

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**  
**DEPARTAMENTO DE FISICOQUIMICA**

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE**  
**LABORATORIO DE TERMODINÁMICA**

**CLAVE: 1212**

**Elaborado y revisado por profesores del**  
**Departamento de Fisicoquímica.**

<b>Elaborado por: I.Q. Ramiro Eugenio Domínguez Danache</b>
<b>Revisado por: Dr. Sergio Rozenel Domenella</b>
<b>Modificado por: Dr. Gerardo Omar Hernández Segura</b> <b>M. en D. Ricardo Manuel Antonio Estrada Ramírez</b>

# PRÁCTICA: DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LAS PROPIEDADES DE UNA MUESTRA DE GAS LP AL INTERIOR DE UN ENCENDEDOR COMERCIAL

## ➤ OBJETIVO GENERAL

Determinar experimentalmente las propiedades termodinámicas de una muestra de gas licuado contenido en un encendedor comercial, considerando que esta se comporta idealmente, a temperatura y presión constantes.

## ➤ OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar experimentalmente la masa de gas recolectada en la probeta invertida inundada con agua como función del volumen, a temperatura y presión constantes.

Construir la gráfica de la masa vs volumen de la mezcla gaseosa recolectada y determinar su densidad.

Calcular otras propiedades de la mezcla gaseosa de comportamiento ideal como son: masa molar aparente, fracción mol, fracción masa, presiones parciales y volúmenes parciales de cada componente en la mezcla.

## ➤ PROBLEMA

Manteniendo constantes la temperatura y la presión total, obtener las siguientes propiedades termodinámicas de una mezcla de gas LP que se comporta idealmente dentro de un encendedor de bolsillo comercial:

- A) La densidad de la mezcla en las condiciones del experimento. la masa molar del gas contenido en un encendedor.
- B) La masa molar del gas contenido en un encendedor.
- C) La composición de la mezcla en fracción mol y en fracción masa, considerando que contiene n-butano (componente 1) y n-propano (componente 2).
- D) Las presiones parciales de cada componente en la mezcla gaseosa.
- E) Los volúmenes parciales de cada componente en cada experimento.

## ➤ REACTIVOS

Gas LP del encendedor de bolsillo.

Agua del grifo.

\*Véase el Apéndice II

## ➤ EQUIPO

1 balanza analítica ( $\pm 0.0001$  g).

1 barómetro digital ( $\pm 0.1$  hPa).

1 termómetro digital ( $\pm 0.1$  °C).



- Convertir la presión atmosférica medida con el barómetro digital en cada experimento, de hPa a mm Hg, recordando que: 1 hPa = 100 Pa; 760 mm Hg = 101325 Pa.
- Calcular la presión de vapor del agua en cada experimento a la temperatura (en °C) medida experimentalmente, empleando la siguiente ecuación:

$$P_{H_2O}^{\circ} \text{ (mm Hg)} = 10^{\frac{8.07131 - \frac{1730.63}{t(^{\circ}\text{C}) + 233.426}}{}}$$

- Determinar la presión total de la mezcla gaseosa al interior del encendedor, usando la ecuación:

$$P_{total} = P_{atm} - P_{H_2O}^0$$

- Transformar la temperatura de la escala Celsius a Kelvin, utilizando la ecuación:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15$$

- Obtener la masa de gas recolectado en la probeta invertida inundada con agua en cada experimento, con ayuda de la ecuación:

$$m = m_{inicial} - m_{final}$$

- Construir la gráfica de  $m$  (g) vs  $V$  (mL) y determine la pendiente a partir de la regresión lineal. Asimismo, con el valor de la pendiente, obtenga la densidad de la mezcla gaseosa (en g/mL). El modelo ajustado al conjunto de datos experimentales es:

$$m = \rho_{mez} V$$

donde “x” corresponde a  $V$  (mL), “y” corresponde a  $m$  (g), en tanto que la pendiente representa a  $\rho_{mez}$  (g·mL<sup>-1</sup>).

- Calcular la presión total promedio  $P_{total}$  (en mm Hg), así como la temperatura promedio (K), considerando los 5 experimentos.
- Calcular la masa molar aparente de la mezcla gaseosa, empleando el valor de  $R = 62320 \text{ mL} \cdot \text{mm Hg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  y a través de la ecuación:

$$\bar{M} = \frac{\rho_{mez} RT}{P_{total}}$$

- Determinar la composición de la mezcla gaseosa, tanto en fracción mol, como en fracción masa, usando las siguientes ecuaciones:

$$y_1 = \frac{\bar{M} - M_2}{M_1 - M_2} \quad y_2 = 1 - y_1$$

$$w_1 = \frac{y_1 M_1}{\bar{M}} \quad w_2 = 1 - w_1$$

11. Obtener las presiones parciales de cada componente en la mezcla gaseosa:

$$P_1 = y_1 P_{total} \quad P_2 = P_{total} - P_1$$

12. Determinar los volúmenes parciales de cada componente en la mezcla gaseosa para cada experimento:

Exp.:	m (g)	V (mL)	V <sub>1</sub> (mL)	V <sub>2</sub> (mL)
1				
2				
3				
4				
5				

### ➤ REFLEXIONAR Y RESPONDER

1. Si se tiene una mezcla gaseosa de n-propano (44 g/mol) y n-butano (58 g/mol):

- A) ¿Cuál es el valor mínimo que puede tener la masa molar aparente? ¿por qué?
- B) ¿Cuál es el valor máximo que puede tener la masa molar aparente? ¿por qué?
- C) ¿Cómo se calcula la masa molar aparente a partir de las fracciones mol?

2. Se tiene una mezcla gaseosa de 88 g de propano con 29 g de butano; calcule:

- A) La fracción mol de cada componente en la mezcla gaseosa.
- B) La masa molar aparente de la mezcla gaseosa.
- C) El % m/m de cada componente en la mezcla gaseosa.
- D) Las presiones parciales que ejerce cada componente en la mezcla gaseosa, si la presión total es de 1.5 atm.

### ➤ REFERENCIAS

Hernández Segura G. O., Villarreal Medina A, Domínguez Danache R. E., Rozenel Domenella S. S. y Estrada Ramírez R. M. A., "Determinación experimental de las propiedades termodinámicas de una muestra de gas LP al interior de un encendedor comercial" *Colección Memorias de los Congresos de la Sociedad Química de México. 4º Congreso Internacional de Educación Química-Modalidad híbrida, septiembre 2023.*

Atkins, P., De Paula, J. (2010). *Physical Chemistry*. (pp. 19-24). W. H. Freeman and Company.

Chang, R. Thoman J. W. (2014). *Physical Chemistry*. (pp. 7-12). University Science Books.

Maron, S. H., Prutton, C. F. (1993). *Fundamentos de Fisicoquímica*. (pp. 16-25). Limusa.

Jensen, W. B. *J. Chem. Educ.*, 2003, 80 (7), p. 731.

Cornely K., Moss D. B., *J. Chem. Educ.*, 2001, 78 (9), p. 1260.

Miller, J. N. (2005). *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*. (pp.110). Pearson.

Saturated Vapor Pressure (2023, julio).

<http://ddbonline.ddbst.de/AntoineCalculation/AntoineCalculationCGI.exe?component=Water>

IV Olimpiada Iberoamericana de Química 1998. Prueba práctica No. 5.

Lebman T. A., Harms G., *J. Chem. Educ.*, 1988, 65 (9), p. 811.

Domínguez R., Ameneiro B. L., Arévalo X., Memorias 35 Congreso Nacional de Educación Química 2016, p. 41.

Cohen R. E., Holmström B., Mills I., Cvitaš T., Frey J. G. Kuchitsu K., Marquardt R., Pavese F., Quack, M., Stohner J., Strauss H. L., Takami, M., Thor A. J., Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry, 3<sup>rd</sup> Ed. International Union of Pure and Applied Chemistry, p.p. 6, 47, 56-58.

### **Apéndice I: Conocimientos previos**

Lista de conceptos que permita al estudiante entender la práctica a realizar y la resolución del problema planteado.

- 1.- ¿Qué es la masa molar y cuáles son sus unidades en el SI (Sistema Internacional)?
- 2.- ¿Qué es la masa molar aparente de una mezcla?
- 3.- ¿Qué es presión parcial?
- 4.- ¿Qué es presión de vapor?
- 5.- ¿Qué expresa la ley de Dalton de las presiones parciales?
- 6.- ¿Qué es presión barométrica?
- 7.- ¿Cómo se calcula la masa molar aparente de una mezcla de gases a partir de la ecuación del modelo ideal de los gases?

### **Apéndice II: Preparación de reactivos**

No hay preparación de reactivos en esta práctica

### **Apéndice III: Disposición de residuos**

No se generan residuos. Se recomienda recolectar el agua utilizada en el vaso de precipitados.

➤ **ANEXOS**

- a) Reglamento de Higiene y Seguridad para los Laboratorios de la Facultad de Química.
- b) Reglamento para los Estudiantes y Profesores de los Cursos Experimentales del Departamento de Fisicoquímica.