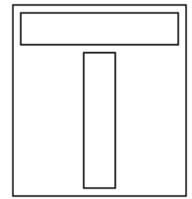




FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
SECCIÓN ACADÉMICA DE TERMODINÁMICA
TERMODINÁMICA (1437) Y TERMODINÁMICA (0068)
SEGUNDO EXAMEN FINAL



5 DE DICIEMBRE DEL 2019

11:30 h, SEM 2020-1

Nombre del alumno: _____

Firma: _____

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

1. Un buzo verifica que la presión del mano-vacuómetro de un tanque de oxígeno indique 8 [bar] antes de sumergirse en el mar.

a) ¿Cuál es la presión absoluta del oxígeno en [kPa] cuando el tanque está en la playa?

Posteriormente, el buzo se sumerge hasta 25 [m] de profundidad y permanece a esta profundidad hasta que el oxígeno del tanque tiene una presión absoluta de 3 [bar].

b) ¿Cuál es la lectura del mano-vacuómetro conectado al tanque en [kPa], indicando si funciona como manómetro o como vacuómetro?

Considere $\delta_{agua\ mar} = 1.03$; $g = 9.81 \left[\frac{m}{s^2} \right]$; $P_{atm.} = 101325 \text{ [Pa]}$

2. En un calorímetro de paredes adiabáticas se mezclan 45 [g] de vapor de agua en su punto de ebullición normal con 550 [g] de hielo en su punto de fusión, el experimento se realiza al nivel del mar. Si la entalpia de fusión del agua es 79.7 [cal/g] y la entalpia de evaporación es 531 [cal/g], determine la cantidad de agua que permanece en fase líquida en el equilibrio térmico.

3. Un dispositivo cilindro-émbolo, a una presión de 0.1 [MPa], contiene nitrógeno gaseoso que se enfría isobáricamente desde 150 [°C] hasta 40 [°C]. Considerando que $c_p = 1.0421 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$ y $R = 296.82 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$, calcule:

a) El calor cedido en [kJ/kg]

b) El trabajo realizado en [kJ/kg]

4. Una de las corrientes de un intercambiador de calor es refrigerante 134a que entra a 6 [bar] con una calidad del 50%. La otra corriente del intercambiador es aire que entra a 10 [kg/min], 1.10 [bar] y 42 [°C] y sale a 1.05 [bar] y 22 [°C].

Determine la rapidez de variación de entropía del refrigerante en [W/K]. Considere $c_{p\ aire} = 1.005 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$.

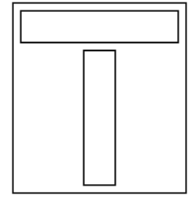
5. Una mezcla de líquido-vapor de agua a 2000 [kPa] fluye por un tubo y se estrangula con una válvula hasta 100 [kPa] y 150 [°C]. Calcule la calidad de la mezcla antes de ser estrangulada.

6. A un compresor ingresan 60 [m³/min] de nitrógeno a 150 [kPa] y 25 [°C], se comprimen según $PV^n = c$, hasta 1 [MPa] con $n = 1.23$. Calcule en [kJ/s], el calor y la dirección del proceso.

Considere: $c_p = 1.0421 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right]$, $R = 296.82 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$ y $\Delta e_c = 0$



FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
SECCIÓN ACADÉMICA DE TERMODINÁMICA
TERMODINÁMICA (1437) Y TERMODINÁMICA (0068)
SEGUNDO EXAMEN FINAL
SOLUCIÓN



5 DE DICIEMBRE DEL 2019

11:30 h, SEM 2020-1

1.

a)

$$P_{O_2} = P_{atm} + P_{man_{O_2}} = 101.325 [kPa] + 800 [kPa] = 901.325 [kPa]$$

b)

$$P_{tanque} = P_{atm} + P_{agua} = 101325 [Pa] + \left(1030 \left[\frac{kg}{m^3}\right]\right) \left(9.81 \left[\frac{m}{s^2}\right]\right) (25 [m]) = 353932.5 [Pa]$$

$$P_{man_{O_2}} = P_{O_2} - P_{tanque} = 300000 [Pa] - 353932.5 [Pa] = -53932.5 [Pa]$$

$$P_{vac_{O_2}} = 53932.5 [Pa]$$

2.

$$Q_1 = 45 [g] \left(-531 \left[\frac{cal}{g}\right] \right) = -23895 [cal]$$

$$Q_2 = 45 [g] \left(1 \left[\frac{cal}{g \cdot ^\circ C}\right] \right) (0 - 100) [^\circ C] = -4500 [cal]$$

$$Q_{vapor} = Q_1 + Q_2 = -23895 [cal] + (-4500 [cal]) = -28395 [cal]$$

$$Q_{vapor} = m_{hielo} \lambda_f$$

$$m_{hielo} = \frac{28395 [cal]}{79.7 \left[\frac{cal}{g}\right]} = 356.27 [g]$$

$$m_{agua} = m_{hielo} + m_{vapor} = (356.27 + 45) [g] = 401.27 [g]$$

$$T_2 = 0 [^\circ C]$$

3.

$$a) \quad {}_1q_2 + {}_1w_2 = \Delta u_{12}$$

$${}_1q_2 = u_2 - u_1 + P_2v_2 - P_1v_1 = h_2 - h_1 = c_p(T_2 - T_1) = 1.042 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right] (40 - 150) [^\circ\text{C}] = -114.63 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$b) \quad {}_1w_2 = -R(T_2 - T_1) = -296.82 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg K}} \right] (40 - 150) [\text{K}] = 32650.2 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right] = 32.650 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

4.

$$\Delta S_{\text{refrig}} = \dot{m}_{\text{refrig}} (s_2 - s_1)$$

$$\dot{m}_{\text{refrig}} = \frac{\dot{m}_{\text{aire}} (h_2 - h_1)_{\text{aire}}}{(h_2 - h_1)_{\text{refrig}}} = \frac{\dot{m}_{\text{aire}} c_p (T_2 - T_1)}{(h_2 - h_1)_{\text{refrig}}}$$

$$P = 600 [\text{kPa}] \left\{ \begin{array}{l} h_2 = h_g = 262.40 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \\ s_2 = s_g = 0.92177 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right] \end{array} \right.$$

$$h_1 = h_f + xh_{fg} = 81.51 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] + 0.5 \left(180.90 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \right) = 171.96 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$\dot{m}_{\text{refrig}} = \frac{-10 \left[\frac{\text{kg}}{\text{min}} \right] \left(1.005 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \right) (22 - 42) [^\circ\text{C}]}{(262.4 - 171.96) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]} = 2.22 \left[\frac{\text{kg}}{\text{min}} \right]$$

$$s_1 = s_f + xs_{fg} = 0.30799 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right] + 0.5 \left(0.61378 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right] \right) = 0.6148 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right]$$

$$\Delta S_{\text{refrig}} = 2.22 \left[\frac{\text{kg}}{\text{min}} \right] \left(\frac{1 [\text{min}]}{60 [\text{s}]} \right) (0.92177 - 0.6148) \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \right]$$

$$\Delta S_{\text{refrig}} = 0.011357 \left[\frac{\text{kW}}{\text{K}} \right] = 11.3579 \left[\frac{\text{W}}{\text{K}} \right]$$

5.

$$h_1 = h_2 \quad ; \quad h_2 = 2776.6 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

$$x_1 = \frac{h_{1=2} - h_f}{h_g - h_f} \times 100$$

$$\text{con } P_1 = \begin{cases} h_f = 908.47 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \\ h_g = 2798.3 \left[\frac{kJ}{kg} \right] \end{cases}$$

$$x_1 = \left(\frac{2776.6 - 908.47}{2798.3 - 908.47} \right) \left[\frac{kJ}{kg} \right] \times 100 = 0.9885[1] \times 100 = 98.85\%$$

6.

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

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_2 - h_1) - \dot{W} = \dot{m}(c_p(T_2 - T_1)) - \dot{W}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v} \quad ; \quad v = \frac{RT}{P} = \frac{0.2968 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right] (25 + 273.15) [K]}{150 [kPa]} = 0.5899 \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

$$\dot{m} = \frac{60 \left[\frac{m^3}{min} \right] \left(\frac{1 [min]}{60 [s]} \right)}{0.5899 \left[\frac{m^3}{kg} \right]} = 1.695 \left[\frac{kg}{s} \right]$$

$$\text{De } \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}} \rightarrow T_2 = \frac{T_1}{\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}} = \frac{298.15 [K]}{\left(\frac{150 [kPa]}{1000 [kPa]} \right)^{\frac{1.23-1}{1.23}}} = 425.15 [K]$$

$$\dot{W} = \frac{\dot{m} R (T_2 - T_1)}{n-1} = \frac{1.695 \left[\frac{kg}{s} \right] \left(0.2968 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right] \right) (425.15 - 298.15) [K]}{1.23 - 1} = 277.785 [kW]$$

$$\dot{Q} = 1.695 \left[\frac{kg}{s} \right] \left(1.042 \left[\frac{kJ}{kg \cdot K} \right] (425.15 - 298.15) [K] \right) - 277.785 [kW] = -53.478 [kW]$$

Fluye calor fuera del sistema.