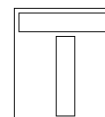




FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
SECCIÓN ACADÉMICA DE TERMODINÁMICA
TERMODINÁMICA (1437) Y TERMODINÁMICA (0068)
PRIMER EXAMEN FINAL TURNO VESPERTINO



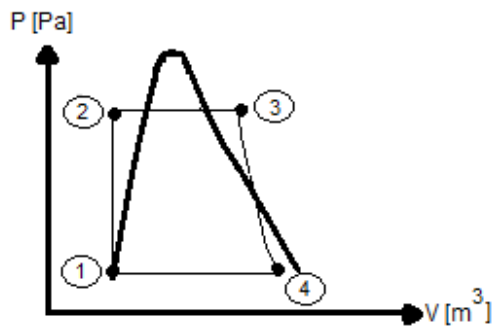
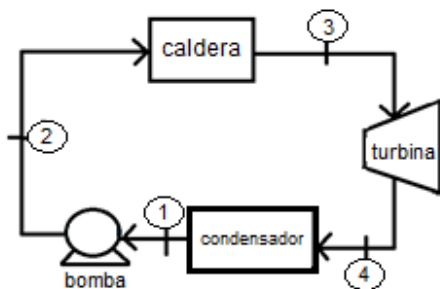
JUEVES 7 DE JUNIO DEL 2018

13:00 h, SEM 2018-2

Nombre del alumno: _____ Firma: _____

Instrucciones: Lea cuidadosamente los cinco problemas que se ofrecen y resuelva cuatro en dos horas. Se permite la consulta de cualquier documento propio. **Se prohíbe el uso de cualquier dispositivo electrónico que no sea la calculadora.**

1. Un cilindro de 20 [cm] de diámetro contiene un gas encerrado por un pistón de masa despreciable, el cual tiene conectado un resorte. Si al gas se le realiza un vacío del 90% de la presión atmosférica, calcule la fuerza del resorte necesaria para que no se mueva el pistón. Considere que el dispositivo se encuentra en la Ciudad de México ($P_{\text{atm}} = 77000[\text{Pa}]$).
2. Una roca de granito cae desde una altura de 60 [m]. Si el 70% de la energía de la roca se transforma en calentar la misma roca, ¿cuál será su aumento de temperatura? Considere que $c_{\text{roca}} = 0.84 [\text{J/g} \cdot \Delta^{\circ}\text{C}]$ y $g = 9.81 [\text{m/s}^2]$.
3. Una botella metálica de 20 litros contiene oxígeno (gas ideal) a 20 [$^{\circ}\text{C}$] y 700 [kPa]. La botella se expone al sol, por lo que su temperatura sube a 28 [$^{\circ}\text{C}$]. Debido a que la presión se incrementa, el 20% de la masa del oxígeno se deja escapar. Después, la botella es almacenada, por lo que alcanza nuevamente 20 [$^{\circ}\text{C}$]. Considerando que $R_{\text{O}_2} = 259.8 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$, calcule la presión final del gas.
4. A un intercambiador de calor a contraflujo entra agua fría de un sistema a 15 [$^{\circ}\text{C}$] y flujo igual a 5 [kg/s]. Al mismo tiempo, se calienta hasta 45 [$^{\circ}\text{C}$] con otra corriente de agua a 100 [$^{\circ}\text{C}$], y sale del dispositivo a 15 [$^{\circ}\text{C}$]. Determine:
 - a) El calor transferido en cada unidad de tiempo al agua fría.
 - b) La entropía generada en el intercambiador de calor, expresando el resultado en [kJ/K·s].
5. En un ciclo como el que se muestra, la potencia de salida neta es 20 [MW], el vapor de agua entra a la turbina a 140 [bar], 550 [$^{\circ}\text{C}$] y sale a 0.05 [bar] y una calidad del 85 %. Del condensador sale líquido saturado a 0.06 [bar] y la variación de temperatura en la bomba adiabática es despreciable. Determine el trabajo de la bomba y la turbina, ambos en [kJ/kg].



1.

$$P = \frac{F}{A}, \quad F = PA$$

$$\Sigma F = 0; \quad F_{gas} + F_{atm} - F_{resorte} = 0; \quad \rightarrow F_{resorte} = F_{atm} - F_{gas}$$

$$F_{resorte} = P_{atm}A - P_{gas}A = A(P_{atm} - P_{gas}) = \pi r^2 (P_{atm} - P_{gas}) = \frac{\pi}{4} d^2 (P_{atm} - P_{gas}) = \frac{\pi}{4} (0.2[m])^2 (77000[Pa] - 0.1(77000[Pa]))$$

$$= 0.0314[m^2] (77000 - 7700)[Pa] = 2176.02[N]$$

2.

$$\Delta U = -\Delta EP \rightarrow \Delta U + \Delta EP = 0 \rightarrow mc\Delta T + mg\Delta z = 0$$

$$\Delta T = \frac{mg\Delta z}{mc_{roca}} = \frac{-g\Delta z}{c} = \frac{-9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right] (-60[m]) (0.7)}{0.84 \left[\frac{J}{g \cdot \Delta^\circ C} \right] \left(\frac{1000[g]}{1[kg]} \right)} = 0.4905[^\circ C]$$

3.

$$P_1 V_1 = m_1 R T_1; \quad m_1 = 0.1838[kg]; \quad m_2 = 0.8(0.1838[kg]) = 0.14704[kg] \quad y \quad V_1 = V_2$$

Para P_2 :

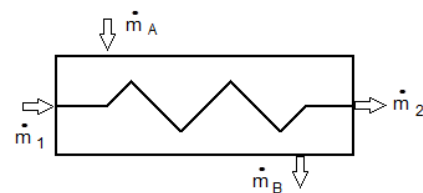
$$P_2 V_2 = m_2 R T_2 \rightarrow P_2 = \frac{m_2 R T_2}{V_2} = \frac{0.14704[kg] \left(259.8 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] \right) (301.15[K])}{0.02[m^3]} = 575211.437[Pa] = 575.211[kPa]$$

Para P_3 :

$$m_3 = m_2, \quad V_1 = V_3 \quad y \quad T_3 = T_1$$

$$P_3 V_3 = m_2 R T_3 \rightarrow P_3 = \frac{m_2 R T_3}{V_3} = \frac{(0.14704[kg]) \left(259.8 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] \right) (293.15[K])}{0.02[m^3]} = 559931.0402[Pa] = 559.931[kPa]$$

4.



$$\text{Si } T_1 = 15[^\circ C]; \quad T_2 = 45[^\circ C] \quad T_A = 100[^\circ C] \quad T_B = 15[^\circ C]$$

$$a) \quad \dot{Q} + \dot{W} = \dot{m}_s (e_c + e_p + h)_s - \dot{m}_e (e_c + e_p + h)_e; \quad \dot{W} = 0; \quad \Delta e_c \approx 0; \quad \Delta e_p \approx 0$$

$${}_1 \dot{Q}_2 = \dot{m}_1 (h_2 - h_1) = \dot{m}_1 [c(T_2 - T_1)] = 5 \left[\frac{kg}{s} \right] \left(4186 \left[\frac{J}{kg \cdot \Delta^\circ C} \right] \right) (45 - 15)[\Delta^\circ C] = 627900[W] = 627.9[kW]$$

$$b) \dot{S}_{total} = \dot{m}_s s_s - \dot{m}_e s_e = \dot{m}_2 s_2 + \dot{m}_B s_B - \dot{m}_1 s_1 - \dot{m}_A s_A = \dot{m}_1 (s_2 - s_1) + \dot{m}_B (s_B - s_A)$$

$${}_A \dot{Q}_B = \dot{m}_A c (T_B - T_A) \rightarrow \dot{m}_A = \frac{{}_A \dot{Q}_B}{c (T_B - T_A)} = \frac{-627.9 [kW]}{4186 \left[\frac{J}{kg \cdot \Delta^\circ C} \right] (15 - 100) [\Delta^\circ C]} = 1.7647 \left[\frac{kg}{s} \right] = \dot{m}_B$$

$$\begin{aligned} \dot{S}_{total} &= \dot{m}_1 c \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) + \dot{m}_B c \ln \left(\frac{T_B}{T_A} \right) = 5 \left(\frac{kg}{s} \right) \left(4186 \left[\frac{J}{kg \cdot \Delta^\circ C} \right] \right) \ln \left(\frac{318.15 [K]}{288.15 [K]} \right) + 1.7647 \left(\frac{kg}{s} \right) \left(4186 \left[\frac{J}{kg \cdot \Delta^\circ C} \right] \right) \ln \left(\frac{288.15 [K]}{373.15 [K]} \right) \\ &= 163.401 \left[\frac{J}{s \cdot K} \right] = 0.163 \left[\frac{kJ}{s \cdot K} \right] \end{aligned}$$

5.

$$\text{estado } 1 \begin{cases} X_1 = 0 \\ P_1 = 0.05 [bar] \end{cases}; \text{ estado } 3 \begin{cases} T_3 = 550 [^\circ C] \\ P_3 = 140 [bar] \end{cases}; \text{ estado } 4 \begin{cases} X_4 = 85\% \\ P_4 = 0.05 [bar] \end{cases}; \dot{W}_{ciclo} = 20 [MW]$$

Para la bomba:

$$\dot{Q} + \dot{W} = \dot{m} \left[\frac{1}{2} (\bar{v}_2 - \bar{v}_1) + g (z_2 - z_1) + (h_2 - h_1) \right]; \dot{Q} = 0; \bar{v}_2 - \bar{v}_1 = 0; z_2 - z_1 = 0$$

$$\dot{W}_{bomba} = \dot{m} (h_2 - h_1) = \dot{m} [(u_2 + P_2 v_2) - (u_1 + P_1 v_1)] = \dot{m} [(P_2 - P_1) v_1]$$

$$\dot{m}: w_{bomba} = (P_2 - P_1) v_1 = (P_3 - P_1) v_1$$

$$\text{De tablas: } v_1 = 0.001005 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

$$\therefore w_{bomba} = (P_3 - P_1) v_f = (140 - 0.05) \cdot 10^5 [Pa] (0.001005) \left[\frac{m^3}{kg} \right] = 14.065 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

Para la turbina:

$$w_{turbina} = (h_4 - h_3), \text{ de tablas, con } P_3 \text{ y } T_3 \text{ e interpolando: } h_3 = 3460.84 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

$$\text{De tablas, con } P_4: \begin{cases} h_f = 137.75 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \\ h_{fg} = 2423 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \end{cases}$$

$$h_4 = (h_f + X h_{fg})_4 = 137.75 \left[\frac{kJ}{kg} \right] + 0.85 \left(2423 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \right) = 2197.3 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

$$\therefore w_{turbina} = (h_4 - h_3) = (2197.3 - 3460.84) \left[\frac{kJ}{kg} \right] = -1263.54 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$