

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE FISICOQUÍMICA

MANUAL DE PRÁCTICAS
LABORATORIO DE EQUILIBRIO TERMODINÁMICO
CLAVE 1308

Elaborado y revisado por Profesores del Departamento de FISICOQUÍMICA:

Aidee Vega Rodríguez	
Roeb García Arrazola	
Aline Villarreal Medina	
José Luis Sánchez Cupil	

PRÁCTICA 2. PRESIÓN DE VAPOR Y ENTALPÍA DE VAPORIZACIÓN DEL AGUA

➤ OBJETIVO(S) ACADÉMICO(S)

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.

➤ PROBLEMA

Demostrar el equilibrio líquido - vapor del agua a diferentes condiciones de presión y temperatura y determinar la entalpía de vaporización.

➤ REACTIVOS

Agua

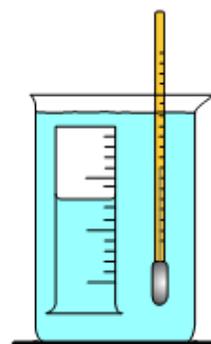
➤ EQUIPO (enlistar en la tabla los equipos que se emplearán en la práctica)

Material por equipo

Vaso Berzelius de 1 litro	1	Probeta graduada de 50 ml	1
Resistencia eléctrica	1	Agitador de vidrio	1
Jeringa de 5 ml	1		

➤ DESARROLLO 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°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.

➤ CUESTIONARIO

Las siguientes preguntas permiten orientar al alumno a la resolución del problema planteado en la práctica y fortalecer el área cognitiva COMPRENDER.

1. ¿Qué es la presión de vapor y cuáles son los factores que la afectan?
2. ¿Por qué las moléculas de un líquido pueden pasar a la fase vapor, aunque la temperatura esté por debajo de la temperatura de ebullición?
3. ¿En qué condiciones se logra tener un equilibrio de fases y qué características termodinámicas lo definen?
4. ¿Qué es la entalpía de vaporización y cuál es el valor teórico de la entalpía de vaporización del agua?
5. ¿Qué explica la ley de Charles?
6. ¿Qué gases se encuentran presentes dentro de la burbuja a temperaturas cercanas al punto de fusión?
7. ¿Qué gases se encuentran presentes dentro de la burbuja a temperaturas entre los 30 y 75°C?
8. ¿Cuál es la presión total de la burbuja dentro de la probeta?
9. ¿Cómo puedes determinar la fracción molar del aire y vapor presentes en la burbuja?
10. ¿Cómo se relaciona esta fracción molar (proporción) con la presión de vapor del agua?
11. ¿Cuál es la relación que te ayuda a determinar la entalpía de vaporización del agua?
12. ¿Qué información te da la gráfica de presión de vapor vs temperatura?
13. ¿Qué información te da la gráfica de logaritmo natural de la presión de vapor vs el inverso de la temperatura?
14. ¿Cuál es el valor de la pendiente de la gráfica anterior?

A continuación, se anexa la tabla de datos experimentales y calculados necesarios para determinar la entalpía de vaporización del agua a partir de la ecuación de Clausius-Clapeyron.

TABLA 1. Datos experimentales y calculados.

Presión atmosférica _____ . Temperatura ambiente _____ .

Evento	Temp (°C)	Vol (mL)	Temp (K)	Volumen de aire calculado. (mL)	Volumen de vapor calculado (mL)	Y _{vapor}	Presión parcial del aire (mmHg)	Presión de vapor de agua (mmHg)	1 / T (K ⁻¹)	ln P _{vap}
1										
...										
15										

➤ **ANÁLISIS 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	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.

	Quemadura con agua hirviendo Quemaduras en cara y ojos con restos de la resistencia en caso de explosión de esta.		
--	--	--	--

➤ **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Castellan, G. W. (1987). Físicoquímica. Addison-Wesley Iberoamericana.

Laidler, K.J.(1997). Físicoquímica. CECSA.

Gerald S. Levinson. (1982) "A simple experiment for determining vapor pressure and enthalpy of vaporization of water". J. Chem. Educ. 59 (4), p337. DOI: 10.1021/ed059p337

Apéndice I: Conocimientos previos

Presión de vapor

Equilibrio físico

Potencial químico

Ley de Charles

Gas ideal

Leyes de Dalton y Amagat

Fracción molar

Ecuación de Clapeyron

Ecuación de Clausius Clapeyron

Entalpía de fusión, calor de fusión

Apéndice II: Preparación de reactivos

Esta práctica no requiere de preparación previa de reactivos.

Apéndice III: Disposición de residuos

Debido a que únicamente se trabaja con agua, se puede desechar al drenaje sin mayor problema.

➤ **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 Físicoquímica