

Examen - INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA**5 de febrero del 2024****Ejercicio 1**

Se infla un neumático con un compresor hasta alcanzar 250 kPa de presión manométrica. La atmósfera y el aire que inicialmente llena el neumático se encuentran a 101,3 kPa y 25 °C. El volumen del neumático es de 28 l y se supone constante. Se asume el proceso como adiabático y reversible.

- Halle la masa inicial de aire en el interior del neumático y su volumen específico.
- Determine la temperatura final del aire en el interior del neumático.
- ¿Cuánta masa de aire hay en el neumático al finalizar el proceso?
- Eligiendo un volumen de control apropiado, calcule el trabajo realizado por el compresor en el proceso de inflado.

Una vez inflado el neumático se permite que el aire se enfríe hasta la temperatura ambiente.

- Determine la presión final y el calor transferido en este proceso.

Ejercicio 2

Considere una turbina adiabática de dos etapas, en la que ingresa vapor a 80 bar y 560 °C. La presión a la salida de la primera etapa es 10 bar.

- Admitiendo que el proceso en la primera etapa de expansión es reversible, determine la condición de salida del vapor extraído allí, indicando en qué región de los diagramas se encuentra y su temperatura.

Tenga en cuenta a partir de ahora que el rendimiento isoentrópico de la primera etapa es 91%:

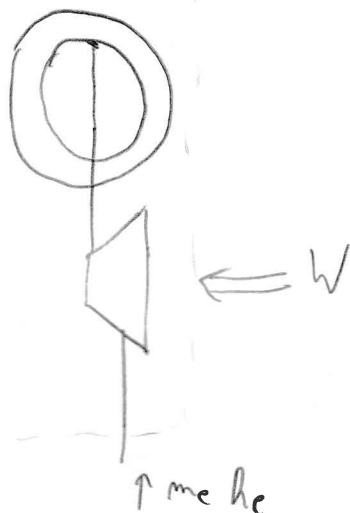
- Halle la entalpía a la salida de la primera etapa.

A la salida de la segunda etapa se tiene una presión de 0,06 bar y un volumen específico de 21,13 m³/kg.

- Determine la calidad a la salida de la segunda etapa y el rendimiento isoentrópico en la misma.



①/5

Ej 1:

$$T_0 = 25^\circ\text{C} = 298\text{ K} = T_i$$

$$P_0 = 101,3\text{ kPa} = P_i$$

$$V = 28\text{ l} = 2,8 \times 10^{-2}\text{ m}^3$$

$$P_f = 250 + 101,3 = 351,3\text{ kPa}$$

$$\textcircled{a} \quad PV = m R_f T \Rightarrow m_i = \frac{P_i V}{R_f T_i} = \frac{101,3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2,8 \times 10^{-2}\text{ m}^3}{0,287 \frac{\text{N}}{\text{kg K}} \cdot 298\text{ K}}$$

$$\Rightarrow \boxed{m_i = 3,32 \times 10^{-2}\text{ kg} = 33,2\text{ g}}$$

$$N_i = \frac{V}{m_i} = \frac{2,8 \times 10^{-2}}{3,32 \times 10^{-2}}$$

 $\Rightarrow$

$$\boxed{N_i = 0,843 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$$



① Como el aire en el neumático sufre un proceso isentrópico (por adiabático y reversible)

$$\Rightarrow \text{por per ideal: } P_i N_i^\gamma = P_f N_f^\gamma \Rightarrow \left(\frac{N_f}{N_i} \right)^\gamma = \frac{P_i}{P_f}$$

$$\Rightarrow N_f = N_i \left(\frac{P_i}{P_f} \right)^{\frac{1}{\gamma}} = 0,843 \cdot \left(\frac{101,3}{351,3} \right)^{\frac{1}{1,4}} = 0,843 \cdot 0,288^{0,7143} = 0,843 \cdot 0,4$$

$$\Rightarrow \boxed{N_f = 0,347 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}}$$

$$p N = R_f T \Rightarrow T_f = \frac{P_f N_f}{R_f} = \frac{351,3}{0,287}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_f = 424\text{ K} = 151^\circ\text{C}}$$

2

$$m_f = \frac{V}{v_f} = \frac{2,8 \times 10^{-2}}{0,347} \Rightarrow \boxed{m_f = 8,07 \times 10^{-2} \text{ kg}} = 80,7 \text{ g}$$

$$\textcircled{d} \Delta U = \overset{0}{Q} - W + \cancel{\sum m_e h_e} - \sum \overset{0}{m_s h_s} \Rightarrow U_f - U_i = -W + m_e h_e$$

$$\Rightarrow m_f u_f - m_i h_i = -W + (m_f - m_i) h_i$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow -W &= m_f u_f - m_i u_i + m_i h_i - m_f h_i \\ &= m_f (u_f - u_i - P_i v_i) + m_i (u_i + P_i v_i - u_i) \end{aligned}$$



$$= m_f (u_f - u_i) - (m_f - m_i) P_i v_i = m_f C_v (T_f - T_i) - m_e P_i v_i$$

$$= 8,07 \times 10^{-2} \cdot 0,722 \cdot (151 - 25) - 4,75 \times 10^{-2} \cdot 101,3 \cdot 0,2413$$

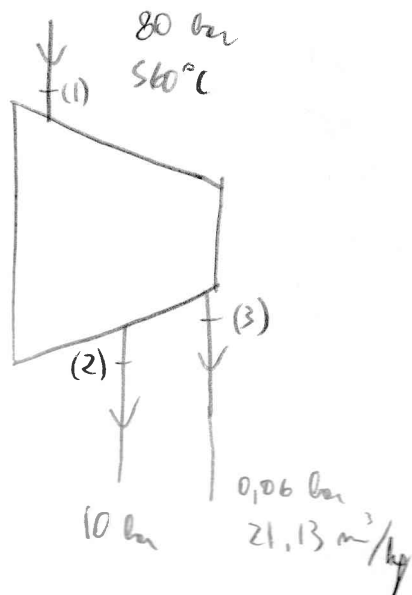
$$= 7,341 - 4,056 \Rightarrow \boxed{-W = 3,29 \text{ kJ}}$$

$$\textcircled{e} P_f v_f = R_f T_o \Rightarrow P_{mf} = \frac{R_f T_o}{v_f} = \frac{0,287 \cdot 298}{0,347} \Rightarrow \boxed{P_{mf} = 246 \text{ kPa}}$$

$$\Delta U = Q - \overset{0}{W} \Rightarrow -Q = m_f (u_f - u_{mf}) = m_f C_v (T_f - T_o)$$

$$= 8,07 \times 10^{-2} \cdot 0,722 \cdot (151 - 25)$$

$$\Rightarrow \boxed{-Q = 7,34 \text{ kJ}}$$



$$\textcircled{a} \quad s_{2s} = s_1 = 6,9072 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} > s_g @ 10 \text{ bar} \Rightarrow (2s) \text{ ES VAPOR SOBRECALENTADO}$$

$$(6,5865 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$$

$$\frac{6,9072 - 6,8817}{7,0165 - 6,8817} = \frac{0,0255}{0,1348} = 0,1547 \Rightarrow T_{2s} = 240 + 0,1547 \cdot (280 - 240)$$

$$\Rightarrow \boxed{T_{2s} = 246,2^\circ\text{C}}$$

$$\textcircled{b} \quad \eta_{\text{act}} = 0,91 = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_{2s}} \Rightarrow \eta_{\text{act}}(h_1 - h_{2s}) = h_1 - h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = h_1 - \eta_{\text{act}}(h_1 - h_{2s}) = 3545,3 - 0,91 \cdot (3545,3 - 2934)$$

$$h_{2s} = 2920,4 + 0,1547 \cdot (3008,2 - 2920,4) \Rightarrow \boxed{h_{2s} = 2934 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$\Rightarrow h_2 = 3545,3 - 0,91 \cdot 611,3 = 3545,3 - 556,3 \Rightarrow \boxed{h_2 = 2989 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

4

$$x_3 = \frac{N_3 - N_1}{N_1 \cdot 0,0066} = \frac{21,13 - 1 \times 10^{-3}}{23,739 - 1 \times 10^{-3}} = \frac{21,129}{23,738} \Rightarrow \boxed{x_3 = 0,89}$$

$$h_3 = h_1 + x_3 h_{1f} = 151,53 + 0,89 \cdot 2415,9 \Rightarrow \boxed{h_3 = 2301,9 \frac{g}{kg}}$$

$$S_{3s} = S_2 \Rightarrow \text{PUNTO (2)}: \frac{2989 - 2920,4}{3008,2 - 2920,4} = \frac{68,6}{87,8} = 0,7813$$

$$\Rightarrow S_2 = 6,8817 + 0,7813 \cdot (7,0465 - 6,8817) \Rightarrow \boxed{S_2 = 7,0105 \frac{g}{kg}}$$

$$\Rightarrow S_{3s} = 7,0105 \frac{g}{kg} \Rightarrow x_{3s} = \frac{S_{3s} - S_1}{S_{1f} - S_1} = \frac{7,0105 - 0,521}{8,3304 - 0,521} = \frac{6,4895}{7,8094}$$

$$\Rightarrow \boxed{x_{3s} = 0,831} \Rightarrow h_{3s} = h_f + x_{3s} h_{1f} = 151,53 + 0,831 \cdot 2415,9$$

$$\Rightarrow \boxed{h_{3s} = 2159,1 \frac{g}{kg}}$$

$$D_{aII} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_{3s}} = \frac{2989 - 2301,9}{2989 - 2159,1} = \frac{687,1}{829,9} \Rightarrow \boxed{D_{aII} = 0,828}$$



5