

## Clase 54 4 Nov 2015

Título de la nota

04/11/2015

Una evolución para el cálculo de presión de vapor es la utilización de la ecuación de C. Antoine

Origen Clasius - Clapeyron

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\bar{\Delta H}_V}{R} \left[ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right] \quad T_1 = T_{NE} = T_0$$

$P_1 = 1 \text{ atm}$

$$\ln P = \frac{\bar{\Delta H}_V}{RT_0} - \frac{\bar{\Delta H}_V}{RT}$$

$$\ln P = A - \frac{B}{T} \quad \text{ecuación de Clasius Simplificada}$$

ecuación de Antoine agrega una tercera constante

$$\ln P = A - \frac{B}{T+c} \quad T = K \quad \dots \quad (1)$$

$$\ln P = A - \frac{B}{t+c} \quad t = ^\circ C \quad \dots \quad (2)$$

dependiendo la ecuación los valores de las constantes A, B, C

Son diferentes; además  $P = \text{mmHg}$

Calcular la  $P_{\text{vapor}}$  del  $\text{H}_2\text{O}$  a  $100^\circ\text{C}$  utilizando la ecuación de Antoine 1

$$A = 18.3036$$

adimensional

$$B = 3816.44 (\text{K})$$

$$C = -46.13 (\text{K})$$

$$P = e^{\left(A - \frac{B}{T+C}\right)} = e^{\left(18.3036 - \frac{3816.44}{373.15 - 46.13}\right)}$$

$$= 759.9453 \text{ mmHg}$$

otro cálculo es si la ecuación de Antoine se escribe

$$\log P = A - \frac{B}{t+C} \quad t = ^\circ\text{C} \quad P = \text{mmHg}$$
$$t = 100^\circ\text{C}$$

$$A = \underline{7.96687} \quad B = \underline{1668.21} \quad C = \underline{228}$$

$$P = 10 \left( A - \frac{B}{T+C} \right) = 10 \left( 7.96687 - \frac{1668.21}{100+228} \right)$$

$$= 760.08 \text{ mmHg}$$

✓ La ecuación de Antoine es válida en cierto rango de temperatura (verificar en tablas) para el caso del agua

$$\log P = A - \frac{B}{T+C} \quad \left( \begin{array}{c} \text{entre} \\ 273.15 - 333 \text{ K} \end{array} \right) \quad p = \text{KPa}$$

$$\underline{A = 7.2326} \quad \underline{B = 1750.286} \quad \underline{C = -38.1}$$

$$\left( \begin{array}{c} \text{entre} \\ 333 \text{ K} - 423 \text{ K} \end{array} \right) \quad \underline{A = 7.0917} \quad \underline{B = 1668.21} \quad \underline{C = -45.1}$$

## Conclusiones

- ✓ La  $P_{\text{vapor}}$  aumenta conforme aumenta la Temperatura
- ✓ Si la  $P_{\text{vapor}}$  es alta en un sólido; la sustancia sublima
- ✓ Si la  $P_{\text{vapor}}$  es alta en un líquido; el líquido es muy volátil
- ✓ Si se disminuye la  $P_{\text{absoluta}}$ ; la  $P_{\text{vapor}}$  alcanza un valor de equilibrio a menor temperatura; es decir un líquido ebulle a menor temperatura si se disminuye la Presión.

## Ejemplo

Calcular el  $\overline{\Delta H_v}$  del agua y su TNE a través de un experimento en el laboratorio de ciencia básica el cual se ha diseñado para obtener la  $P_v$  del sistema con un manómetro a diferentes temperaturas

Los resultados obtenidos fueron los siguientes

$P_v$ (mmHg)	$T$ °C
17.54	20
23.76	25
31.82	30
55.32	40
233.7	70
355.1	80

Respuesta

aplicar

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\overline{\Delta H_V}}{R} \left[ \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right]$$

$$\ln P = -\frac{\overline{\Delta H_V}}{R} + \text{cte} \quad \begin{array}{l} \rightarrow \text{ordenada al origen} \\ \text{linealización de los datos} \end{array}$$

$$\text{cte} = \frac{\overline{\Delta H_V}}{RT_1} \quad T_1 = T_{NE}$$

$$\ln p = mx + b \quad \ln p = -\frac{\overline{\Delta H_V}}{RT} + \frac{\overline{\Delta H_V}}{RT_{NE}} \quad \checkmark$$

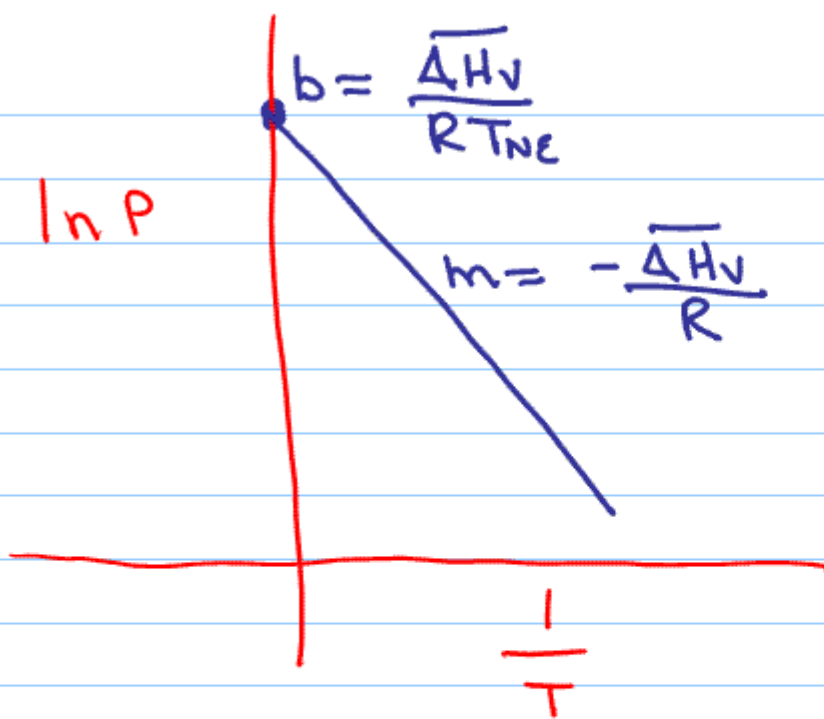


acomodar la tabla y realizar regresión lineal

P (mmHg)	T (°C)	P (atm)	T (K)	ln P	$\frac{1}{T}$
17.54	20	0.02307	293.15	-3.7692	$3.41 \times 10^{-3}$
23.76	25	0.03126	298.15	-3.4654	$3.354 \times 10^{-3}$
31.82	30	0.04186	303.15	-3.1734	$3.298 \times 10^{-3}$
55.32	40	0.07278	313.15	-2.6202	$3.173 \times 10^{-3}$
233.7	70	0.3045	343.15	-1.1793	$2.914 \times 10^{-3}$
355.1	80	0.4672	353.15	-0.7609	$2.8316 \times 10^{-3}$

$$y = mx + b \quad m = -5202.49 \text{ K}$$

$$b = 13.9631 \text{ adimensional}$$



$$m = -5202.49 \text{ K}$$

$$\begin{aligned} \overline{\Delta H_V} &= -(-5202.49 \text{ K}) \left( 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \right) \\ &= 43253.50 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

$$b = 13.9631$$

$$\text{Teórico } \overline{\Delta H_V} = 40687.8 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

La diferencia se debe a que  $\overline{\Delta H_V}$  no es un valor constante

$$b = \frac{\overline{\Delta H_V}}{R T_{NE}}$$

$$T_{NE} = \frac{\overline{\Delta H_V}}{R b} = \frac{5202.49 \text{ J/mol}}{13.9631} = 372.56 \text{ K} \checkmark$$

J/mol                      adimensional

ligera discrepancia del valor teórico de 373.15K debido al  $\overline{\Delta H_V}$

Si se grafica  $\ln p$  (mmHg) vs  $1/T$

Se obtiene

$$m = -51977 \text{ K}$$

$$b = 20.581$$



Con esta ordenada al origen  
no es posible obtener TNE

debido a lo anterior  $p$  debe manejarse en bar o atm; aplicar

$\ln$  y obtener la regresión; sin embargo  $\overline{\Delta H_v}$  sí es posible obtenerlo

independientemente de las unidades de  $p$ . ✓

Tarea

Obtener  $\overline{\Delta H_v}$  agua en un intervalo de Temp. más estrecho de 70 a 95°C utilizando las tablas de vapor para utilizar los datos de  $p_v$  y  $T$