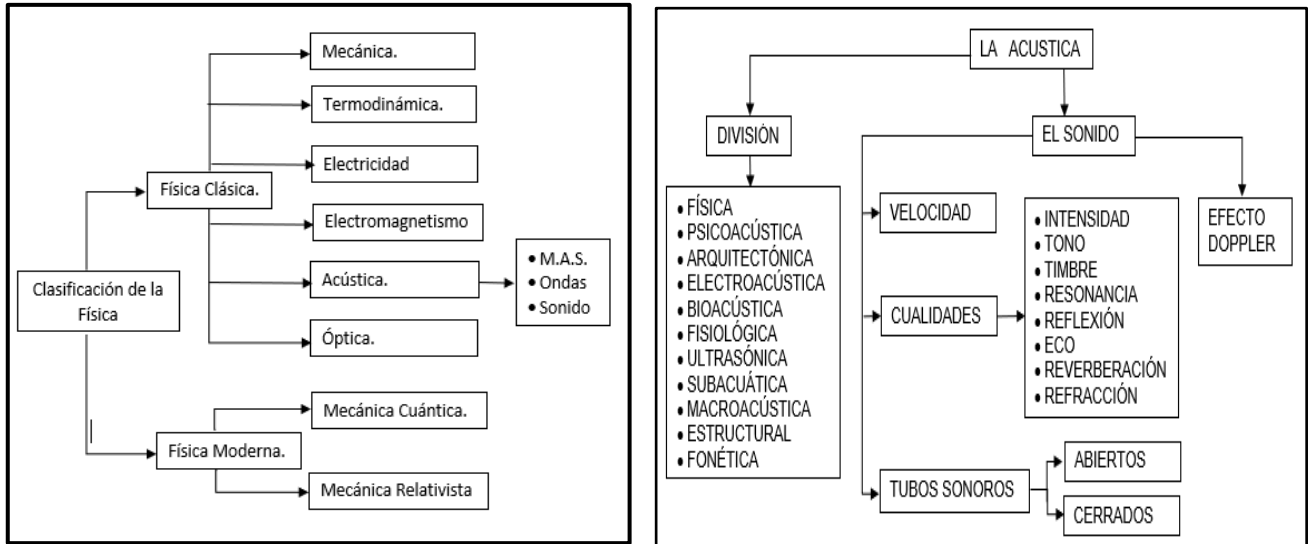


ACÚSTICA

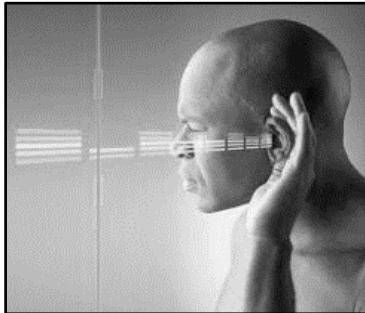


Resultados de Aprendizaje:

1. Identifica los fenómenos acústicos diferenciando desde un punto de vista físico en situaciones de la vida cotidiana con facilidad.
2. Conoce la división de la acústica para relacionarlos con situaciones de la vida cotidiana.
3. Determina la velocidad de propagación del sonido en diferentes medios.
4. Analiza las cualidades que posee el sonido.
5. Determina los armónicos producidos por el sonido en los tubos sonoros.
6. Describe las características del efecto Doppler.

LA ACÚSTICA.

La acústica es una de las ramas de la física que se encarga de estudiar a los fenómenos físicos que están vinculados a la generación, propagación y detección de ondas mecánicas que se escuchan en una banda de frecuencias, que se hacen llamar las ondas sonoras.



Se sabe que las ondas sonoras se pueden propagar en medios líquidos y gaseosos en la forma longitudinal, sin embargo, pero también se pueden propagar a través de entornos en los que la cohesión molecular es elevada, como ocurre en los sólidos.

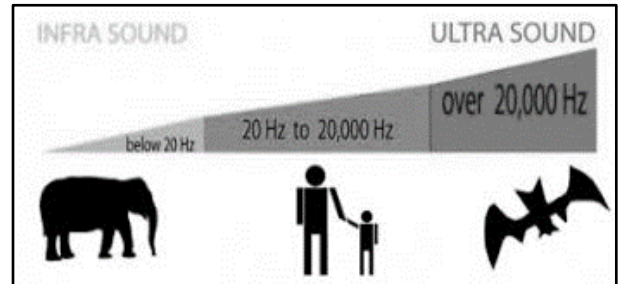
Las ondas mecánicas, que se propagan en el rango de 20 Hz a 20.000 Hz, son las frecuencias que en las terminaciones nerviosas dentro de los oídos resuenan y transmiten pequeños impulsos eléctricos a través de la sensación de sonido al cerebro.

Sin embargo, existen animales cuya percepción del sonido es más aguda que en los seres humanos, como los gatos, que pueden percibir sonidos de hasta 50000Hz, o murciélagos, cuya capacidad auditiva se extiende a cerca de 120000Hz. El sonido es una sensación que nos puede dar placer o dolor y otros sentimientos como el caso de la música, ya que puede hacer que el oyente se encuentre en un ambiente relajado con tensión o dolor.

La acústica también examina los niveles de intensidad del sonido, que están relacionados con la energía transmitida por ondas de sonido. Aquí aparece el concepto de decibelios, que es la unidad de volumen de sonido. Los científicos que estudian a la acústica buscan desarrollar salas de conciertos musicales, salas de aula que requieren un determinado material y la geometría de las proporciones exactas para permitir que el alcance audible en todas las partes del teatro y también permiten un mínimo de reverberación en la sala de sonido.

También existen proyectos encaminados a reducir el ruido de maquinaria pesada, lo que permite la

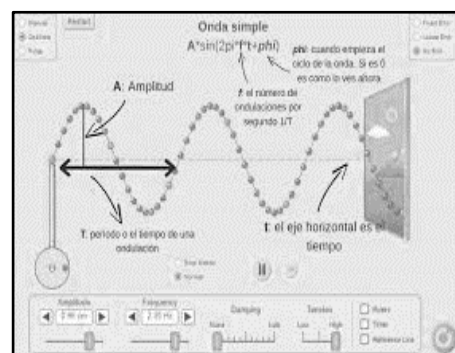
aproximación de los trabajadores, sin riesgo de daños a la audición. La acústica también estudia al infrasonido, que son ondas cuyas frecuencias son inferiores a 20 Hz, y el ultrasonido, la frecuencia más alta 20000Hz.



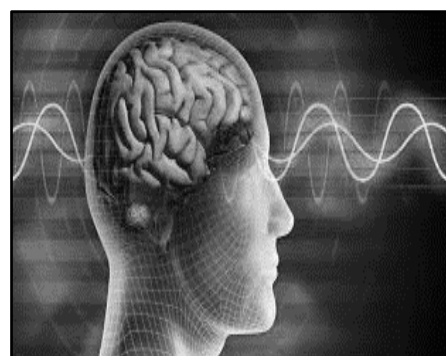
El infrasonido es por lo general vinculados a los tsunamis, terremotos y avalanchas, pues están vinculados a la enfermedad causada por los vehículos de motor. Los ultrasonidos son también ampliamente utilizados por los humanos de hoy, ya sea a través de las aplicaciones médicas (ultrasonido), las aplicaciones en la industria (limpieza de las piezas y la ubicación de las escuelas), o incluso silbatos para perros.

La acústica para ser estudiada se divide en las siguientes ramas:

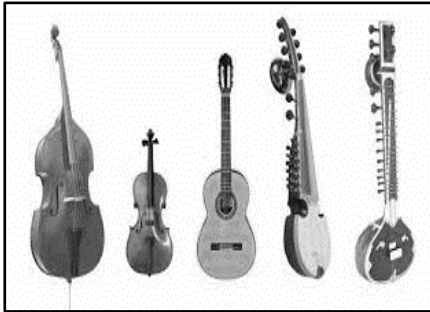
Acústica física: Analiza los fenómenos sonoros mediante modelos físicos y matemáticos.



Psicoacústica: Estudia las sensaciones evocadas por los sonidos y sus diversos parámetros.



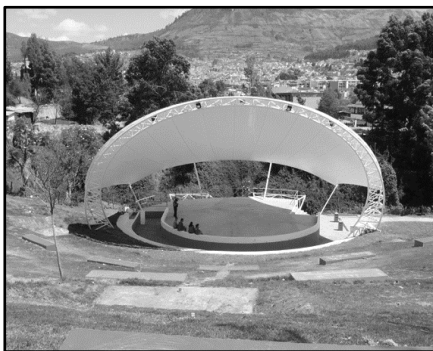
Acústica musical: Estudia a los instrumentos musicales, las escalas, los acordes, la consonancia y la disonancia, etc.



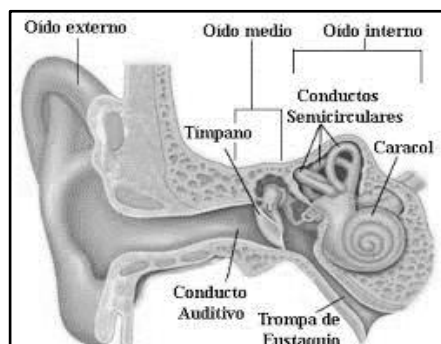
Bioacústica: Estudia el efecto de los sonidos sobre los seres vivos, y de los sonidos producidos por éstos.



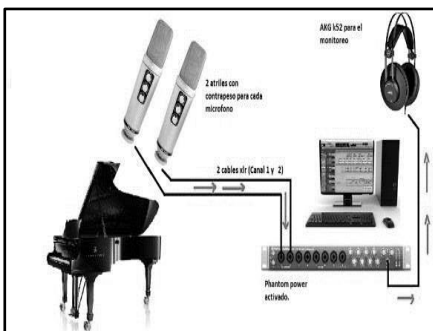
Acústica arquitectónica: Estudia la acústica de recintos y espacios y su influencia sobre la escucha de la palabra y la música.



Acústica fisiológica: Estudia el funcionamiento del aparato auditivo, desde la oreja hasta el cerebro.



Electroacústica: Estudia el procesamiento eléctrico – electrónico de señales acústicas.



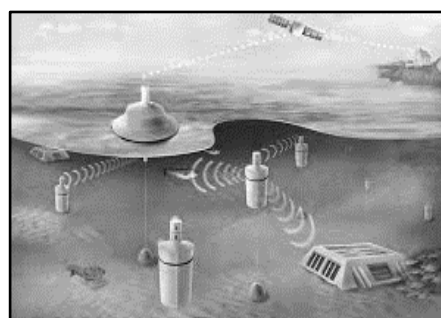
Acústica ultrasónica: Estudia el ultrasonido es decir el sonido inaudible de alta frecuencia y sus aplicaciones.



Acústica vibratoria: Estudia los sistemas que poseen masa y elasticidad, estando en capacidad de ejecutar un movimiento oscilatorio.



Acústica subacuática: Estudia el comportamiento del sonido en el agua, y sus aplicaciones.



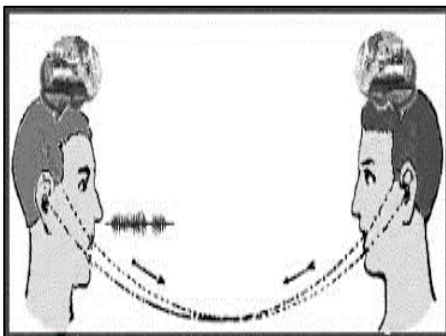
Macroacústica: Estudia a los sonidos extremadamente intensos, como el de explosiones, turborreactores, etc.



Acústica estructural: Estudia al sonido que se propaga por las estructuras en forma de vibraciones.



Acústica fonética: Analiza a las características acústicas del habla y sus aplicaciones.

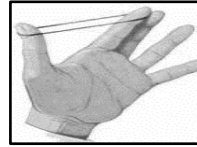


Metrología acústica: Estudia a las técnicas de mediciones y de los diversos parámetros acústicos como: frecuencia, intensidad, espectro, etc.



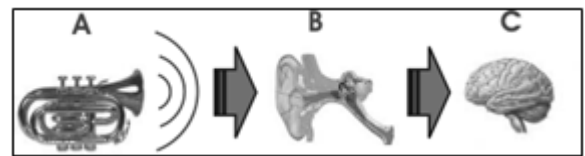
EL SONIDO.

El sonido es una onda mecánica longitudinal que se propaga a través de un medio elástico. La onda propaga energía, no materia.



El sonido se produce cuando un cuerpo vibra muy rápidamente, así la vibración del elástico produce sonido.

También podemos afirmar que el sonido es la percepción que nuestro cerebro (C) tiene de las vibraciones mecánicas que producen los cuerpos (A) y que llegan a nuestro oído a través de un medio (B).

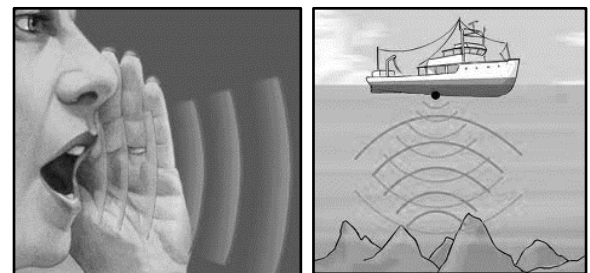


El sonido se transmite a través de medios elásticos, sólidos, líquidos o gaseosos, pero nunca a través del vacío.

El sonido se produce cuando un cuerpo vibra con una frecuencia comprendida entre 20 Hz y 20000 Hz y existe un medio material en el que pueda propagarse, el sonido se propaga en el aire a una velocidad de 340 m/s a temperatura normal (aproximadamente a 20°).

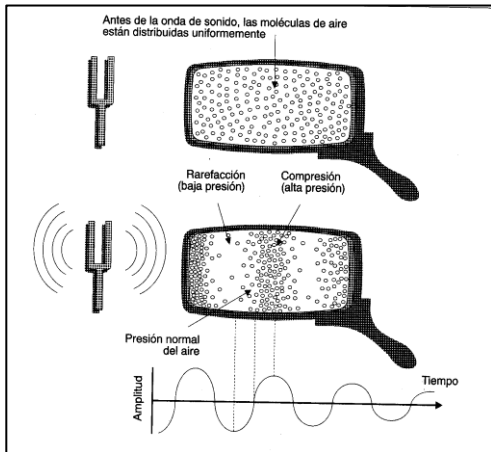
LAS ONDAS SONORAS

Las ondas sonoras, son ondas mecánicas longitudinales, ya que necesitan de un medio material para su propagación en la que las partículas del medio oscilan en la misma dirección o paralelas a la dirección en la que se propaga la onda.



Estos desplazamientos longitudinales hacen que unas partículas se junten a otras, es decir la materia se comprime, y la materia se enrarece cuando las partículas se separan.

La propagación del sonido se da a través de sucesivas compresiones y dilataciones del medio de propagación, generando en estas variaciones periódicas de presión, efecto producido por un objeto que se encuentra en movimiento vibratorio.



VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO

La velocidad del sonido puede medirse directamente al observar el tiempo requerido por las ondas para moverse a través de una distancia conocida. En el aire a 0 °C, el sonido viaja a una velocidad de 331 m/s.

La velocidad con la que se propaga el sonido varia de un medio a otro, debido a las diferencias que existen entre los factores de elasticidad, densidad y temperatura.

La velocidad del sonido es diferente en función del medio en el que se propaga. Así:

Medio	Temperatura (0)	Velocidad del sonido (m/s)
Aire	15	340
Agua	15	1 450
Hielo	20	5 130

La velocidad de la onda depende de la elasticidad del medio y de la inercia de sus partículas. Los materiales más elásticos permiten mayor velocidad de la onda, mientras que los materiales con mayor densidad retardan el movimiento de la onda.

Para ondas sonoras longitudinales, en un alambre o barra, la velocidad del sonido se calcula con:

$$v = \sqrt{\frac{Y}{d}}$$

Donde: v = velocidad del sonido

Y = Módulo de Young

d = densidad del sólido.

En los sólidos extendidos, la velocidad de la onda longitudinal, en función del módulo de corte S, el módulo volumétrico B y la densidad del medio d, la velocidad de la onda se calcula con:

$$v = \sqrt{\frac{B + \frac{4}{3}S}{d}}$$

En los fluidos, la velocidad se determina con:

$$v = \sqrt{\frac{B}{d}}$$

Donde: B es el módulo volumétrico para el fluido y d su densidad.

En los gases, la velocidad de propagación del sonido se determina con:

$$B = \gamma \cdot P$$

Donde: γ es la constante adiabática ($\gamma = 1,4$ para el aire y gases diatómicos) y P es la presión del gas, así:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot P}{d}}$$

En los gases ideales la velocidad del sonido se determina con:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot RT}{M}}$$

Donde: R = constante universal de los gases
 T = temperatura absoluta del gas
 M = masa molecular del gas
 γ = constante adiabática

La velocidad del sonido en el aire se incrementa aproximadamente en 0,6 m/s por cada grado Celsius que se eleva la temperatura.

Así: $v = 331 \text{ m/s} + \left(\frac{0,6 \text{ m/s}}{C^\circ} \right) T$

Donde T = temperatura Celsius del aire.

EJERCICIOS RESUELTOS:

1. Calcular la velocidad del sonido en una barra de aluminio.

Se conoce que:

$$Y_{Al} = 68\,900 \text{ MPa} = 6,8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

$$d_{Al} = 2\,700 \text{ kg/m}^3$$

Por tanto:

$$v = \sqrt{\frac{Y}{d}}; v = \sqrt{\frac{6,8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2}{2\,700 \text{ kg/m}^3}}; v = 5\,050 \text{ m/s}$$

Se determina que la velocidad es aproximadamente 15 veces la velocidad del sonido en el aire.

2. Determinar la velocidad del sonido en el aire en un día en que la temperatura es 27 °C. La masa molecular del aire es 29 g/mol y la constante adiabática es 1,4

Se conoce que:

$$\gamma = 1,4$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol.K}$$

$$T = 27^\circ\text{C}$$

$$M = 29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

Se sabe que:

$$TK = ^\circ\text{C} + 273$$

$$TK = 27 + 273$$

$$TK = 300 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot RT}{M}}; v = \sqrt{\frac{(1,4)(8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}})(300^\circ\text{K})}{29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}}$$

$$v = 347 \text{ m/s}$$

- 3) Calcular la velocidad del sonido en el aire a la temperatura de 22 °C

Se conoce que:

$$T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$v = 331 \text{ m/s} + \left(\frac{0,6 \text{ m/s}}{^\circ\text{C}} \right) T$$

$$v = 331 \text{ m/s} + \left(\frac{0,6 \text{ m/s}}{^\circ\text{C}} \right) 22^\circ\text{C}$$

$$v = 344,2 \text{ m/s}$$

- 4) Calcular la longitud de onda del tono emitido a 27° que produce un diapasón que vibra en el aire a 280 Hz.

Se sabe que:

$$T = 27^\circ$$

$$f = 280 \text{ Hz}$$

$$\lambda = ?$$

Determinamos la velocidad del sonido a 27° con:

$$v = 331 \text{ m/s} + \left(\frac{0,6 \text{ m/s}}{^\circ\text{C}} \right) T$$

$$v = 331 \text{ m/s} + \left(\frac{0,6 \text{ m/s}}{^\circ\text{C}} \right) 27^\circ\text{C}$$

$$v = 347,2 \text{ m/s}$$

Ahora determinamos la longitud de onda del tono con:

$$f = \frac{v}{\lambda}; \lambda = \frac{v}{f}; \lambda = \frac{347,2 \text{ m/s}}{280 \text{ Hz}}; \lambda = 1,24 \text{ m}$$

EJERCICIOS PARA LA TAREA

- Calcular la velocidad del sonido en una barra de cobre de densidad 8,9 g/cm³. El módulo de Young para el cobre es 11 x 10¹⁰ N/m²
- Se envía una onda sonora desde un bote hasta el fondo de las costas del mar ecuatoriano, en donde se refleja y regresa. Si el viaje total requerido es de 0,5 s. Calcular la profundidad del fondo del Océano. El Módulo volumétrico para el agua de mar es 2,1 x 10⁹ N/m² y su densidad es de 1,03 g/cm³
- Se calcula que la velocidad de las ondas longitudinales en cierta barra metálica de densidad 7 850 kg/m³ es de 3 380 m/s. Determinar: a) El módulo de Young; b) Si la frecuencia de las ondas es de 312 Hz, calcular la longitud de la onda.
- Determinar la relación entre las velocidades del sonido del hidrógeno ($\gamma = 1,4$) y del helio ($\gamma = 1,66$) a 0°C. Si las masas moleculares del hidrógeno son de $M_H = 20 \text{ g/mol}$ y del Helio $M_{He} = 4 \text{ g/mol}$.
- Calcular la velocidad aproximada del sonido en el aire de la Sierra (17 °C) y en la Costa (32 °C) y encontrar su diferencia.