

Laboratorio Termodinámica

INFORME

PRÁCTICA 3:

DETERMINACIÓN

DEL CALOR DE

VAPORIZACIÓN DEL

AGUA

Miembros del grupo:

Oscar Cordero Moya	49919
David Díaz Torres	49927
Fernando de la Cruz	49921
Ignacio Fernández Sancho	48850

Fecha de entrega:

16/12/2011

PRÁCTICA 3: PRESIÓN DE VAPOR DEL AGUA POR DEBAJO DE 100°C. CALOR DE VAPORIZACIÓN:

El objetivo de esta práctica es comprobar la ecuación de Clausius-Clapeyron. Además, vamos a buscar el valor del calor molar de vaporización del agua.

-Material utilizado:

- Agitador magnético con calefacción.
- Imán.
- Vaso de 600 ml.
- Matraz esférico de 3 bocas (100 ml).
- Termómetro.
- Tubos de vidrio.
- Llave de vidrio.
- Tubos de goma
- Bomba de vacío.
- Manómetro.
- Cierres aislantes para bocas del matraz.
- Soportes necesarios.
- Agua corriente (Calentar).
- Agua destilada (Dentro de matraz esférico).



-Fundamento teórico:

El agua, a presión atmosférica ($P_{\text{atm}}=101300\text{Pa}$) entra en ebullición a una temperatura constante de 100°C . Entonces, la presión de vapor del agua a 100°C es 101300Pa . Sin embargo, la presión de vapor del agua disminuye cuando disminuye la temperatura.

La ecuación de Clausius-Clapeyron relaciona la presión de vaporización con la temperatura:

$$\ln P_V = -\frac{\lambda}{R} \cdot \frac{1}{T} + C$$

P_V : Presión de vaporización.

λ : Calor molar de vaporización.

R : Constante de los gases (8.314 J/K.mol).

T : Temperatura medida en la escala Kelvin.

C : Constante.

En este experimento, el manómetro mide presiones relativas, y en la formula anterior, la P_V tiene que estar expresada en presión absoluta. Para ello, aplicamos la siguiente ecuación:

$$P_V = P_{\text{atm}} - P_L$$

Donde P_L es la presión que aparece directamente en el manómetro. Hay que tomarla positiva, porque en la formula anterior, ya la estamos restando de la presión P_{atm} . Esta presión es la presión atmosférica medida en el laboratorio. Esta presión es la que el manómetro toma como el cero.

- Desarrollo del procedimiento experimental:

- 1) Situar los tubos de vidrio que introducimos por las bocas del matraz esférico lo mas lejos posibles de la superficie libre del agua que éste contiene. Sin embargo, hay que asegurarse de que el bulbo del termómetro esté sumergido en el agua y que la escala sea visible, al menos a partir de 25°C.
- 2) Encender el agitador-calefactor pulsando el interruptor del aparato. Asegúrese de que los dos interruptores están encendidos, y regule la rueda del motor entre 100 y 300 rpm, y la rueda de la temperatura al 100%.
- 3) Cuando el agua del matraz alcance los 35°C, abrir la llave de paso del tubo que conecta con la bomba de vacío (Situarse la palomilla en la misma dirección del tubo). Accionar la bomba de vacío con su interruptor, y una vez realizado el vacío (mirando el manómetro), cierre la llave de paso poniéndola en posición perpendicular al tubo, y luego apagar la bomba de vacío.
- 4) Reducir la rueda del calor al 50%. Cuando la temperatura medida en el termómetro marque 35°C, medir la presión en el manómetro (P_{11} : Presión leída 1). Repetir esta operación en intervalos de 5°C hasta llegar a 65°C. (35, 40, 45,...,65).
- 5) Medir la presión atmosférica (P_{atm}) y la temperatura ambiente. Anotarlas, y corregir la presión atmosférica atendiendo a la temperatura (Mirar en tablas).

-Toma de datos y resultados:

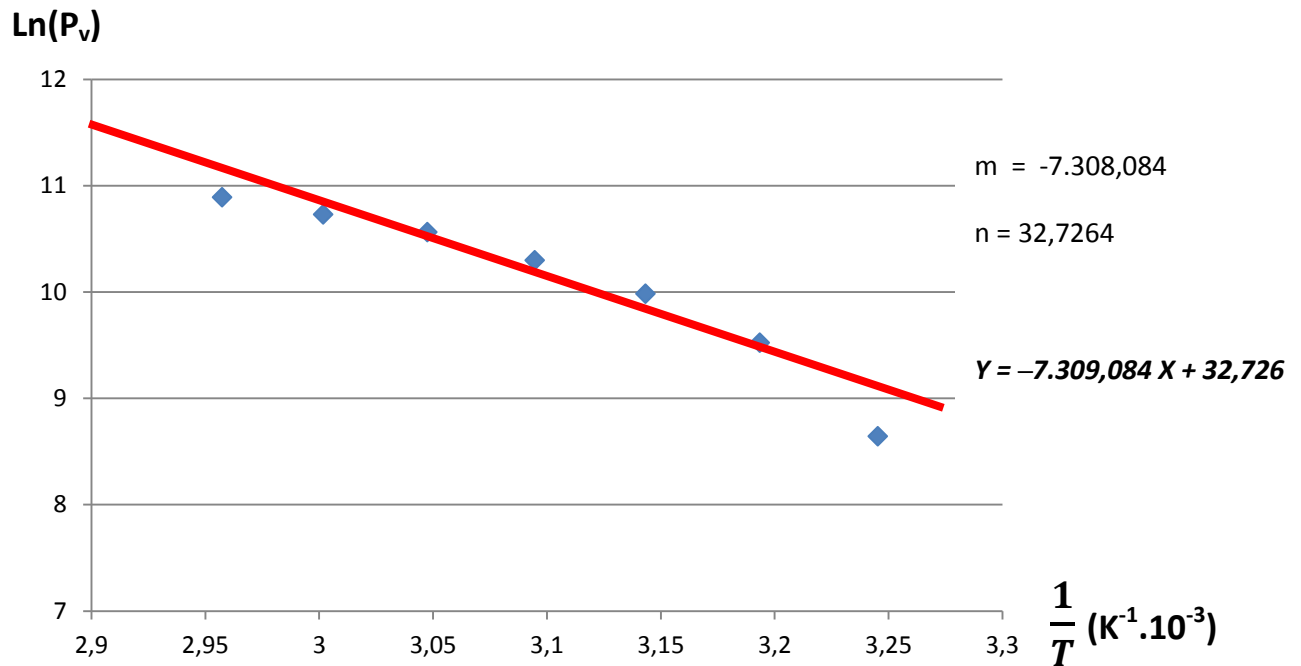
P_L (bar)	t^a (°C)	P_v (Pa)	$\ln(P_v)$	$1/T$ (K ⁻¹)
0,88	35	5.673	8,643	0,003247
0,80	40	13.673	9,523	0,003195
0,72	45	21.673	9,984	0,003145
0,64	50	29.673	10,298	0,003096
0,55	55	38.673	10,563	0,003049
0,48	60	49.673	10,729	0,003003
0,40	65	60.673	10,891	0,002959

$$P_L = P_{atm} - P_v \quad P_v = P_{atm} - P_L$$

$$P_{atm} = 705,6 \text{ mmHg}$$

$$P_{atm(\text{corregida})} = 705,6 - 2,77 = 702,83 \text{ mmHg} = 0,937 \text{ bar} = \mathbf{93.673 \text{ Pa}}$$

Haciendo el cálculo por regresión lineal obtenemos la siguiente gráfica que relaciona ($1/T$), con ($\ln(P_v)$):



Por lo tanto obtenemos lo siguiente:

$$m = -7.308,0839$$

$$\Delta m = 974,96$$

$$m = (-7.000 \pm 1.000) K$$

$$\ln(P_v) = -\frac{\lambda}{R} \cdot \frac{1}{T} + C \quad m = -\frac{\lambda}{R}$$

$$\lambda: \text{Calor de vaporización} \quad \lambda = -m \cdot R = -(-7.000) \cdot 8,314 = 58.198$$

$$\Delta \lambda = 8.314$$

$$\lambda = (58.000 \pm 8.000) \frac{J}{mol} = (58 \pm 8) \frac{KJ}{mol}$$

Teniendo en cuenta que el experimento esta realizado con agua: un mol de agua tiene una masa de: H_2O 2 Hidrógenos + 1 Oxígeno: $2 \cdot (M_{at}H) + (M_{at}O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ gramos} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ Kg}$.

$$58 \text{ KJ} \quad \text{_____} \quad 1 \text{ mol} = 0,018 \text{ Kg}$$

$$X \quad \text{_____} \quad 1 \text{ Kg}$$

$$X = 3.222,22 \text{ KJ}$$

$$\lambda = (3.200 \pm 400) \frac{KJ}{Kg}$$

CONCLUSIÓN:

El calor de vapor tabulado para el agua es de 44,15 KJ/mol a la temperatura de 20°C; y es de 40,6 KJ/mol cuando la temperatura es de 100°C. Esto quiere decir que debemos obtener un valor comprendido entre 40-44 KJ/mol porque hemos tomado medidas en un rango de temperaturas desde 35°C hasta 85°C.

El valor del calor de vapor obtenido en el experimento es de 58 ± 8 KJ/mol. Se puede apreciar el funcionamiento de la ecuación de Clausius-Clapeyron en el experimento realizado. El resultado de la ecuación en un rango de temperaturas nos da un valor del calor de vapor próximo al valor teórico. El valor obtenido con su error, comprende el intervalo de (50-66 KJ/mol). No llega a comprender al rango del intervalo teórico por diversos errores. El valor de λ no es una medida directa, hay que operar. Esto hace que errores pequeños vayan creciendo. Entre ellos está la precisión del manómetro que era muy mala. Por otro lado, hay pérdidas de presión por los diferentes elementos del mecanismo montado en el experimento.

Además, nuestro banco de trabajo había tenido problemas con otros grupos ya que no conseguía hacer correctamente el vacío y perdía esta descompresión de forma rápida. Cuando desarrollamos la practica, el aumento de la presión era progresivo y a una velocidad aceptable. Sin embargo, estas fugas pueden provocar alteración en los resultados porque no mediamos sólo la variación de presión debida al aumento de la temperatura del agua, sino que también se miden estas fugas.

Finalmente, asumiendo todos estos errores, el valor obtenido de la presión de vapor en el experimento es aceptable. Se puede concluir con certeza, que la formula de Clausius-Clapeyron refleja matemáticamente la realidad producida en el experimento.