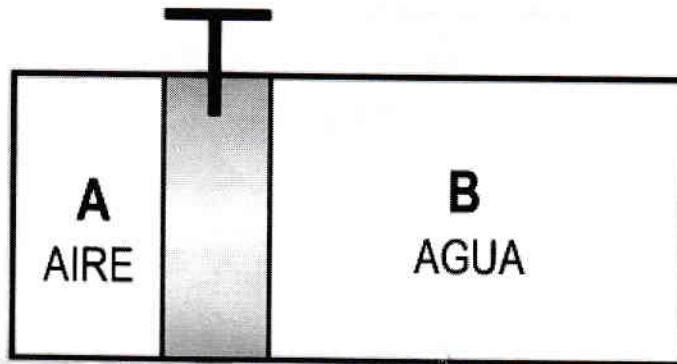


Introducción a la Termodinámica
Examen

Ejercicio 1

Considere un cilindro cerrado de paredes diatérmicas, con el exterior a 30°C , está dividido en dos compartimentos por un pistón que desliza sin fricción y que se mantiene inicialmente en sitio mediante una traba. El compartimento A tiene 10 L de aire a 100 kPa, 30°C y el compartimento B tiene 300 L de vapor saturado. Se quita la traba y finalmente se restablece el equilibrio. Sabiendo que el estado final del agua es bifásico, determinar:

- a) Volúmenes finales del agua y del aire
- b) Calidad final del agua
- c) Calor transferido indicando si va al exterior o viene del exterior
- d) Entropía generada en el universo



Introducción a la Termodinámica Examen

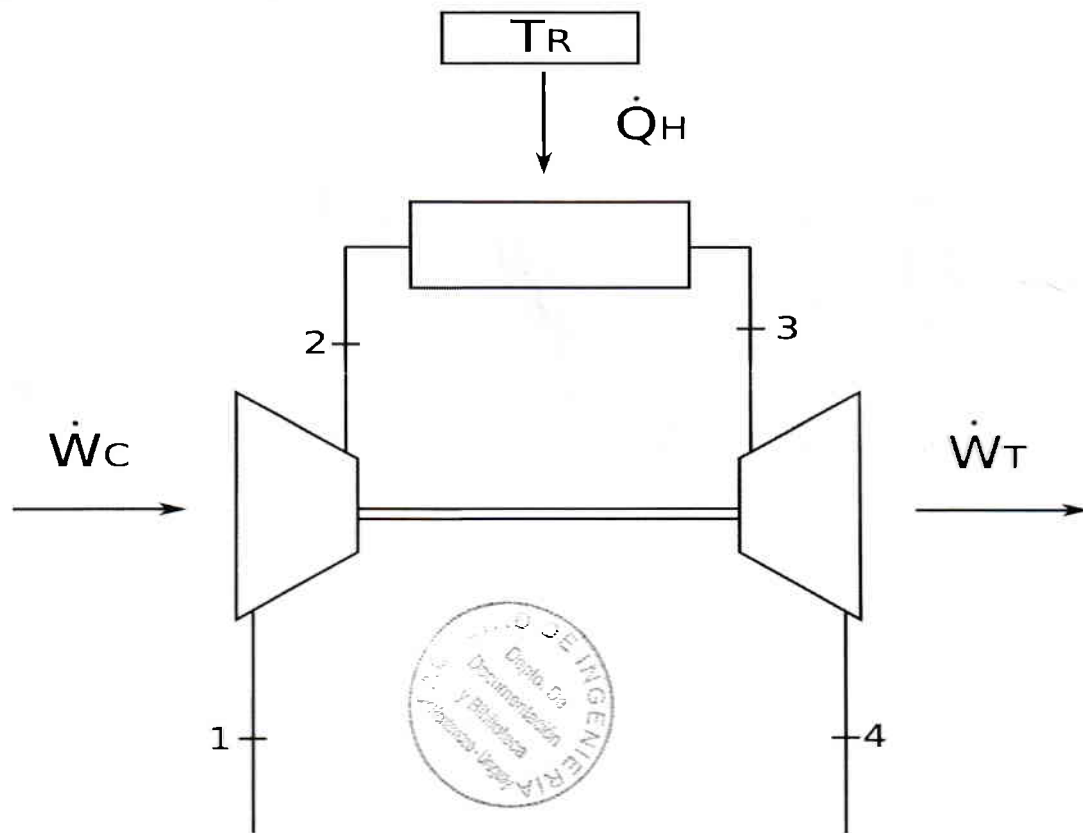
Ejercicio 2

Un ciclo Joule-Brayton para la generación de potencia, puede representarse de forma simplificada por los componentes mostrados en la figura recorridos por aire.

El compresor consume una potencia $\dot{W}_c = 25 \text{ MW}$, tiene un rendimiento isentrópico de $\eta_c = 0,88$, y al mismo ingresa aire a temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$ y presión $P_1 = 1,0 \text{ bar}$, abandonando el mismo a presión $P_2 = 15,0 \text{ bar}$.

El aire que abandona el compresor es calentado de forma internamente reversible hasta la temperatura $T_3 = 1400 \text{ K}$ intercambiando calor con una reserva térmica a $T_R = 1500 \text{ K}$.

Luego el aire se expande en una turbina abandonando la misma a la temperatura $T_4 = 750 \text{ K}$ y presión $P_4 = 1,0 \text{ bar}$.



Determine:

- El flujo másico que recorre el ciclo y la temperatura del aire que abandona el compresor, T_2
- El calor aportado, $\dot{Q}$ y la potencia generada, $\dot{W}_t$
- La eficiencia isentrópica de la turbina y el rendimiento del ciclo
- La variación de entropía del universo

Nota Modele al aire como un gas ideal diatómico con $C_v = 5/2R$

$$T_A = T_{2A} = T_{1B} = T_{2B} = 30^\circ\text{C}$$

$$v_B = 32,94 \text{ m}^3/\text{kg} \quad u_B = 245,6 \text{ kJ/kg} \quad s_B = 0,4533 \text{ kJ/kgK}$$

$$v_{1B} = 3000 = 0,3 \text{ m}^3 \quad m_B = \frac{v_B}{v_{1B}} = 9,12 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$v_{1A} = 10 \text{ l} = 0,01 \text{ m}^3 \quad P_A = 100 \text{ kPa} \quad R_g = 287 \text{ J/kgK}$$

$$P_{1A} v_{1A} = m_A R_g T_{1A} \Rightarrow m_A = 0,0115 \text{ kg}$$

$$P_{2A} = P_{2B} = 1,296 \text{ kPa}$$

$$v_{2A} P_{2A} = m_A R_g T_{2A} \rightarrow \boxed{0,236 \text{ m}^3 = v_{2A}}$$

$$v_T = v_{1A} + v_{1B} = 0,31 \text{ m}^3 \quad v_{2B} = v_T - v_{2A} \rightarrow \boxed{v_{2B} = 0,074 \text{ m}^3}$$

$$x_{2B} = \frac{v_{2B}}{v_g} = x_f \rightarrow \boxed{x_{2B} = 0,25} \quad u_{2B} = 694 \text{ kJ/kg}$$

$$s_{2B} = 2,43 \text{ kJ/kgK}$$

$$\Delta u_A = 0 \quad w_A = -w_B$$

$$\Delta u = m_B (u_{2A} - u_{2B}) = Q \rightarrow \underline{Q = 15,7 \text{ kJ}}$$

viene del entorno del cilindro

$$\Delta S_u = \Delta S_A + \Delta S_B = m_A \ln \left(\frac{P_{2A}}{P_{2B}} \right) R_g + m_B (s_{2B} - s_{2A})$$

$$\Delta S_u = \boxed{10,4 \text{ kJ/kgK}}$$



J2

$$\gamma_c = 0,88 \Rightarrow \Delta S_{12} = c_p \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) - R_g \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$\Delta S_{25-1} = 0 \rightarrow T_{25} = 650,4 \text{ K} \quad \gamma_c = \frac{T_2 - T_1}{T_{25} - T_1}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$1004,5 \text{ J/kg K}$$

$$\dot{W}_k = \dot{m} c_p (T_2 - T_1) \rightarrow \dot{m} = 62,5 \text{ kg/s}$$

$$T_2 = 698,1 \text{ K}$$

$$\dot{Q} = \dot{m} c_p (T_3 - T_2) \rightarrow \dot{Q} = 44,1 \text{ MW}$$

$$\dot{W}_t = \dot{m} c_p (T_3 - T_4) \rightarrow \dot{W}_t = 40,8 \text{ MW}$$



$$\eta = \frac{\dot{W}_t + \dot{W}_k}{\dot{Q}} = 35,8 \%$$

$$\Delta S_{345} = 0 \rightarrow T_{45} = 645,8 \text{ K}$$

$$\eta_t = \frac{T_3 - T_{45}}{T_3 - T_4} \rightarrow \eta_t = 86,29 \%$$

$$\Delta S_0 = \Delta S_s + \Delta S_e = \frac{-\dot{Q}}{T_R} + \dot{m} c_p \ln \left(\frac{T_4}{T_1} \right) - R_g \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$\Delta S_0 = 28,2 \text{ kW/K}$$