

Clase 47 11 Nov 2014

Título de la nota

11/11/2014

Balonce de materia con tablas de vapor

$$\tilde{V}_T = y \tilde{V}_v + (1-y) \tilde{V}_L$$

$$y = \frac{\tilde{V}_T - \tilde{V}_L}{\tilde{V}_v - \tilde{V}_L}$$

$$0 < y < 1$$

Líquido

Saturado

Vapor

Saturado

Seco

También es posible el balance energético para procesos termodinámicos

$$\tilde{U}_1 = y \tilde{U}_v + (1-y) \tilde{U}_L$$

$$\tilde{H}_1 = y \tilde{H}_v + (1-y) \tilde{H}_L$$

$$\tilde{S}_1 = y \tilde{S}_v + (1-y) \tilde{S}_L$$

$$\tilde{U}_2$$

$$\tilde{H}_2$$

$$\tilde{S}_2$$

} Dependara del cambio de calidad del vapor

Ejemplo 1 : Calcular el \tilde{v}_T cuando se tiene la condición de 120°C utilizando agua (realizar un perfil cambiando la calidad del vapor)

Empleando tablas de vapor

$$120^\circ\text{C} \quad p = 1.9853 \text{ bar}$$

$$\tilde{v}_v = 0.8913 \text{ m}^3/\text{kg} = 891.3 \text{ L/kg}$$

$$\tilde{v}_L = 1.0608 \text{ L/kg}$$

$$y = 0.5$$

$$\begin{aligned}\tilde{v}_T &= 0.5 (891.3 \text{ L/kg}) + (1-0.5) (1.0608 \text{ L/kg}) \\ &= 447.2108 \text{ L/kg}\end{aligned}$$

y	\tilde{v}_T (L/kg)	
0	1.0608	solo líquido saturado
0.5	447.2108	
1.0	891.3	solo vapor saturado seco

Se observa en la siguiente tabla:

Si se requiere solo líquido saturado el volumen específico del sistema debe ser de 1.0608 L/kg

Si se requiere solo vapor saturado seco el volumen específico del sistema debe ser de 891.3 L/kg

Es decir a mayor volumen de sistema la vaporización es favorecida porque el sistema tiende a expandirse de forma espontánea

Algunas veces se requiere calcular puntos de interpolación en las tablas de vapor; con el siguiente ejemplo se localizará el punto de ebullición del agua a la presión del laboratorio de 585 mmHg.

Respuesta

$$(585 \text{ mmHg}) \left(\frac{1.01325 \text{ bar}}{760 \text{ mmHg}} \right) = 0.7799 \text{ bares}$$

De las tablas de vapor se obtiene $p = 0.7011 \text{ bar}$ $T = 90^\circ\text{C}$

$p = 0.8453 \text{ bar}$ $T = 95^\circ\text{C}$

debido a que los datos se obtienen por linealización se puede utilizar

$$y = mx + b \text{ donde}$$

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1) + y_1$$

$x =$ valor que es necesario interpolar para nuestro caso $y = T^{\circ}\text{C}$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{(95 - 90)^{\circ}\text{C}}{(0.8453 - 0.7011) \text{ bar}} (0.7799 - 0.7011) \text{ bar} + 90^{\circ}\text{C} = 92.73^{\circ}\text{C}$$

$$T^{\circ}\text{C} = 92.73^{\circ}\text{C}$$

si se utiliza la ecuación de Clausius se obtiene 92.69°C

si se utiliza la ecuación de Antonio se obtiene 92.62°C

Se observa que con las tablas de vapor también es posible obtener un punto de ebullición ya que el equilibrio es una transición de fase de líquido saturado \rightarrow vapor saturado. ✓

Ejercicio 2 Calcular el $\bar{\Delta}H_v$ a la presión de 585 mmHg = 0.7799 bar

Respuesta de tablas de vapor

$$= 92.73^\circ\text{C}$$

$$\tilde{H}_v^{90} = 2658.7 \text{ kJ/kg}$$

$$\tilde{H}_v^{95} = 2666.6 \text{ kJ/kg}$$

$$\tilde{H}_v^{92.73} = \frac{(2666.6 - 2658.7) \text{ kJ/kg}}{(95 - 90)^\circ\text{C}} (92.73 - 90)^\circ\text{C} + 2658.7 \text{ kJ/kg}$$

$$= 2663.0134 \text{ kJ/kg}$$

$$\tilde{H}_L^{90} = 376.75 \text{ kJ/kg}$$

$$\tilde{H}_0^{95} = 397.80 \text{ kJ/kg}$$

$$\tilde{H}_L^{92.73} = \frac{(397.80 - 376.75) \text{ kJ/kg}}{(95 - 90) ^\circ\text{C}} (92.73 - 90) ^\circ\text{C} + 376.75 \text{ kJ/kg}$$

$$\tilde{H}_L^{92.73} = 388.2433 \text{ kJ/kg}$$

$$\begin{aligned}\tilde{\Delta H}_v^{92.73} &= \tilde{H}_v^{92.73} - \tilde{H}_l^{92.73} \\ &= (2663.0134 - 388.2433) \text{ kJ/kg} \\ &= 2274.7701 \text{ kJ/kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\overline{\Delta H}_v^{92.73} &= \left(\frac{2274.7701 \text{ kJ}}{\text{kg}} \right) \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \right) \left(\frac{18 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \right) \left(\frac{1 \text{ kcal}}{4.186 \text{ kJ}} \right) \left(\frac{1000 \text{ cal}}{1 \text{ kcal}} \right) \\ &= 9781.6211 \frac{\text{cal}}{\text{mol}} \quad \text{el valor a } 100^\circ\text{C} = \underline{9703 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}}\end{aligned}$$

Se observa que a medida que aumenta T y P el $\overline{\Delta H_v}$ se reduce

Ejercicio 4 : Cuanto vale el $\overline{\Delta H_v}$ en el punto crítico del agua

De las tablas de vapor

$$\text{punto crítico} = \quad p = 221.29 \text{ bar} \quad \tilde{H}_v = 2099.7 \text{ kJ/kg}$$

$$T = 374.15 \text{ }^\circ\text{C} \quad \tilde{H}_L = 2099.7 \text{ kJ/kg}$$

por lo tanto $\overline{\Delta H_v}$ _{punto crítico} = $\tilde{H}_v - \tilde{H}_L = 0$ vale cero (solo un punto del máximo de la campana)