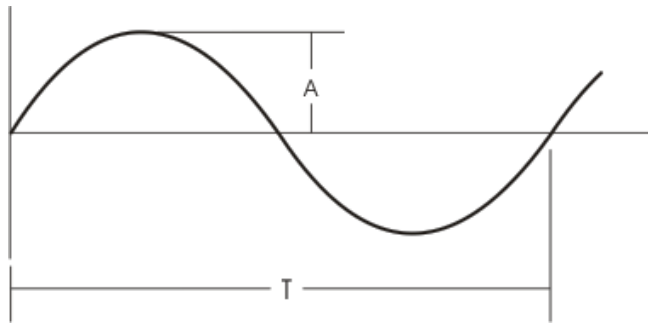
Las ondas sonoras son compresiones y rarefacciones alternas de cualquier material que actúe como medio para el desplazamiento y son longitudinales.

Las ondas de agua se producen por el viento o alguna perturbación de otro tipo. Las partículas se mueven en círculos verticales, de manera que se producen desplazamientos tanto transversales como longitudinales. De este movimiento surge el conocido perfil de las ondas, con sus estrechas cimas y sus amplios valles.

En los movimientos ondulatorios se produce una transferencia de energía, que en el caso de las ondas sonoras y las ondas de agua es mecánica. Sin embargo, el paso de una onda por un medio también supone una pérdida de energía. La amplitud disminuye y se habla de un amortiguamiento de la onda.

Hay dos procesos diferentes, la dispersión y la absorción. En muchos casos no hay absorción o hay poca, por ejemplo, la radiación electromagnética del sol se traslada por el espacio sin que se produzca ninguna absorción, pero plantas más alejadas que la tierra reciben menos radiaciones porque se tiene que irradiar por más espacio y por lo tanto la intensidad (la relación de potencia y espacio) disminuye según una ley de cuadrados inversos. Lo mismo ocurre con el sonido en la atmósfera. Sin embargo, en algunos casos se absorbe energía en un medio, como por ejemplo cuando la luz entra y expone una partícula fotográfica o cuando rayos X entran en el tejido humano. En la radiación homogénea, la absorción es exponencial, por ejemplo, si la mitad de la radiación traspasa 1 mm de absorbente, un cuarto pasaría por 2 mm y un octavo por 3 mm.

El periodo o ciclo (T) de una onda es el tiempo que tarda en tener lugar una vibración completa. La frecuencia (f) del movimiento ondulatorio se define como el número de oscilaciones completas o ciclos por segundo ( $f=1/T$ ). La unidad de frecuencia es el hertzio (hz.), que toma el nombre del físico alemán Heinrich Rudolf Hertz, 1 Hertz = ciclo por segundo.



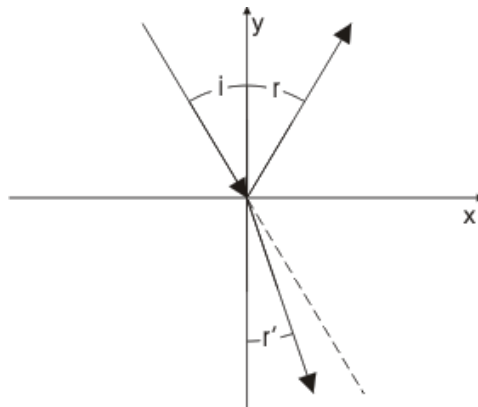
La amplitud es el desplazamiento máximo desde la posición de equilibrio. La longitud de onda ( $\lambda$ ) es la distancia entre dos máximos o senos consecutivos de la onda. La velocidad de propagación ( $V$ ) de las compresiones o la velocidad de fase de la onda es igual al producto de la frecuencia por la longitud de onda:  $v = f \cdot \lambda$ .

Las ondas que se originan en un foco puntual se propagan hacia fuera, en todas las direcciones, formando frentes de onda que serán circulares o esféricos al propagarse por un medio homogéneo. Cuando la distancia entre el frente de onda y el foco es grande, se puede considerar con un frente de onda plano.

## Reflexión y refracción

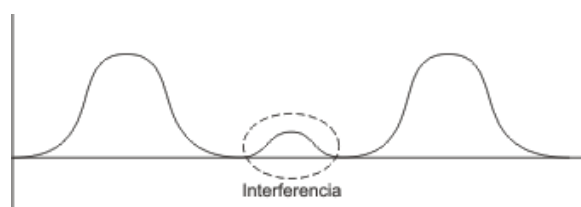
Reflexión de ondas planas en una superficie plana. Las ondas son paralelas mientras se acerca a XY y después se reflejan. AN es la normal de XY en a. I es el ángulo de incidencia de la onda al tocar XY. El ángulo de reflexión es r. Siendo  $i = r$

Se le denomina refracción a la desviación que ocurre cuando una onda incidente llega formando con la superficie límite un ángulo cualquiera y la onda transmitida modifica su dirección original acercándose o alejándose de la normal.



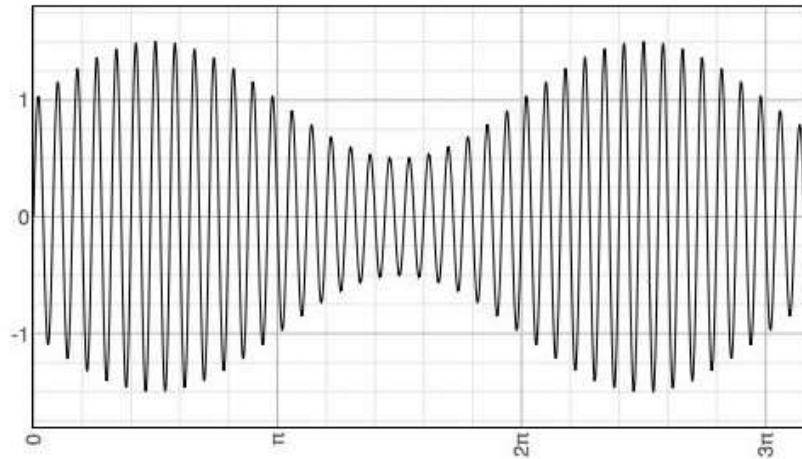
## Interferencia

Si varias ondas se desplazan por un medio, el resultado en todo momento y en cualquier punto será la suma vectorial de las amplitudes de cada onda. Este fenómeno se conoce como el principio de superposición. Cuando dos o más ondas se combinan de esta manera exhiben el fenómeno de la interferencia. Si la amplitud de la onda resultante es mayor que las de cada onda individual, tiene lugar una interferencia constructiva; si es menor hay una interferencia destructiva. Si dos ondas sonoras con frecuencias ligeramente diferentes y las mismas amplitudes suenan a la vez (por ejemplo dos diapasones), entonces el sonido resultante tiene lo que se llama una amplitud variable. Estas amplitudes variables se llaman pulsaciones y su frecuencia se denomina frecuencia de pulsación. Dicha frecuencia es igual a la diferencia que hay entre las frecuencias de las dos notas originales. Al afinar instrumentos musicales es de ayuda escuchar las pulsaciones: cuando más seguidas sean, más afinado está el instrumento.



# Modulación de amplitud y de frecuencia

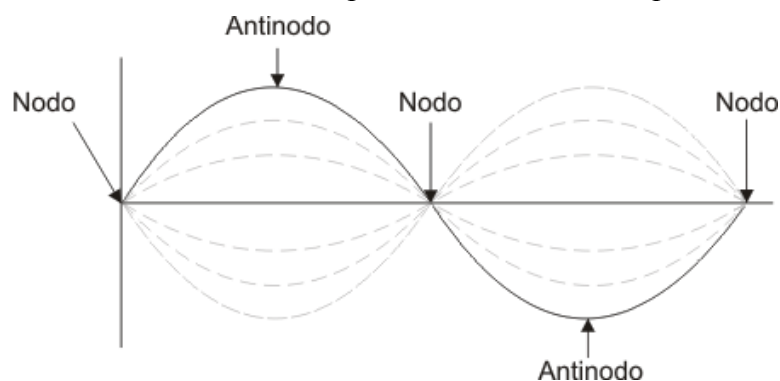
Las ondas de radio se pueden utilizar para transportar las ondas sonoras, superponiendo la huella de la onda sonora sobre la huella de la radio-onda. Es una de las formas básicas de retransmisión radiofónica, denominada modulación. Las ondas de radio se pueden modular de dos maneras. La modulación de amplitud (AM) es la más corriente. Se hace variar la amplitud de la onda transmisora de radio con la amplitud de la señal sonora. Para la modulación de frecuencia (FM) se hace variar la frecuencia de la onda transmisora para llevar el paso de las variaciones de amplitud de la señal sonora.



Modulación de Amplitud

## Ondas estacionarias

Estas son el resultado de confinar ondas en una región determinada. Cuando una onda en movimiento, como la que se propaga por la cuerda de una guitarra en dirección del puente, llega al soporte, la cuerda tiene que estar casi en reposo. Se ejerce una fuerza sobre el soporte, que entonces reacciona, mandando una onda reflejada por la cuerda en sentido opuesto. Esta onda tiene la misma frecuencia y longitud de onda que la onda original. Con determinadas frecuencias las dos ondas, propagándose en sentidos contrarios interfieren para producir una onda estacionaria. Cada modo de vibración corresponde a una frecuencia particular.



Las ondas estacionarias pueden ser transversales, como en una cuerda de violín, punteada, o longitudinal, como en el aire de un tubo de un órgano. Las posiciones de la amplitud máxima y mínima se denominan antinodos o vientres y nodos respectivamente. En los antinodos la interferencia es constructiva. En los nodos es destructiva.

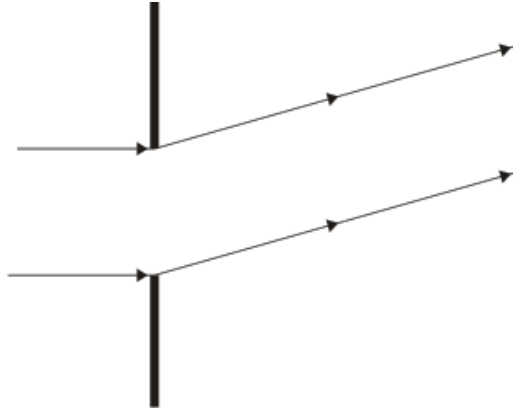
Se aplica una fuerza periódica a un sistema con una frecuencia de o cerca de la frecuencia natural del sistema, entonces la amplitud de vibración resultante será mucho mayor que para otras frecuencias. Estas frecuencias naturales se llaman frecuencias resonantes. Cuando una frecuencia impulsora llega a igualar la frecuencia resonante, se ha obtenido la amplitud máxima.

La frecuencia natural de los objetos se puede usar de forma destructiva. Vientos fuertes pueden llevar puentes suspendidos a su frecuencia natural, haciéndolos vibrar, hasta ocasionar la destrucción del puente. Al cruzar un puente, los soldados en formación tienen que romperla para que el puente no alcance la frecuencia natural de la estructura que causaría su desintegración.

# Difracción

Las ondas normalmente avanzan en línea recta por un medio uniforme. Sin embargo, cuando pasan por una rendija con un ancho comparable a la longitud de onda, se dispersan en forma de abanico, es decir se difractan. Así las ondas pueden doblar las esquinas. APRA una onda sonora de 256 Hz la longitud de onda es de unos 1.3 m, o sea, cercana a las dimensiones de puertas y ventanas abiertas.

Si se proyecta un haz de luz por una sola rendija ancha sobre una pantalla cercana a la rendija, se obtiene una imagen nítida y clara de la rendija. Si se estrecha la rendija llegara un punto en el cual la rendija ya no se vera cada vez mas estrecha, sino una huella de difracción de bordes claros y oscuros.



El principio de Huygens fue propuesto en 1676 por el físico Holandés Christiaan Huygens (1629-1695) para explicar las leyes de la reflexión y la refracción. Postulo que la luz era un movimiento ondulatorio. Cada punto de un frente de ondas es a su vez un foco de ondas nuevas o secundarias. En nuevo frente de ondas es a su vez un foco de ondas nuevas o secundarias. El nuevo frente de ondas es la superficie que toca todos los frentes de ondas de los focos secundarios. La difracción expone los efectos de interferencia que se observan en una luz que sale de una posición continua de un frente de ondas, como la de una rendija estrecha. El trabajo del medico y fisico británico Thomas Young (1773-1829) y otros finalmente dieron la razón a la teoría de Huygens.