

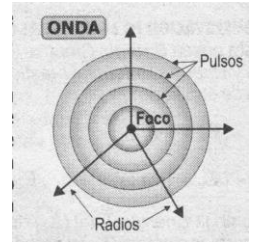


NOMBRES Y APELLIDOS: _____

GRUPO: _____

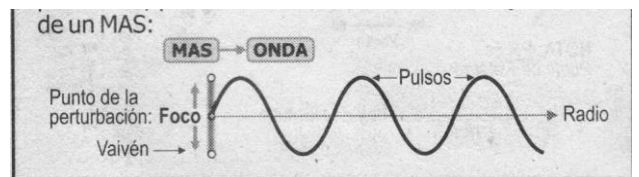
1. ONDAS.

Una onda es la propagación de una perturbación que viaja a través del espacio, desplazando energía pero no materia. Dicha propagación genera un desplazamiento vibratorio del medio donde viaja, en forma de Movimiento Armónico Simple (MAS), manifestándose como una onda periódica (movimiento ondulatorio). Para el estudio de la onda, se toma un radio cualquiera y se analiza el avance de los pulsos. La emisión de pulsos por los radios, son periódicos, presentando una oscilación semejante a la de un MAS como se mencionó anteriormente.



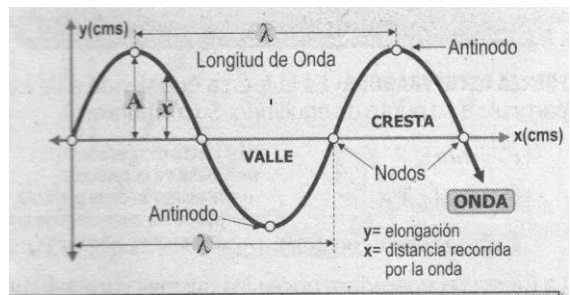
Características de las ondas.

- El lugar inicial que produce la perturbación de la onda, se llama **foco**.
- Una sola variación u oscilación de la onda se llama **pulso**, el cual se encarga de transmitir la energía del foco. El conjunto continuo de pulsos genera la forma de la onda.



Elementos de las ondas.

- **NODOS**: son los puntos de mínima oscilación de la onda (puntos de equilibrio).
- **ANTINODOS**: son los puntos de máxima oscilación de la onda (puntos de retorno).
- **CRESTAS**: son los segmentos superiores de la gráfica de la onda.
- **VALLES**: son las depresiones inferiores de la gráfica de la onda.
- **LONGITUD DE ONDA (λ)**: es la distancia de una oscilación completa de la gráfica. Equivale también a la distancia entre tres nodos seguidos o dos antinodos.
- **PERÍODO (T)**: es el tiempo que se demora la onda en realizar una oscilación completa.
- **FRECUENCIA (f)**: es la cantidad de oscilaciones que la onda realiza en la unidad de tiempo. El período y la frecuencia son inversos entre sí.



$$T = \frac{1}{f}$$

- **VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN (V)**: es la distancia que recorre la onda en su período de oscilación. Para encontrar la velocidad de propagación de una onda se utilizan las siguientes expresiones:

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

CLASIFICACIÓN DELAS ONDAS.

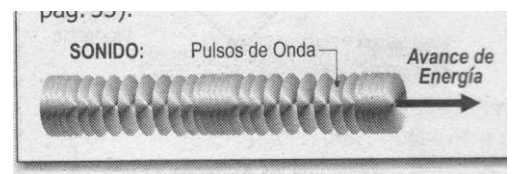
Las ondas se clasifican según el medio en que viajan y según su vibración.

Según el medio en que viajan pueden ser:

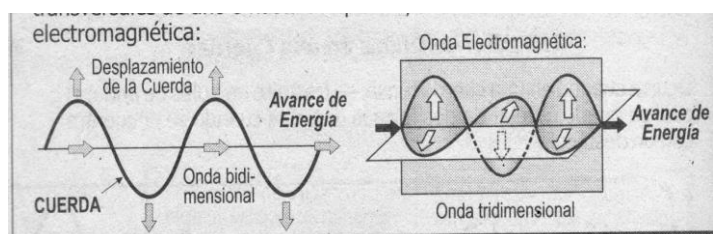
- **Mecánicas**: requieren de un medio elástico (material) para propagarse, debido al choque sucesivo de las partículas, unas detrás de otras. Ejemplos: el sonido, golpes, impactos, terremotos, etc. En estos casos, las moléculas de los materiales oscilan en torno a su posición de equilibrio y sólo la energía de la onda se transmite en forma continua por ellas.
- **Electromagnéticas**: no requieren de un medio material para propagarse, ya que pueden hacerlo en el vacío, debido a las variaciones de la intensidad de los campos magnético y eléctrico de una carga eléctrica. Ejemplos: la luz, los rayos X, ondas de radiofrecuencia, microondas, etc.

Según su vibración pueden ser:

- **Longitudinales**: las partículas vibran paralelas a la dirección de propagación de la onda, es decir, oscilan en su misma dirección. Ejemplo: el sonido, en el cual el aire se comprime y se expande, formando altibajos de presión, en la misma dirección en la que avanza la onda.



- **Transversales**: las partículas vibran perpendiculares a la dirección de propagación de la onda, formando un plano de oscilación. Ejemplo: una cuerda ondulante, la cual se mueve hacia arriba y hacia abajo mientras se desplaza la energía por la misma. Pueden existir ondas transversales de uno o hasta dos planos, tal

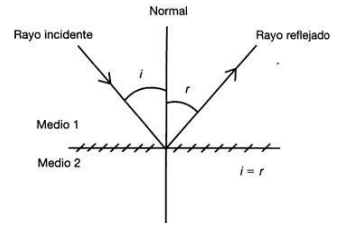


como la forma de una onda electromagnética.

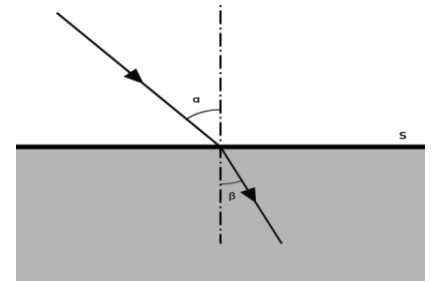
FENÓMENOS ONDULATORIOS.

Son los eventos naturales que todos los tipos de ondas experimentan cuando las circunstancias les son apropiadas. Los fenómenos ondulatorios son: reflexión, refracción, difracción, interferencia y polarización.

REFLEXIÓN: ocurre cuando una onda al avanzar se encuentra con la superficie de un medio o sustancia diferente, y ésta rebota en ella cambiando de dirección.



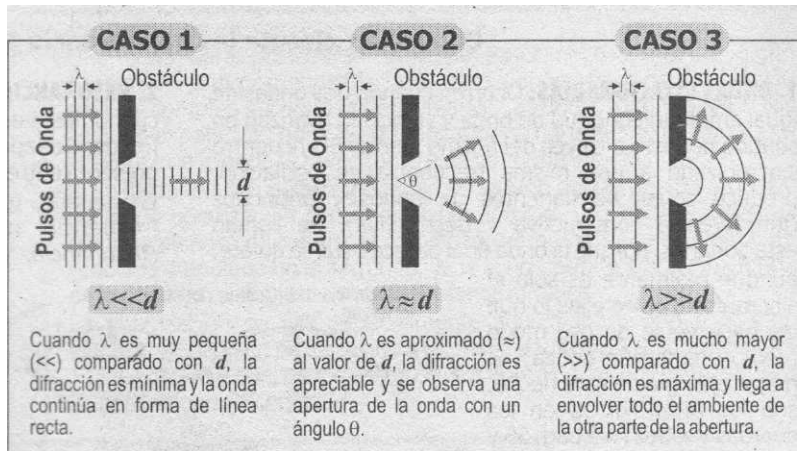
REFRACCIÓN: El fenómeno de la refracción supone un cambio en la velocidad de propagación de la onda, cambio asociado al paso de un medio a otro de diferente naturaleza o de diferentes propiedades. Este cambio de velocidad da lugar a un cambio en la dirección del movimiento ondulatorio. Como consecuencia, la onda refractada se desvía un cierto ángulo respecto de la incidente. La refracción se presenta con cierta frecuencia debido a que los medios no son perfectamente homogéneos, sino que sus propiedades y, por lo tanto, la velocidad de propagación de las ondas en ellos, cambia de un punto a otro. La propagación del sonido en el aire sufre refracciones, dado que su temperatura no es uniforme. En un día soleado las capas de aire próximas a la superficie terrestre están más calientes que las altas y la velocidad del sonido, que aumenta con la temperatura, es mayor en las capas bajas que en las altas. Ello da lugar a que el sonido, como consecuencia de la refracción, se desvía hacia arriba. En esta situación la comunicación entre dos personas suficientemente separadas se vería dificultada. El fenómeno contrario ocurre durante las noches, ya que la Tierra se enfría más rápidamente que el aire.



DIFRACCIÓN: es la flexión de una onda alrededor de un obstáculo o de los bordes de una abertura. Ocurre cuando la longitud de onda es cercana o igual a la longitud de la abertura del obstáculo.

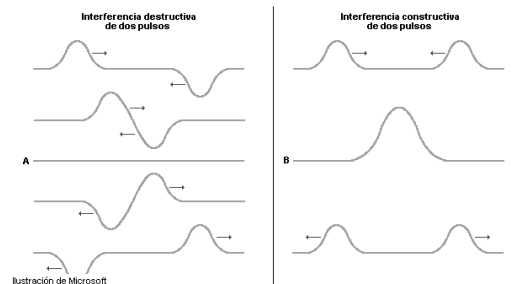
Características:

- En el caso 2, el ángulo de apertura se halla por $\sin \theta = \frac{\lambda}{d}$
- Una consecuencia importante del caso 1 son las sombras, que son aquellas zonas a las que no llegan los pulsos de una onda; especialmente las de luz (que tienen valores de λ extremadamente pequeños, lo cual les impide difractarse con la mayoría de objetos que encuentran). En el caso de la luz, ésta se propaga prácticamente en forma de línea recta, y sólo en casos muy particulares y especiales llega a difractarse como en el caso 2.
- El sonido es el mejor ejemplo del caso 2 y 3, ya que posee un valor de λ del orden de varios metros, lo que le permite envolver la gran mayoría de obstáculos que encuentra.

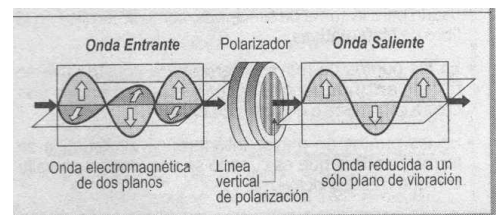


INTERFERENCIA: es el resultado del encuentro simultáneo de dos o más ondas en un mismo punto, que se basa en el principio de superposición.

- ✓ **PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN:** la onda resultante de una interferencia es igual a la **suma** de cada onda inicial que la causó. Si poseen el mismo sentido, las ondas se refuerzan entre sí formando una **interferencia constructiva**, pero si poseen sentidos contrarios, se forma una **interferencia destructiva**. En los puntos de mayor interferencia constructiva se forman **antinodos**, que es cuando se encuentran una cresta con cresta o un valle con un valle. En los puntos de mayor interferencia destructiva se forman **nodos**, que es cuando se encuentran un valle con una cresta o viceversa.



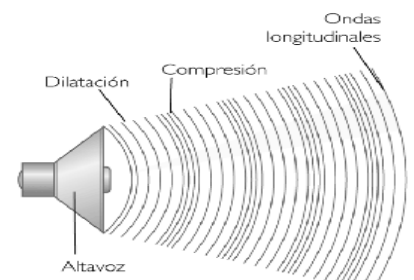
POLARIZACIÓN: es un fenómeno exclusivo de las ondas transversales y consiste en la reducción a un solo plano de propagación de una onda transversal. La onda puede ser mecánica o electromagnética. El dispositivo o aparato que permite hacer la polarización se llama **POLARIZADOR**, el cual sólo deja pasar los pulsos de onda que sean paralelos a su línea de polarización.



ACÚSTICA.

La acústica es la rama de la física que estudia el **SONIDO**, sus propiedades, usos y fenómenos.

- **Conceptos generales:**



- ✓ El sonido es un movimiento ondulatorio de tipo mecánico, que se propaga a través del aire en forma de ondas longitudinales.
- ✓ El sonido necesita de un medio material para propagarse, siendo en los sólidos donde avanza con mayor velocidad. En los líquidos y en los gases su velocidad disminuye gradualmente, y en el vacío no se propaga. Es decir, entre más denso sea un medio material, más rápidamente avanzan las ondas sonoras.
- ✓ En el aire, el avance del pulso de una onda sonora está compuesto por zonas alternadas donde se comprimen y descomprimen las moléculas del gas, es decir, la energía que se propaga del foco emisor se desplaza por la variación de presión rápida y súbita de las moléculas del medio. La longitud de onda es la distancia entre una compresión y la siguiente:
- **Cualidades del sonido:** son aquellas que permiten identificar a los diferentes sonidos y distinguir sus propiedades particulares.

- ✓ **VELOCIDAD:** es la rapidez de propagación de la onda sonora; entre mayor densidad tenga el medio material elástico, mayor es la velocidad de las ondas sonoras, es decir, en los sólidos se propaga más rápidamente que en los líquidos y en los gases. En estos últimos la velocidad también depende de la temperatura. A la temperatura ambiente, la velocidad del sonido es de 340m/s; este valor es el más usado en todos los casos de la acústica.
- ✓ **TONO:** es la frecuencia que tiene la onda sonora. Cuando la frecuencia es elevada, se dice que el sonido es alto o AGUDO, y cuando la frecuencia es pequeña el tono es bajo o GRAVE. El oído humano sólo puede escuchar sonidos que estén comprendidos en ciertas frecuencias desde el sonido más grave (20Hz), hasta el más agudo (20000Hz); los sonidos inferiores a 20Hz se llaman **infrasonidos** y los superiores a 20000Hz se llaman **ultrasonidos**.
- ✓ **INTENSIDAD:** es la cantidad de energía que propaga la onda sonora. La intensidad determina si un sonido es fuerte o débil, es decir, lo que usualmente se llama "volumen". La intensidad de sonido se define como la potencia acústica transferida por una onda sonora por unidad de área normal a la dirección de propagación.

$$I = \frac{P}{A}$$

Donde I es la intensidad de sonido, P es la potencia acústica y A es el área normal a la dirección de propagación. En el caso de una onda esférica que se transmite desde una fuente puntual en el espacio libre (sin obstáculos), cada frente de onda es una esfera de radio r . En este caso, la intensidad acústica es inversamente proporcional al área del frente de onda (A), que a su vez es directamente proporcional al círculo de la distancia a la fuente sonora.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

- ✓ **Intensidad auditiva:** es la intensidad sonora en el que el oído humano puede distinguir aumentos paulatinos del mismo; el nivel de percepción del oído humano tiene incrementos logarítmicos (en base 10), por lo que es conveniente expresar los niveles de intensidad como:

$$B = \log \frac{I}{I_0}$$

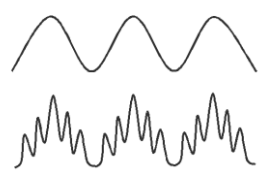
B: intensidad auditiva
 I: intensidad física de la fuente
 I₀: umbral de audición (10⁻¹²W/m²)

La intensidad se mide en Belios (B), esta escala es muy grande para la gran mayoría de los casos, por lo que se prefiere usar un submúltiplo del Belio: el Decibelio (dB), es decir:

$$dB = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

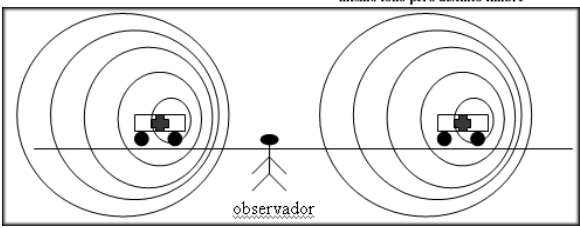
En la expresión aparece como constante el valor del umbral de audición (I₀), ya que es un valor fijo y permanente. En esta escala, el sonido más débil (umbral de audición) vale 0dB, y el más alto (umbral de dolor) vale 120dB. No existen valores negativos, puesto que no hay sonido más débil que se pueda escuchar que el umbral de audición.

TIMBRE: es la cualidad que diferencia dos sonidos de igual intensidad y frecuencia, debido a la presencia de uno a más armónicos en ellos. La aparición de uno o más armónicos depende de la construcción del foco sonoro, tal como ocurre con las cuerdas sonoras o los tubos sonoros.

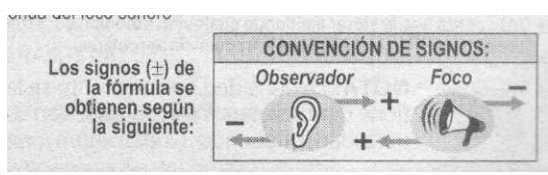


Forma de las ondas de dos sonidos con el mismo tono pero distinto timbre

EFEECTO DOPPLER: Es el fenómeno por el cual se percibe un aparente aumento o disminución de la frecuencia (tono) de una fuente sonora, debido al movimiento relativo entre la fuente y el observador. Este efecto ocurre por la suma de velocidades de la onda sonora que se propaga con la de la fuente.



Si la fuente y el observador se acercan, la frecuencia aumenta, y viceversa, si la fuente y el observador se alejan la frecuencia percibida por éste último disminuye. Si la fuente y el observador están quietos o se dirigen con la misma velocidad en una misma dirección y sentido, la frecuencia percibida es igual a la frecuencia emitida.



La frecuencia aparente que percibe el observador, se halla por la expresión:

$$f_o = \frac{f(v \pm v_o)}{(v \pm v_f)}$$

f_o: frecuencia percibida por el observador
 f: frecuencia inicial del foco
 V: velocidad del sonido en el aire
 V_o: velocidad del foco emisor
 V_i: velocidad del observador

Ejercicios y problemas

1. Explica por qué no es posible escuchar los sonidos en un recinto vacío.
2. ¿Por qué el sonido se mueve con menor velocidad en el aire, que en el agua?
3. ¿Por qué cuando un vecino pone su equipo de sonido a alto volumen, el sonido puede ser escuchado en los demás apartamentos o casas?
4. Un baterista siempre va a tener la dificultad de no poder ensayar en su casa sin molestar a sus vecinos. Una forma de resolver, en parte, este problema es forrar las paredes con cajas de huevo. Explica que función cumplen las cajas.
5. ¿Por qué cambia la percepción del sonido en una habitación de la cual se han retirado los muebles y las cortinas?
6. ¿Por qué se aconseja abrir la boca cuando se está cerca al sitio donde ocurre una gran explosión?
7. Cuando se toca una misma nota musical con una trompeta o con un saxofón, no suenan igual. ¿Por qué sucede este fenómeno?
8. En un coro bien ensayado, no conseguimos distinguir la voz de un determinado participante. Entonces, ¿qué se puede decir sobre la intensidad, la altura y el timbre de las voces de los participantes de este coro? Explique.
9. Por medio de una sola gráfica represente los siguientes sonidos de acuerdo a las características:
 - a) Dos sonidos con igual tono y diferente intensidad.
 - b) Dos sonidos con diferente tono e igual intensidad.
 - c) Dos sonidos con diferente tono e intensidad.
 - d) Tres sonidos: 1 y 2, con igual tono; 1 y 3, con igual intensidad.
 - e) Tres sonidos: los tres con diferente tono; 1 y 2, con igual intensidad.
- **Otras Situación problema:**
 1. ¿Cuánto tiempo le toma a una onda sonora recorrer una distancia de 17m, si viaja en el aire?
 2. El hombre puede percibir un sonido ubicado entre los 20Hz y los 20000Hz. ¿A qué longitud de onda corresponden estas frecuencias?
 3. La frecuencia que emite un parlante es de 1020Hz. Calcula la longitud de onda de la onda sonora que viaja por el aire.
 4. Una forma de calcular la distancia a la cual cae un relámpago es calcular el tiempo desde el momento en que se observa el destello de luz hasta el instante en que escuchamos el sonido producido por la descarga eléctrica. Si el tiempo transcurrido es de 5 segundos, ¿a qué distancia se produjo el relámpago?
 5. Qué distancia recorre un sonido en tres segundos si se propaga:
 - a) En el agua.
 - b) En el aire.
 - c) En hierro.
 6. En un punto, la intensidad sonora de una fuente productora de sonidos es 10^{-4} W/m^2 . ¿Cuál es el nivel de intensidad en ese punto? **R/80dB.**
 7. Una fuente sonora puntual produce $4\pi 10^{-4} \text{ W}$ de potencia acústica.
 - a) ¿Cuál es el nivel de intensidad de la fuente a 10m de distancia? **R/60dB.**
 - b) Si 10 fuentes iguales a la anterior se sitúan en el mismo punto, a una distancia de 10m, ¿cuál será el nivel de intensidad? **R/70dB.**
 8. El nivel de intensidad de un punto situado a 10m de una fuente sonora puntual es de 50dB.
 - a) ¿Cuál es la intensidad sonora en ese punto? **R/ 10^{-2} W/m^2 .**
 - b) ¿Cuál es la potencia de esa fuente? **R/ $4\pi 10^{-5} \text{ W}$.**
 9. Una persona situada a 1m de distancia de una fuente sonora recibe un nivel de intensidad de 40dB, ¿A qué distancia no oírás la fuente?
 10. Un violín produce un nivel de intensidad de 50dB. ¿Cuántos violines producen un nivel de intensidad de 70dB?
 11. En un concierto, un espectador percibe un sonido con un nivel de intensidad de $1,42 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$, ¿a qué distancia de la fuente sonora se encuentra ubicado el espectador si la potencia de los equipos es de 1500W?
 12. ¿Cuántas personas deben gritar a razón de 50dB cada una, para producir en total un sonido cuyo nivel de intensidad sea de 100dB?

EJERCICIOS

1. Indica en qué casos f_o es mayor que f :
 - a) La fuente permanece en reposo y el observador se aleja
 - b) La fuente permanece en reposo y el observador se acerca
 - c) El observador permanece en reposo y la fuente se acerca
 - d) El observador permanece en reposo y la fuente se aleja
 - e) El observador y la fuente se alejan mutuamente
 - f) El observador y la fuente se acercan mutuamente
 - g) El observador y la fuente viajen en la misma dirección.
2. Una ambulancia viaja con una velocidad de 16,6m/s y su corneta emite un sonido cuya frecuencia es de 270Hz. Si una persona camina en el mismo sentido a una velocidad de 3m/s, ¿qué frecuencia percibe la persona?
3. Una ambulancia se acerca a un acantilado y se aleja de un observador con velocidad de 20m/s. El conductor hace funcionar la sirena que emite un sonido de 350Hz.
 - a) ¿Cuál es la frecuencia percibida del sonido que proviene directamente de la ambulancia?
 - b) ¿Cuál es la frecuencia percibida del sonido reflejado en el acantilado?
4. Una fuente sonora que emite un sonido de 380Hz se acerca con una velocidad de 25m/s hacia un observador que se encuentra en reposo. ¿Cuál es la frecuencia detectada?
5. Una persona que viaja en su bicicleta a 8m/s, se aproxima a una casa donde se ha activado la alarma de antirrobo. Si la bocina de la alarma emite un sonido de 600Hz, ¿cuál será la frecuencia que percibe el observador?
6. Una persona que se encuentra ubicada en una esquina, observa como una ambulancia se aleja a 25m/s aproximadamente. Si la sirena emite un sonido con una frecuencia de 628Hz, ¿qué frecuencia percibe el observador?
7. Una persona percibe que la frecuencia del sonido emitido por un tren es 305Hz cuando se aleja y de 315Hz cuando se acerca. ¿Cuál es la velocidad del tren?
8. Una persona al situarse en el cruce de una avenida escucha un sonido de frecuencia 500Hz cuando se acerca y cuando se aleja de 450Hz. Calcula la velocidad de la ambulancia.