

Determinación de la masa molar y la densidad de un gas caso del Butano

Verónica Nishinakamasu (veronikanis@hotmail.com) – Osvaldo Avella (oavella@phoenix.com.ar)
Termodinámica – Laboratorio de Física I – Universidad Nacional de General San Martín

Resumen:

En este trabajo trataremos de determinar la masa molecular del butano y su densidad utilizando para ello un experimento sencillo, realizando mediciones de volúmenes de masas conocidas del butano a temperatura y presión constante.

Introducción:

El butano, a presiones cercanas a la presión atmosférica y temperaturas alejadas de su punto de ebullición se comporta en forma similar a un gas ideal, por lo que podemos estudiarlo utilizando la ecuación de estado de los gases ideales:

$$P.V = n.R.T = \frac{m}{M}.R.T \quad (1)$$

Donde P es la presión absoluta del gas, V el volumen, n el número de moles, R la constante universal de los gases, T la temperatura absoluta, m la masa del gas y M la masa molecular del gas .

Para determinar la densidad y masa molecular del butano, se pueden medir distintos volúmenes de gas de masa conocida a presión y temperaturas constantes. Si el butano se comporta como un gas ideal, graficando la masa del gas en función del volumen a P y T constantes, esperaríamos obtener una recta cuya pendiente sería:

$$pendiente = \frac{P.M}{R.T} \quad (2)$$

Desarrollo experimental:

Utilizamos para las mediciones una probeta de un litro graduada cada 10 ml, una balanza digital con una sensibilidad de 0.01 g y un encendedor como fuente de butano.

Los datos de temperatura y presión atmosférica fueron obtenidos a través de la página de internet del servicio meteorológico nacional (www.meteonet.com.ar).

Llenamos la probeta con agua y la colocamos invertida dentro de un recipiente con agua, como se muestra en la figura 1. Es importante cuidar que no entre aire a la probeta al invertirla.

Se pesa entonces el encendedor antes de utilizar y una vez armado el dispositivo, se lo coloca debajo de la probeta invertida dejando salir el gas dentro de la misma.

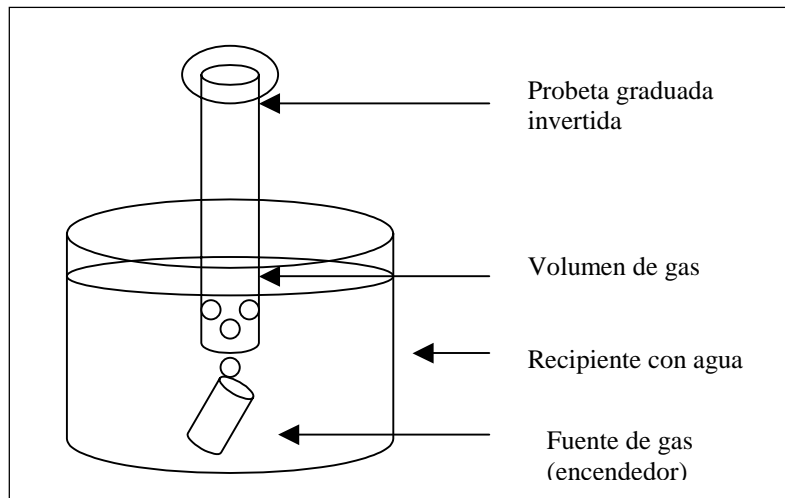


Fig.1 Dispositivo experimental utilizado para medir el volumen de agua desplazado por el gas

Se mide el volumen de agua desplazada por el gas, teniendo cuidado de que el nivel de agua de la probeta coincida con el del recipiente exterior, para asegurarnos que la presión dentro de ella sea la misma que la atmosférica. Obtenemos así el dato de V_{gas} . Secamos bien el encendedor y lo volvemos a pesar, para que por diferencia podamos calcular la masa de gas liberado dentro de la probeta (m_{gas}). Es importante también realizar varias mediciones de la masa del encendedor tanto antes de sumergirlo en el recipiente como después de secarlo (antes de comenzar el experimento), de modo de poder estimar el error de medición de m_{gas} debido al agua que pudiera quedar retenida dentro del encendedor.

Luego de medir varios volúmenes de gas para varias masas del mismo, graficamos m_{gas} vs V_{gas} según (3) :

$$m_{gas} = \frac{M_{gas} \cdot P}{R \cdot T} V_{gas} \quad (3)$$

Donde m_{gas} la diferencia de peso del encendedor lleno y luego de liberar el gas, V_{gas} el volumen de agua desplazada por el butano, T la temperatura ambiente en grados Kelvin, R la constante universal de los gases, M_{gas} la masa molecular del gas que se desea calcular y P es la presión absoluta del gas, la cual debe corregirse del siguiente modo:

$$P = P_{atm} - P_{V_{H_2O}} \quad (4)$$

Siendo $P_{V_{H_2O}}$ la presión de vapor del agua a la temperatura de trabajo, dato que se obtiene de tablas.

Resultados:

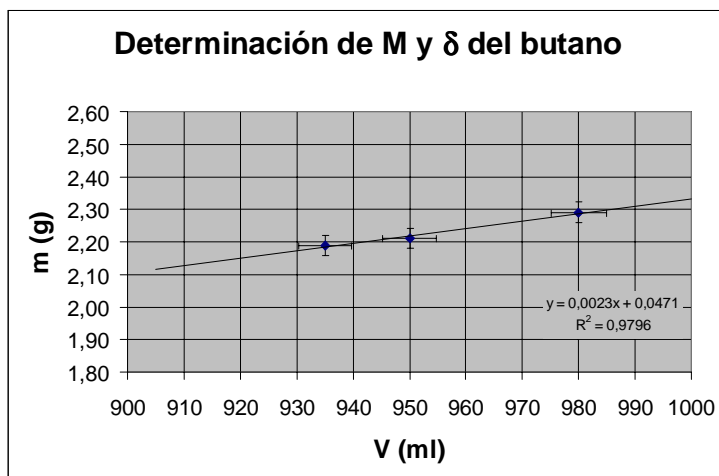


Gráfico 1. m_{gas} vs V_{gas} a P y T constantes.

Datos utilizados para calcular a partir de la pendiente del gráfico la masa molecular y densidad del butano:

$$\begin{aligned}T &= (289,0 \pm 0,1)^\circ\text{K} \\P_{\text{atm}} &= (1015,2 \pm 0,1) \text{ hPa} \\P_{\text{V H}_2\text{O}} (16^\circ\text{C}) &= 1,8185 \cdot 10^3 \text{ Pa} \\P_{\text{butano}} &= (997,0 \pm 0,1) \text{ hPa} \\R &= 8,31415 \text{ J}^\circ\text{K} \cdot \text{mol}\end{aligned}$$

Los resultados obtenidos fueron:

$$\begin{aligned}M_{\text{butano}} &= (55 \pm 3) \text{ g/mol} \\ \delta_{\text{butano}} &= (2,3 \pm 0,3) \text{ g/l}\end{aligned}$$

Datos según tablas:

$$\begin{aligned}M_{\text{butano}} &= 58,12 \text{ g/mol} \\ \delta_{\text{butano}} &= 2,33 \text{ g/l} (24^\circ\text{C}, 102 \text{ kPa})\end{aligned}$$

Conclusiones:

Los valores obtenidos en forma experimental de la masa molecular del gas M_{butano} y su densidad δ_{butano} se encuentran en el orden de los valores tabulados.

La principal fuente de error se debió a la incerteza introducida al pesar el encendedor mojado para obtener m_{gas} , debido a la masa de agua que queda retenida en su interior.

Podemos concluir entonces, que utilizando este experimento es posible estimar de forma sencilla y a bajo costo, la masa molecular de un gas o vapor y su densidad.

Bibliografía:

1. S. Gil, E. Rodríguez, *Física re-Creativa*, Prentice Hall, Buenos Aires, 2001.
2. D. R. Lide, *Handbook of Chemistry and Physics*, 78th Edition, CRC Press, EEUU, 1997.
3. D. Halliday, R. Resnick, *Fundamentos de Física - Versión Ampliada -* , CECSA, México, 1989.
4. D. C. Giancoli, *Física*, Prentice Hall, Mexico, 1997.