

## Clase 43 21 octubre 2014

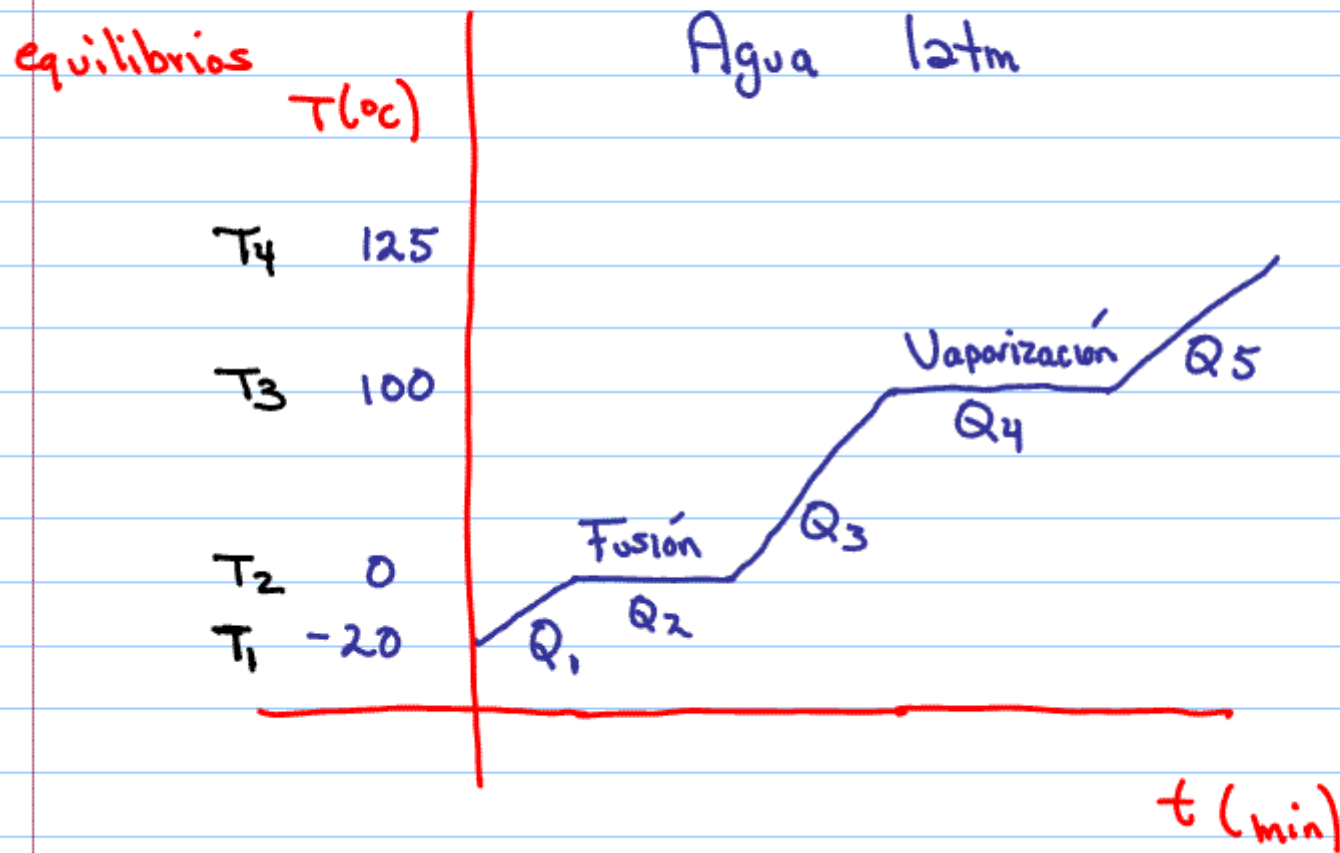
Título de la nota

21/10/2014

Problema Una empresa farmacéutica requiere vapor sobrecalentado a  $125^{\circ}\text{C}$ ; la industria solo posee 50 Kg de hielo que se encuentra a  $-20^{\circ}\text{C}$ .  
Calcular cuanto calor es necesario administrar para obtener vapor sobrecalentado partir del hielo a  $-20^{\circ}\text{C}$ . La industria se encuentra al nivel del mar.  
Dibujar las gráficas  $T$  vs  $P$  y  $T$  vs tiempo.

al nivel del mar la  $P = 1 \text{ atm}$

por lo tanto en una curva de calentamiento se encuentran los siguientes



La longitud y pendiente de esta curva de calentamiento dependen de la sustancia y la cantidad de ésta

por lo tanto el calor total es

$$Q_{\text{Total}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$Q_1 = m \tilde{c}_{p\text{hielo}} (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = m \Delta \tilde{H}_F$$

$$Q_3 = m \tilde{c}_{p\text{Agua}} (T_3 - T_2)$$

$$Q_4 = m \Delta \tilde{H}_V$$

$$Q_5 = n \int_{T_3}^{T_4} C_p dT$$

## Datos adicionales

$$\tilde{C}_p \text{ hielo} = 0.5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\tilde{C}_p \text{ Agua} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\tilde{\Delta}H_F = 80 \text{ cal/g}$$

$$\tilde{\Delta}H_V = 540 \text{ cal/g}$$

$$P_{\text{fusion}} = 0^\circ\text{C} \quad 1 \text{ atm}$$

$$P_{\text{ebullición}} = 100^\circ\text{C} \quad 1 \text{ atm}$$

$$m = 50,000 \text{ g}$$

por lo tanto

$$Q_1 = (50000 \text{ g}) \left( 0.5 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) (0^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})) = 500,000 \text{ cal}$$

$$Q_2 = 50000 \text{ g} \left( \frac{80 \text{ cal}}{\text{g}} \right) = 4,000,000 \text{ cal}$$

$$Q_3 = 5000 \text{ g} \left( \frac{1 \text{ cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 5,000,000 \text{ cal}$$

$$Q_4 = 5000 \text{ g} \left( \frac{540 \text{ cal}}{\text{g}} \right) = 27,000,000 \text{ cal}$$

$$\bar{C}_{P \text{ Vapor}} = 8.1 - 0.72 \times 10^{-3} T + 3.63 \times 10^{-6} T^2 - 1.16 \times 10^{-9} T^3$$

(cal/molK)

Agua

$$Q_5 = \frac{50000g}{18g/mol} \left[ 8.1 \int_{373.15}^{398.15} dT - 0.72 \times 10^{-3} \int_{373.15}^{398.15} T dT + 3.65 \times 10^{-6} \int_{373.15}^{398.15} T^2 dT - 1.16 \times 10^{-4} \int_{373.15}^{398.15} T^3 dT \right]$$

$$= 2777.77 \text{ mol} \left[ 8.1(398.15 - 373.15) - \frac{0.72 \times 10^{-3}}{2} (398.15^2 - 373.15^2) + \frac{3.65 \times 10^{-6}}{3} (398.15^3 - 373.15^3) - \frac{1.16 \times 10^{-4}}{4} (398.15^4 - 373.15^4) \right]$$

$$= 580,720$$

$$Q_{\text{total}} = 37080,720 \text{ cal}$$

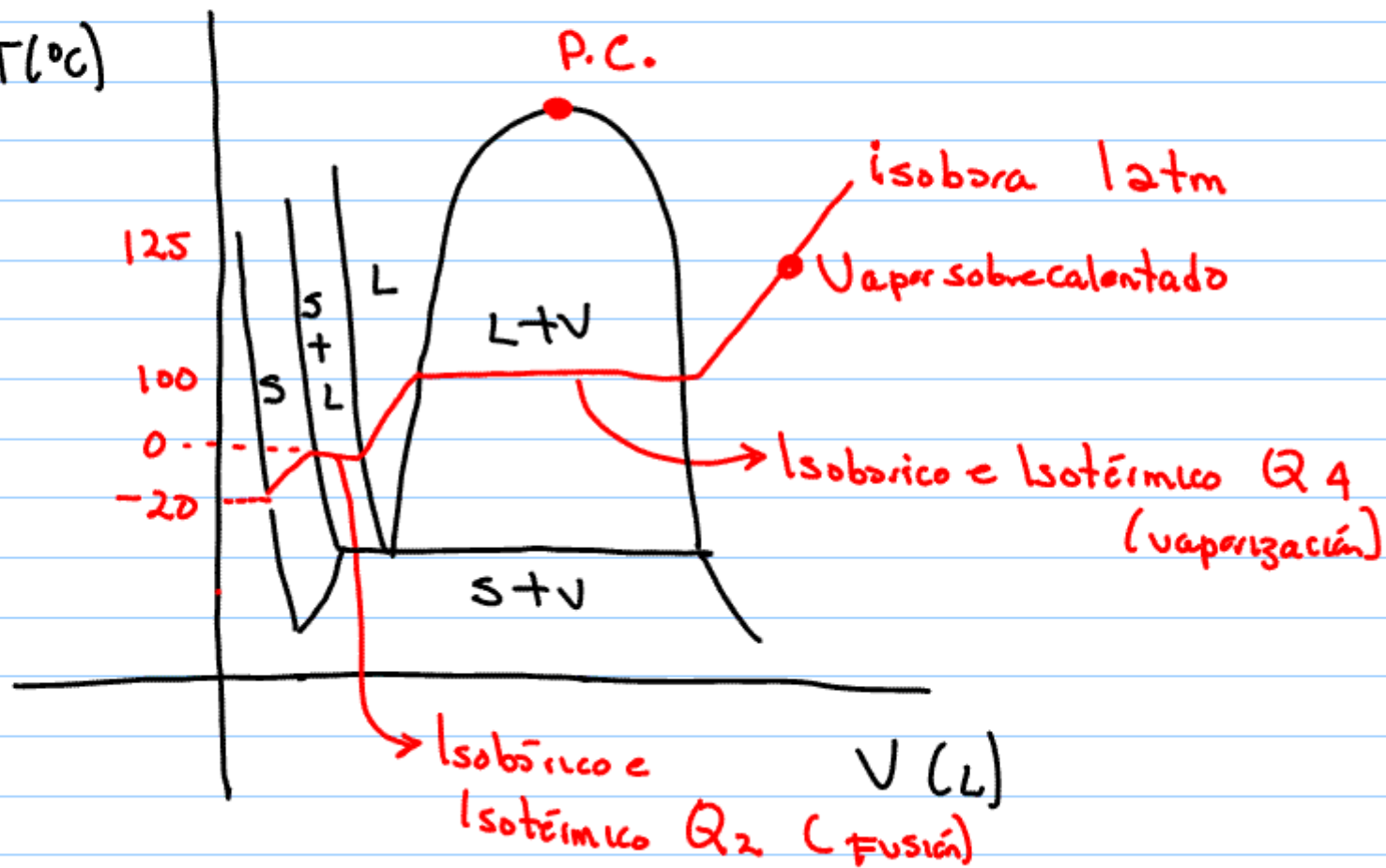
$$37.08 \text{ Mcal}$$

Quien contribuye más es el proceso de vaporización ✓

Quien desarrolla más entropía es el proceso de vaporización ✓

# Diagrama T vs V

T(°C)



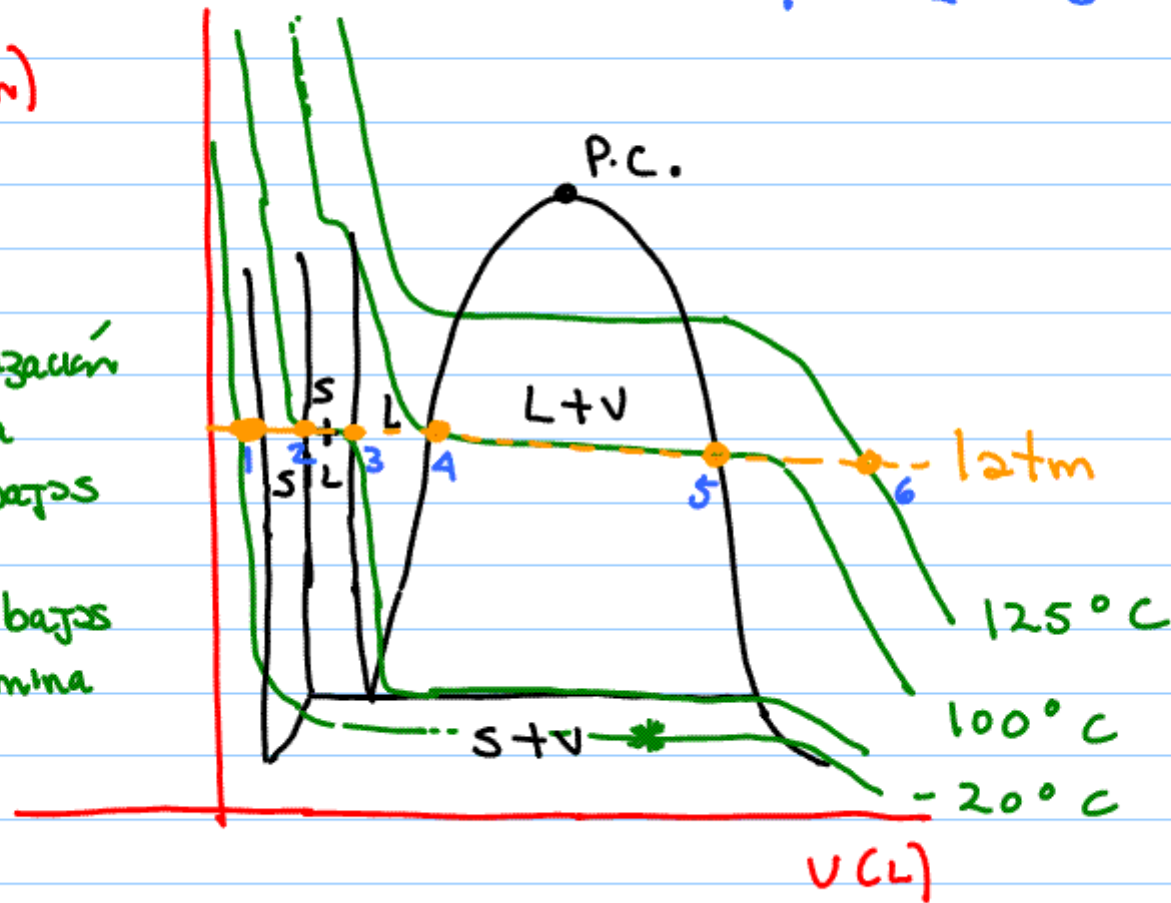


# Diagrama P vs V

$$T_1 < \overbrace{T_2 = T_3}^{\text{Fusión}} < \overbrace{T_4 = T_5}^{\text{Vaporización}} < T_6$$

P(atm)

\* Aquí la liofilización se localiza a temperaturas bajas con presiones muy bajas el agua se elimina por sublimación



Obtención de la ecuación del equilibrio S-L

$$\mu_L = \mu_S$$

$$\bar{V}_L dp - \bar{S}_L dT = \bar{V}_S dp - \bar{S}_S dT$$

arreglando

$$(\bar{V}_L - \bar{V}_S) dp = (\bar{S}_L - \bar{S}_S) dT$$

$$\text{si: } \Delta \bar{S}_F = \bar{S}_L - \bar{S}_S = \frac{\Delta \bar{H}_F}{T}$$

$$(\bar{V}_L - \bar{V}_S) dp = \frac{\Delta \bar{H}_F}{T} dT$$

integrando

$$\int_{p_1}^{p_2} dp = \frac{\Delta \bar{H}_F}{(\bar{V}_L - \bar{V}_S)} \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

relación lineal de la presión

relación logarítmica de la temperatura

resolviendo

$$p_2 - p_1 = \frac{\Delta \bar{H}_F}{\bar{V}_L - \bar{V}_S} \ln \frac{T_2}{T_1}$$

ecuación Clausius-Clapeyron  
S-L

Checkar unidades

$$p_2 - p_1 = \frac{\Delta \bar{H}_F}{(\bar{V}_L - \bar{V}_S)} \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) \text{ adimensional}$$

$$= \frac{\text{J/mol} = \text{N} \cdot \cancel{\text{m}} / \cancel{\text{mol}}}{\frac{\cancel{\text{m}^3}^2}{\cancel{\text{mol}}} - \frac{\cancel{\text{m}^3}^2}{\cancel{\text{mol}}}} = \text{N/m}^2 = \text{Pascales}$$

Los unidades de  $p$  deben ser pascales  $\text{N/m}^2$

## Tarea

Calcular el punto de fusión del hielo cuando un alumno de la FES 2 patina en una pista con equipo profesional; donde los patines tienen unas cuchillas cuyas dimensiones son  $2.5 \times 10^{-2}$  mm de grosor y de 7.6 cm de longitud; considerar un peso de 60 Kg

$$\text{Datos } \Delta \hat{H}_F = 80 \text{ cal/g} \quad \rho_{\text{sólido}} = \frac{0.92 \text{ g}}{\text{cm}^3} \quad \rho_{\text{líquido}} = \frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3}$$

$$T_1 = 273.15 \text{ K} \quad p_1 = 1 \text{ atm}$$