EL EXPONENTE ADIABÁTICO DEL AIRE

OBJETIVO

Determinación según Rüchardt del exponente adiabático C_p/C_V del aire

RESUMEN

En el experimento, un émbolo de aluminio en un tubo de vidrio de precisión conectado perpendicularmente en una botella de gas, realiza oscilaciones armónicas sobre una almohadilla de aire formada por el volumen de aire encerrado. A partir del período de la oscilación del émbolo de aluminio se puede calcular el exponente adiabático.

TAREAS

- **Medición del período de oscilación del émbolo de aluminio.**
- **Determinación de la presión de equilibrio en el volumen de aire encerrado.**
- **Determinación del exponente adiabático del aire y comparación con el valor bibliográfico.**

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Botella de Mariotte	**1002894**
1	Tubo de oscilación	**1002895**
1	Cronómetro mecánico, 15 min	**1003369**
1	Bomba manual de vacío	**1012856**
Recomendado adicionalmente:		
1	Barómetro aneroide F	**1010232**
1	Pie de rey, 150 mm	**1002601**
1	Balanza electrónica 200 g	**1003433**

2

FUNDAMENTOS GENERALES

En un montaje clásico, según Rüchardt, se puede determinar el exponente adiabático del aire partiendo de las oscilaciones verticales de un émbolo, el cual se encuentra dentro de un tubo de sección constante, descansa sobre una almohadilla de aire y la cierra hacia arriba. Una desviación del émbolo de su posición de equilibrio produce un aumento o una disminución de presión en el volumen del aire, lo cual restituye al émbolo a su posición de equilibrio. La fuerza de restitución es proporcional a la desviación de la posición de equilibrio; el émbolo oscila armónicamente.

Como no se produce intercambio de calor con el medio, las oscilaciones están relacionadas con un cambio de estado adiabático. Entre la presión y el volumen del aire encerrado existe la relación:

(1) $$p \cdot V^{\gamma} = \text{const.}$$

El exponente adiabático γ, es la relación entre el calor específico a presión constante C_p y el calor específico a volumen constante C_V:

(2) $$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$$

De (1) se deduce para las variaciones de presión Δp y volumen ΔV la relación:

(3) $$\Delta p + \gamma \cdot \frac{p}{V} \cdot \Delta V = 0.$$

Remplazando el área de la sección interna A del tubo, a partir de la variación de presión, se calcula la fuerza de restitución ΔF, de la variación del volumen, la desviación Δs del émbolo respecto a la posición de reposo. Por lo tanto se obtiene:

(4) $$\Delta F = -\gamma \cdot \frac{p}{V} \cdot A^2 \cdot \Delta s = 0.$$

Y a continuación, como ecuación de movimiento para el émbolo:

(5) $$m \cdot \frac{d^2 \Delta s}{dt^2} + \gamma \cdot \frac{p}{V} \cdot A^2 \cdot \Delta s = 0$$

m: Masa del émbolo

Las soluciones de esta ecuación clásica del movimiento de un oscilador armónico son oscilaciones con un período:

(6) $$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{\gamma} \cdot \frac{V}{p} \cdot \frac{m}{A^2}},$$

de la cual se puede calcular el exponente adiabático, cuando todas las otras magnitudes son conocidas.

En el experimento, se inserta un tubo de vidrio de precision de sección pequeña A en el tapón de goma perforado de una botella de vidrio de gran volumen V y se deja que un émbolo de aluminio de masa m conocida y espesor adecuado se deslice en el tubo de vidrio. El émbolo de aluminio realiza oscilaciones armónicas sobre la almodilla de aire del volumen de aire encerrado. Del período de la oscilación del émbolo de aluminio se puede calcular el exponente adiabático.

EVALUACIÓN

Para la determinación del exponente adiabático se tiene la siguiente relación de

(6): $$\gamma = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \frac{m}{A^2} \cdot \frac{V}{p}$$

El volumen en equilibrio V corresponde al volumen de la botella de gas porque el volumen del tubo de precisión se puede despreciar.

La presión de equilibrio p se obtiene de la presión externa p_0 y la presión que hace el émbolo de masa m en reposo y sección A sobre el aire encerrado:

$$p = p_0 + \frac{m \cdot g}{A}$$, g: Aceleración de caída libre

Como resultado se espera el valor de $\gamma = \frac{7}{5} = 1{,}4$, porque el aire se compone básicamente de moléculas diatómicas con 5 grados de libertad para absorber energía calorífica.

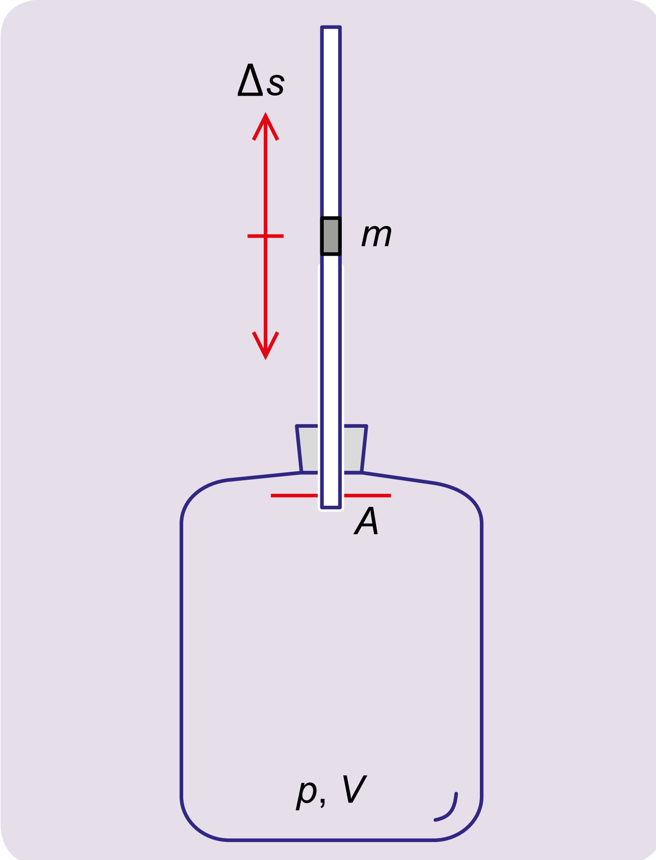

Fig. 1: Esquema del montaje experimental