***PRESIÓN DEL VAPOR DE AGUA POR DEBAJO DE 100 ᵒC CALOR DE VAPORIZACIÓN***

*Realizado por:*

 *David Backlund Osorio 🡪 49727*

 *Rocío Álvarez Almazán 🡪 49724*

 *Javier Alonso Hernández 🡪 49723*

**Introducción**

El objetivo de esta práctica es comprobar experimentalmente la ecuación de Clausius-Clapeyron, así como obtener el calor molar de vaporización del agua.

La ecuación de Clausius-Clapeyron establece la relación entre la presión del vapor y la temperatura.

Donde es el calor molar de vaporización y es la constante de los gases ().

La presión de vapor viene dada por la siguiente expresión:

Donde es la presión de vapor, la presión atmosférica, y la presión leída en el manómetro, y cuyo signo será negativo.

El caso del agua presenta la inusual propiedad de tener el volumen molar de la fase sólida mayor que el de la fase líquida en el punto de fusión. Estas propiedades son las que determinan la forma de las curvas de coexistencia, y por ello las correspondientes al agua son diferentes del común de los casos.

Por ejemplo, al aumentar la presión sobre el hielo se logra que aparezca líquido, permitiendo entre otras cosas la posibilidad de esquiar. Este hecho está íntimamente conectado con la relación entre las densidades del hielo y del agua líquida en el punto de fusión.

* Calor molar de vaporización del agua

El calor molar de vaporización del agua es la cantidad de calor en calorías, joules o cualquier unidad de calor, necesaria para que un mol de agua se vaporice en unas condiciones dadas.

En algunos casos, el calor asociado va a ser positivo (energía que se debe aportar) o negativo (energía que se desprende).

El calor de vaporización (o entalpía de vaporización) es la cantidad de energía necesaria para que la unidad de masa (kilogramo, mol, etc.) de una sustancia que se encuentre en equilibrio con su propio vapor a una presión de una atmósfera pase completamente del estado líquido al estado gaseoso. Se representa por , por ser una entalpía.

El valor disminuye a temperaturas crecientes, lentamente cuando se está lejos del punto crítico, más rápidamente al acercarse, y por encima de la temperatura crítica las fases de líquido y vapor ya no coexisten. Generalmente se determina en el punto de ebullición de la sustancia y se corrige para tabular el valor en condiciones normales.

**Procedimiento**

Situamos los tubos de vidrio lo más alejados posible de la superficie libre del agua en el matraz redondo. Debemos asegurar que el termómetro está bien colocado y sumergido en el agua, y que a su vez la escala del mismo sea visible, al menos a partir de los 20ᵒC, ya que en la realización de la práctica necesitaremos tomar varias veces valores del termómetro.

A continuación, encendemos el calentador y el agitador magnético. Regulamos la ruleta del motor a unas 300 rpm, fijándonos en que el agitador no golpee el vaso, sino que permanezca en el centro del mismo.

Cuando el agua en el matraz alcance el valor de 25ᵒC, abrimos la llave de paso y accionamos la bomba de vacío. Una vez se haya alcanzado el mismo (mirando el manómetro), volvemos a cerrar la llave de paso y apagamos la bomba.

Observamos tanto el termómetro como el manómetro, aparatos de los cuales nos dedicaremos a tomar medidas durante el resto de la práctica. Cuando el termómetro marque 30ᵒC anotamos la presión indicada en el manómetro, la cual será la presión leída . Repetiremos la medida en intervalos de 5ᵒC hasta llegar a los 85ᵒC.

Una vez terminada la toma de datos, apagamos el calentador, y anotamos la presión atmosférica y la temperatura ambiente del laboratorio.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T(ºC)** | **Pleída (bar)** | **Pleída (Pa)** | **Po = Patm (mm Hg)** | **Po (Pa)** | **T(K)** | **Pv (Pa)** | **P (HPa)** | **1/T (K-1)** | **ln P** |
| 35 | -0,9 | -90000 | 708,2 | 93184,21 | 308 | 3184,21 | 31,84 | 0,00325 | 8,07 |
| 40 | -0,86 | -86000 | 708,2 | 93184,21 | 313 | 7184,21 | 71,84 | 0,00319 | 8,88 |
| 45 | -0,82 | -82000 | 708,2 | 93184,21 | 318 | 11184,21 | 111,84 | 0,00314 | 9,32 |
| 50 | -0,76 | -76000 | 708,2 | 93184,21 | 323 | 17184,21 | 171,84 | 0,00310 | 9,75 |
| 55 | -0,7 | -70000 | 708,2 | 93184,21 | 328 | 23184,21 | 231,84 | 0,00305 | 10,05 |
| 60 | -0,65 | -65000 | 708,2 | 93184,21 | 333 | 28184,21 | 281,84 | 0,00300 | 10,25 |
| 65 | -0,62 | -62000 | 708,2 | 93184,21 | 338 | 31184,21 | 311,84 | 0,00296 | 10,35 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Tabla de datos para el cálculo del calor de vaporización λ*

**Cálculos**

A continuación presentamos los datos experimentales en una tabla de Excel, así como los cálculos necesarios para determinar el calor de vaporización del agua. También se adjunta una gráfica, en cuyo eje de abscisas estarán los valores de y en cuyo eje de ordenadas estarán los valores de . En los cálculos hemos ajustado por mínimos cuadrados para obtener la pendiente de la recta correspondiente que proporciona el valor de , del cual despejaríamos y obtendríamos el calor de vaporización .

Teniendo en cuenta una relación lineal entre las variables x e y, en este caso y , respectivamente, el ajuste por mínimos cuadrados se llevará a cabo con las siguientes fórmulas:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **X** | **Y** | **XY** | **X2** | **(Y-mx-n)2** |
|  | 0,003247 | 8,065960 | 0,026188 | 0,000011 | 0,100064 |
|  | 0,003195 | 8,879641 | 0,028369 | 0,000010 | 0,009385 |
|  | 0,003145 | 9,322258 | 0,029315 | 0,000010 | 0,022985 |
|  | 0,003096 | 9,751746 | 0,030191 | 0,000010 | 0,042115 |
|  | 0,003049 | 10,051227 | 0,030644 | 0,000009 | 0,019680 |
|  | 0,003003 | 10,246517 | 0,030770 | 0,000009 | 0,000320 |
|  | 0,002959 | 10,347667 | 0,030614 | 0,000009 | 0,067476 |
| **Σ =** | 0,021693 | 66,665016 | 0,206093 | 0,000067 | 0,262025 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **m =** | -7721,5326858986 |  | **n =** | 33,4521999446 |
| **Δm =** | 900,8591188888 |  | **Δn =** | 2,7930558310 |
| **σ^2 =** | 0,0524050269 |  | **δ =** | 0,0000004520 |

La pendiente “m” de la recta y su error son:

Despejando, obtenemos el calor de vaporización junto con su error: