

DEMO 177

Tubo de Kundt: ondas estacionarias y velocidad del sonido



Figura: La primera resonancia.

Autor de la ficha	Miguel V. Andrés
Palabras clave	Ondas acústicas, resonancias en un tubo, ondas estacionarias, velocidad del sonido.
Objetivo	Ilustrar cualitativa y cuantitativamente las resonancias de ondas acústicas en un tubo introduciendo los conceptos de resonancia y de onda estacionaria. Medir la velocidad de las ondas acústicas en el tubo.
Material	Tubo de vidrio cerrado, con partículas de poliestireno en su interior y generador de señal sinusoidal con salida de hasta 1 A.
Tiempo de Montaje	5 minutos

Descripción

Una vez conectado el altavoz al generador de señal sinusoidal, y agitando un poco el tubo para distribuir uniformemente las partículas de poliestireno, se determinarán las frecuencias de las primeras resonancias del tubo observando los máximos de vibración de las partículas del interior del tubo. Los vientres de la onda acústica corresponden a máximos de desplazamiento, que a su vez corresponden a un mínimo de la presión promedio que succiona las partículas de poliestireno. Adicionalmente, a escala milimétrica, las partículas de poliestireno presentan una subestructura ordenada de picos que en la bibliografía se relaciona con la generación de pequeños torbellinos.

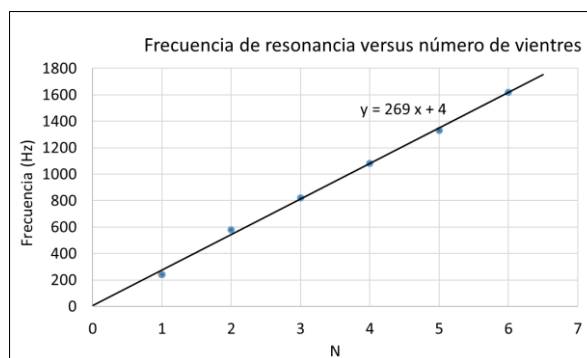
Al hacer un barrido en frecuencia observaremos que, si bien la onda acústica se está generando en el altavoz por igual para las distintas frecuencias y que se deben estar formando las correspondientes ondas estacionarias por la reflexión de la misma en el extremo del tubo, no se observa nada. Solo cuando la onda acústica interfiera constructivamente consigo misma al dar una vuelta completa, o sea cuando se tenga una resonancia, entonces la amplitud crece substancialmente y podemos observar la presencia de la onda acústica. La suma de todas las ondas que se propagan en un sentido dan lugar a una onda sinusoidal resultante y la suma de todas las ondas contra-propagantes a otra onda. La superposición de esas dos ondas contra-propagantes forman la onda estacionaria que observaremos en el experimento para cada resonancia.

A efectos prácticos, la longitud efectiva del resonador queda definida por el extremo cerrado y la membrana del altavoz, que podemos tomar aproximadamente como un nodo ($L = 0.64$ m).

Medidas

Para poder observar las resonancias de orden superior se necesita incrementar la amplitud de alimentación del altavoz, por ello, en la tabla adjunta se incluye la información de la amplitud empleada para realizar la medida.

Amplitud del generador	Nº de vientres	frecuencia (Hz)
1/3 max.	1	240
1/2 max.	2	580
1/2 max.	3	820
1/2 max.	4	1080
3/4 max.	5	1330
4/4 max.	6	1620



El ajuste lineal de la frecuencia de las resonancias versus el orden de las mismas, o sea el número de vientres de cada una de ellas, permite determinar la velocidad del sonido en el tubo. La pendiente medida vale 269 Hz, y por tanto:

$$N \frac{\lambda}{2} = L \rightarrow f_N = \frac{v}{2L} N \rightarrow v = 269 \times 2 \times 0.64 = 344 \text{ m/s}$$