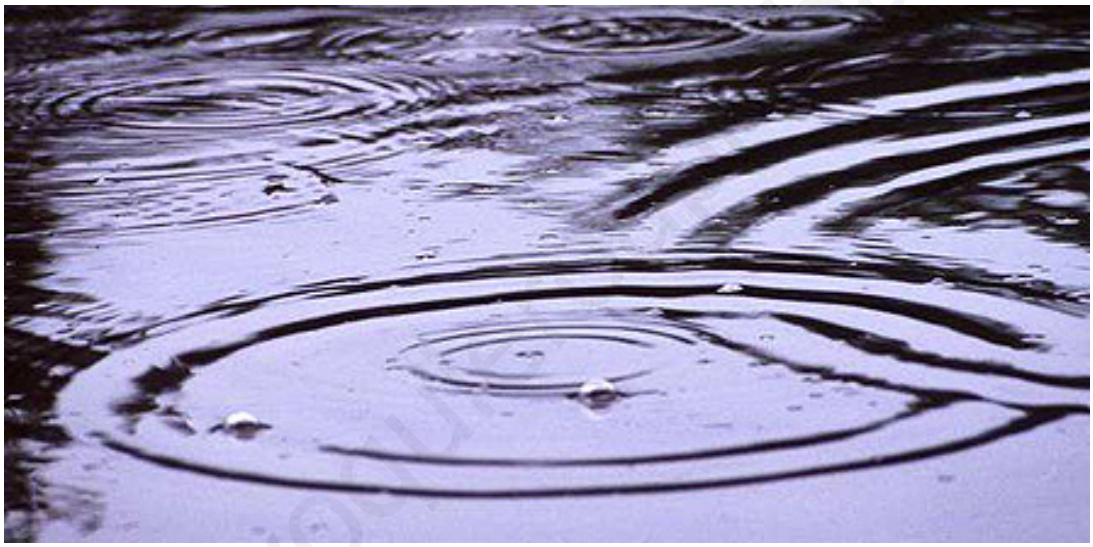
Unidad Didáctica 6



Movimiento ondulatorio

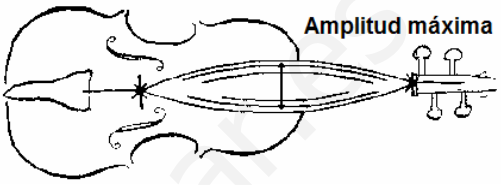
www.yoquieroaprobar.es

1.- Concepto de onda.

Una **onda** *es la propagación de energía entre dos puntos de un medio, sin que exista transmisión de materia entre dichos puntos*. Ejemplos:

- Al lanzar una piedra a una charca, en el punto de impacto se produce una perturbación que se propaga por todo el líquido. Este es un ejemplo de **onda viajera**, cuando la perturbación, al cabo de cierto tiempo, alcanza todos los puntos del medio, que no tiene límites.

- Al tirar de una cuerda de guitarra, se produce una perturbación que se propaga por toda la cuerda. Este es un ejemplo de **onda estacionaria**, cuando la perturbación está limitada, mediante fronteras, a una región específica del medio.

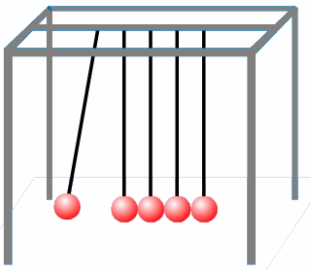


Foco o centro emisor *es el punto o partícula del medio donde se inicia la transmisión de energía (onda), es decir, donde se produce la perturbación*.

Una **onda es armónica** *cuando la partícula que se encuentra en el foco emisor tiene un movimiento armónico simple y, al propagarse la perturbación por un medio elástico, todos los puntos del medio tienen también un movimiento armónico simple*.
De manera que:

- Cada partícula induce este m.a.s. a su vecina, empezando por el foco emisor.

- Las partículas intermedias no se desplazan mientras se transmite la energía (onda), pero si vibran con un movimiento armónico simple (m.a.s) en torno a su posición de reposo o equilibrio.

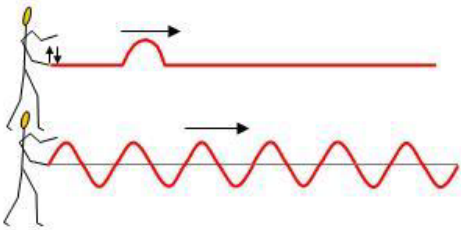


- El movimiento de la onda es uniforme, ya que su velocidad es constante.

- Las leyes de Newton no se pueden aplicar al movimiento de la onda ya que no hay una masa que se esté desplazando.

- El medio de propagación ha de ser elástico (el acero es un medio elástico, la plastilina no).

Un **pulso** *es una onda de poca duración*. Ejemplo: cada partícula de la cuerda está realizando un solo movimiento, empezando por la primera (foco emisor), solo que cada una lo hace en un tiempo diferente.



Un **tren de ondas** *tiene lugar si el foco emisor realiza el mismo movimiento continuadamente en el tiempo*, se produce entonces una sucesión de pulsos, es decir, un tren de ondas.

Frente de ondas *es la superficie cuyos puntos están en el mismo estado de vibración, es decir, están en fase.*

www.yoquieroaprobar.es

2.- Clasificación de las ondas.

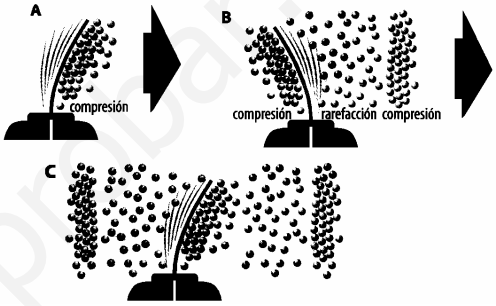
Se pueden utilizar diferentes criterios de clasificación:

2.1.- Según la relación entre la dirección de propagación y la dirección de vibración.

Toda onda lleva asociados dos movimientos, el movimiento de propagación de la onda (energía) y el movimiento vibratorio de las partículas del medio o de los campos eléctricos y magnéticos en las ondas electromagnéticas

- **Ondas transversales:** *la dirección de propagación de la onda es perpendicular a la dirección de vibración de las partículas del medio*. Una onda transversal es una sucesión de crestas y valles. Ejemplo: las ondas que tienen lugar en una cuerda o las ondas electromagnéticas.

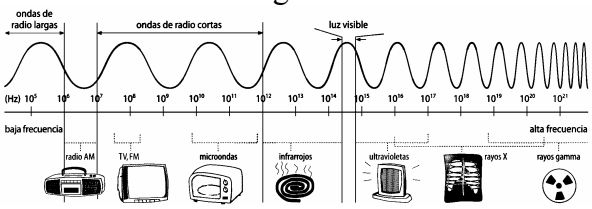
- **Ondas longitudinales**: *la dirección de propagación del movimiento ondulatorio coincide con la dirección de vibración de las partículas*. También se suelen llamar ondas de presión ya que una onda longitudinal es una sucesión de contracciones y dilataciones. Ejemplo: las ondas que tienen lugar en un muelle que se comprime o las ondas sonoras.



2.2.- Según el medio en que se propague.

- **Ondas mecánicas o materiales:** *son ondas que necesitan de un medio material para su propagación*. La energía que se propaga es energía mecánica, originada por un oscilador armónico. Ejemplos: ondas en la superficie del agua, en cuerdas, en muelles, el sonido, etc.
  El movimiento ondulatorio se transmite porque existe una fuerza recuperadora que tiende a mantener las partículas unidas. Esta fuerza puede ser de tipo elástico, o puede ser gravitatoria (como ocurre en las ondas en el agua, que tiende a que el agua vuelva a su posición de equilibrio (horizontal).

- **Ondas electromagnéticas:** *Son ondas que se propagan por medios materiales, y también por el vacío, es decir, no precisan de un medio material para su propagación*. La energía que propaga es electromagnética, producida por oscilaciones de cargas eléctricas aceleradas. Ejemplos: todas las ondas comprendidas en el llamado espectro electromagnético (ondas de radio y TV, microondas, ondas infrarrojas, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma).



2.3.- Según el número de dimensiones en que se propaga la energía.

- **Ondas unidimensionales**: si la energía se propaga en una dirección, como ocurre, por ejemplo, en una onda que se propaga por una cuerda.
- **Ondas bidimensionales:** si la energía se propaga en dos direcciones, en un plano, como las ondas que se propagan por la superficie del agua.
- **Ondas tridimensionales:** si la energía se propaga en todas direcciones, como las ondas del sonido que se propagan en el aire.

www.yoquieroaprobar.es

2.4.- Según la forma del frente de ondas.

- **Ondas planas:** el frente de ondas es una línea recta, como las olas al llegar a una playa.

- **Ondas circulares:** el frente de ondas son circunferencias, como las ondas creadas al lanzar una piedra a un estanque.

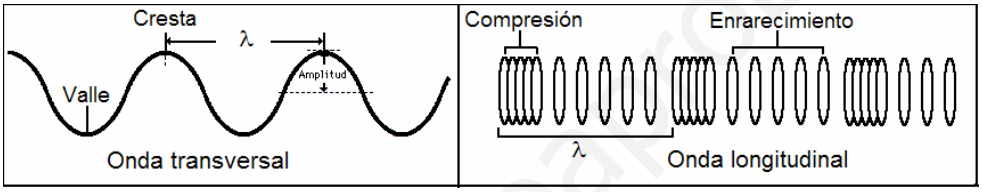
- **Ondas esféricas:** el frente de ondas es una esfera, como el sonido cuando se propaga en un medio homogéneo**.**

3.- Magnitudes características de las ondas.

Además de las ya vistas (elongación, amplitud, periodo, frecuencia, pulsación).

3.1.- Longitud de onda, λ: e*s la distancia entre dos puntos del medio que vibran en fase*. Unidad: **metros**.

En la figura se presenta la longitud de una onda transversal y de una onda longitudinal.



3.2.- Velocidad de propagación, ν: *es la velocidad con la que se propaga el movimiento ondulatorio*. Unidades: **m/s**.

Si el medio es homogéneo e isótropo, la velocidad de propagación es la misma en todas las direcciones y depende solo, de la elasticidad o rigidez del medio, es decir, de las propiedades del medio.

Las ondas se propagarán con movimiento rectilíneo uniforme y la velocidad será la relación entre el espacio que avanza la onda (tren de ondas) y el tiempo transcurrido.

$$\upsilon = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

En el caso de la luz, o de cualquier onda electromagnética, en el vacío el símbolo de su velocidad se cambia por una c, ya que su valor es una constante universal: c = 300.000.000 m/s

3.3.- Número de ondas, k: es el número de longitudes de onda completas contenidas en una distancia igual a 2π. Unidades: **rad/m**.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Se pueden establecer relaciones entre el número de onda y otras magnitudes:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{\frac{\upsilon}{f}} = \frac{2\pi f}{\upsilon} = \frac{\omega}{\upsilon}$$

Donde ω es la frecuencia angular cuyo significado en el movimiento ondulatorio es el mismo que en el m.a.s. pues es la frecuencia angular de vibración de las partículas del medio.

4.- Ecuación de una onda armónica unidimensional.

La **ecuación de una onda** armónica, o función de onda, *es una función matemática, de dos variables, que contiene una función seno (o una función coseno) y permite calcular la elongación o estado de vibración de cualquier punto del medio, en cualquier instante*.

$$y\,(x,t) = A \text{ sen } (\omega t - kx + \varphi_0)$$

Al término $(\omega t - kx + \varphi_0)$ se le denomina **fase**. Sustituyendo: $\omega = \frac{2\pi}{T}$ y $k = \frac{2\pi}{\lambda}$:

$$y\,(x,t) = A \text{ sen } \left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right)$$

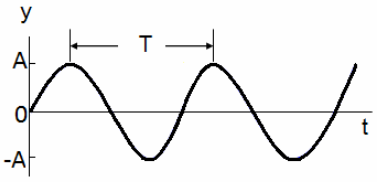
Las dos expresiones son dos maneras de expresar la ecuación de una onda armónica sinusoidal que se desplaza de izquierda a derecha. Si la onda se desplazara de derecha a izquierda:

$$y\,(x,t) = A \text{ sen } (\omega t + kx + \varphi_0)$$

$$y\,(x,t) = A \text{ sen } \left(2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right)$$

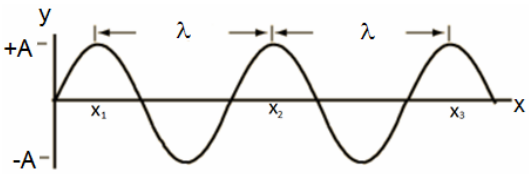
Hay que tener en cuenta que:

4.1.- La ecuación de onda es periódica en el tiempo: si en la ecuación se fija el valor de x, nos estamos fijando en el movimiento de una partícula concreta del medio y la función de onda nos dará cómo varía la elongación de esa partícula concreta en función del tiempo. Es la ecuación del m.a.s. de dicha partícula, que es periódica en el tiempo, es decir, la onda entera se repite cada vez que transcurre un tiempo igual al periodo T.



Ejemplo 1: para el foco emisor, x = 0, la ecuación queda: $y\,(0,t) = A \cdot \text{sen } (\omega t + \varphi_0)$
Ejemplo 2: para la partícula situada en $x = x_0$, $y\,(x_0,t) = A \text{ sen } (\omega t - k \cdot x_0 + \varphi_0)$

4.2.- La ecuación de onda es periódica en el espacio: si en la función de onda se considera un instante concreto, es decir, se fija el tiempo, obtenemos el estado de vibración de todas las partículas del medio en dicho instante. Obtenemos así la "forma de la onda" que sería como si se tomara una foto instantánea de la onda en un momento concreto.



Ejemplo 1. Para el instante inicial, t = 0, $y\,(x,0) = A \text{ sen } (kx + \varphi_0)$
Ejemplo 2. Para el instante $t = t_0$, la ecuación queda: $y\,(x, t_0) = A \text{ sen } (\omega t_0 - kx + \varphi_0)$

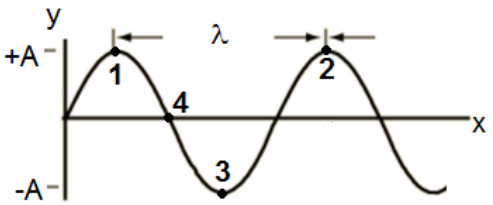
4.3.- Velocidad de fase, v: es la velocidad de vibración de las partículas del medio en el que se propaga la onda y que en el caso de las ondas transversales también se suele llamar velocidad transversal.

$$v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + k \cdot x + \varphi_o)$$

Atención: no se debe confundir la velocidad de fase con la velocidad de propagación de la onda ($v = \lambda \cdot f$).

www.yoquieroaprobar.es

4.4.- Fase y desfase: dos puntos de un medio transmisor de una onda **vibran en fase** (están **en concordancia de fase**) cuando tienen el mismo estado de vibración, es decir, si se mueven en el mismo sentido y sus elongaciones y velocidades son iguales (ejemplo: puntos 1 y 2). Y esto ocurre *cuando la distancia entre ellos es igual a un múltiplo entero de la longitud de onda, λ.*



$$\boxed{x_2 - x_1 = n \cdot \lambda}$$

Dos puntos de un medio transmisor de una onda están en **oposición de fase**, si las elongaciones y velocidades son iguales, pero de signo opuesto (ejemplo: puntos 1 y 3). Y esto ocurre *cuando la distancia entre ellos es igual un múltiplo impar de media longitud de onda, λ/2.*

$$\boxed{x_2 - x_1 = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}}$$

Entre estos dos casos extremos se puede dar cualquier tipo de desfase.

La **diferencia de fase o desfase** entre dos puntos de un medio transmisor, se puede expresar con fracción de onda o en forma angular por ejemplo: los puntos 1 y 3 tienen un desfase de media onda (λ/2), o de π radianes, o de180º. Los puntos 1 y 4 tienen un desfase de un cuarto de onda (λ/4), de π /2 radianes, o 90º.

5.- Energía transmitida por una onda.

Una onda armónica transmite la energía de un oscilador armónico (el foco emisor) a través del medio. De acuerdo con la fórmula de la energía mecánica para un m.a.s:

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}m4\pi^2f^2A^2 = 2\pi^2mf^2A^2$$

Donde **m** es la masa de la partícula vibrante que forma el foco emisor de ondas.

Esta energía del foco emisor se transmite, partícula a partícula a todo el medio que lo rodea, con una velocidad, ν, en todas las direcciones si la onda es tridimensional, en dos direcciones si es bidimensional y en una dirección si es unidimensional.

Algunos ejemplos que muestran la capacidad de producir cambios que tienen las ondas:

- Las microondas se utilizan para calentar líquidos.
- Las ondas infrarrojas se usan en los mandos a distancia.
- Las olas del mar son capaces de erosionar la costa.
- Las ondas sísmicas pueden destruir estructuras y edificios.
- Las ondas sonoras muy intensas pueden romper vidrios y tímpanos.

www.yoquieroaprobar.es

6.- Potencia del foco emisor.

Es la energía que el foco emisor es capaz de emitir por unidad de tiempo. Unidad: **vatio**, W = J/s

$$P = \frac{E_m}{\Delta t} = \frac{2\pi^2 m f^2 A^2}{\Delta t}$$

7.- Intensidad de una onda en un punto.

Es la energía que atraviesa la unidad de superficie colocada perpendicularmente a la dirección de propagación, en la unidad de tiempo. Unidad: **W/m²**.

$$I = \frac{E}{S \cdot \Delta t} = \frac{P}{S}$$

8.- Atenuación de una onda.

La energía que propaga una onda viene dada por la misma expresión que da la energía mecánica del foco emisor.

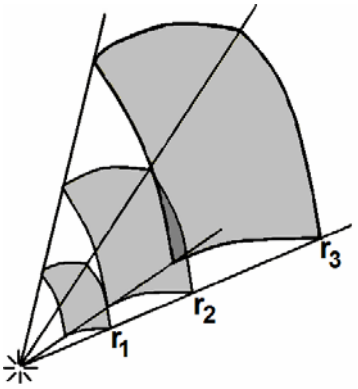
$$E_m = 2\pi^2 m f^2 A^2$$

- **En una onda armónica plana**, como el tamaño de los frentes de ondas no cambian: $I_1 = I_2$
  Es decir, la intensidad permanece constante y las partículas vibran con la misma amplitud aunque nos alejemos del foco: $A_1 = A_2$

- **En una onda armónica circular (bidimensional)**, a medida que la onda se aleja del foco, el frente de ondas es cada vez mayor, por lo que se tiene que repartir la misma energía entre mayor número de partículas, (la suma de la energía de cada una de las partículas del frente de onda es igual a la energía mecánica del foco emisor). De forma que: $I_1 \cdot r_1 = I_2 \cdot r_2$.

  En consecuencia, la amplitud de la onda va disminuyendo a medida que se aleja del foco. Este fenómeno recibe el nombre de **atenuación**. La relación entre la amplitud y la distancia al foco:

  $$r_1 \cdot A_1^2 = r_2 \cdot A_2^2 = cte$$



- **En una onda armónica esférica**, la superficie de cada frente de ondas también va aumentando con la distancia al foco, por lo que también hay atenuación que es mayor cuanto más alejado se encuentre del foco emisor. De forma que: $I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2$.

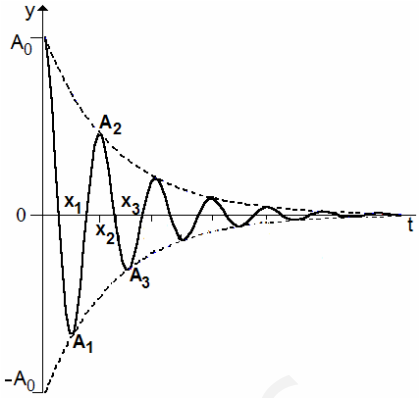
  En este caso, la amplitud del movimiento de un punto es inversamente proporcional a la distancia a la que se encuentra del foco emisor.

  $$r_1 \cdot A_1 = r_2 \cdot A_2 = cte$$

La **ecuación de una onda esférica atenuada**: $y(x,t) = \frac{A}{r} \operatorname{sen}(\omega t - kr + \varphi_0)$

www.yoquieroaprobar.es

9.- Absorción de una onda.



En los medios reales de propagación, la onda también se amortigua por pérdida de energía debido a rozamientos, viscosidad, poca elasticidad, etc.

Absorción *es el fenómeno por el cual la intensidad de una onda y, por tanto, su amplitud disminuye debido a la disipación de energía que se produce en el medio de propagación.*

La intensidad de la onda disminuye de forma exponencial con el espesor del medio que atraviesa:

$$I = I_{Inicial} \cdot e^{-\beta x}$$

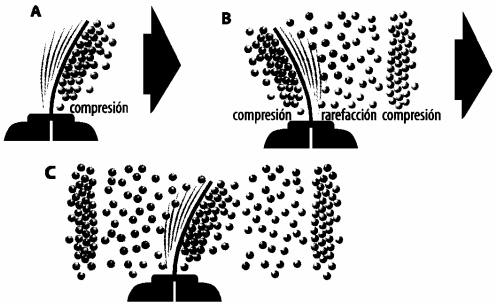
Donde **β,** es el **coeficiente de absorción** del medio **y x, es el espesor** de dicho medio.

La ecuación de una onda plana con absorción: $y(x,t) = A_0 \cdot e^{-\beta x} \cdot \text{sen}(\omega t - kr + \varphi_0)$

10.- Ondas sonoras.

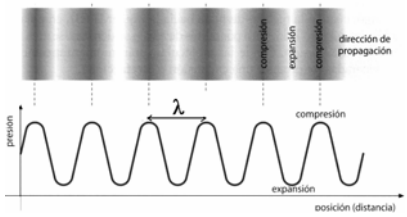
Una **onda sonora** *es una onda mecánica longitudinal, originada por la vibración mecánica de algún objeto, que se propaga a través del medio elástico que rodea a dicho cuerpo.*

10.1.- Mecanismo de formación de las ondas sonoras



Un cuerpo en oscilación (por ejemplo, un diapasón) pone en movimiento las moléculas de aire (del medio) que lo rodean. Éstas, a su vez, transmiten ese movimiento a las moléculas vecinas y así sucesivamente. Cada molécula de aire entra en oscilación en torno a su punto de reposo. Es decir, el desplazamiento que sufre cada molécula es pequeño. Pero el movimiento se propaga a través del medio.

Entre la fuente sonora (el cuerpo en oscilación) y el receptor (el ser humano) hay una transmisión de energía pero no un traslado de materia. No son las moléculas de aire que rodean el cuerpo en oscilación las que hacen entrar en movimiento al tímpano, sino las que están junto al mismo, que fueron puestas en movimiento a medida que la onda se fue propagando en el medio.



El (pequeño) desplazamiento (oscilatorio) que sufren las distintas moléculas de aire genera zonas en las que hay una mayor concentración de moléculas (mayor densidad), zonas de condensación, y zonas en las que hay una menor concentración de moléculas (menor densidad), zonas de rarefacción. Esas zonas de mayor o menor densidad generan una variación alterna en la presión estática del aire (la presión del aire en ausencia de sonido). Es lo que se conoce como **presión sonora**.

www.yoquieroaprobar.es

10.2.- Velocidad de las ondas sonoras.

Las ondas sonoras no se propagan en el vacío, necesitan de un medio material para transmitir la energía. No todos los medios conducen el sonido de la misma manera.

La velocidad de propagación del sonido varía de un medio a otro dependiendo de sus características: rigidez (compresibilidad), temperatura (agitación de las partículas) e inercia (densidad) pero no depende de la fuente sonora.

En general, cuanto más rígido es el medio mayor es la velocidad de propagación (sólidos > líquidos > gases).

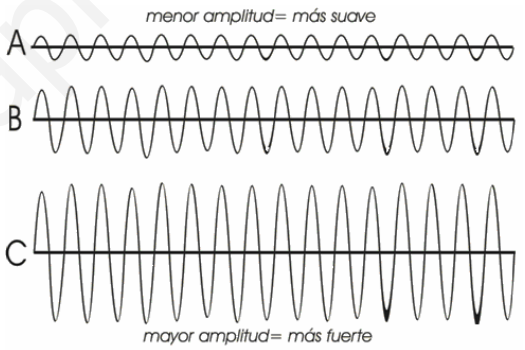
La velocidad del sonido, en el aire a 0º C, es de 340 m/s

11.- Cualidades del sonido.

El ser humano puede distinguir (sin mirar el foco emisor) entre diferentes tipos de sonidos. Esto es así porque distinguimos entre tres cualidades del sonido que están relacionadas con las características de las ondas sonoras: intensidad, tono y timbre.

11.1.- Intensidad.

Es la cualidad del sonido que distingue los sonidos fuertes de los débiles. Está relacionada con la energía que transporta la onda y, por tanto, con su amplitud. Se suele llamar **volumen acústico** y es la energía que transmite la onda por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación. Su valor no depende del receptor.



$$I = \frac{E}{S \cdot \Delta t} = \frac{P}{S}$$

- El **umbral de audición** en el ser humano se sitúa para ondas sonoras cuya intensidad (intensidad umbral) es, $1 \cdot 10^{12}$ Wm^{-2}.

- El **umbral del dolor** en el ser humano, es decir, la intensidad máxima que el oído humano puede registrar sin sentir dolor (no de forma continuada) se sitúa para ondas sonoras cuya intensidad está en torno a 1 Wm^{-2}.

La **sonoridad o nivel de intensidad sonora** o (β) es la sensación sonora que percibe el oído humano. Es subjetiva. Se mide en decibelios, **dB**, (en honor a Alexander Graham Bell). Se determina con la expresión:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_o}$$

Donde I_o es el umbral de audición, e I es la intensidad sonora considerada.

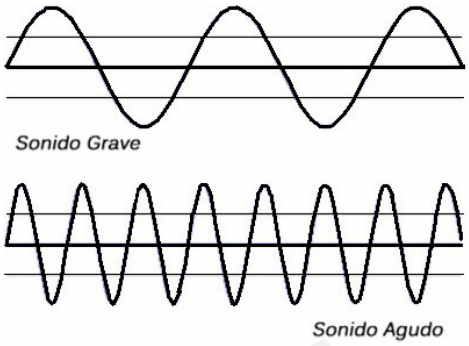
- Si $I = I_o$, $\beta = 0$ dB. Es el umbral de audición.

- Si $I = 1$ Wm^{-2}, $\beta = 120$ dB. Es el umbral del dolor.

www.yoquieroaprobar.es

11.2.- Tono.

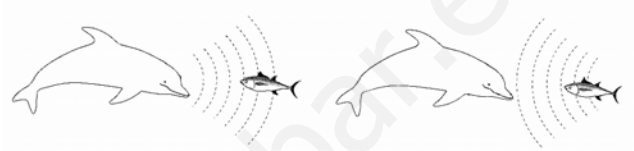
Es la cualidad del sonido relacionada con la frecuencia, se mide, por tanto, en hercios, **Hz**.



Los **sonidos graves** son de baja frecuencia y los **sonidos agudos** son de alta frecuencia.

Un oído sano percibe sonidos de frecuencias comprendidas entre los 20 y 20.000 Hz. Las ondas sonoras de 20 Hz corresponden a sonidos muy graves y las de 20.000 Hz corresponden a sonidos muy agudos.

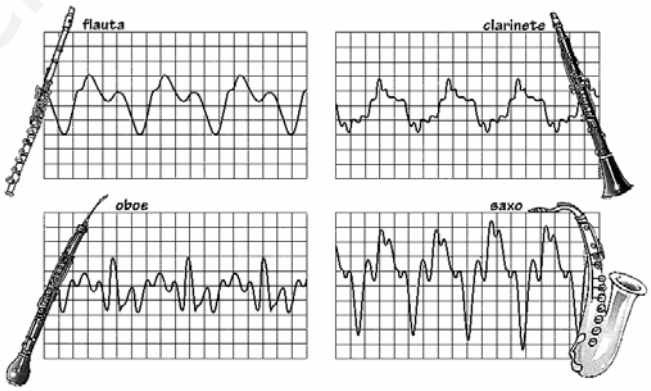
Aquellos sonidos con frecuencias superiores a 20.000 Hz reciben el nombre de **ultrasonidos.** No son percibidas por los seres humanos pero si por algunos animales como murciélagos y delfines que los utilizan en su sistema ecolocalización. Las ecografías de abdomen se consiguen mediante ondas ultrasónicas cuya frecuencia oscila entre 2 y 5 MHz.



Aquellos sonidos con frecuencias inferiores a 20 Hz reciben el nombre de **infrasonidos**. Tampoco son percibidos por los seres humanos. Los elefantes los utilizan para comunicarse. Las ondas sísmicas van acompañadas de infrasonidos.

11.3.- Timbre.

Es la cualidad del sonido que está relacionada con la forma de la onda. Esta cualidad es la que nos permite identificar entre dos sonidos, con la misma intensidad y tono, pero emitidos por fuentes sonoras diferentes, por ejemplo, una misma nota emitida por una flauta o un saxofón.



Los instrumentos musicales emiten ondas sonoras que son la superposición de distintas ondas armónicas.

www.yoquieroaprobar.es

Resumen de fórmulas de Ondas

Velocidad de propagación	$\upsilon = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$	
Número de ondas	$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{\upsilon} = \frac{\omega}{\upsilon}$	
Ecuación de una onda	$y(x,t) = A \text{ sen } (\omega t - kx + \varphi_0) = A \text{ sen } (2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0)$	
Velocidad de fase (de vibración)	$v = \frac{dy}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t + k \cdot x + \varphi_o)$	
Distancia entre dos puntos en fase	$x_2 - x_1 = n \cdot \lambda$	
Distancia entre dos puntos en oposición de fase	$x_2 - x_1 = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$	
Diferencia de fase o desfase	$\delta = \omega (t_2 - t_1) + k (x_2 - x_1)$	
Energía mecánica	$E_m = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2$	
Potencia del foco emisor	$P = \frac{E_m}{\Delta t} = \frac{2\pi^2 m f^2 A^2}{\Delta t}$	
Intensidad de una onda	$I = \frac{E}{S \cdot \Delta t} = \frac{P}{S}$	
Atenuación de una onda circular plana	$I_1 \cdot r_1 = I_2 \cdot r_2$	$r_1 \cdot A_1^2 = r_2 \cdot A_2^2$
Atenuación de una onda esférica	$I_1 \cdot r_1^2 = I_2 \cdot r_2^2$	$r_1 \cdot A_1 = r_2 \cdot A_2$
Ecuación de una onda esférica atenuada	$y(x,t) = \frac{A}{r} \text{ sen } (\omega t - kr + \varphi_0)$	
Absorción	$I = I_{inicial} \cdot e^{-\beta x}$	
Ecuación de una onda con absorción	$y(x,t) = A_0 \cdot e^{-\beta x} \cdot \text{sen } (\omega t - kr + \varphi_0)$	
Sonoridad o nivel de intensidad sonora	$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_o}$	

www.yoquieroaprobar.es

Problemas de ondas

1.- Una onda transversal sinusoidal, que se propaga de derecha a izquierda, tiene una longitud de onda de 20 m, una amplitud de 4 m y una velocidad de propagación de 200 m/s. Si el foco emisor de ondas tiene una elongación máxima cuando t = 0, calcula: a) La ecuación de onda; b) la velocidad transversal máxima de un punto del medio; c) la función que da la forma de la onda a los 10 s; d) la diferencia de fase entre dos puntos que distan 10 m en un instante dado

2.- Una onda armónica que viaja en el sentido positivo del eje OX tiene una amplitud de 8 cm, una longitud de onda de 20 cm y una frecuencia de 8,0 Hz. El desplazamiento transversal en x = 0 para t = 0 es cero. Calcula: a) el número de onda; b) el periodo y la frecuencia angular; c) la velocidad de fase de la onda; d) la ecuación de la onda; e) la velocidad de propagación de la onda.

3.- Una onda transversal se propaga por una cuerda según la ecuación y (x,t) = 0'4 cos (100t - 0'5x) en unidades del S.I. Calcula: a) la longitud de onda; b) la velocidad de propagación de la onda; c) el estado de vibración de una partícula situada a x = 20 cm en el instante 0'5 s; d) La velocidad transversal de la partícula anterior; e) Representa gráficamente la variación de la elongación de la partícula anterior en función del tiempo.

4.- La ecuación de una onda es, y (x,t) = 25 sen (0'4t – 3'14x) expresada en unidades del S.I. Calcula: a) Los puntos que están en fase y en oposición de fase; b) ¿Qué tiempo debe transcurrir para que un punto situado a 5,0 m del foco tenga velocidad máxima?

5.- Un foco emite ondas esféricas con una potencia de 20 W. Calcula la intensidad de la onda a una distancia de 2 m y a 4 m del foco. ¿Cuál es la relación entre las intensidades y las amplitudes a esas distancias del foco?

6.- Una onda armónica esférica tiene una intensidad de $6\cdot10^{-8}$ $W\cdot m^{-2}$ a 20 m del foco emisor. Si no hay absorción, calcula: a) la energía emitida por el foco emisor en un minuto; b) la amplitud de la onda a los 40 m si se sabe que a 20 m su amplitud es de 4 mm.

7.- Una marca de frigoríficos establece en su publicidad que estos electrodomésticos trabajan con un nivel de sonoridad (nivel de intensidad sonora) máximo de 40 dB. ¿Cuál es la máxima intensidad del sonido que emiten los frigoríficos?
Intensidad umbral = 10^{-12} W/m^2

8.- El oído humano es capaz de percibir frecuencias entre 20 y 20.000 Hz. Indique, justificando la respuesta, si será audible o no, un sonido de 1 cm de longitud de onda.

9.- Cierta fuente puntual emite ondas sonoras de 80 W de potencia. a) Calcula la intensidad de las ondas a 3'5 m de la fuente. b) ¿A qué distancia de la fuente el sonido es de 40 dB?

10.- Un altavoz genera una intensidad sonora de 10^{-2} W/m^2 a 20 m de distancia. Determina, en decibelios, el nivel de intensidad sonora. Determina también la potencia de sonido emitida por el altavoz considerándolo como un foco puntual de ondas esféricas.
Intensidad umbral = 10^{-12} W/m^2

11.- El nivel de intensidad sonora de la sirena de un barco es de 60 dB a 10 m de distancia. Suponiendo que la sirena es un foco emisor puntual, calcula: a) El nivel de intensidad sonora a 1 km de distancia. b) La distancia a ala que la sirena deja de ser audible. Intensidad umbral = 10^{-12} W/m^2

www.yoquieroaprobar.es

Problemas de Selectividad

1.- (Junio 2009) Una onda armónica se propaga de derecha a izquierda por una cuerda con una velocidad de 8 ms^{-1}. Su periodo es de 0'5 s y su amplitud es de 0'3 m.
a) Escriba la ecuación de la onda, razonando como obtiene cada el valor de cada una de las variables que intervienen en ella.
b) Calcule la velocidad de una partícula de la cuerda situada en x = 2 m en el instante t=1 s.

2.- (Junio 2010) En una cuerda tensa se genera una onda viajera de 10 cm de amplitud mediante un oscilador de 20 Hz. La onda se propaga a 2 m/s.
a) Escriba la ecuación de la onda suponiendo que se propaga de derecha a izquierda y que en el instante inicial la elongación en el foco es nula.
b) Determine la velocidad de una partícula de la cuerda situada a 1 m del foco emisor en el instante t = 3s.

www.yoquieroaprobar.es