

TAREAS

- Medición del tiempo de recorrido  $t$  de un impulso de sonido en el aire a temperatura ambiente en dependencia con la distancia  $s$  entre dos sondas de micrófono.
- Comprobación de la relación lineal entre  $s$  y  $t$ .
- Medición del tiempo de recorrido  $t$  de un impulso de sonido en dependencia de la temperatura  $T$  manteniendo fija la distancia entre dos sondas de micrófono.
- Determinación de la velocidad del sonido (velocidad de grupo) en dependencia de la temperatura.
- Comparación con el resultado obtenido por Laplace en su deducción.

OBJETIVO

Medición de los tiempos de recorrido de impulsos sonoros en un tubo de Kundt

RESUMEN

Las ondas sonoras se propagan en los gases como ondas longitudinales. La velocidad de grupo concuerda con la velocidad de fase. En el experimento se mide en el tubo de Kundt el tiempo de recorrido de un impulso de sonido entre dos micrófonos y a partir de ahí se calcula la velocidad del sonido. Se comprueba la dependencia de la velocidad del sonido con la temperatura, entre la temperatura ambiente y 50° C. El resultado de la medida concuerda con el resultado obtenido por Laplace en su deducción.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Tubo de Kundt E	1017339
1	Caja de impulso K	1017341
1	Sonda de micrófono, a largo	1017342
1	Sonda de micrófono, corta	4008308
1	Caja de micrófono (230 V, 50/60 Hz)	1014520
	Caja de micrófono (115 V, 50/60 Hz)	1014521
1	Contador de microsegundos (230 V, 50/60 Hz)	1017333 o
	Contador de microsegundos (115 V, 50/60 Hz)	1017334
1	Barra calefactora K	1017340
2	Cable HF, conector macho BNC / 4 mm	1002748
1	Fuente de alimentación CC, 0 – 20 V, 0 – 5 A (230 V, 50/60 Hz)	1003312 o
	Fuente de alimentación CC, 0 – 20 V, 0 – 5 A (115 V, 50/60 Hz)	1003311
1	Termómetro digital instantáneo de bolsillo	1002803
1	Sensor sumergible de NiCr-Ni, tipo K, -65°C – 550°C	1002804
1	Par de cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1002849

Recomendado adicionalmente:

Diferentes gases técnicos



FUNDAMENTOS GENERALES

Las ondas sonoras son ondas elásticas en medios deformables. Su velocidad de onda depende de las propiedades elásticas del medio en que se propagan. En gases simples se propagan únicamente como ondas longitudinales, la velocidad de grupo concuerda con la velocidad de fase.

En una deducción realizada por Laplace, las ondas sonoras se consideran como variaciones de presión adiabáticas resp. de la densidad. Para la velocidad del sonido se obtiene la relación:

$$(1) \quad c = \sqrt{\frac{C_p \cdot p}{C_v \cdot \rho}}$$

$p$ : Presión,  $\rho$ : Densidad,  
 $C_p, C_v$ : Capacidades caloríficas del gas

Para un gas ideal con la temperatura absoluta  $T$  es:

$$(2) \quad \frac{p}{\rho} = \frac{R \cdot T}{M}$$

$R = 8,314 \frac{J}{Mol \cdot K}$  : Constante universal de los gases,  
 $M$ : Masa molar

Entonces, su velocidad del sonido se obtiene por:

$$(3) \quad c = \sqrt{\frac{C_p \cdot R \cdot T}{C_v \cdot M}}$$

Para diferencias de temperatura  $\Delta T$  no muy grandes en comparación con una temperatura de referencia  $T_0$ , la velocidad del sonido depende linealmente de la variación de temperatura  $\Delta T$ :

$$(4) \quad c = \sqrt{\frac{C_p \cdot R \cdot T_0}{C_v \cdot M}} \cdot \left(1 + \frac{\Delta T}{2 \cdot T_0}\right)$$

Por lo tanto, para el aire seco, como gas ideal, se encuentra frecuentemente la siguiente expresión para la velocidad del sonido:

$$(5) \quad c(T) = \left(331,3 + 0,6 \cdot \frac{\Delta T}{K}\right) \frac{m}{s}$$

$T_0 = 273,15 K = 0^\circ C$

En el experimento, se mide en un tubo de Kundt el tiempo de recorrido  $t$  de un impulso de sonido entre dos sondas de micrófono colocadas a una distancia  $s$  entre sí. El impulso de sonido se origina por el movimiento abrupto de la membrana de un altavoz, controlado por un impulso de tensión con flanco de subida rápido. La medición del tiempo de recorrido de alta resolución se inicia con un contador de microsegundos, cuando el impulso de sonido llega a la primera sonda de micrófono y se detiene cuando éste llega a la segunda sonda, colocada a una distancia  $s$  de la primera. Para las mediciones del tiempo de recorrido en dependencia de la temperatura se calienta el aire en el tubo de Kundt hasta una temperatura de 50°C, utilizando una barra calefactora. En el proceso de enfriamiento la distribución de la temperatura es suficientemente homogénea. Por lo tanto basta con medir la temperatura en un punto del tubo de Kundt. Por medio de una oliva de manguera se pueden introducir otros gases técnicos en el tubo de Kundt diferentes al aire.

EVALUACIÓN

La velocidad del sonido se logra a partir del cociente entre el camino recorrido  $s$  y el tiempo recorrido  $t$ :

$$c = \frac{s}{t}$$

En la Fig. 2 es esta relación el inverso de la pendiente de la recta. La dependencia de la temperatura de la velocidad del sonido se puede describir por medio de la ecuación 3, con los parámetros.

$$M = 28,97 \frac{g}{Mol}, \quad \frac{C_p}{C_v} = \frac{7}{5}$$

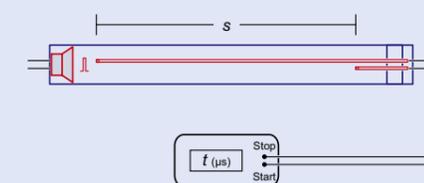


Fig. 1: Representación esquemática del montaje experimental

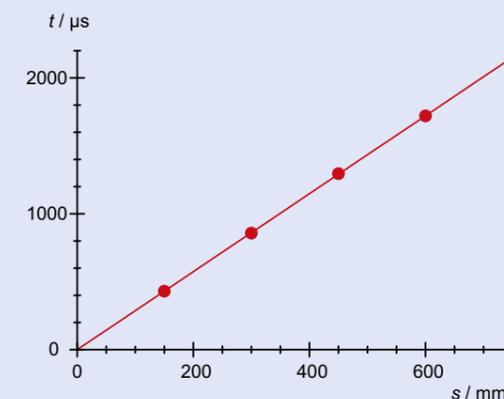


Fig. 2: Tiempo de recorrido  $t$  del sonido en el aire en dependencia de la distancia de recorrido  $s$  a temperatura ambiente

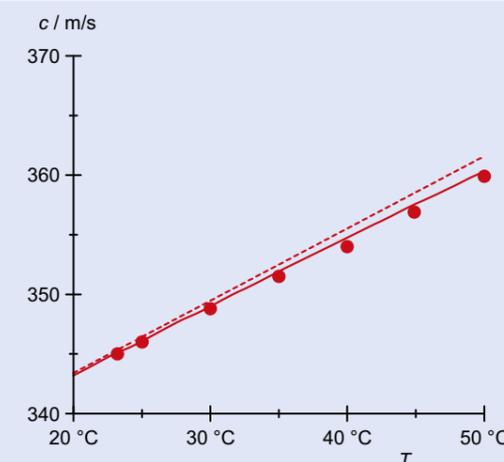


Fig. 3: Velocidad del sonico  $c$  en el aire en dependencia de la temperatura  $T$  línea continua: calculada según la ecuación 3, línea punteada: calculada según la ecuación 5