

TUBO DE KUNDT

OBSERVACIÓN SOBRE LOS DERECHOS AUTORALES

Este manual está protegido por las leyes de derechos autorales y todos los derechos están reservados. Está permitida y garantizada para instituciones de enseñanza, no obstante, la reproducción de cualquier parte de este manual para que se la suministre y utilice en los laboratorios pero no para su venta. Su reproducción bajo cualquier otra circunstancia, sin la debida autorización de la AZEHEB está terminantemente prohibida.

GARANTÍA

La AZEHEB garantiza este producto contra defectos de fabricación por un periodo de 3 años a partir de la fecha de envío al cliente. La AZEHEB reparará o cambiará el producto defectuoso si se constata que el defecto fue ocasionado por problemas en los materiales que lo componen o por fallas en su fabricación.

Esta garantía no cubre problemas ocasionados por abuso o debidos al uso incorrecto del producto.

La determinación de si el defecto del producto es resultado de una falla de fabricación o si fue ocasionado por uso indebido será llevada a cabo únicamente por la AZEHEB.

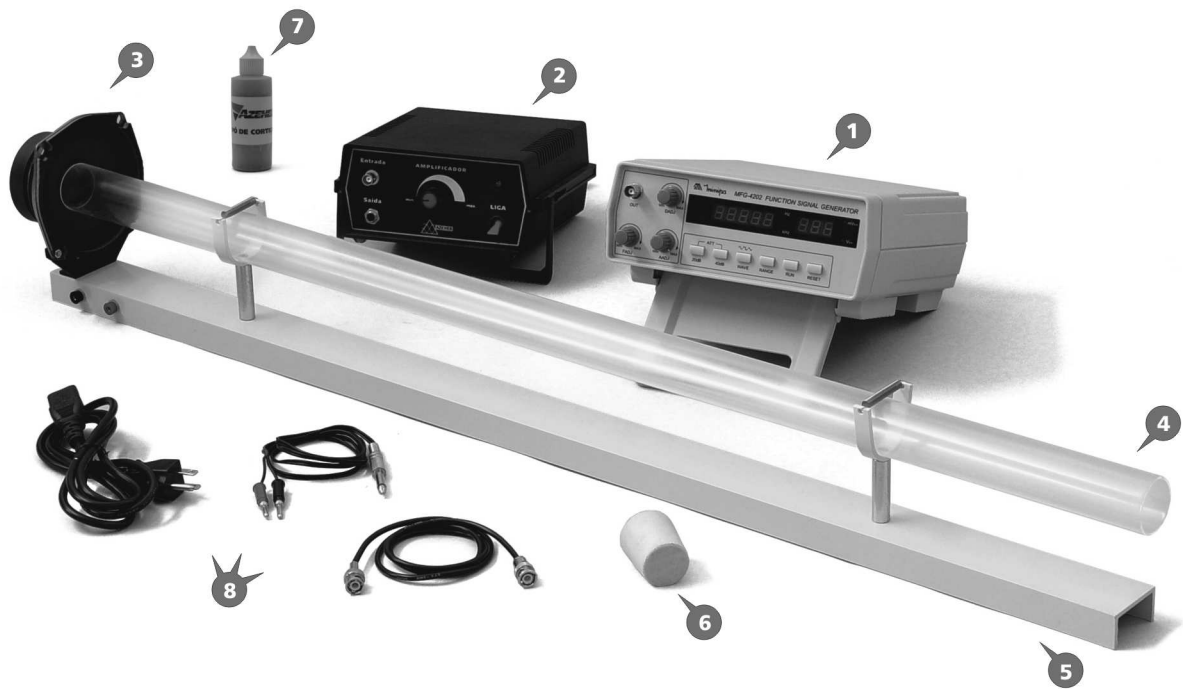
Dirección:

AZEHEB | Laboratórios de Física
R Arthur Bernardes, 137 - 2º andar
CEP 36300-076
São João Del Rey - MG - Brasil

Teléfono: +55 32 3371-3191
E-mail: exportacion@azeheb.com



EQUIPO / MONTAJE



1	01	generador de funciones con frecuencímetro digital e interruptor selector para ondas (senoidal , cuadrada y triangular);
2	01	amplificador de 15W;
3	01	altoparlante de 4 pulg. y potencia de 20W fijado en una base L;
4	01	tubo de vidrio de 1m x Ø40mm
5	01	base para sustentación del tubo de 1m;
6	01	tapa para el tubo de vidrio;
7	01	frasco de corcho;
8	03	cables de conexión;

EXPERIMENTOS

Introducción

El **Tubo de Kundt** está compuesto por un tubo de vidrio cilíndrico con longitud L y radio interno R , que lleva en su interior aire y aserrín fino de corcho. Haciendo vibrar un altoparlante en una de las extremidades del tubo, se producen ondas estacionarias en el interior de este. Existen determinadas frecuencias sonoras de vibración en las que se observa resonancia en el tubo, se transmiten vibraciones al polvo de corcho por el aire contenido dentro del tubo. Se observa que, cuando sucede la resonancia, hay ciertas regiones del tubo en las que se acumula el polvo de corcho y no se presentan vibraciones longitudinales (nudos). Conociéndose la distancia media entre esas acumulaciones y la frecuencia de la onda generada, se puede determinar la velocidad de propagación del sonido en el aire dentro del tubo.

La velocidad de propagación del sonido depende de la temperatura ambiente y obedece, aproximadamente, a la expresión:

$$V_{\text{sonido}} = 331 + 0,6 \cdot \theta \quad (01)$$

V – velocidad

θ – temperatura ambiente

La velocidad del sonido a 0°C es igual a 331m/s

La velocidad de sonido en el aire a 15°C , $V = 340\text{ m/s}$

La velocidad de propagación del sonido en el interior del tubo puede calcularse conociéndose la frecuencia de resonancia y la longitud de onda.

$$V_{\text{sonido}} = \gamma \cdot f \quad (02)$$

γ – longitud de onda

f – frecuencia

Determine la velocidad de propagación del sonido en tubos abiertos

Material utilizado

- 1 tubo de vidrio con un metro de longitud
- 1 generador de funciones
- 1 amplificador de 15W
- 1 conjunto de cables de conexión
- 1 frasco de polvo de corcho
- 1 cinta métrica de 2m

Procedimientos

1. Mida la longitud L y el radio interno R del tubo.

L = _____

R = _____

El vientre en la extremidad del tubo se forma un poco fuera del tubo o sea para tubos de sección circular y paredes no muy espesas, debemos corregir la longitud del tubo acrecentándole 0,6R en cada extremidad abierta. De esta manera, la longitud efectiva queda:

$$L_{ef} = 1,2 \cdot R + L \quad (03)$$

L_{ef} = _____

2. Calcule el valor de la frecuencia fundamental de los 4 primeros armónicos para el tubo abierto utilizando la ecuación.

$$f = \frac{n \cdot V}{2L} \quad (04)$$

n = 1,2,3,4... el tubo abierto tiene todos los armónicos

V = velocidad de propagación del sonido; considerar 340m/s

L = longitud del tubo

Para n = 1 f_1 = _____

Para n = 2 f_2 = _____

Para n = 3 f_3 = _____

Para n = 4 f_4 = _____

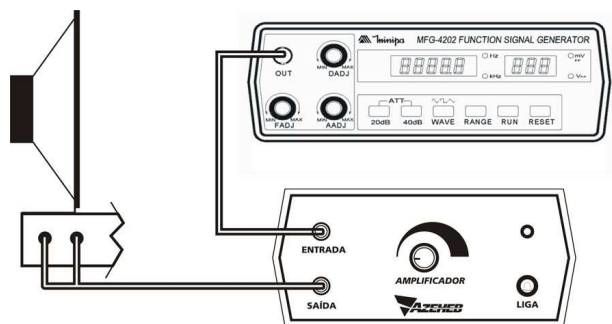
3. En el montaje, se debe instalar el tubo en posición horizontal y depositar en su interior el **polvo de corcho**. El altoparlante se conecta a un generador de audio.

4. Conecte el altoparlante al amplificador y al generador de audio. Ajuste el generador de audio para una amplitud baja cuando no lo esté utilizando.

5. Ponga el altoparlante bien cerca de la extremidad del tubo de vidrio.

6. Haga variar continuamente la frecuencia, empezando con un valor cercano al modo fundamental (n=1) y ajuste la frecuencia para la resonancia del modo fundamental.

La vibración del polvo de corcho en los vientres indica que el tubo de aire entró en resonancia. Deje el generador de audio ajustado para una amplitud baja, pues para el primer modo fundamental el efecto de la onda estacionaria en el interior del tubo es muy intenso y puede arrojar el polvo de corcho hacia afuera del tubo, entonces, se recomienda empezar con una amplitud bien pequeña e ir aumentando gradualmente la amplitud de la onda.

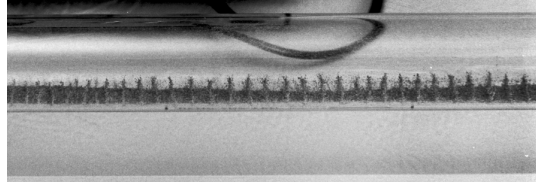


7. Anote a continuación la frecuencia de resonancia, el número de nudos y el número de vientres de la onda estacionaria dentro del tubo.

frecuencia de resonancia $f =$ _____

número de nudos = _____

número de vientres = _____



8. Mida la distancia entre dos vientres consecutivos y anote en la tabla la longitud de onda. La distancia entre dos vientres consecutivos es igual a media longitud de onda. Tome cuidado para no olvidarse de corregir el valor de la longitud L del tubo para el cálculo de la longitud de onda.

$L =$ _____

$\gamma =$ _____

9. Repita el experimento para otras frecuencias y encuentre las resonancias para los primeros 4 armónicos del tubo abierto y mida los valores de las frecuencias correspondientes mediante el generador de audio y rellene la siguiente tabla.

f(Hz)	Nº de vientres	Nº de nudos	Long. de onda γ (m)	v(m/s)

10. Calcule la velocidad del sonido.

$$V = \gamma \cdot f$$

11. Calcule el valor medio de la velocidad del sonido.

$$V.m = \text{_____}$$

12. Dibuje los primeros 3 armónicos de un tubo abierto.

13. Mida la temperatura ambiente.

$$\theta = \text{_____}$$

14. Calcule la velocidad del sonido para esa temperatura ambiente.

$$V_{\text{sonido}} = 331 + 0,6 \cdot \theta$$

15. Compare el resultado experimental con el resultado teórico y calcule también el error relativo.

16. ¿Qué relación de proporcionalidad existe entre la frecuencia y la longitud de onda?

17. Ajuste la intensidad del sonido para un valor soportable y aumente gradualmente la frecuencia de 0 a 25kHz. ¿Qué es infrasonido? ¿Qué es ultrasonido?

18. ¿De qué factores depende la velocidad de propagación del sonido?

Determine la velocidad de propagación del sonido en tubos cerrados

1. Mida la longitud L y el radio R interno del tubo.

$L =$ _____

$R =$ _____

El vientre en la extremidad del tubo se forma un poco fuera del tubo o sea para tubos de sección circular y paredes no muy espesas, debemos corregir la longitud del tubo acrecentándole $0,6R$ a la longitud del tubo. Así, la longitud efectiva será:

$$L_{ef} = 0,6.R + L \quad (01)$$

$L_{ef} =$ _____

2. Calcule el valor de la frecuencia fundamental para el primer armónico para el tubo cerrado utilizando la ecuación. El tubo cerrado tiene apenas armónicos de orden impar.

$$f = \frac{m.V}{4L} \quad (04)$$

$V =$ velocidad de propagación del sonido (340m/s)

$L =$ longitud del tubo

para $m = 1$ $f_1 =$ _____

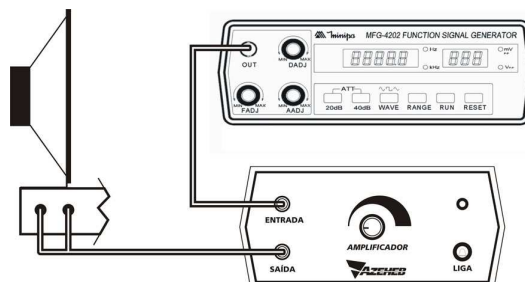
3. Calcule el valor de la frecuencia para el tercer armónico del el tubo cerrado utilizando la ecuación 04.

para $m = 3$ $f_3 =$ _____

4. Calcule el valor de la frecuencia para el quinto armónico del el tubo cerrado utilizando la ecuación 04.

para $m = 5$ $f_5 =$ _____

5. En el montaje, se debe instalar el tubo en posición horizontal y depositar en su interior el **polvo de corcho**. El altoparlante se conecta a un generador de audio. Cierre una extremidad del tubo con una tapa de caucho.



6. Conecte el altoparlante al amplificador y al generador de audio. Ajuste el generador de funciones para una amplitud baja cuando no lo esté utilizando.

7. Ponga el altoparlante bien cerca de la extremidad del tubo de vidrio.

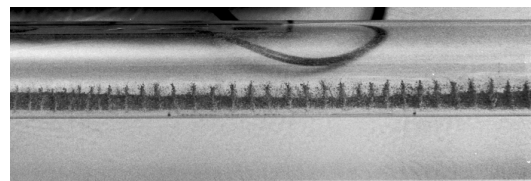
8. Haga variar continuamente la frecuencia, empezando con un valor cercano al modo fundamental ($m=1$) y ajuste la frecuencia para la resonancia del modo fundamental. La vibración del polvo de corcho en el vientre indica que el tubo cerrado de aire entró en resonancia.

9. Anote a continuación la frecuencia de resonancia, el número de nudos y el número de vientres de la onda estacionaria dentro del tubo.

frecuencia de resonancia $f =$ _____

número de nudos = _____

número de vientres = _____



10. Mida la distancia entre un vientre y un nudo consecutivos y anote en la tabla la longitud de onda. La distancia entre un vientre y un nudo consecutivos es igual a $\frac{1}{4}$ de la longitud de onda.

$\gamma =$ _____

$L =$ longitud del tubo = _____

11. Repita el experimento para otras frecuencias y complete la siguiente tabla.

f(Hz)	Nº de vientres	Nº de nudos	Long. de onda γ (m)	v(m/s)

12. Calcule la velocidad de propagación del sonido.

$$V = \gamma \cdot f$$

13. Calcule el valor medio de la velocidad del sonido.

$$V . m = \underline{\hspace{2cm}}$$

14. Dibuje el primer y el tercer armónicos de un tubo cerrado.

15. Mida la temperatura ambiente.

$$\theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

16. Calcule la velocidad del sonido para esa temperatura ambiente.

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

17. Compare el resultado experimental con el resultado teórico y calcule el error relativo.
