

## Practica 2

### PRESIÓN DE VAPOR Y ENALPÍA DE VAPORIZACIÓN DEL AGUA

#### I. OBJETIVO GENERAL

Comprender e interpretar el significado de las variables termodinámicas involucradas en la ecuación de Clausius-Clapeyron, para aplicarlas en la determinación de la entalpía de vaporización de una sustancia.

#### II. OBJETIVOS PARTICULARES

- a. Determinar valores de presión de vapor del agua a distintas temperaturas, para representar y describir la relación que se presenta entre ambas variables.
- b. Calcular la entalpía de evaporación del agua a partir de los datos experimentales y obtener la ecuación de Clausius-Clapeyron.

#### III. PROBLEMA

Determinar la entalpía de vaporización del agua.

#### IV. CUESTIONARIO PREVIO

1. Describir a qué se refieren los equilibrios físicos y qué características termodinámicas los definen.
2. Indicar cuál es la diferencia entre un gas y un vapor.
3. Explicar qué es la presión de vapor, en qué unidades se expresa y cuáles son los factores que la afectan.
4. Explicar qué es la entalpía de vaporización, en qué unidades se expresa y cuáles son los factores que la afectan.
5. Investigar qué utilidad tiene la ecuación de Clausius-Clapeyron y explicar el significado de los términos que aparecen en ella.
6. Representar gráficamente la ecuación de Clausius-Clapeyron, indicando a qué corresponde el valor de la pendiente y el de la ordenada al origen.
7. Investigar el valor de la entalpía de vaporización del agua.
8. Explicar la ley de Charles de los gases.
9. Explicar cómo se define y cuáles son las formas en que puede calcularse una fracción mol.

## ANALISIS DE RIESGOS

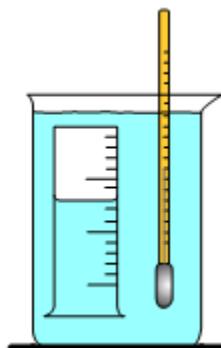
Tarea	Riesgos identificados	Nivel de riesgo	Medidas de control / Trabajo seguro
Calentar agua con resistencia eléctrica	Explosión de la resistencia por sobrecalentamiento Ebullición descontrolada del agua en el vaso de precipitados Quemadura con agua hirviendo Quemaduras en cara y ojos con restos de la resistencia en caso de explosión de esta.	BAJO	Se explica a los estudiantes con detalle, antes de la manipulación de la resistencia la manera más segura de hacerlo (Introducir la resistencia al agua y luego conectar, no retirar la resistencia del agua mientras este conectada)  La temperatura solicitada para llevar a cabo el experimento se encuentra por debajo de la temperatura de ebullición.  Se solicita que los estudiantes y profesores porten bata y lentes de seguridad.

## V. REACTIVOS Y MATERIALES

Aqua	1 Vaso Berzelius 1 L 1 Resistencia eléctrica 1 Probeta graduada 50 mL 1 Termómetro digital con resolución $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 1 Agitador de vidrio
------	--

## V. DISEÑO EXPERIMENTAL

1. Llenar con agua de la llave la probeta graduada.
2. Colocar en el vaso Berzelius agua aproximadamente  $\frac{3}{4}$  de su capacidad y colocar rápidamente la probeta boca abajo dentro del mismo, con la intención de dejar una burbuja no mayor de 15 ml.
3. Colocar el termómetro dentro del vaso Berzelius.
4. Poner una buena cantidad de hielo para lograr una temperatura cercana al punto de fusión del agua ( $0^{\circ}\text{C}$ ), y que cubra toda la probeta el baño de agua y hielo, si el agua no cubre completamente la probeta, agregar más agua al vaso, hasta que la probeta esté completamente sumergida en el vaso, como se muestra en la figura.
5. Esperar por lo menos 3 minutos para que alcance el equilibrio térmico y tomar la temperatura y el volumen de la burbuja dentro de la probeta. Este dato es muy importante para poder determinar los volúmenes de aire a diferentes temperaturas.
6. Colocar la resistencia eléctrica dentro del vaso Berzelius y conectarla para calentar el agua hasta llegar a  $75\text{-}80^{\circ}\text{C}$ .



7. Desconectar la resistencia y esperar un par de minutos antes de sacarla del vaso.
8. Con el agitador mezclar bien el agua para que alcance el equilibrio térmico, tomar la temperatura y el volumen de la burbuja dentro de la probeta.
9. Dejar enfriar lentamente y repetir el punto anterior hasta tener la mayor cantidad de mediciones de volúmenes de la burbuja y temperaturas.
10. Una vez que se tienen los datos se desmonta el sistema y se puede desechar el agua al drenaje.

## **VI. DATOS, CÁLCULOS Y RESULTADOS**

1. Registrar los datos experimentales de temperatura y volumen en la tabla 1.

### **2. Algoritmo de cálculo.**

- a. Determinar el volumen que ocupa el aire a cada una de las temperaturas de trabajo, aplicando la ley de Charles. Registrar los resultados en la tabla 1.
- b. Determinar por diferencia, el volumen que ocupa el vapor de agua dentro de la probeta, a cada una de las temperaturas registradas. Anotar los resultados en la tabla 1.
- c. Calcular la presión parcial del aire y la presión parcial de vapor del agua, a partir de los valores de fracción mol de los componentes y de la presión total del sistema. Registrar los resultados en la tabla 1.
- d. Calcular el logaritmo natural de la presión de vapor y el inverso de la temperatura absoluta.

Registrar los datos en la tabla 1.

## **VII. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS**

1. Trazar la gráfica de presión de vapor (mmHg) en función de la temperatura absoluta (Gráfico 1)
2. Trazar la gráfica de  $\ln$  presión de vapor (mm Hg) en función del inverso de la temperatura absoluta (Gráfico 2).

TABLA 1. Datos experimentales y calculados.

Temperatura ambiente: \_\_\_\_\_ °C Presión atmosférica: \_\_\_\_\_ mmHg

Evento	T/(°C)	V <sub>exp</sub> /(mL)	T/(K)	V <sub>aire</sub> / (mL) (calculado)	V <sub>vapor</sub> / (mL) (calculado)	Y (aire)	Y(vapor)	P <sub>parcial aire</sub> / (mmHg)	P <sub>vapor agua</sub> / (mmHg)	T <sup>-1</sup> /(K <sup>-1</sup> )	In P <sub>vapor agua</sub>
1	70										
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19	0										

### VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Indicar qué gases se encuentran confinados en la parte superior de la probeta entre 30 °C y 70 °C.
- Señalar cuál es el gas dentro de la probeta cuando la temperatura es de 0°C y explicar cuál es la utilidad de esa determinación.
- Explicar qué tipo de relación existe entre la presión de vapor y la temperatura, de acuerdo al comportamiento que se observa en el gráfico 1.
- Analizar qué tipo de relación se presenta entre el logaritmo natural de la presión de vapor del agua y el inverso de la temperatura absoluta (gráfico 2). Expresar la ecuación que describe el comportamiento de estos datos.
- Explicar qué información proporciona la pendiente de la ecuación establecida en el punto (4) e indicar sus unidades.
- Calcular la entalpía de vaporización del agua a partir de la pendiente del gráfico 2.
- Comparar el valor de la entalpía de vaporización calculada a partir de los datos experimentales con el reportado en la literatura y calcular el porcentaje de error. En caso de existir alguna diferencia, explicar a qué puede deberse.

### IX. CONCLUSIONES INDIVIDUALES.

## X. MANEJO DE RESIDUOS.

Residuo	Cantidad	Riesgo	Forma de disposición

## X. BIBLIOGRAFÍA.

Castellan, G. (1987). Fisicoquímica. 2<sup>a</sup> Edición, Addison-Wesley Iberoamericana, USA.  
Gerald S. Levinson, "A simple experiment for determining vapor pressure and enthalpy of vaporization of water" *J. Chem. Educ.*,(1982 , 59 (4), p 337. DOI: 10.1021/ed059p337  
Publication Date: April 1982.

Laidler, K.,( 1997) Fisicoquímica., CECSA, 1<sup>a</sup> ed., México.