



Ayudantía 3

Profesor: Felipe Ovalle

Ayudante: Paulina Balladares Estolaza

1. Un dispositivo de cilindro-émbolo cargado por un resorte se llena inicialmente con 32 onza de una mezcla de líquido y vapor de refrigerante 134a cuya temperatura es -30°F , cuya calidad es 0.8. En relación $F = kx$, la constante del resorte es 37 lbf/pulg, y el diámetro del pistón es 1 pie. El refrigerante 134a experimenta un proceso que aumenta su volumen en 40%. Calcule la temperatura final, volumen específico final y la entalpía final del refrigerante 134a.

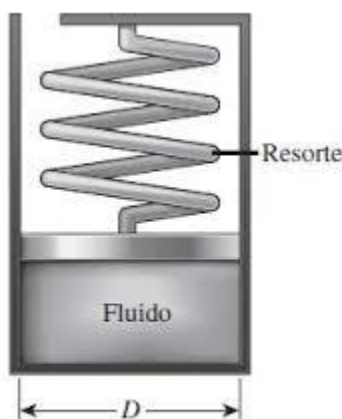


FIGURA P3-37E

2. Calcular la cantidad de calor necesario para transformar un gramo de hielo a -30°C en vapor de agua hasta 120°C .
3. Un gas ideal se encuentra a 300 K, en un recipiente adiabático de volumen total V_1 dividido en dos partes iguales, por un pistón, también adiabático. Se conecta una resistencia eléctrica en el compartimiento A, que se expande, mientras el B se comprime hasta que la presión (en B) aumenta $27/8$ de su valor original, P_1 . Sabiendo que $k = 1,5$ y considerando el proceso reversible, calcule:
 - a. Las temperaturas finales de A y B
 - b. El calor transferido al compartimiento A en cal/mol.

Ejercicio 1:

Un cilindro - émbolo cargado por resorte se llena inicialmente con 32 onzas de una mezcla de líquido y vapor de refrigerante 134a cuya t° es -30°F , y cuya calidad es 0,8. En relación $F = kx$, la cte del resorte es 37 lbf/pulg, y el diámetro del pistón es 1 pulg. El refrigerante 134a experimenta un proceso que aumenta su volumen en 40 por ciento. Calcule la t° final, volumen específico final y la entalpía final del refrigerante 134a.

$T = -30^\circ\text{F} = -34^\circ\text{C}$

$M = 32 \text{ libras} = 0,907185 \text{ Kg}$

$x = 0,8$ (mezcla líquida-vapor)

según tabla A-11 $\rightarrow V_f(T = -34^\circ\text{C}) = 0,0007142 \text{ m}^3/\text{Kg}$ $V_g(T = -34^\circ\text{C}) = 0,27090 \text{ m}^3/\text{Kg}$

$V = 0,0007142 + 0,8 \times (0,27090 - 0,0007142) = 0,216863 \text{ m}^3$

$V_0 = V \cdot M = 0,216863 \cdot 0,907185 = 0,196735 \text{ m}^3$

volumen se expande un 40% $\rightarrow V_f = 1,4 \cdot V_0 = 0,275429 \text{ m}^3$

área transversal $\rightarrow A = \pi/4 \cdot (\phi^2) \rightarrow \frac{\pi}{4} \cdot (0,3048)^2$

$A = 0,072966 \text{ m}^2$

Fuerza equivalente $\rightarrow F = k \cdot x$

$x = H_f - H_0 = (V_f/A) - (V_0/A) = 1,0785 \text{ m}$

$F = 6571,2 \cdot 1,0785 = 7087,0392 \text{ N}$

Presión final $\rightarrow P_f = F/A \rightarrow \frac{7087,0392}{0,072966} = 97127,966 \text{ Pa}$

Volumen específico $\rightarrow V = \frac{V_f}{M} = \frac{0,275429}{0,907185} = 0,303608 \text{ m}^3/\text{Kg}$

según tabla A-11 \rightarrow

37,07°C	xxxx busca
224,72 kJ/kg	

Ejercicio 2:

4. Q?

$m = 1 \text{ gr Hielo} \rightarrow 10^{-3} \text{ kg}$
 $T = -30^\circ \text{C} \rightarrow \text{Vapor H}_2\text{O}$
 $T = 120^\circ \text{C}$

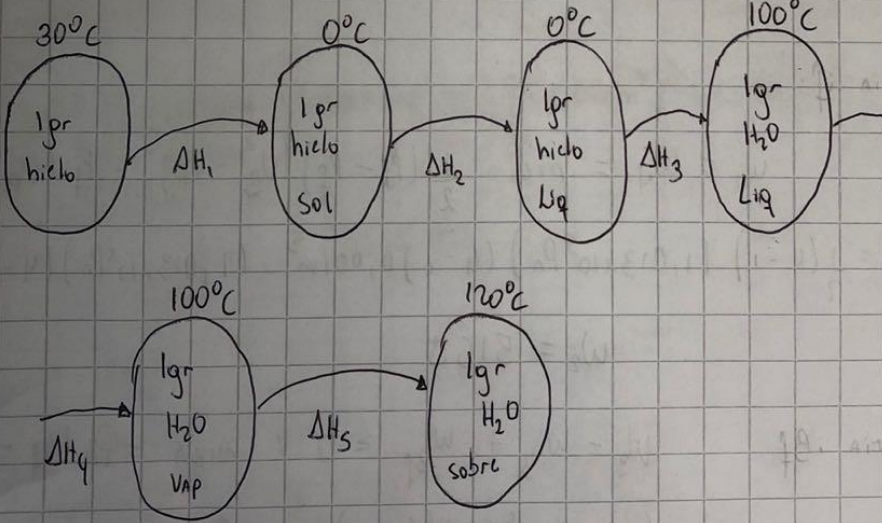
De la 1ª Ley:

$$\begin{aligned} dU &= dQ - dW \\ d(H - PV) &= dQ - dW \\ dH - d(PV) &= dQ - dW \\ dH - dP \cdot V - P dV &= dQ - dW \\ dH - P dV &= dQ \end{aligned}$$

Por Def:

- $H = U + PV$
 $H - PV = U$
- $dW = \int P dV$
- $W = P dV$
pero $P = \text{cte} \Rightarrow dP = 0$

$dH = dQ$
 $\Delta H = Q$



$Q_T = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$



Solución: Sublimico H^o se refiere a Hielo, el A al agua y el V al vapor

1) -30° a 0°C → Cambio de temperatura, se calcula el calor sensible Q_1

$$Q_1 = m_H c_H \Delta T$$

TABLA $c_H = 2090 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$

$m = 0,001 \text{ [kg]}$

$$Q_1 = (10^{-3} \text{ kg}) \left(2090 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) [0 - (-30)]^{\circ}\text{C} = 62,7 \text{ [J]}$$

2) 0° a 0° → No hay cambio de temperatura pero hay cambio de fase, se calcula calor latente Q_2

$$Q_2 = m L_{PH}$$

TABLA $L_{PH} = 3,33 \times 10^5 \text{ [J/kg]}$

$L_P = 333,7 \text{ [kJ/kg]}$

$$Q_2 = (10^{-3} \text{ kg}) \left(3,33 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) = 333 \text{ J}$$

Pag 914

3) 0° a 100°C → Cambio de temperatura, se calcula calor sensible Q_3

$$Q_3 = m_A c_A \Delta T$$

TABLA

$c_A = 4186 \text{ [J/kg}^{\circ}\text{C]}$

$$Q_3 = (10^{-3} \text{ kg}) \left(4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) [100 - 0]^{\circ}\text{C}$$

$$Q_3 = 418,6 \text{ J}$$



4) 100°C A 100°C \rightarrow No hay cambio de T° , pero si cambio de fase.

$$Q_h = m L_{VA}$$

TABLA

$$L_{VA} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$$

$$Q_h = (10^{-3} \text{ kg}) \left(22,6 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) = 2260 \text{ [J]}$$

5) 100°C A 120°C \rightarrow Cambio de temperatura, se calcula calor sensible Q_s

$$Q_s = m_v c_v \Delta T$$

TABLA

$$c_v = 2000 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$Q_s = (10^{-3} \text{ kg}) \cdot \left(2000 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} \right) (120 - 100)^{\circ}\text{C}$$

$$Q_s = 40 \text{ J}$$

$$Q_t = (62,7 + 333 + 418,6 + 2260 + 40) \text{ J}$$

$$Q_t = 3114,3 \text{ J}$$



Ejercicio 3:

$$P_1 = P_{1A} = P_{1B} ; \quad P_{2B} = \frac{27}{8} P_{1B}$$

$$\left(\frac{P_{2B}}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} = \frac{T_{2B}}{T_1} = \left(\frac{27}{8} \right)^{\frac{1,5-1}{1,5}} \Rightarrow T_{2B} = 450 \text{ K}$$

$$\left(\frac{P_{2B}}{P_1} \right) = \left(\frac{0,5V_1}{V_{2B}} \right)^k \Rightarrow \left(\frac{P_{2B}}{P_1} \right)^{1/k} = \left(\frac{0,5V_1}{V_{2B}} \right)$$

$$\Rightarrow V_{2B} = 0,222V_1$$

$$V_{1A} = 0,5V_1 ; \quad V_{1A} + V_{1B} = V_1 ; \quad V_{2A} + V_{2B} = V_1$$

$$V_{2A} = V_1 - 0,222V_1 = 0,778V_1$$

$$V_{1A} = 0,5V_1 \Rightarrow V_1 = 2V_{1A}$$

$$\frac{V_{2A}}{V_{1A}} = 2 \cdot 0,778 = 1,556$$

$$\frac{T_{2A}}{T_{1A}} = \left(\frac{V_{1A}}{V_{2A}} \right)^{k-1} \Rightarrow T_{2A} = T_{1A} \left(\frac{1}{1,556} \right)^{1,5-1} = 240,5 \text{ K}$$

$$c_p - c_v = R = 1,987 \text{ cal/(mol K)}$$

$$c_p/c_v = 1,5 ; \quad q_A = c_v \Delta T$$

$$c_v = 3,974 \text{ cal/(mol K)} \Rightarrow q_A = -236,45 \text{ cal/mol}$$