

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 m/s, y como densidad del aire 1,21 kg/m³.

4.1. Ultrasonido

Para diagnosticar y examinar tumores en tejidos blandos se emplea una señal de ultrasonido de 4,50 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 m/s, ¿cuál es la longitud de onda de esta onda en el tejido?

4.2. Marchando

Una columna de soldados que marcha a 120 pasos por minuto se mantiene al ritmo de la música de una banda que encabeza la columna. Se observa que los hombres que van al final dan el paso con el pie izquierdo, cuando los de la banda lo dan con el pie derecho.

¿Cuál es la menor longitud posible de la columna?

4.3. Ondas longitudinales estacionarias

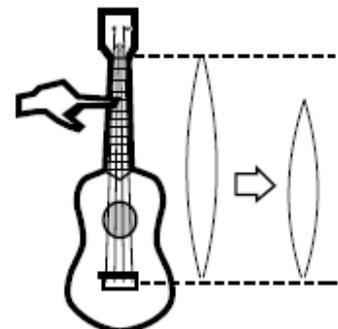
Un pozo con costados verticales y agua en el fondo resuena a 7,20 Hz y a ninguna otra frecuencia más baja. Estime la profundidad del pozo. ¿Qué hipótesis supone para el agua para hacer esta estimación?

4.4. Instrumentos musicales

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

b) Un tubo abierto de órgano tiene una frecuencia fundamental de 291 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.



4.5. Intensidad y potencia

- a) 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 $197\ \mu\text{W}/\text{m}^2$. 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 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?

4.6. 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°C , y por lo tanto la velocidad del sonido es de 1435 m/s .

4.7. 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 Hz a 20000 Hz) existirá una señal mínima?
- b) ¿Para qué frecuencias es máximo el sonido?

4.8. 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?

4.9. Batido debido a efecto Doppler

Dos diapasones idénticos oscilan a 442 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 $3,13\text{ m/s}$.

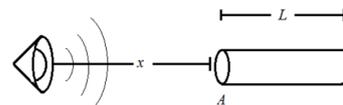
4.10. Examen Febrero 2011

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 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 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?

4.11. 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 parlantes es de 20 W y que el nivel sonoro que se percibe en el punto A es 90 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 W m^{-2} e $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ es el umbral de audición.

Preguntas para saber más:

- P1: ¿Qué evidencia experimental existe para suponer que la velocidad del sonido en el aire es la misma para todas las longitudes de onda?
- P2: ¿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?
- P3: ¿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?