

Física Térmica - Examen**14/12/2022**

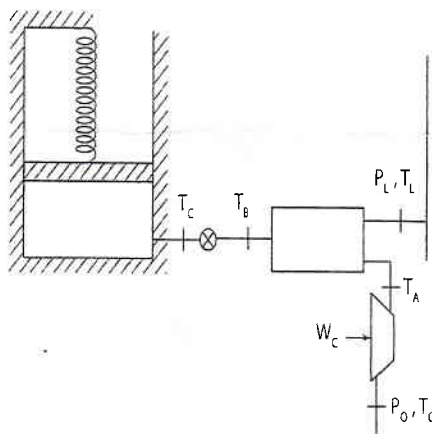
Justifique y explique claramente su trabajo. Indique las unidades de las magnitudes en los resultados intermedios y finales. Identifique y revise su trabajo antes de entregar.

El examen dura 4 horas.

1 Primer problema

Se tiene un pistón adiabático conectado a un resorte de constante $k = 124,44 \text{ kN/m}$, y área $A = 0,5 \text{ m}^2$. El pistón inicialmente está vacío, necesitándose una presión nula para levantarlo. Para llenar de aire (considerado gas diatómico, con $R_g = 0,287 \text{ kJ/kgK}$) el pistón se usan dos fuentes diferentes: por una lado una línea de suministro, con aire a $T_L = 300 \text{ K}$ y $P_L = 300 \text{ kPa}$, y por otro un compresor de eficiencia isentrópica $\eta = 0,7375$, que toma aire del ambiente a $T_0 = 300 \text{ K}$ y $P_0 = 100 \text{ kPa}$. Ambas fuentes de masa se mezclan en una cámara de mezcla que toma el 40 % de su ingreso desde el compresor, y el 60 % restante de la línea de suministro, para desembocar en el pistón luego de pasar por una válvula. El proceso termina cuando no puede entrar más aire al pistón.

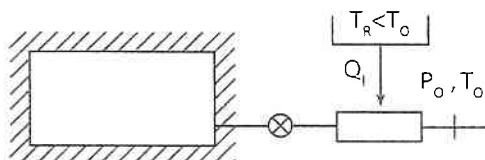
- Calcular la temperatura de entrada al pistón.
- Halle el estado final dentro del pistón.
- Halle el trabajo intercambiado por el compresor.
- Calcule la entropía generada en el proceso, y diga en que lugares y porqué se generó.
- Calcule el trabajo reversible útil del proceso.



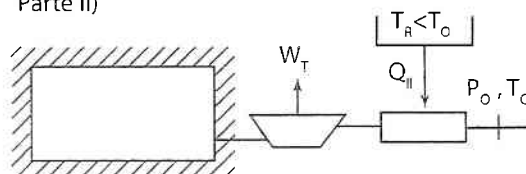


2 Segundo problema

Parte I)



Parte II)



Parte I)

Un tanque con 10 kg de agua a 400 °C y 300 kPa se descarga al ambiente con el sistema que se muestra en la figura I. Las paredes del tanque son adiabáticas y el enfriador intercambia calor con una fuente a $T_R = 0$ °C.

El ambiente se encuentra a 20 °C y 100 kPa.

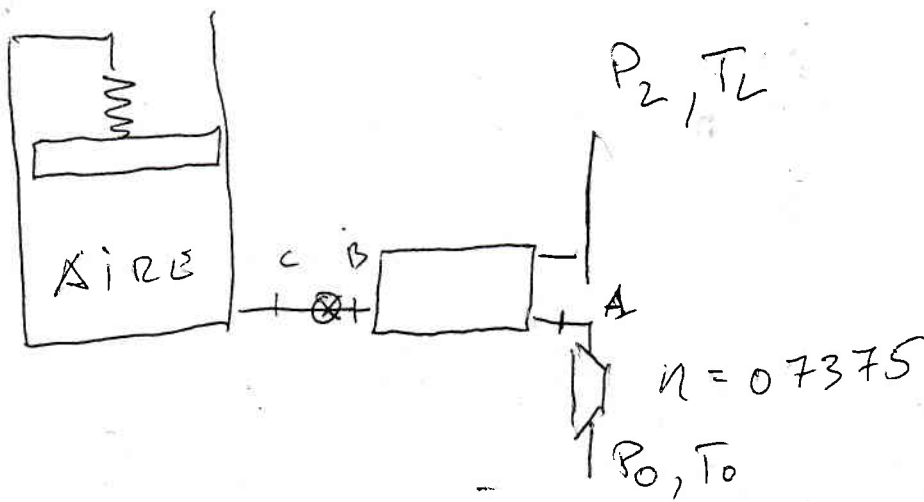
- Halle el estado final del agua dentro del tanque y la masa de agua que sale del sistema.
- El calor intercambiado en el enfriador.
- Calcular la entropía generada en todo el sistema y el trabajo reversible.

Parte II)

Se cambia la válvula del sistema de la parte I por una turbina de eficiencia desconocida (fig. II).

- Calcule el máximo trabajo que es posible obtener de la turbina
- ¿Cuál sería el trabajo reversible en este caso?

2/4



$$K = 124,44 \text{ N/m}$$

$$A = 0,5$$

$$C_p = 1,0045$$



$$P_A = P_L = P_B$$

$$\eta = \frac{C_p (T_{A5} - T_0)}{C_p (T_A - T_0)}$$

$$\Rightarrow T_A = T_0 + \frac{(T_{A5} - T_0)}{\eta}$$

$$\left(\frac{P_A}{P_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \frac{T_A}{T_0}$$

$$\frac{\gamma-1}{\gamma} = \frac{R_g}{C_p} = \frac{2}{7}$$

$$T_A = 4150 \text{ K}$$

$$a) T_B = 0,4 \cdot 4150 + 0,6 \cdot 300 = 366 \text{ K} = T_C$$

$$m_2 c_v T_2 + \frac{P_2 V_2}{2} = m_2 T_C c_p$$

$$P_2 = P_L$$

$$\left(c_v + \frac{R_g}{2} \right) T_2 = c_p T_C \quad b) \Rightarrow T_2 = \frac{\frac{7}{2} T_C}{6/2} = \frac{7}{6} T_C = 420 \text{ K}$$

$$c) P = \alpha V \quad \alpha = \frac{K}{A^2} \quad V_2 = \frac{P_L}{\alpha} = 0,6027 \text{ m}^3$$

$$m_2 = \frac{P_2 V_2}{R_g T_2} = 1,5 \text{ kg} \quad m_C = 0,6 \text{ kg}$$

$$W_C = m_2 C_p (T_0 - T_A) = -0,6 \cdot 1,0045 \cdot 150 = -90,405 \text{ kJ}$$

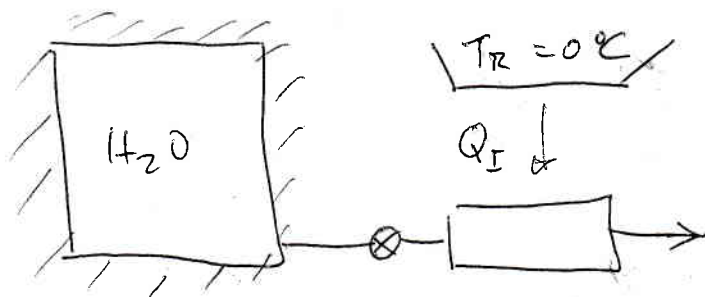
$$d) \Delta S_{\text{univ}} = m_2 s_2 - m_C s_0 - m_L s_L = m_C \left[C_p \ln \left(\frac{T_2}{T_0} \right) - R_g \ln \left(\frac{P_2}{P_0} \right) \right] + m_2 C_p \ln \left(\frac{T_2}{T_0} \right) \\ = m_T C_p \ln \left(\frac{T_2}{T_0} \right) - m_C R_g \ln \left(\frac{P_2}{P_0} \right) = 0,3178 \text{ kJ/K} \quad I = 95,34$$

$$e) W_{\text{real util}} = W_C + W_P - P_0 V_2 = W_C + \frac{P_2 V_2}{2} - P_0 V_2 = -90,405 + \left(\frac{300 - 100}{2} \right) \cdot 0,6027$$

$$3/4 = -60,27 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow W_{\text{real util}} = 35,07 \text{ kJ} \quad \eta = \frac{-90,4}{-}$$

Ej 2:



$$m_1 = 10 \text{ kg}$$

$$T_1 = 400^\circ\text{C}$$

$$P_1 = 300 \text{ kPa}$$



$$s_1 = 8,0329 \text{ kJ/kgK}$$

$$u_1 = 2965,5 \text{ kJ/kg}$$

$$v_1 = 1,03151 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$s_0 = 0,2966 \text{ kJ/kgK}$$

$$u_0 = 83,94 \text{ kJ/kg}$$

$$v_0 = 0,001002 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_0 = u_0 + P_0 v_0 = 84,0402 \text{ kJ/kg}$$

Ia) $P_2 = P_0$ $s_2 = s_1$ $T_2 = 250^\circ\text{C}$ $u_2 = 2733,7 \text{ kJ/kg}$ $v_2 = 2,406 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$V = 10,3151 \text{ m}^3$$

$$m_2 = \frac{V}{v_2} = 4,287 \text{ kg}$$

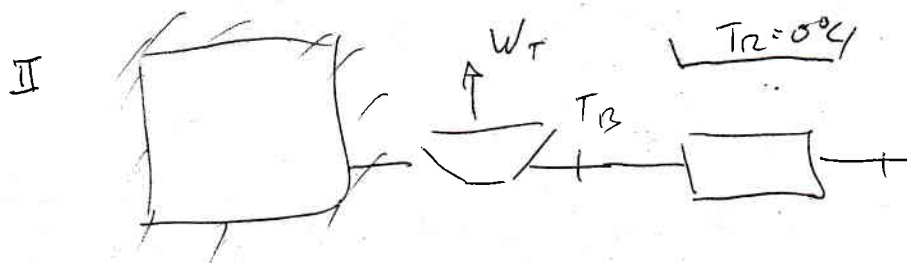
$$m_e = m_1 - m_2 = 5,71276 \text{ kg}$$

b) $m_2 u_2 - m_1 u_1 + m_e h_0 = Q = -17.455,5 \text{ kJ}$

$$\Delta S_{univ} = \Delta S_{sist} + \Delta S_{ent} = m_2 s_2 - m_1 s_1 + m_e s_0 + \frac{|Q|}{T_R} = m_e (s_0 - s_1) + \frac{|Q|}{T_R}$$

$$= 19,71 \text{ kJ/K}$$

$$I = T_0 \Delta S_{univ} = W_{rev} = 5777,7 \text{ kJ}$$



ESTADO SALIDA TURBINA (B) ES IGUAL AL EST. FINAL EN EL TANQUE

$$P_B = P_0 \Rightarrow T_B = 250^\circ\text{C}$$

$$h_B = 2974,3 \text{ kJ/kg}$$

$$W_{TUR MAX} : \eta = \frac{1}{isent}$$

$$\Rightarrow s_B = s_1$$

1er? TANQUE Y TURBINA $0 = m_2 u_2 - m_1 u_1 + m_e h_B + W_T$ $W_T = 944,17 \text{ kJ}$

$$Q = m_e (h_0 - h_B) = -16511,36 \text{ kJ}$$

$$I = 4764,37 \text{ kJ}$$

$$W_{rev} = W_T + I = 5708,5 \text{ kJ}$$

4/4