



Práctica 8: ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS GASES IDEALES

1 Objeto de la práctica

El objetivo específico es estudiar el comportamiento experimental de los gases. Suponiendo que siguen el modelo de gas ideal, medirá el número de moles presentes en una muestra de gas.

Como objetivos generales cabe señalar el aprendizaje y la destreza en los siguientes aspectos:

- Expresión correcta de las magnitudes con sus errores y unidades.
- Determinación experimental de magnitudes mediante medidas directas e indirectas y especialmente mediante los coeficientes de rectas de regresión lineal.

2 Fundamento teórico

2.1 Gases ideales

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

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

Donde:

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

Conviene recordar que cualquier gas a densidades suficientemente bajas se comporta como un gas ideal, y que la mayoría de los gases reales se comportan como gases ideales a la temperatura ambiente y la presión atmosférica.

2.2 Determinación experimental del número de moles mediante regresión lineal

En este experimento, tomaremos como muestra de gas la que ocupa el volumen de un cilindro recto de sección S y altura h_V , ($V = S \cdot h_V$). El modelo físico dado por la ley (1) a temperatura constante T , puede escribirse en la forma

$$P = \frac{nRT}{S} \frac{1}{h_V} \quad (2)$$

que podemos expresar en forma lineal

$$P = a + b \frac{1}{h_V} \quad (3)$$

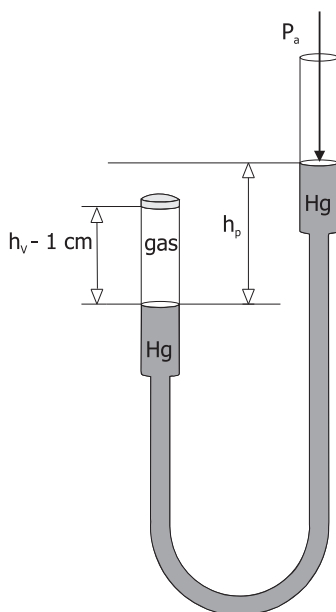
donde $(1/h_V)$ representa la abscisa y P la ordenada. Se deberá tomar un conjunto de puntos experimentales $(1/h_{Vi}, P_i)$ a temperatura constante, y posteriormente aplicar el método de mínimos cuadrados para obtener los parámetros a y b de esta recta. El número de moles podrá determinarse una vez conocida la pendiente:

$$n = \frac{bS}{RT} \quad (4)$$

3 Descripción del instrumental

El material preciso para la realización de esta práctica es:

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



3.1 Descripción del aparato de medida

Una cantidad fija de gas, 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 mercurio). Un taponcito (que no aparece en la figura) cubre el recipiente de reserva, y debe mantenerse quitado durante el experimento y **colocarse posteriormente** una vez finalizada la práctica, antes de abandonar el laboratorio.

Todo el aparato está fijado a un soporte, de forma que el tubo de medida permanece fijo y el recipiente de reserva se puede desplazar a lo largo del soporte. La presión y el volumen del aire encerrado se controlan al variar h_P y h_V .

La diferencia del nivel de mercurio entre el tubo de medida y el recipiente de reserva (h_P), se puede medir mediante una regla graduada, y nos da la diferencia de presión entre el gas y la atmósfera en longitud de mercurio. Si no estuviera disponible el barómetro, se adoptará como valor de la presión atmosférica el de condiciones normales, es decir, $P_a = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm de Hg}$. La presión se obtiene con la fórmula

$$P = h_P + P_a \quad (5)$$

A fin de poder variar la temperatura del gas de forma controlada, el tubo de medida está rodeado de otro tubo que se puede conectar con un baño termostático a través de los tubulares de entrada y salida. La temperatura de salida del líquido en circulación se puede medir con un termómetro introducido a través de un orificio al efecto y la temperatura de entrada coincide con la del baño termostático.

La altura del volumen de la columna de aire se mide en la escala graduada y el área de su sección transversal, conocida, es $S = 1.02 \text{ cm}^2$. La zona coloreada del extremo superior del tubo de medida encierra

el volumen que tendría un cilindro recto de altura 1 cm. Por ello, **la altura de la columna de aire será siempre la medida hasta el comienzo de la zona coloreada más un centímetro.**

Para no dañar la resistencia calefactora del baño termostático, se deberá tener especial cuidado en que el nivel del agua esté siempre por encima de ella

4 Realización de la práctica

4.1 Medidas en el laboratorio

1. Caracteriza los instrumentos de medida (termómetro de Hg, termómetro digital, regla métrica y barómetro), anotando en la tabla I de la hoja de datos el rango de medida y la precisión de cada uno de ellos.
2. Para medir la temperatura, asegúrate de que la circulación del agua está activada, y manipula el dial de temperaturas hasta señalar 5°C por encima de la temperatura ambiente. Cuando se haya estabilizado, se podrá medir la temperatura θ_1 del baño termostático, y la temperatura θ_2 a la salida del intercambiador de calor (doble tubo concéntrico).
3. Mide la temperatura θ_1 con el termómetro digital, y anota el valor (en $^{\circ}\text{C}$) en la hoja de recogida de datos.
4. Mide la temperatura θ_2 con el termómetro de Hg, y anota el valor (en $^{\circ}\text{C}$) en la hoja de recogida de datos.
5. Mide la presión atmosférica P_a con el barómetro, y anota el valor (en cm de Hg) en la hoja de recogida de datos.
6. Anota los errores absolutos de las medidas directas (E_{θ_1} , E_{θ_2} , E_h y E_{P_a}) en la tabla I.
7. Para fijar cada h_V de los que vienen en la tabla, recuerda que la altura de la columna de aire, h_V , será siempre la medida hasta el comienzo de la zona coloreada más un centímetro.

Para medir h_P , asegúrate de que el taponcito esté quitado. Recuerda que h_P es la diferencia de alturas entre los dos meniscos de mercurio. En la tabla II, anota los valores de h_P correspondientes a las h_V indicadas.

4.2 Análisis de los datos

1. Calcula la temperatura del gas, θ , con la fórmula

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \quad (6)$$

y anótala, con su error, en la celda correspondientes. A continuación, obtén T , en kelvin (K), sabiendo que $T = \theta + 273,15$. Esta T es la que hay que usar para obtener el número de moles en el último apartado. Anota en la celda correspondiente el valor de T con su error.

2. Calcula y anota en la tabla II los valores de E_{h_V} y E_{h_P} , en cm. Recuerda que, para estas medidas, has de tener en cuenta la regla de que, cuando hay que enrasar por dos extremos, se toma doble error. Además, sabemos que se trata de una regla, instrumento de medida analógico, y que está graduada en milímetros.
3. Acaba de rellenar la tabla II, calculando y anotando cada uno de los valores de $\frac{1}{h_V}$ y P , en las unidades indicadas en la tabla. Para calcular cada P , usa la ecuación (5), siendo P_a la del barómetro.
4. Vamos a obtener la recta $P = a + b\frac{1}{h_V}$:

- (a) En primer lugar, representa gráficamente las parejas de datos $\left(\frac{1}{h_V}, P\right)$, con P en ordenadas y $\frac{1}{h_V}$ en abscisas. No olvides poner las etiquetas de los ejes con las unidades correspondientes.

- (b) Calcula los parámetros a (corte con la ordenada), b (pendiente de la recta) y r (coeficiente de correlación lineal). Obtén también los valores de E_a y E_b , todo con sus unidades.
- (c) Con ayuda de dos puntos auxiliares (que no se marcarán en la gráfica) dibuja la recta $P = a + b\frac{1}{h\nu}$ en la misma gráfica donde has representado los puntos experimentales.

5. Calcula, con su error, el número de moles, $n = \frac{bS}{RT}$, y anótalo en la celda correspondiente.

4.3 Cuestiones relativas a la realización de la práctica

1. El valor obtenido para a , ¿es el que hubieras esperado? Razona tu respuesta.