

# Física 2 - Práctico 4

## Ondas Sonoras

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

*Tome como velocidad del sonido en el aire  $343 \text{ m/s}$ , y densidad del aire  $1,21 \text{ kg/m}^3$ .*

### 4.1. Ultrasonido

Para diagnosticar y examinar tumores en tejidos blandos se emplea una señal de ultrasonido de  $4,50 \text{ MHz}$  de frecuencia.

- ¿Cuál es la longitud de onda en el aire de esa onda de sonido?
- Si la velocidad del sonido en el tejido humano es de  $1500 \text{ m/s}$ , ¿cuál es la longitud de onda de esta onda en el tejido?

### 4.2. Ondas longitudinales estacionarias

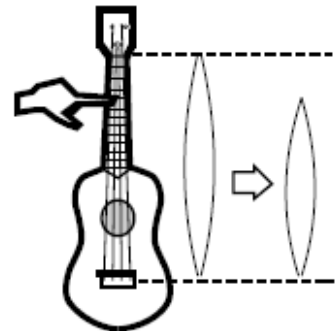
Un pozo con costados verticales y agua en el fondo resuena a  $7,20 \text{ Hz}$  y a ninguna otra frecuencia más baja. Estime la profundidad del pozo. ¿Qué hipótesis supone para el agua para hacer esta estimación?

### 4.3. Instrumentos musicales

a) Cierta cuerda de ukelele tiene  $30 \text{ cm}$  de longitud entre sus extremos fijos, y una masa de  $2,0 \text{ g}$ . La cuerda emite un La ( $440 \text{ Hz}$ ) cuando se pulsa sin presionar. ¿Dónde deberá ponerse el dedo para que suene una nota Do ( $528 \text{ Hz}$ )?

b) Un tubo abierto de órgano tiene una frecuencia fundamental de  $291 \text{ Hz}$ . El primer sobretono de un tubo cerrado de órgano tiene la misma frecuencia que el segundo armónico del tubo abierto. ¿Qué longitud tiene cada tubo?

*Nota: La figura muestra el modo principal de vibración de una cuerda de ukelele, cuando no se la digita y cuando se la digita.*



### 4.4. Intensidad y potencia

- Una fuente emite ondas esféricas isotrópicamente (es decir, con igual intensidad en todas direcciones). La intensidad de la onda a  $42,5 \text{ m}$  de la fuente es de  $197 \mu\text{W/m}^2$ . Hallar la potencia de salida de la fuente.

La distancia a la fuente es suficientemente grande como para aproximar el frente de onda como plano. Teniendo esto en cuenta:

- b) Si la onda anterior tiene una frecuencia de  $300\text{ Hz}$ , ¿cuál es la amplitud de las vibraciones del aire causadas por este sonido?
- c) Exprese la intensidad de este sonido en dB. Para el oído humano, ¿es un sonido intenso o débil?

#### 4.5. Ondas en aire vs. ondas en agua

- a) Si dos ondas de sonido, una en el aire y otra en el agua, son iguales en intensidad, ¿cuál es la razón entre la amplitud de presión de la onda en el agua y la de la onda en el aire?
- b) Si, en lugar de esto, las amplitudes de presión son iguales, ¿cuál es la razón entre las intensidades de las ondas?

*Observación: suponga que el agua está a  $20^\circ\text{C}$ , y por lo tanto la velocidad del sonido es de  $1435\text{ m/s}$ .*

#### 4.6. Interferencia con parlantes

Dos parlantes de un sistema estéreo están separados una distancia de  $2,12\text{ m}$ . Suponga que la amplitud del sonido que emite cada parlante es la misma en un punto situado enfrente de uno de los parlantes, a una distancia de  $3,75\text{ m}$ . En ese punto:

- a) ¿Para qué frecuencias en la gama del espectro audible ( $20\text{ Hz}$  a  $20000\text{ Hz}$ ) existirá una señal mínima?
- b) ¿Para qué frecuencias es máximo el sonido?

#### 4.7. Efecto Doppler

Una fuente  $S$  genera ondas circulares en la superficie de un lago. La velocidad de propagación de estas ondas es de  $5,5\text{ m/s}$  y la separación entre crestas es de  $2,3\text{ m}$ . Usted está en un pequeño bote moviéndose directamente (en forma radial) hacia la fuente  $S$ , a una velocidad constante de  $3,3\text{ m/s}$  respecto a la orilla.

¿Qué frecuencia observa usted para las ondas?

#### 4.8. Batido debido a efecto Doppler

Dos diapasones idénticos oscilan a  $442\text{ Hz}$ . Una persona está situada en alguna parte de la línea que va de uno al otro. Calcule la frecuencia de la pulsación medida por esta persona si:

- a) está parado quieto y los diapasones se mueven ambos hacia la derecha con una velocidad de  $3,13\text{ m/s}$
- b) los diapasones están estacionarios y el oyente se mueve hacia la derecha a  $3,13\text{ m/s}$ .

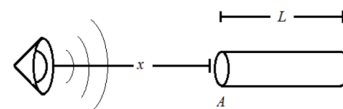
#### 4.9. Examen Febrero 2011

Los murciélagos utilizan el eco de ondas de ultrasonido para obtener información de su entorno en ausencia de luz. Un murciélago insectívoro emite chillidos de frecuencia  $f_m = 40\text{ kHz}$  y percibe el eco de los mismos, al ser reflejados por una polilla.

- El murciélago, en reposo respecto al aire, percibe que el sonido del eco es más agudo que su chillido. Indique a qué se debe esto y deduzca una expresión para la frecuencia del eco percibido el murciélago, en función de las variables relevantes del problema.
- Suponga ahora que la polilla se aleja del murciélago a  $3 \text{ m/s}$ , ¿qué frecuencia tendrá el eco del sonido reflejado por la polilla y escuchado por el murciélago? Suponga válidas las condiciones de la parte anterior: murciélago en reposo respecto al aire y emitiendo sonidos de frecuencia  $f_m$ .
- Suponga que el sistema de emisión de sonido del murciélago consta de un elemento resonante (similar a un tubo con ambos extremos abiertos) que emite chillidos de  $40 \text{ kHz}$ . Si esta es la frecuencia del modo fundamental de vibración,
  - ¿qué longitud tiene el órgano resonante del murciélago?
  - Un murciélago más grande que el considerado hasta aquí, ¿emitirá chillidos más graves o más agudos?

#### 4.10. Examen Febrero 2013

Se tiene un tubo de largo  $L = 1 \text{ m}$ , abierto por un extremo y cerrado por el otro. Se coloca un parlante a una distancia  $x$  de la parte abierta del tubo como se muestra en la figura. Dicho parlante es capaz de emitir tonos a una frecuencia  $f$  sintonizable.



- Sabiendo que la potencia media que emite el parlante es de  $20 \text{ W}$  y que el nivel sonoro que se percibe en el punto  $A$  es  $90 \text{ db}$ , calcule la distancia  $x$ .
- Halle los valores de  $f$  a los que habría que sintonizar el parlante para generar dentro del tubo patrones estacionarios en los modos 1, 2 y 3 de oscilación.

Ahora, el parlante es capaz de acercarse o alejarse del tubo con velocidad  $v$ .

- Si se quiere que, al acercarse el tubo resuene en el tercer modo normal y al alejarse, resuene en el segundo tono normal, ¿a qué velocidad  $v$  debemoverse el parlante y a qué frecuencia  $f$  debe sintonizarse?

**Nota:** Recuerde que el nivel de sonido en decibeles se define como  $NS = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_0} \right)$  donde  $I$  es la intensidad del sonido en  $\text{W m}^{-2}$  e  $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$  es el umbral de audición.

#### Preguntas para saber más:

- P4: ¿Qué evidencia experimental existe para suponer que la velocidad del sonido en el aire es la misma para todas las longitudes de onda?
- P4: ¿Cuál es la diferencia entre una nota de violín y la misma nota emitida por la voz humana que nos permite distinguir entre una y otra?
- P4: ¿Cuál es el efecto de usar un megáfono o ahuecar las manos delante de la boca para proyectar la voz a distancia?
- P4: Dos buques con sirenas de vapor del mismo tono las hacen sonar en el puerto. ¿Cabe esperar que ello produzca un patrón de interferencia con regiones de intensidad alta y baja? Si no, ¿por qué no?