FISICA GENERAL II– 2013

Guía de Trabajo Practico No 7

Experimento de Clément & Desormes

Determinación del coeficiente γ

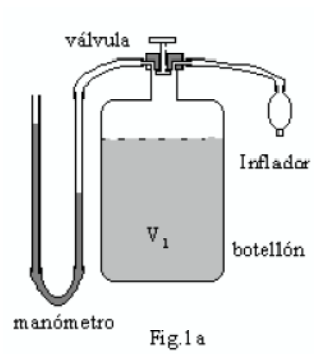
INTRODUCCIÓN

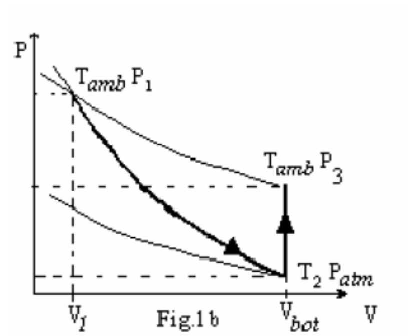
Haciendo uso de las propiedades de evolución de los gases ante procesos adiabáticos e isotérmicos puede implementarse un método para medir el cociente

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

Para llevar a cabo este trabajo práctico, se someterá a un sistema compuesto por una cierta cantidad de gas (aire), a transformaciones adiabáticas (en las que asumimos que durante la evolución el gas no intercambia calor con el medio ambiente) e isocóricas (que ocurren manteniendo constante el volumen del sistema).

El aparato a utilizar consiste en un botellón equipado con una válvula normal cerrada de ingreso de aire, y otra que permite expulsar aire (siempre que la presión en el botellón supere la del ambiente) bajo accionamiento manual. La presión en el interior del botellón, relativa a la atmosférica, pueden leerse mediante un manómetro de agua (Fig. 1a).





Llamaremos P_1 al valor de la presión del aire en el botellón luego de hacer ingresar aire mediante el inflador. Si a continuación, esperamos un tiempo suficiente (el botellón no es un recipiente adiabático) la temperatura del sistema será igual a la del ambiente (T_{amb}). En estas condiciones, el estado de un cierto número de moles de aire dentro del botellón, estará unívocamente determinado por (P_{amb}, P_1, V_1) (ver Fig. 1b)

Consideraremos la evolución de este número dado de moles de gas que ocupan el volumen V_1, menor al volumen del botellón. Accionando a continuación la válvula de escape, se produce una descompresión del aire contenido en el botellón, y el gas que inicialmente ocupaba el volumen V_1 pasará a ocupar el volumen V_{bot}(volumen del botellón) Si esta descompresión es lo suficientemente rápida puede suponerse que es es adiabática, y pese a su carácter irreversible la ecuación

$$PV^{\gamma} = cte$$

tiene validez para los estados inicial y final de la transformación. Al descomprimir el aire en el botellón, la temperatura del mismo desciende hasta el valor T_2 y la presión disminuye hasta el valor P_{atm} (presión atmosférica). Luego de un cierto tiempo, el sistema vuelve a intercambiar calor con el ambiente, la temperatura del aire en el botellón se iguala a la del ambiente, y la presión alcanza el valor P_3. En la Fig. 1b se muestra un proceso reversible en el que el sistema pasa por los estados mencionados. Suponiendo que la descompresión es adiabática

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_{atm} V_{bot} \tag{1}$$

Además, haciendo uso de la ley de Boyle y Mariotte, $P_1 V_1 = P_3 V_{bot}$, y de ambas ecuaciones se obtiene

$$\gamma = \frac{\ln(P_1) - \ln(P_{atm})}{\ln(P_1) - \ln(P_3)} \tag{2}$$

Ahora bien, es posible simplificar esta expresión, teniendo en cuenta que tanto P_1 como P_3 son valores de presión levemente superiores a la presión atmosférica, es decir se encuentran algunos cm de agua por encima del valor de ésta. Teniendo esto en cuenta, la función $\ln(P)$ para las presiones consideradas, tiene el aspecto mostrado en la Fig. 2. Una ampliación de la zona en la que se encuentran los puntos $(P_{atm}, \ln(P_{atm}))$, $(P_3, \ln(P_3))$, y $(P_1, \ln(P_1))$ se muestra en la Fig. 3.

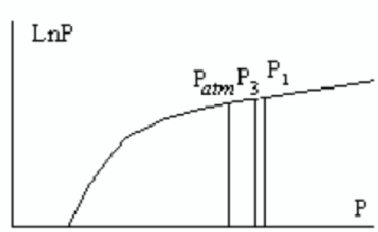


Fig.2

De la semejanza de los triángulos *ABC* y *DBE*, se tiene que

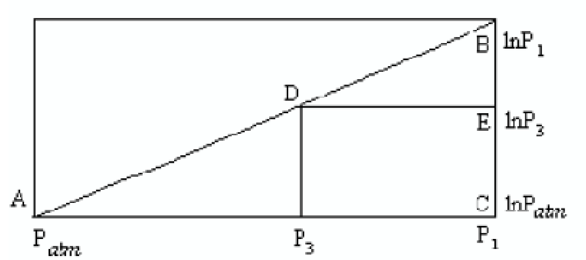


Fig. 3

$$\frac{\ln{(P_1)} - \ln{(P_{atm})}}{P_1 - P_{atm}} = \frac{\ln{(P_1)} - \ln{(P_3)}}{P_1 - P_3} \qquad (3)$$

y de las ecuaciones (2) y (3) se obtiene

$$\gamma = \frac{P_1 - P_{atm}}{P_1 - P_3} \qquad (4)$$

Teniendo en cuenta que

$$P_i = P_{atm} + \rho_{agua}\, g\, \Delta h_i \quad , \quad \Delta h_i = 1,3 \qquad (5)$$

siendo Δh_i las diferencias de altura medidas en cada caso en las ramas del manómetro, por lo tanto podemos escribir

$$\gamma = \frac{\Delta h_1}{\Delta h_1 - \Delta h_3} \qquad (6)$$

Realice las mediciones que considere necesarias de este coeficiente, de manera de poder obtener un valor representativo para γ.

BIBLIOGRAFÍA

- Física General y Experimental I. Eligio Perucca.
- Estudio del Calor- Isnardi-Collo;
- Trabajos Prácticos de Física - Fernández y Galloni.
- Física. Resnick R., Halliday D., Krane K. 5a. edición en español.