

## Práctica 10: LEY DE GAY-LUSSAC DE LOS GASES IDEALES

### 1 Objeto de la práctica

En esta práctica se estudiará la relación entre la presión y la temperatura de los gases suponiendo que siguen el modelo de gas ideal. Se determinará el número de moles presente en la muestra de gas.

### 2 Fundamento teórico

Se dice que un gas es ideal si posee un comportamiento descrito por la conocida ecuación de Clapeyron

$$PV = nRT \quad (1)$$

Donde:

- $P$ ,  $V$  y  $T$  son respectivamente la presión, el volumen del gas y la temperatura.
- $n$  es el número de moles de la muestra del gas.
- $R$  es la constante universal de los gases ideales.

Cualquier gas a densidades suficientemente bajas se comporta como un gas ideal. La mayoría de los gases reales se comportan como gases ideales a la temperatura ambiente y la presión atmosférica.

### 3 Descripción del instrumental

El material preciso para la realización de esta práctica es:

- Un aparato de medida (ver figura).
- Un baño termostático.
- Termómetro de mercurio.
- Una regla.

#### 3.1 Descripción del aparato de medida

Una cantidad fija de gas (aire), usada como objeto de estudio, se halla en un recipiente de vidrio (tubo de medida), el cual está conectado a un manómetro de mercurio en forma de U.

Los brazos del manómetro están formados básicamente por un tubo de plástico flexible, cuyo extremo abierto termina en un tubo de vidrio de mayor diámetro (recipiente de reserva).

### 3.2 Medida del volumen del gas

Se determinará a partir del área de la sección transversal que se considera conocida ( $S = 1.02 \text{ cm}^2$ ) y la altura de la columna de aire medida sobre la escala graduada. El extremo superior del tubo de medida tiene una zona coloreada equivalente a 1 cm de altura, por tanto **la altura real de la columna de aire ( $h_V$ ) será la medida en la escala graduada más un centímetro.**

$$V = h_V S$$

Para facilitar la medida de  $h_V$ , se procederá a anotar la posición inferior de la zona coloreada  $h_0$  y la posición del menisco izquierdo  $h_1$ , de forma que

$$h_V = h_0 - h_1 + 1 \text{ cm} \quad (2)$$

### 3.3 Medida de la presión del gas

El recipiente reserva está a presión atmosférica  $P_a$  (se ha quitado el tapón). La presión del gas ( $P$ ) es la presión atmosférica más la presión manométrica ( $P_m$ ).

$$P = P_a + P_m \quad (\text{Pa})$$

La presión manométrica ( $P_m$ ) se obtiene a partir de la diferencia de altura del mercurio entre el recipiente reserva y el tubo de medida ( $h_P$ ):  $P_m = \rho g h_P$ , siendo  $\rho$  la densidad del mercurio. Para facilitar la medida de  $h_P$ , se anotará la posición del menisco izquierdo  $h_1$  y del menisco derecho  $h_2$ . La diferencia de altura del mercurio entre ambos recipientes es

$$h_P = h_2 - h_1 \quad (3)$$

### 3.4 Medida de la temperatura

Con el baño termostático se controlará la temperatura del gas.

El tubo de medida está rodeado por otro tubo por el que circula el agua procedente del baño. La temperatura de salida del agua en circulación se mide con un termómetro introducido a través de un orificio al efecto y la temperatura de entrada coincide con la del baño termostático. El valor medio de ambas temperaturas es la temperatura del gas.

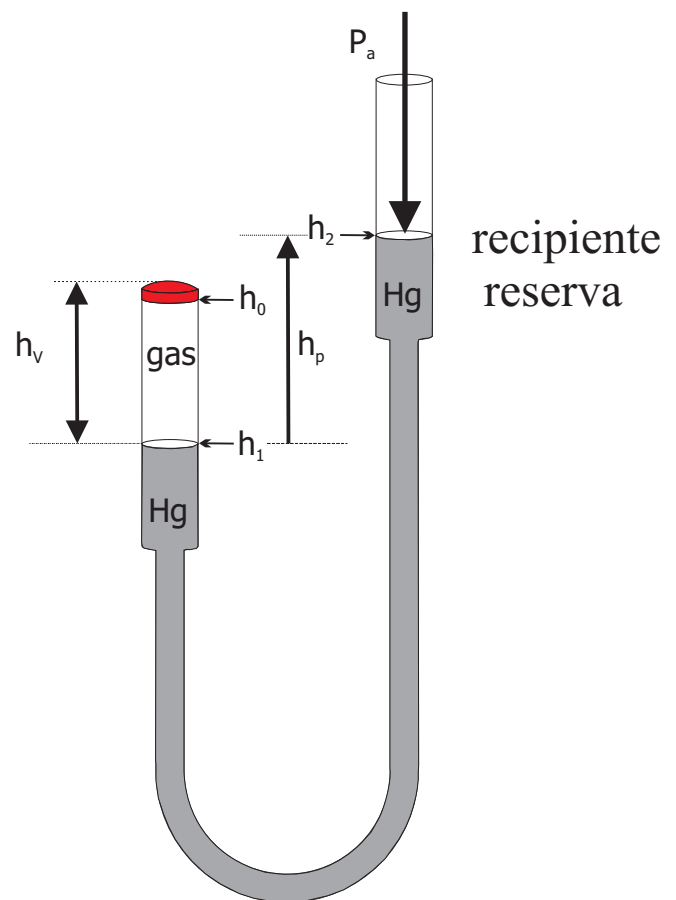
Para no dañar la resistencia calefactora del baño termostático **el nivel del agua siempre debe estar por encima de la resistencia.**

### 3.5 Relación entre $h_V$ y $P_m$

Al sustituir las expresiones del volumen y la presión en la ecuación (1)

$$P_a + P_m = \frac{nRT}{Sh_V}$$

$$P_m = \frac{nR}{Sh_V} T - P_a \quad (4)$$



## 4 Realización de la práctica

### 4.1 Medidas en el laboratorio

1. Quítese el tapón del recipiente reserva.
2. Compruébese el nivel de agua en el baño termostático, de forma que **debe estar por encima de la resistencia**.
3. Anótese la posición inferior de la zona coloreada  $h_0$ .
4. Actívese la circulación de agua encendiendo el termostato de inmersión. Seleccione una temperatura *dos grados* por encima de la temperatura ambiente, medida en cualquier termómetro del laboratorio. La selección requiere apretar el botón amarillo una vez (aparece en pantalla “set”) y otra vez más, tras lo cual aparece el valor de temperatura fijado, que podemos aumentar o disminuir pulsando los botones rojo o azul, respectivamente. Con el valor deseado en pantalla, basta esperar cuatro segundos para que la temperatura de trabajo quede establecida. A partir de ese momento, la pantalla indicará la temperatura que va alcanzando el baño. Tardará unos minutos en alcanzar la temperatura de trabajo. El baño está configurado para calentar, pero no para refrigerar, por lo que debemos fijar temperaturas cada vez mayores.
5. Alcanzada la temperatura deseada, anótese la temperatura media ( $\theta$ ) entre la medida en el baño (con el termómetro digital) y en la de salida (con el termómetro de mercurio).
6. Trasládese el recipiente reserva de manera que  $h_V$  sea aproximadamente 20 cm. Anótese las posiciones de los dos meniscos  $h_1$  y  $h_2$ .
7. Auméntese la temperatura del baño térmico en unos 4 grados, una vez alcanzada la temperatura seleccionada repítase el paso 5.
8. Para mantener constante el volumen de aire desplácese el recipiente reserva hasta que el menisco izquierdo esté en el valor  $h_1$  medido en el paso 6. Anótese la posición  $h_2$ .
9. Repítase los pasos 7 y 8 hasta tener cinco valores de la temperatura diferentes.

### 4.2 Análisis de datos

1. Obténgase  $T$ , en kelvin (K), sabiendo que  $T = \theta + 273.15$
2. Calcúlese la diferencia de altura:  $h_P = h_2 - h_1$  (téngase en cuenta el signo).
3. Tomando el valor de la densidad del mercurio  $\rho = 13.53 \text{ g/cm}^3$  y la gravedad  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ , ambos sin errores. Calcúlese  $P_m = \rho g h_P$  expresándolo en pascales.
4. Representétese gráficamente  $P_m$  frente a  $T$
5. Calcúlese la recta que mejor se ajusta a las medidas experimentales

$$P_m = a + bT$$

si se compara con la expresión (4) debería ser

$$a = -P_a \quad ; \quad b = \frac{nR}{S h_V}$$

6. Representétese la recta de mínimos cuadrados en la misma gráfica.
7. A partir de la pendiente de esta recta, de la sección  $S$ , del valor de  $h_V$  y de la constante universal  $R = 8.314 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ , calcúlese el número de moles.
8. A partir de la ordenada en el origen de esta recta obténgase el valor de la presión atmosférica  $P_a$ .

### 4.3 Cuestiones relativas a la realización de la práctica

1. Consulte en la web ([datosclima.es](http://datosclima.es) de la AEMET) la presión atmosférica en el día que realiza la práctica y compárese con el resultado de la ordenada en el origen. Considerando la incertidumbre de la medida, ¿se puede decir que se ha medido correctamente?