

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

---

---

### EXPERIENCIA:

#### Frecuencia de un Diapasón. Velocidad del Sonido

##### 1. OBJETIVO:

Determinar la frecuencia de un diapasón y la velocidad del sonido en el aire utilizando el fenómeno de las ondas estacionarias en el interior de un tubo de longitud variable.

##### 2. MATERIAL:

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| a. Soporte de mesa    | f. Embudo           |
| b. Varilla soporte    | g. Tubo resonante   |
| c. Nuez doble (dos)   | h. Pinzas de bureta |
| d. Diapasón           | i. Arandela soporte |
| e. Tubo de goma látex | j. Termómetro       |

##### 3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:

**3.a.** Las ondas estacionarias se forman al interferir dos ondas de iguales características que se propagan en la misma dirección pero en sentidos contrarios.

Se deben a la reflexión en el límite de separación de dos medios diferentes de una onda confinada en un espacio determinado, como las ondas en el tubo de un órgano o en las cuerdas de una guitarra.

El fenómeno de onda estacionaria solo se puede producir para unas ciertas longitudes de onda que dependen del espacio de confinamiento y de las condiciones de límite (límite fijo, como en el caso de una cuerda de guitarra, o límite libre, como en el extremo abierto de un tubo de órgano). Las frecuencias correspondientes a estas longitudes de onda se denominan *frecuencias de los modos normales de vibración* o *frecuencias propias*. La más baja se llama *frecuencia fundamental* y las demás se denominan *armónicos*.

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

En el caso que nos ocupa trabajaremos con un tubo abierto por uno de sus extremos y cerrado (con agua) por el otro. En estas condiciones en el extremo abierto se sitúa un vientre de la onda estacionaria y en el cerrado un nodo.

Si llamamos  $L$  a la longitud del tubo, las longitudes de onda de los distintos modos normales vienen dadas por:

$$\lambda = \frac{4L}{2n-1}, \text{ con } n=1,2,3\dots$$

Las frecuencias propias del tubo son:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4L} \cdot (2n-1), \text{ con } n=1,2,3\dots,$$

donde  $v$  es la velocidad de propagación de la onda.

La frecuencia fundamental es por tanto:

$$f_1 = \frac{v}{4L}$$

**3.b.** La velocidad del sonido en el aire es función de la temperatura absoluta ( $T$ ) del aire según la siguiente ecuación:

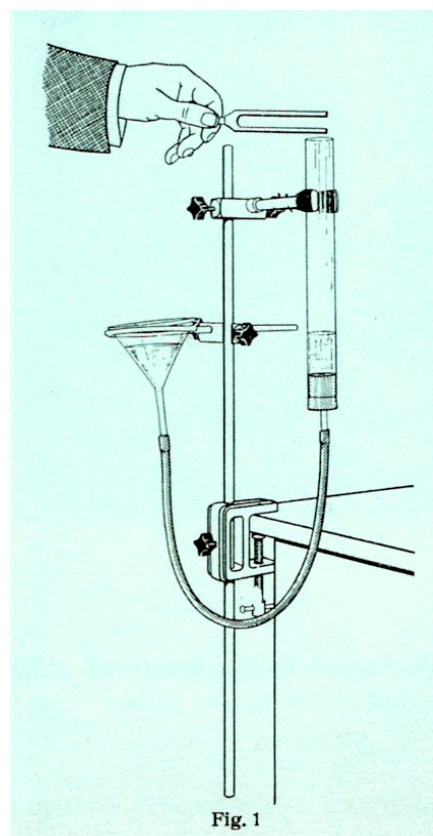
$$v = c \cdot \sqrt{T},$$

donde  $c$  es una constante de proporcionalidad.

#### 4. DESARROLLO:

Dispón los elementos como muestra la figura 1.

Llena de agua el tubo de goma y el embudo situado aproximadamente a la misma altura que el fondo del tubo resonante. Levanta el embudo para que el agua pase al tubo resonante y alcance un nivel próximo a la boca del mismo. Golpea el diapasón con un mazo de goma y sitúalo cerca de la boca del



Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

tubo resonante. Baja ahora el embudo para que el agua descienda poco a poco en el tubo. Llegará un momento en el que el sonido se oirá más intenso, debes fijar el embudo a esa altura mediante la arandela soporte.

Conviene repetir la operación para afinar el punto de resonancia exacta. Para ello haz subir ligeramente el nivel en el tubo resonante, golpea nuevamente el diapasón y baja un poco el embudo. Observando atentamente si el sonido aumenta o disminuye llegarás, en tres o cuatro ensayos, a la longitud exacta de la columna de aire, que medirás con una regla.

Operando de esta forma no puede haber más que un vientre en la boca y un nodo junto al agua, como muestra la figura 2. En realidad el vientre se forma un poco más arriba, por lo que conviene corregir la longitud sumándole  $0,6 \cdot R$ , siendo  $R$  el radio interior del tubo resonante.

Con esta longitud y estimando la velocidad del sonido en el aire como  $340 \frac{m}{s}$ , debes calcular la frecuencia del diapasón y compararla con la indicada por el fabricante. ¿Hay diferencia entre ambas? Si la hay, ¿a qué crees que se debe?

Tomando ahora como dato la frecuencia del diapasón indicada por el fabricante, calcula la velocidad del sonido en el aire.

Mide con un termómetro la temperatura ambiente en el laboratorio. Con los datos obtenidos estima el valor de la constante de proporcionalidad en la ecuación que relaciona la velocidad del sonido en el aire y la temperatura absoluta del mismo.

No olvides aplicar tus conocimientos en teoría de errores a la hora de acometer la toma de datos y los cálculos de esta práctica.

## 5. CONCLUSIÓN:

Elabora una memoria incluyendo en ella los datos recopilados en la práctica, los cálculos realizados con ellos, las conclusiones de la experiencia y algunas observaciones sobre la misma.

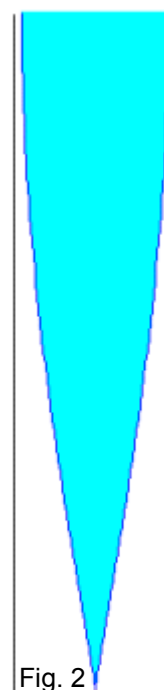


Fig. 2

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

**6. ERROR EN LA MEDIDA DE LA CONSTANTE C:**Teniendo en cuenta que  $v = c\sqrt{T}$ la constante  $c$  vendrá dada por  $c = \frac{v}{\sqrt{T}}$ .

La aparición de una raíz cuadrada en la ecuación dificulta el cálculo del error absoluto en la medida de la constante  $c$ . Dicho error podréis calcularlo mediante la ecuación:

$$\varepsilon_a(c) = \frac{\varepsilon_a(v)}{\sqrt{T}} + \frac{v}{2\sqrt{T^3}} \cdot \varepsilon_a(T)$$