

Ondas estacionarias en sonido

Objetivo

Realizar un estudio experimental de ondas estacionarias de sonido en tubos semicerrados (tubo de Kundt). Encontrar los modos normales de vibración y sus frecuencias características. Calcular las velocidades de propagación del sonido.

Ondas Estacionarias en Tubos (Tubo de Kundt)

Se dispone de un emisor acústico (parlante) conectado a un generador de funciones que puede emitir sonidos en un amplio rango de frecuencias y amplitudes (Figura 1). También se dispone de un detector de sonido (micrófono) conectado a un osciloscopio. El parlante se encuentra ubicado en un extremo del tubo y el micrófono puede moverse por el interior del tubo o adjuntarse a un émbolo o pistón que cierra el tubo y provoca que las ondas acústicas se reflejen. Se puede variar la posición del pistón a fin de obtener tubos de Kundt de distinta longitud.

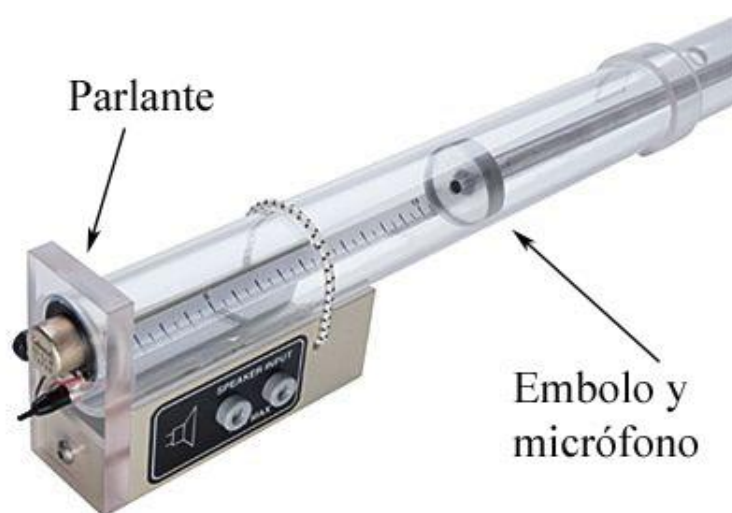


Figura 1.-Dispositivo experimental para estudiar los modos de resonancias en un tubo.

El parlante genera una perturbación que se propaga longitudinalmente desplazando a las moléculas del aire alrededor de su posición de equilibrio. Al llegar a un extremo del tubo, sea abierto o cerrado, la onda se reflejará e interferirá con la incidente. Sólo

cuando las frecuencias de excitación coincidan con algún modo normal de vibración del sistema esta interferencia tomará la forma de ondas estacionarias. Bajo la condición de resonancia, en las posiciones en las que el desplazamiento de una molécula (amplitud) es máximo, las moléculas a su alrededor vibran en fase, con lo que la presión es mínima. Si la molécula está en su posición de equilibrio, las moléculas a su alrededor vibran en oposición de fase, con lo que la presión es máxima. Por tanto, máximos de presión corresponden a mínimos de desplazamiento y viceversa; las dos ondas están desfasadas en $\pi/2$.

Frecuencias de Resonancia

- Para una dada longitud del tubo (l) encontrar la frecuencia fundamental de resonancia y varios de sus armónicos. Las resonancias se manifiestan por la presencia de nodos y vientres a lo largo del tubo, en particular en el extremo cerrado, se debería encontrar un mínimo de desplazamiento. ¿Qué mide el micrófono, densidad o presión?

Notar que en el caso de un tubo semicerrado, las frecuencias de resonancia se dan para múltiplos de $\lambda/4$. Es decir, se tiene que cumplir la relación

$$L = (2n+1) \lambda/4 \quad \text{y} \quad f_n = (2n+1) v/4L \quad \text{con } n = 0,1,2,3,\dots$$

- Graficar las frecuencias de resonancia del tubo en función de orden n de cada resonancia.

- Hallar la velocidad de propagación del sonido

- Graficar el perfil de intensidad alrededor de una frecuencia determinada de resonancia. Para ello se fija la posición del micrófono en el vientre de alguna frecuencia de resonancia elegida y se varía la frecuencia alrededor de dicho valor. De este modo se obtendrá una curva de intensidades en función de la frecuencia similar a la resonancia RLC.

Variación debida a la longitud del tubo

- Estudiar la formación de ondas estacionarias en otras longitudes distintas del tubo. Encontrar la frecuencia fundamental y varios de sus armónicos.

- Graficar las frecuencias de resonancia f_n del tubo en función de orden n de cada resonancia.

- Graficar el producto $l \cdot f_n$ (longitud por la frecuencias de resonancia) en función de orden n , para todos los casos estudiados y a partir del mismo determinar el valor de la velocidad del sonido. ¿Cómo se compara el resultado con los valores tabulados?

Bibliografía

- *Trabajos Prácticos de Física* -J.E. Fernández y E. Galloni -Editorial Nigar - Buenos Aires 1968. (Cap. 4)
- *Física Vol.II -Campos y Ondas* -M.Alonso y E.J. Finn -Fondo Educativo Interamericano Ed. inglesa. Addison-Wesley-Reading Mass. 1967.
- *Física para Estudiantes de Ciencias e Ingeniería*-Halliday , Resnik y Krane 4ta. Ed. Vol. I-(Cap.20).
- *Coupling a speaker to a closed -tube resonator* -R.W. Peterson -Am. J. Phys. **63**, 489 (1995).
- *The great bear bottle experiment* -G. Smith and P.D. Loly -Am. J. Phys. **47**, 515 (1979).