Ondas Mecánicas y Sonido

Ondas y sonido

Una onda es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio material o incluso en el vacío. Cuando estas ondas necesitan de un medio material, se llaman **ondas mecánicas**. Las únicas ondas que pueden propagarse en el vacío son las **ondas electromagnéticas**.

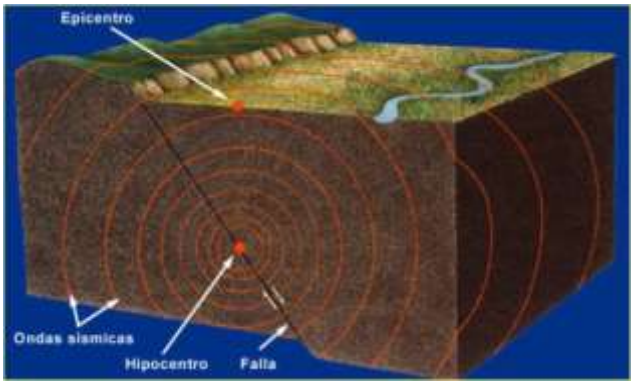
¿Qué son las ondas mecánicas?

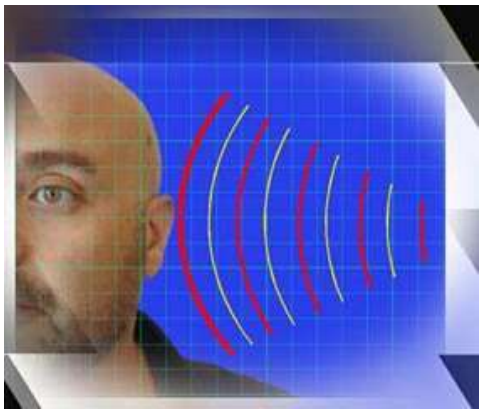
Una onda mecánica es una perturbación de las propiedades mecánicas (posición, velocidad y energía de sus átomos o moléculas) que se propaga a lo largo de un material.

El sonido es un tipo de onda mecánica que se propaga únicamente en presencia de un medio material.

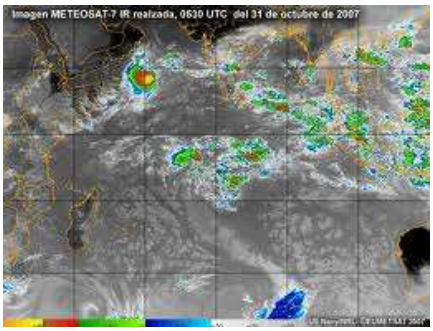
Tipos de Ondas

Onda Elástica: es una perturbación tensional que se propaga a lo largo de un medio elástico. Por ejemplo las ondas sísmicas ocasionan temblores que pueden tratarse como ondas elásticas que se propagan por el terreno.





Onda Sonora: Una onda sonora es un caso particular de elástica, concretamente una onda elástica longitudinal. Los fluidos son medios continuos que se caracterizan por no tener rigidez y por tanto no pueden transmitir ondas elásticas transversales sólo longitudinales de presión.



Ondas de Gravedad: Las ondas de gravedad son ondas que se propagan en un medio estratificado estable frente al desarrollo de movimientos verticales. Estas ondas se estudian especialmente en Meteorología, donde las ondas de gravedad se producen en zonas estables de la atmósfera terrestre.

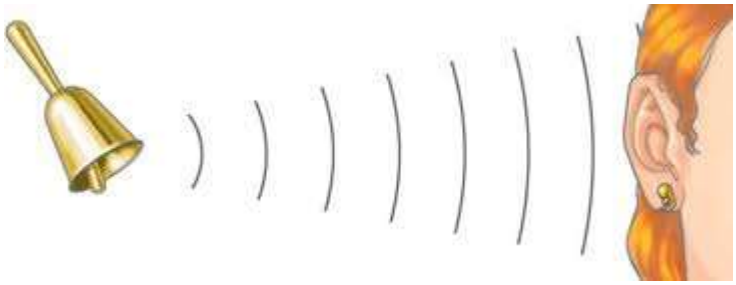
Características de las Ondas Mecánicas:

- **Difracción:** Ocurre cuando una onda al topar con el borde de un obstáculo deja de ir en línea recta, para rodearlo.
- **Efecto Doppler:** Efecto debido al movimiento relativo entre la fuente emisora de las ondas y el receptor de las mismas.
- **Interferencia:** Ocurre cuando dos ondas se combinan al encontrarse en el mismo punto del espacio.
- **Reflexión:** Ocurre cuando una onda, al encontrarse con un nuevo medio que no puede atravesar, cambia de dirección.
- **Refracción:** Ocurre cuando una onda cambia de dirección al entrar en un nuevo medio en el que viaja a distinta velocidad.
- **Onda de Choque:** Ocurre cuando varias ondas que viajan en un medio se superponen formando un cono.

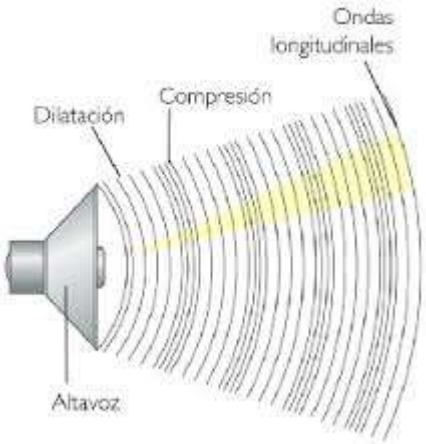
Aplicaciones de las Ondas Mecánicas

Se usan desde las bocinas de un estéreo, televisión, radio, computadora, en los amortiguadores de los carros, instrumentos musicales, para trasladar energía, entre otras muchas aplicaciones.

¿Qué son las ondas sonoras?



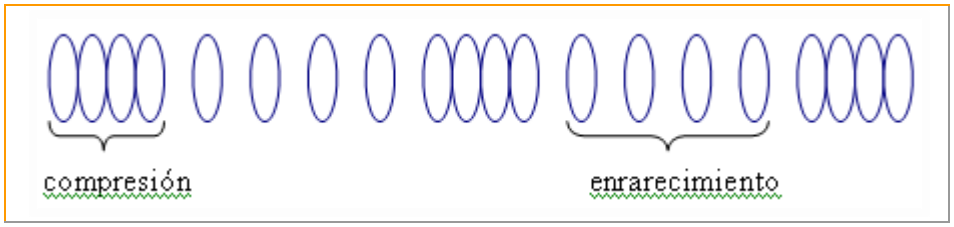
Un cuerpo al vibrar imprime un movimiento de vaivén (oscilación) a las moléculas de aire que lo rodean, haciendo que la presión del aire se eleve y descienda alternativamente. Estos cambios de presión se trasmiten por colisión entre las moléculas de aire y la onda sonora es capaz de desplazarse hasta nuestros oídos. Las partes de la onda en que la presión aumenta (las moléculas se juntan) se llaman ***compresiones*** y aquellas en que la presión disminuye (las moléculas se alejan) se llaman ***enrarecimientos.***



Según la dirección de propagación, clasificamos las ondas en dos tipos:

Ondas Longitudinales:

Es cuando la vibración de la onda es paralela a la dirección de propagación de la propia onda. Estas ondas se deben a las sucesivas compresiones y enrarecimientos del medio, de este tipo son las **ondas sonoras**. Un resorte que se comprime y estira también da lugar a una onda longitudinal.

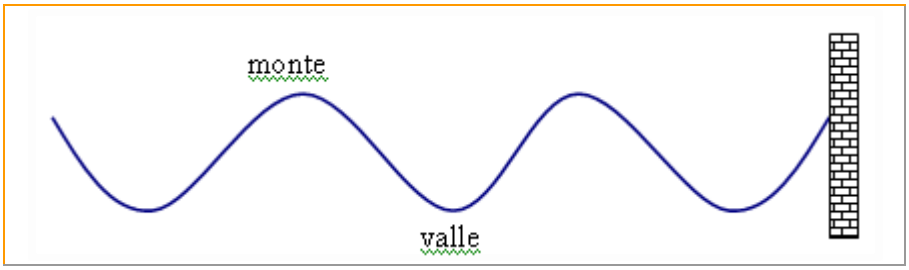


El sonido se trasmite en el aire mediante ondas longitudinales.

Otro ejemplo de onda longitudinal es aquella que se produce cuando se deja caer una piedra en un estanque de agua, se origina una perturbación que se propaga en círculos concéntricos (que tienen en común el centro) que, al cabo del tiempo, se extienden a todas las partes del estanque.

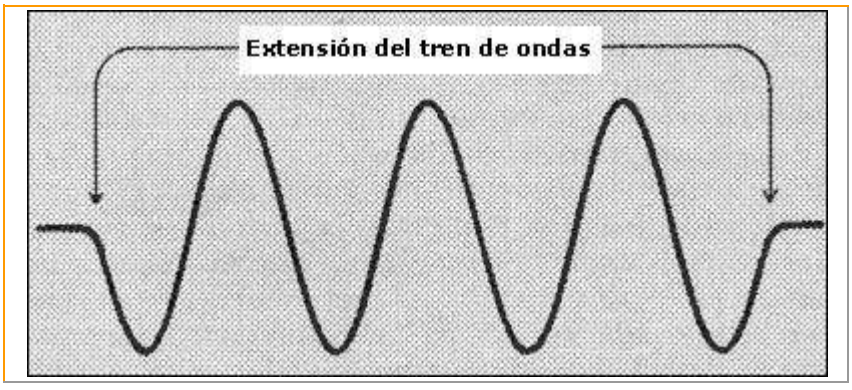
Ondas Transversales:

Donde la vibración es perpendicular a la dirección de la onda. Las ondas transversales se caracterizan por tener montes y valles. Por ejemplo, las ondas que se forman sobre la superficie del agua al arrojar una piedra o como en el caso de una onda que se propaga a lo largo de una cuerda tensa a la que se le sacude por uno de sus extremos.

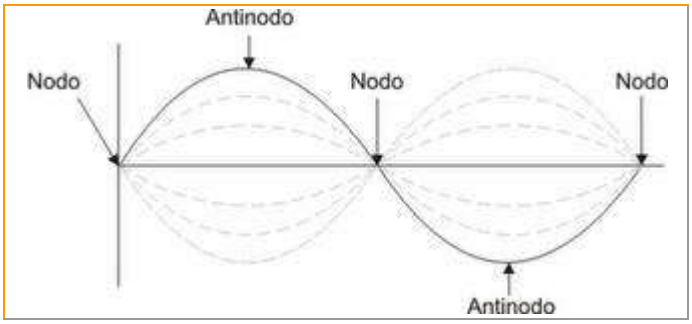


Características generales o elementos de las ondas

Tren de ondas: Todas las ondas al moverse lo hacen una tras otra como si fuera un tren de donde se coloca un vagón tras otro.



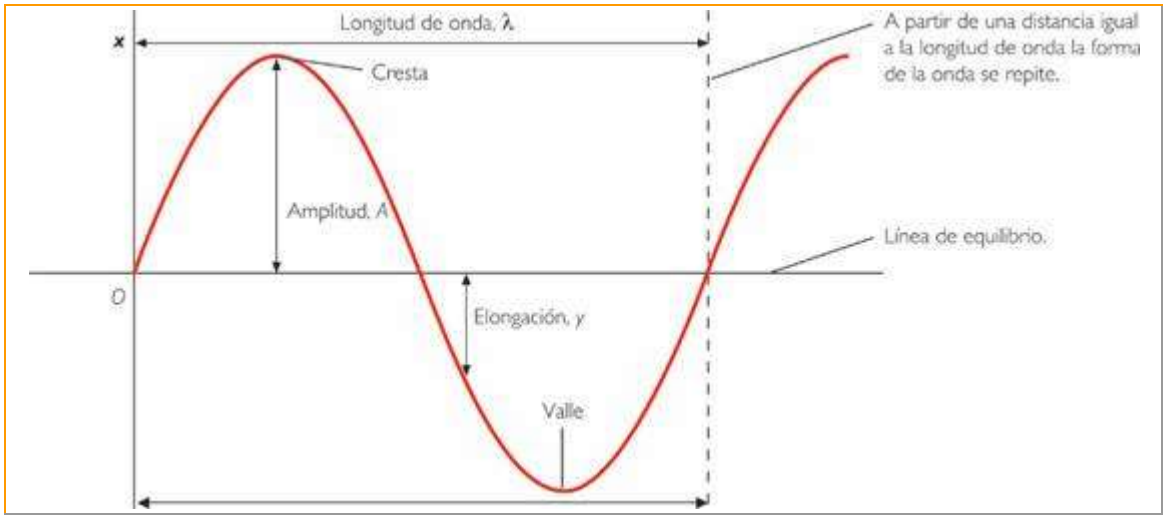
Nodo: Es el punto donde la onda cruza la línea de equilibrio.



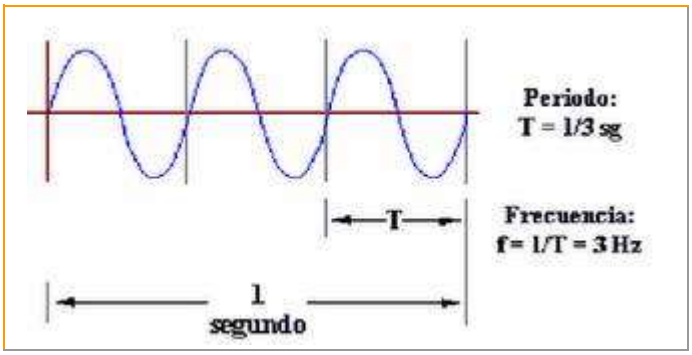
Elongación: Es la distancia entre cualquier punto de onda y su posición de equilibrio (punto central).

Cresta, monte o pico: es el punto más alto de una onda

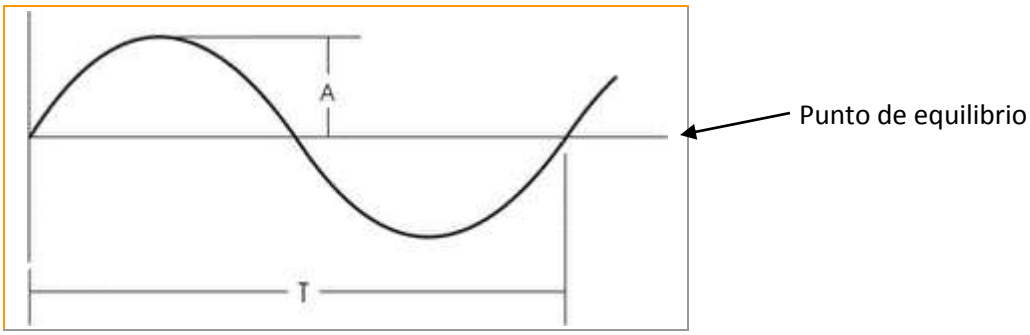
Valle: Es el punto más bajo de una onda.



Periodo: Tiempo que tarda en efectuarse una onda o vibración completa, se mide en segundos o s/ciclo se representa con una T mayúscula.

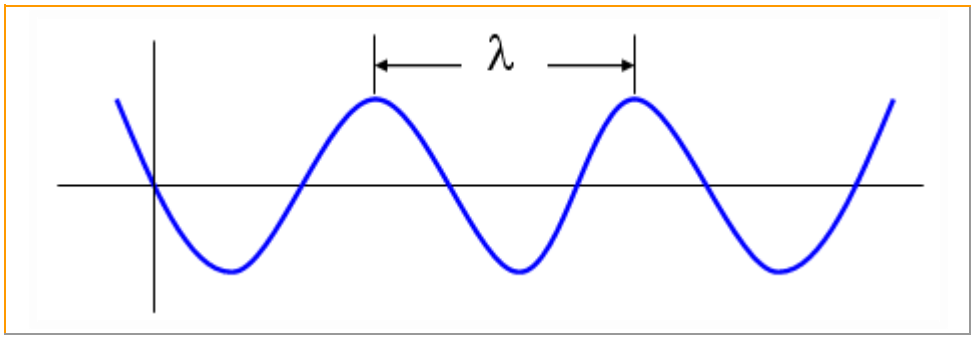


Amplitud (A): Es la máxima separación de la onda o vibración desde su punto de equilibrio.

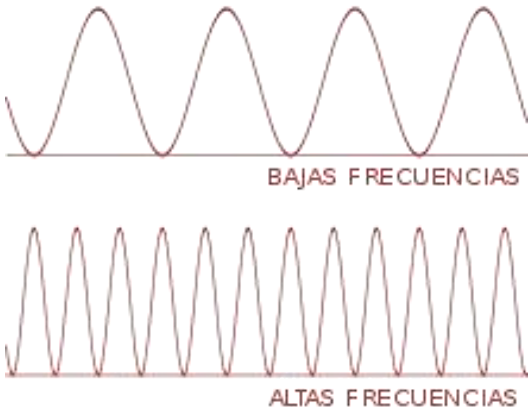


La longitud de onda (λ, lambda) es la distancia entre dos máximos o compresiones consecutivos de la onda. En las ondas transversales la longitud de onda corresponde a la distancia entre dos montes o valles, y en las ondas longitudinales a la distancia entre dos compresiones contiguas. También podemos decir que es la distancia que ocupa una onda completa, se indica con la letra griega lambda (Λ) y se mide en metros. A la parte superior de la onda se le llama cresta y a la inferior se le llama valle.

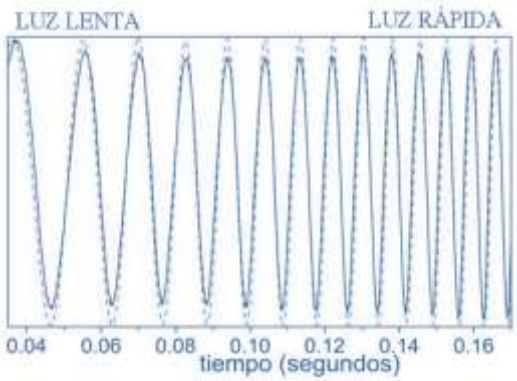
Tomaremos como ejemplo ilustrativo una onda transversal.



Frecuencia: Es el número de ondas producidas por segundo. La frecuencia se indica con la letra **f** minúscula. Se mide en ciclos/ segundo o hertz (Hz). Coincide con el número de oscilaciones por segundo que realiza un punto al ser alcanzado por las ondas. Las dos magnitudes anteriores, longitud y frecuencia, se relacionan entre sí para calcular la velocidad de propagación de una onda.



Velocidad de propagación: Es la relación que existe entre un espacio recorrido igual a una longitud de onda y el tiempo empleado en recorrerlo.



Se indica con la letra **V** y es igual al producto de la frecuencia (f) por la longitud de onda (λ).

Matemáticamente se expresa así:

$$V = \lambda \cdot f$$

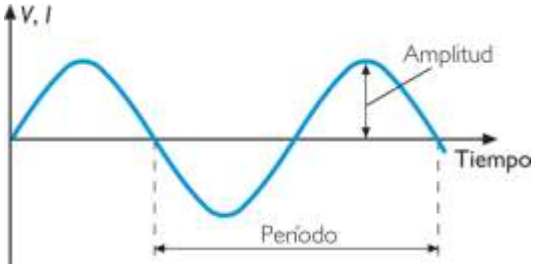
por lo tanto

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

Fórmula que nos indica que la longitud de onda λ y la frecuencia **f** son dos magnitudes inversamente proporcionales, es decir que cuanto mayor es una tanto menor es la otra.

Periodo: Es el tiempo (en segundos) que tarda un punto en realizar una oscilación completa al paso de una onda. Se abrevia con la letra (T).

La frecuencia (f) se relaciona con el periodo según la fórmula



$$f = \frac{1}{T_{seg}}$$

Volvamos a la fórmula

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

para reemplazar en ella **f (frecuencia)**, y nos queda la fórmula

$$V = \lambda \cdot \frac{1}{T_{seg}}$$

$$V = \frac{\lambda}{T_{seg}}$$

Lo cual nos indica que también podemos calcular la velocidad si conocemos la longitud (λ) y el periodo (en segundos) de una onda.

Como vemos, podemos relacionar estas magnitudes y conociendo los valores de algunas de ellas podemos determinar los valores de las otras, usando las fórmulas indicadas.

Para ejercitar la materia desarrollemos algunos problemas

Problema 1

Un edificio se mece con una frecuencia aproximada a 0,10 Hz. ¿Cuál es el periodo de la vibración?

Datos:

Frecuencia f = 0,10 Hz

Fórmula:

$$\mathbf{f} = \frac{1}{\mathbf{T}_{seg}}$$

Reemplazamos los valores

$$0,10 = \frac{1}{\mathbf{T}_{seg}}$$

Calculamos $\mathbf{T}_{seg}$

$$\mathbf{T}_{seg} \cdot 0,10 = 1$$

$$\mathbf{T}_{seg} = \frac{1}{0,10} = 10_{seg}$$

Respuesta:

El periodo (intervalo de duración entre dos crestas de una onda) es de 10 segundos.

Problema 2

Una ola en el océano tiene una longitud de 10 m. Una onda pasa por una determinada posición fija cada 2 s. ¿Cuál es la velocidad de la onda?

Datos:

Longitud (λ) = 10 m

Periodo (T_{seg}) = 2 seg

Velocidad (V) = ¿

Fórmula:

$$\mathbf{V} = \lambda \cdot \mathbf{f}$$

$$\mathbf{V} = \lambda \cdot \frac{1}{\mathbf{T}_{seg}}$$

$$\mathbf{V} = \frac{\lambda}{\mathbf{T}_{seg}}$$

Reemplazamos valores

$$V = \frac{10\ \mathbf{m}}{2\ \mathbf{seg}} = 5\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{seg}}$$

Respuesta:

La velocidad de una onda de 10 metros que pasa por una posición fija cada 2 segundos es de 5 m/s

Problema 3

Ondas de agua en un plato poco profundo tienen 6 cm de longitud. En un punto, las ondas oscilan hacia arriba y hacia abajo a una razón de 4,8 oscilaciones por segundo. a) ¿Cuál es la rapidez de las ondas?, b) ¿cuál es el periodo de las ondas?

Datos:

longitud (λ) = 6 cm

frecuencia (f) = 4,8 Hz

Fórmula:

$$\mathbf{f} = \frac{1}{\mathbf{T}_{seg}}$$

Periodo (T) = ¿

Velocidad (V) = ¿

Para calcular la velocidad (V) necesitamos conocer la longitud (6 cm) y el periodo (T), ya que la fórmula de V es

$$\mathbf{V} = \lambda \cdot \mathbf{f}$$

$$\mathbf{V} = \lambda \cdot \frac{1}{\mathbf{T}_{seg}}$$

$$\mathbf{V} = \frac{\lambda}{\mathbf{T}_{seg}}$$

y la fórmula para determinar el periodo (T) la obtenemos de

$$\mathbf{f} = \frac{1}{\mathbf{T}_{seg}}$$

$$\mathbf{T}_{seg} = \frac{1}{\mathbf{f}}$$

reemplazamos valores y queda

$$T_{seg} = \frac{1}{4,8} = 0,2083333$$

entonces

$$V = \lambda \cdot \frac{1}{T_{seg}}$$

$$V = \frac{\lambda}{T_{seg}}$$

quedará

$$V = \frac{6\ \mathbf{cm}}{0,2083333\ \mathbf{seg}} = 28,80 \frac{\mathbf{cm}}{\mathbf{seg}}$$

Respuestas:

La rapidez o velocidad de las ondas es de 28,8 cm/s; y el periodo de cada onda es de 0,2083333 seg.

Problema 4

Ondas de agua en un lago viajan 4,4 m en 1,8 s. El periodo de oscilación es de 1,2 s. a) ¿Cuál es la rapidez de las ondas?, b) ¿cuál es la longitud de onda de las ondas?

Datos:

Distancia recorrida por las ondas: 4,4 m

Tiempo en recorrer esa distancia: 1,8 seg

Periodo: 12,2 seg

Primero calculamos la velocidad

$$V = \frac{4,4\ \mathbf{m}}{1,8\ \mathbf{seg}} = 2,444 \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{seg}}$$

Ahora, calculamos la frecuencia (f)

$$\mathbf{f} = \frac{1}{1,2\ \mathbf{seg}} = 0,8333\ \mathbf{seg}$$

Luego, calculamos la longitud de onda (l)

$$\lambda = \frac{V}{f} = \frac{2{,}4444\ \frac{m}{seg}}{0{,}8333\ \frac{}{seg}} = 2{,}9333\ m$$

Respuestas:

La rapidez o velocidad de las ondas es de 2,4444 m/s; y la longitud de cada onda es de 2,9333 m

Problema 5

Calcular la longitud de onda de una nota musical con una frecuencia de 261 Hz.

Considerando que la velocidad de propagación del sonido en el aire a 15° C es de 340 m/seg, entonces se tiene,

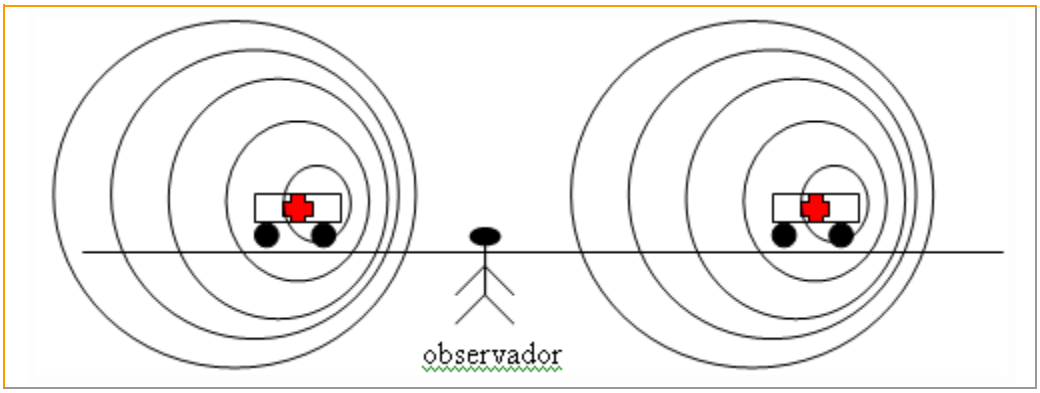
v = 340 m/seg ; **f** =261 Hz ; por lo tanto la longitud de onda es,

$$\lambda = \frac{340}{261}(m) = 1{,}302(m)$$

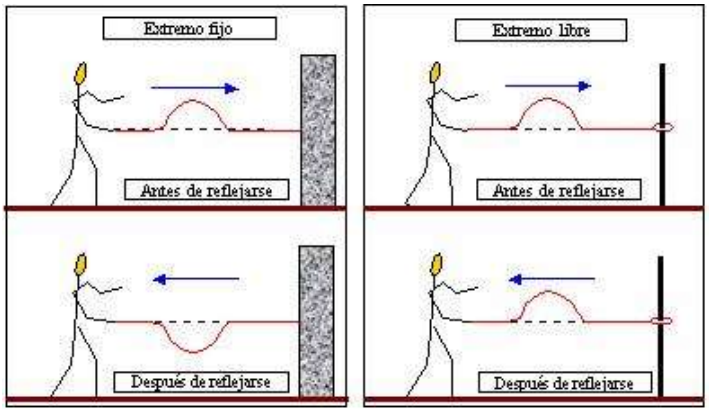
El efecto Doppler

Cuando una fuente de sonido se acerca o aleja de un observador, el tono del sonido percibido varía. Este fenómeno se conoce como **efecto Doppler** y fue explicado por primera vez en 1842 por el físico austriaco Christian Doppler (1803-1853).

Tomemos por ejemplo la sirena de una ambulancia. Cuando se acerca, las ondas sonoras que se propagan hacia delante están más apretadas, y llegan a nuestros oídos con más frecuencia y la sirena tiene un tono más agudo. Cuando se aleja, las ondas que se propagan hacia atrás están más separadas, de frecuencia más baja y el sonido es más grave. Cuanto mayor es la velocidad de la fuente de sonido mayor es el cambio de frecuencia.



Ondas estacionarias



Cuando dos ondas de igual amplitud, longitud de onda y velocidad avanzan en sentido opuesto a través de un medio se forman **ondas estacionarias**. Por ejemplo, si se ata a una pared el extremo de una cuerda y se agita el otro extremo hacia arriba y hacia abajo, las ondas se reflejan en la pared y vuelven en sentido opuesto. Esta onda tiene la misma frecuencia y longitud de onda que la onda original. Con determinada frecuencias las dos ondas, propagándose en sentidos contrarios interfieren para producir una onda estacionaria.

Estas ondas están caracterizadas por la aparición de puntos en reposo (nodos) y puntos con amplitud vibratoria máxima (vientre). Esto es posible observarlo en las cuerdas vibrantes, como en las cuerdas de guitarra, y en los tubos sonoros.

Las ondas estacionarias no son ondas viajeras sino los distintos modos de vibración de una cuerda, una membrana, aire en un tubo, etc.

Cuerdas vibrantes

Una cuerda, tendida entre dos puntos fijos, es susceptible de emitir un sonido gracias a sus vibraciones. La nota producida por una cuerda vendrá determinada por la longitud **(L)**, la tensión **(T)**, la densidad **(d)** y la sección **(S)**. Así, si disponemos de una cuerda muy tensa y fina, obtendremos una nota aguda; y por el contrario, si la cuerda está poco tensa y es gruesa, la nota será grave.

La frecuencia se puede encontrar a partir de la fórmula:

$$\mathbf{f} = \frac{1}{2 \cdot \mathbf{L}} \sqrt{\frac{\mathbf{T}}{\mathbf{d} \cdot \mathbf{s}}}$$

Resonancia

La frecuencia a la que un objeto vibra de manera natural se llama su **frecuencia de resonancia**, si un sonido que posea esa frecuencia se emite en las proximidades de un objeto, este capta la energía de la onda sonora y vibra de manera natural produciéndose la resonancia.

Cuando la música suena alta en una habitación, determinadas notas harán que resuene un objeto situado cerca de los parlantes. Una copa de cristal se puede romper si un cantante es capaz de emitir un sonido de frecuencia igual a la frecuencia natural de la copa.

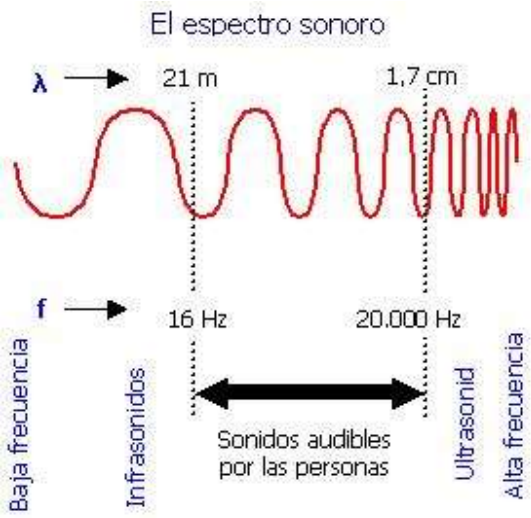
En resumen, un cuerpo vibra por resonancia cuando llegan a él vibraciones de frecuencia igual a la propia vibración del cuerpo.

Espectro sonoro, Infrasonido y Ultrasonido

No todas las ondas sonoras pueden ser percibidas por el oído humano, el cual es sensible únicamente a aquellas cuya frecuencia están comprendidas entre los 20 y los 20.000 Hz, pudiendo variar de una persona a otra. A las perturbaciones de frecuencia inferior a los 20 Hz se les denomina **infrasonidos** y a las que la tienen rango superior a 20.000 Hz, **ultrasonido**. Tanto el infrasonido como el ultrasonido no son perceptibles por el oído humano.

El infrasonido es el tipo de onda generada por grandes fuentes sonoras, como es el caso de los terremotos y volcanes, así como por maquinarias muy pesadas. Se ha comprobado que este tipo de onda puede provocar movimiento e irritación de los órganos internos del cuerpo.

El ultrasonido tiene muchas aplicaciones en diferentes campos de la física, la química, la tecnología y la medicina.

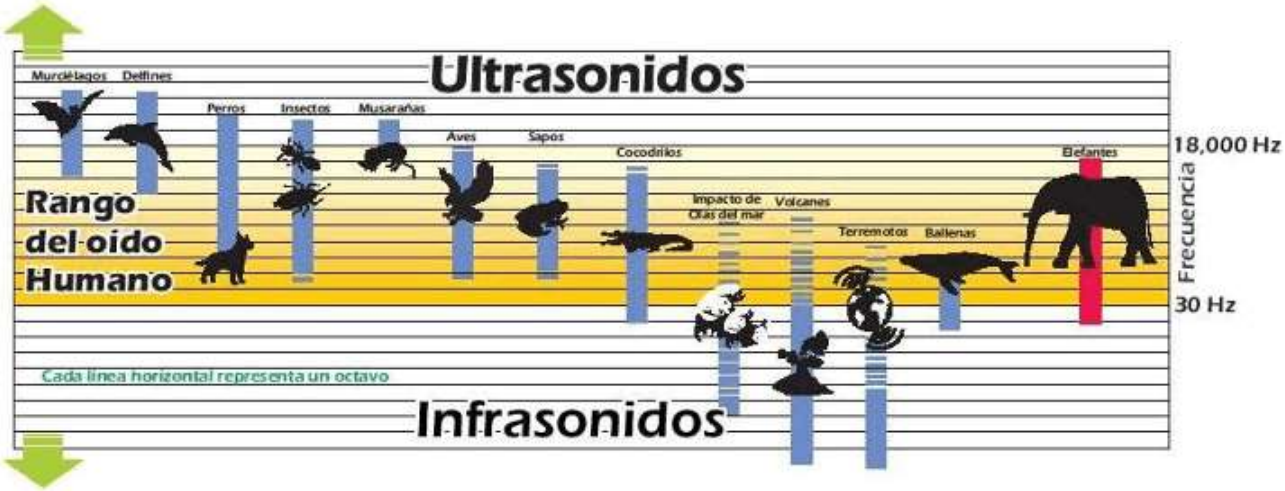


Se utiliza a menudo en medicina porque, a diferencia de los rayos X, las ondas ultrasónicas no perjudican a los tejidos humanos. La ecografía se basa en la emisión de dichas ondas a través de la piel hacia los órganos en exploración, estos las reflejan y los ecos son recogidos por un escáner que forma en ellos una imagen sobre una pantalla.

El ultrasonido también es utilizado en la medición de profundidades marítimas, para localizar cardúmenes, con lo que resulta una excelente ayuda para la pesca, así como para detectar barcos hundidos y submarinos. Se le utiliza además en la industria para le detección de grietas en los metales, por medio de la diferencia en los ecos reflejados en la grieta.

Otro tipo de aplicación de las ondas ultrasonoras es la de matar microorganismos; al enfocar sobre ellos un haz ultrasónico, los hace entrar en rapidísima vibración, con lo cual mueren.

Existen animales capaces de emitir ondas ultrasonoras: Los delfines, por medio de fuertes chasquidos que rebotan en los objetos produciendo ecos, pueden localizar peces y otros objetos submarinos. Los murciélagos son capaces de viajar y detectar obstáculos por medio de las ondas ultrasónicas que son capaces de emitir y percibir



PROPIEDADES DEL SONIDO:

- AMPLITUD: la primera propiedad que una onda de sonido ha de tener es la amplitud. Subjetivamente, la intensidad de un sonido corresponde a nuestra percepción del mismo como más o menos fuerte. Cuando elevamos el volumen de la cadena de música o del televisor, lo que hacemos es aumentar la intensidad del sonido. La amplitud es la distancia por encima y por debajo de la línea central de la onda de sonido.

- FRECUENCIA: se mide en Hercios (Hertz, Hz) y nos permite saber a cuantos ciclos por segundo va esa onda. Un ciclo es cuando la onda sube hasta un punto máximo de amplitud, baja hasta atravesar la línea central y llega hasta el punto de amplitud máximo negativo y vuelve a subir hasta alcanzar la línea central. El tono o altura de un sonido depende de su frecuencia, es decir, del número de oscilaciones por segundo.

- TIMBRE: es la cualidad del sonido que nos permite distinguir entre dos sonidos de la misma intensidad y altura. Podemos así distinguir si una nota ha sido tocada por una trompeta o por un violín. Esto se debe a que todo sonido musical es un sonido complejo que puede ser considerado como una superposición de sonidos simples.

- VELOCIDAD: Esta es la propiedad más simple y precisa del sonido. La velocidad del sonido en un medio puede medirse con gran precisión. Se comprueba que dicha velocidad es independiente de la frecuencia y la intensidad del sonido, dependiendo únicamente de la densidad y la elasticidad del medio.

Glosario:

El efecto Doppler: Cuando una fuente de sonido se acerca o aleja de un observador, el tono del sonido percibido varía.

El infrasonido: Es el tipo de onda generada por grandes fuentes sonoras, como es el caso de los terremotos y volcanes, así como por maquinarias muy pesadas.

Onda: Es una perturbación que avanza o que se propaga en un medio material o incluso en el vacío

Onda Elástica: Es una perturbación tensional que se propaga a lo largo de un medio elástico.

Ondas de gravedad: Son ondas que se propagan en un medio estratificado estable frente al desarrollo de movimientos verticales.

Ondas Longitudinales: Es cuando la vibración de la onda es paralela a la dirección de propagación de la propia onda.

Onda mecánica: Es una perturbación de las propiedades mecánicas (posición, velocidad y energía de sus átomos o moléculas) que se propaga a lo largo de un material.

Una onda sonora: Es un caso particular de elástica, concretamente una onda elástica longitudinal.

Velocidad de propagación: Es la relación que existe entre un espacio recorrido igual a una longitud de onda y el tiempo empleado en recorrerlo.

Referencias bibliográficas

http://www.slideshare.net/orckas/ondas-mecanicas

http://fisicaibtcarlos.blogspot.com/2011/01/ondas-mecanicas.html

http://www.astro.ugto.mx/~papaqui/ondasyfluidos/Tema_1.01-Tipos_de_Ondas_Mecanicas.pdf