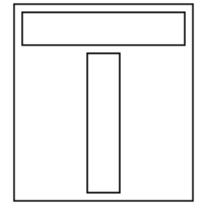




FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
SECCIÓN ACADÉMICA DE TERMODINÁMICA
TERMODINÁMICA (1437) Y TERMODINÁMICA (0068)
PRIMER EXAMEN FINAL
TURNO VESPERTINO



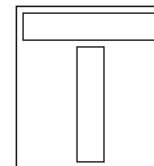
MARTES 28 DE MAYO DE 2019

15:30 h, SEM 2019-2

Nombre del alumno: _____ Firma: _____

Instrucciones: Resuelva cuatro de los seis problemas propuestos en un máximo de dos horas. Se permite la consulta de cualquier documento propio. **Se prohíbe el uso de cualquier otro dispositivo que no sea la calculadora.**

1. Durante un proceso isobárico, un gas ideal confinado en un sistema cilindro-émbolo se comprime disipándose 10 [kJ] de calor. Si las condiciones iniciales son 100 [kPa] manométricos y 0.2 [m³], calcule en [m³], el volumen final. Considere que la variación de energía interna en el proceso fue -400 [J] y $P_{atm} = 77$ [kPa].
2. A una bomba centrífuga ingresan 3000 $\left[\frac{kg}{min}\right]$ de agua ($\rho_a = 1000 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$) a 95 [kPa] manométricos. Sabiendo que la temperatura de entrada y salida de agua es 25 [°C], que el tubo de entrada y de descarga se encuentran al mismo nivel, que el diámetro de entrada es de 15 [cm] y el de descarga de 10 [cm] y que en la salida existen 125 [kPa] manométricos, calcule en [kW], la potencia de la bomba. Considere la $P_{atm} = 77$ [kPa].
3. A una turbina ingresan 378 $\left[\frac{kg}{min}\right]$ de vapor de agua a 35 [MPa] y entalpia específica de 3560.7 $\left[\frac{kJ}{kg}\right]$. Posteriormente, se realiza una extracción del vapor con entalpia específica de 3157.9 $\left[\frac{kJ}{kg}\right]$ para un proceso industrial que representa el 35 (%) del flujo inicial, y el resto del vapor se descarga de la turbina con entalpia específica de 384.4 $\left[\frac{kJ}{kg}\right]$. Si durante el proceso se disipan 4500 $\left[\frac{kJ}{s}\right]$ de calor, calcule en [MW], la potencia generada por la turbina.
4. Una central carboeléctrica produce 350 [MW] con una eficiencia del 33 (%). Sabiendo que el poder calorífico del carbón es 28 $\left[\frac{MJ}{kg}\right]$, calcule en toneladas, la cantidad de carbón que se consume en un periodo de 20 [h].
5. A un compresor adiabático ingresan 0.0831 $\left[\frac{kg}{s}\right]$ a 200 [kPa] de vapor saturado del refrigerante 134a, y salen a 0.8 [MPa]. Si la potencia eléctrica consumida por el compresor durante el proceso es 4.36 [kW], calcule la temperatura del refrigerante a la salida del compresor.
6. A un condensador ingresan 10 $\left[\frac{kg}{s}\right]$ de vapor de agua a 600 [kPa] y 250 [°C]. Por otra sección del condensador ingresan 113.2 $\left[\frac{kg}{s}\right]$ de refrigerante 134a a 400 [kPa] y 2 [°C] para provocar el condensado, saliendo a 10 [°C]. Si el vapor de agua sale como líquido saturado, calcule en $\left[\frac{kW}{K}\right]$, la generación de entropía del sistema.



MARTES 28 DE MAYO DE 2019

15:30 h, SEM 2019-2

RESOLUCIONES

1.

$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man} = (77 + 100)[kPa] = 177[kPa]$$

$$Q + W = \Delta U, \quad W = \Delta U - Q \rightarrow -P(V_2 - V_1) = \Delta U - Q$$

$$V_2 = \frac{\Delta U - Q}{-P} + V_1 = \frac{-0.4[kJ] + 10[kJ]}{-177[kPa]} + 0.2[m^3] = 0.145[m^3]$$

$$V_2 = 0.145[m^3]$$

2.

$$\dot{m} = 3000 \left[\frac{kg}{min} \right] = 50 \left[\frac{kg}{s} \right];$$

$$P_{ab(1)} = P_{atm} + P_{man(1)} = (77 + 95)[kPa] = 172[kPa]; \quad P_{ab(2)} = P_{atm} + P_{man(2)} = (77 + 125)[kPa] = 202[kPa]$$

$$T_1 = T_2 = 25[^\circ C]; \quad z_1 = z_2; \quad \phi_1 = 0.15[m]; \quad \phi_2 = 0.1[m]$$

$$\dot{W} = \dot{m} \left[\frac{1}{2} (\bar{V}_2^2 - \bar{V}_1^2) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} \right]$$

$$\text{De } \dot{m} = \rho \bar{V} A:$$

$$\bar{V}_1 = \frac{\dot{m}}{\rho A_1} = \frac{50 \left[\frac{kg}{s} \right]}{1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \left(\frac{\pi}{4} (0.15[m])^2 \right)} = 2.829 \left[\frac{m}{s} \right]; \quad \bar{V}_2 = \frac{\dot{m}}{\rho A_2} = \frac{50 \left[\frac{kg}{s} \right]}{1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \left(\frac{\pi}{4} (0.1[m])^2 \right)} = 6.366 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$\dot{W} = 50 \left[\frac{kg}{s} \right] \left[\frac{1}{2} \left(\left(6.366 \left[\frac{m}{s} \right] \right)^2 - \left(2.829 \left[\frac{m}{s} \right] \right)^2 \right) + \frac{(202 - 172)[kPa]}{1000 \left[\frac{kg}{m^3} \right]} \right]$$

$$\dot{W} = 50 \left[\frac{kg}{s} \right] \left[16.2613 \left[\frac{m^2}{s^2} \right] + 30 \left[\frac{Pa \cdot m^3}{kg} \right] \right] = 2313.065 [W]$$

$$\dot{W} = 2313.065 [W] = 2.313 [kW]$$

3.

$$\dot{m}_1 = 378 \left[\frac{kg}{min} \right] = 6.3 \left[\frac{kg}{s} \right]; \quad \dot{m}_2 = 0.35 \dot{m}_1; \quad \dot{m}_3 = \dot{m}_1 - \dot{m}_2$$

$$\dot{W}_T = \left(\dot{m}_3 h_3 + \dot{m}_2 h_2 \right) - \dot{m}_1 h_1 + \dot{Q}; \quad \dot{m}_3 = \dot{m}_1 - 0.35 \dot{m}_1 = \dot{m}_1 (1 - 0.35) = \dot{m}_1 (0.65)$$

$$\dot{W}_T = \dot{m}_1 [0.65 h_3 + 0.35 h_2 - h_1] + \dot{Q} = 6.3 \left[\frac{kg}{s} \right] \left(0.65 (384.4) + 0.35 (3157.9) - 3560.7 \right) \left[\frac{kJ}{kg} \right] + 4500 \left[\frac{kJ}{s} \right]$$

$$\dot{W}_T = 6.3 \left[\frac{kg}{s} \right] (249.860 + 1105.265 - 3560.7) \left[\frac{kJ}{kg} \right] + 4500 \left[\frac{kJ}{s} \right] = 6.3 \left[\frac{kg}{s} \right] (-2205.575) \left[\frac{kJ}{kg} \right] + 4500 \left[\frac{kJ}{s} \right] = -9395122.5 [W]$$

$$\dot{W}_T = -9395122.5 [W] = -9.39 [MW]$$

4.

$$\eta = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}_s} \rightarrow \dot{Q}_s = \frac{\dot{W}}{\eta} = \frac{350 [MW]}{0.33} = 1060606061 [W] = 1060.606 [MW]$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{q} = \frac{1060.606 \left[\frac{MJ}{s} \right]}{28 \left[\frac{MJ}{kg} \right]} = 37.878 \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$m = 37.878 \left[\frac{kg}{s} \right] \left(20 [horas] \left(\frac{3600 [s]}{1 [hora]} \right) \right) = 2727272.727 [kg]$$

$$m = 2727272.727 [kg] = 2727.3 [ton]$$

5.

$$\dot{W} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

$$h_2 = \frac{\dot{W}}{\dot{m}} + h_1$$

De tablas de vapor saturado del R134a:

$$\begin{cases} P_1 = 200 [kPa] \\ \chi = 1 \end{cases}$$

$$v_1 = 0.099867 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

$$h_1 = 244.46 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

Entonces:

$$h_2 = \frac{4.36 [kW]}{0.0831 \left[\frac{kg}{s} \right]} + 244.46 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

$$h_2 = 296.926 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

De tablas de vapor sobrecalentado

$$\begin{cases} P_2 = 0.8 [MPa] \\ h_2 = 296.926 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \end{cases}$$

La temperatura es $T_2 \approx 60 [^\circ C]$

6.

$$\begin{cases} P_1 = 600 [kPa] \\ T_1 = 250 [^\circ C] \\ s_1 = 7.1833 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_2 = 600 [kPa] \\ s_2 = 1.9308 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_3 = 400 \text{ [kPa]} \\ T_3 = 2 \text{ [}^\circ\text{C]} \\ s_3 = 0.21415 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_4 = 400 \text{ [kPa]} \\ T_4 = 10 \text{ [}^\circ\text{C]} \\ s_4 = 0.9305 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] \end{cases}$$

$$\dot{S}_g = \dot{m}_1(s_2 - s_1) + \dot{m}_2(s_4 - s_3)$$

$$\dot{S}_g = 10 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] (1.9305 - 7.1833) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] + 113.2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] (0.9305 - 0.21415) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

$$\dot{S}_g = 10 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] (-5.2528) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right] + 113.2 \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right] (0.71635) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

$$\dot{S}_g = 28562.82 \left[\frac{\text{W}}{\text{K}} \right]$$

$$\dot{S}_g = 28.562 \left[\frac{\text{kW}}{\text{K}} \right]$$