

Módulo 4: Sonido

1

Origen del sonido

El sonido es una onda producida por las vibraciones de la materia



Diapasón



2

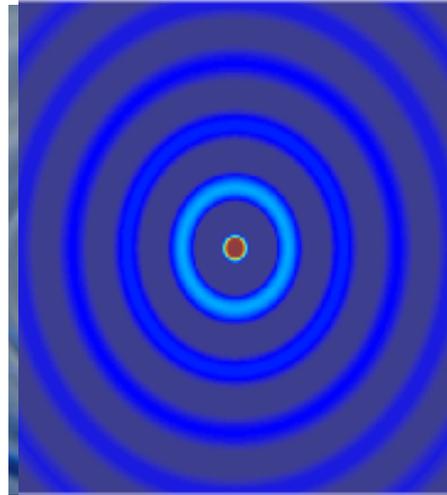
Ondas en tres dimensiones

Ondas bidimensionales sobre la superficie del agua

Se generan mediante una fuente puntual que se mueve hacia arriba y abajo con un movimiento armónico simple

En este caso la longitud de onda es la distancia entre crestas de ondas sucesivas

Que son circunferencias concéntricas llamadas **frentes de onda**

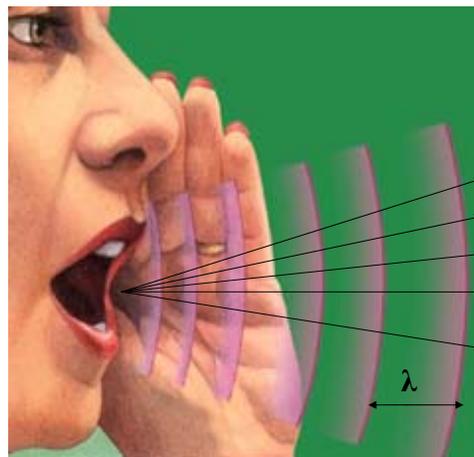


3

Ondas en tres dimensiones

En el caso del sonido las ondas se emiten en tres dimensiones

Se representa mediante rayos perpendiculares a los frentes de onda



4

Intensidad de una onda

Si un foco puntual emite ondas uniformemente en todas direcciones, la energía a una distancia r del mismo estará distribuida uniformemente sobre una corteza esférica de radio r y superficie $4\pi r^2$

Sea P la potencia emitida por el foco

La intensidad de una onda es:

$$I = P/A = P/(4\pi r^2)$$

Sus unidades son: $[I] = [P]/[A] = \text{W}/\text{m}^2$
(vatios/ m^2)

5

Volumen: nivel de intensidad

El nivel de intensidad o volumen β es:

$$\beta = 10 \cdot \log(I/I_0)$$

Siendo I la intensidad de la onda

I_0 es un nivel de referencia, que tomaremos como umbral de audición: $I_0 = 10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$

Al final lo que estamos haciendo es usar una escala logarítmica, porque nuestra percepción sonora del volumen varía logarítmicamente

6

Volumen: nivel de intensidad

Da una medida de la sensación sonora

Para este nivel, el umbral de audición es
 $\beta = 10 \cdot \log(I/I_0) = 0 \text{ dB}$

El umbral del dolor ($I = 1 \text{ W/m}^2$) es
 $\beta = 10 \cdot \log(I/I_0) = 10 \cdot \log(1/10^{-12}) = 120 \text{ dB}$

7

Volumen: nivel de intensidad sonora

TABLA 15.1 Intensidad física y nivel de intensidad sonora de algunos sonidos comunes
($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

Fuente	I/I_0	dB	Descripción
Respiración normal	10^0	0	Umbral de audición
Rumor de hojas	10^1	10	Escasamente audible
Conversación en voz muy baja (a 5 m)	10^2	20	
Biblioteca	10^3	30	Apenas ruidoso
Oficina tranquila	10^4	40	
Conversación normal (a 1 m)	10^5	50	Poco ruidoso
Tráfico denso	10^6	60	
Oficina ruidosa con máquinas; fábrica de tipo medio	10^7	70	
Camión pesado (a 15 m); Cataratas del Niágara	10^8	80	
	10^9	90	La exposición constante daña al oído
Tren de metro antiguo	10^{10}	100	
Ruido de construcción (a 3 m)	10^{11}	110	Umbral de dolor
Concierto de rock con amplificadores (a 2 m); despegue de un reactor (a 60 m)	10^{12}	120	
Remachadora neumática; ametralladora	10^{13}	130	
Despegue de un reactor (cercano)	10^{14}	140	
Motor de cohete grande (cercano)	10^{15}	150	
	10^{16}	160	
	10^{17}	170	
	10^{18}	180	

8

Volumen: nivel de intensidad

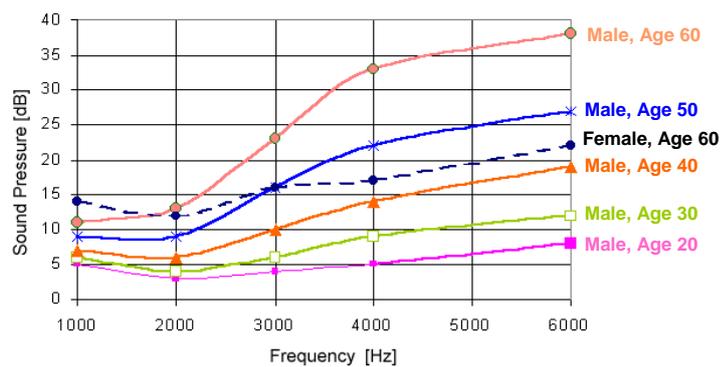
En realidad depende no sólo del nivel de intensidad sino también de la frecuencia

El oído es más sensible a 4 HZ aprox. para todos los niveles de intensidad sonora en dB

Y también depende claro de la edad, e incluso del sexo

9

Audición por edad y sexos



La agudeza auditiva disminuye con la edad, especialmente para frecuencias altas. En general, las mujeres tienen mayor sensibilidad acústica que los hombres

10

Ejemplo

El ladrido de un perro supone alrededor de 1 mW de potencia. Si esta potencia se distribuye uniformemente en todas direcciones,

a) ¿cuál es el nivel de intensidad sonora a una distancia de 5 m?

Solución: 65 dB

b) ¿Cuál sería el nivel de intensidad de dos perros ladrando al mismo tiempo si cada uno de ellos desarrolla una potencia de 1 mW?

Solución: 68 dB

Es decir, doblando la intensidad el volumen se incrementa en 3 dB

11

Medios que transmiten el sonido

El sonido viaja mejor por líquidos y sólidos (como el agua o el suelo) que por el aire.

Esto es debido a que los átomos que vibran están más próximos entre sí.



Copyright © 2006 Paul G. Hewitt, printed courtesy of Pearson Education Inc., publishing as Addison Wesley.

12

Velocidad del sonido en el aire

La velocidad del sonido en el aire es aproximadamente 340 m/s.

Es decir, recorre un kilómetro en 3 segundos.

La luz es un millón de veces más rápida que el sonido.



13

Demo: Voz en Helio

La velocidad del sonido en el helio es más alta que en el aire.

La longitud de onda no cambia (porque depende del tamaño de las cuerdas vocales, que no varía)

Por lo tanto la frecuencia de la voz es más alta ya que $f = v/\lambda$



14

Demo: Voz en Helio

<http://www.youtube.com/watch?v=oQSpyANJIPs>

15

Reflexión del sonido

El sonido se refleja mejor desde superficies rígidas
las superficies más blandas absorben mejor el
sonido



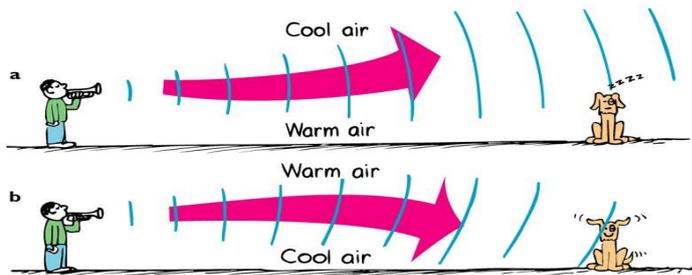
Hay más silencio
después de una
nevada debido a que
la nieve recién caída
absorbe el sonido en
vez de reflejarlo.

16

Refracción del sonido

La velocidad del sonido puede variar por el material o las condiciones.

Esto provoca por ejemplo que el sonido se desvíe al variar la temperatura



17

Ultrasonido

El ultrasound se caracteriza por una frecuencia alta (Megahertz), y una longitud de onda corta (0.1 mm).

Las reflexiones y refracciones de ultrasonidos por la carne y los huesos permiten “ver” dentro del cuerpo humano (ecografía).



18

Ultrasonido

La ecografía es un procedimiento de generación de imágenes que emplea los ecos de una emisión de ultrasonidos dirigida sobre un cuerpo u objeto

Un pequeño instrumento "similar a un micrófono" llamado transductor emite ondas de ultrasonidos.

Estas ondas sonoras de alta frecuencia se transmiten hacia el área del cuerpo bajo estudio, y se recibe su eco.

El transductor recoge el eco de las ondas sonoras y una computadora convierte este eco en una imagen que aparece en la pantalla.

19

Ultrasonido

Antes es preciso colocar un gel sobre la piel para la correcta transmisión de los ultrasonidos.

Actualmente se pueden utilizar contrastes en ecografía.

Consisten en microburbujas de gas estabilizadas que presentan un fenómeno de resonancia (ahora lo veremos) con los ultrasonidos, e incrementan la señal que recibe el transductor.

20

Frecuencia Natural

Una llave inglesa y un bate de béisbol suenan muy diferente cuando caen al suelo.

Materiales y formas diferentes vibran a su propia frecuencia natural

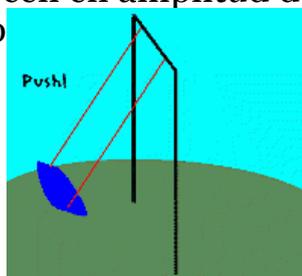


21

Resonancia

Cuando la frecuencia de la fuente emisora de ondas coincide con la frecuencia natural del resonador (objeto que oscila) se llega a una condición conocida como **resonancia**.

Las oscilaciones crecen en amplitud debido a la transferencia de energía al objeto que



22

Resonancia acústica

El sonido a la frecuencia natural de un objeto puede producir vibraciones resonantes

Si la amplitud del sonido es suficientemente grande, las vibraciones resonantes pueden hacer añicos una copa de cristal.



Como el caso del mito de la cantante de ópera (Ainhoa Arteta):

<http://www.youtube.com/watch?v=FKvzTYQkeDE>

23

Puente de Tacoma Narrows

En 1940, el primer puente de Tacoma Narrows fue destruido por resonancia

http://es.wikipedia.org/wiki/Puente_de_Tacoma_Narrows



24

Vídeo: Puente de Tacoma Narrows

<http://www.youtube.com/watch?v=j-zczJXSxw>

25