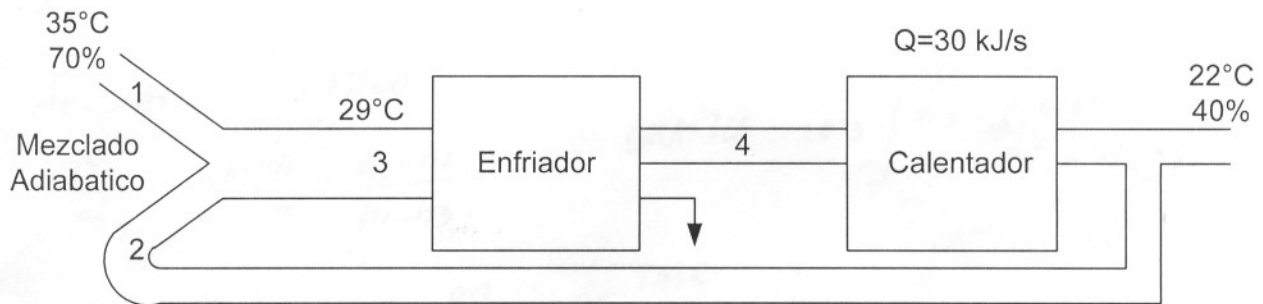


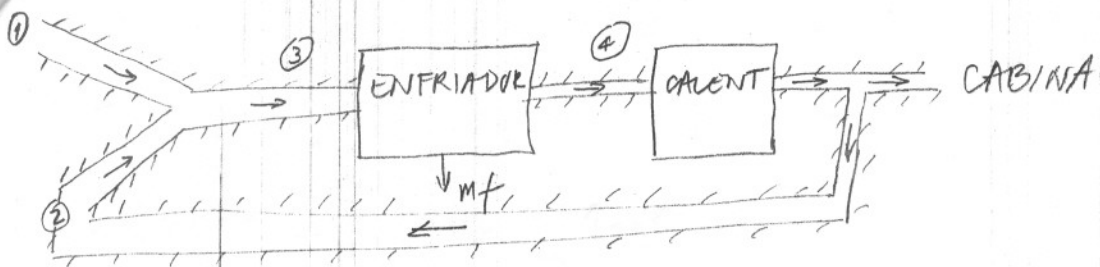


Examen #3 (35 pts)

1) El aire acondicionado de un carro funciona de la siguiente manera: se mezcla adiabáticamente una corriente de aire del exterior del carro con una corriente de aire del interior del vehículo, esta mezcla se enfría para reducir la humedad del aire y finalmente se calienta hasta alcanzar las condiciones deseadas. Para las condiciones mostradas en el dibujo, halle:

- El flujo másico de aire seco del exterior
- El flujo másico de líquido condensado
- El calor removido en el enfriador





$$T_{BS1} = 35^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_1 = 70\%$$

$$T_{BS2} = 22^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_2 = 40\%$$

$$T_{BS3} = 29^{\circ}\text{C}$$

$$\dot{Q}_c = 30 \text{ kW/s}$$

CARTA PSICROMETRICA $P = 1 \text{ ATM}$

$$T_{BS1} \left\{ \begin{array}{l} w_1 = 0.0252 \\ \phi_1 \left\{ \begin{array}{l} h_1 = 100 \text{ kJ/kg} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$T_{BS2} \left\{ \begin{array}{l} w_2 = 0.0066 \\ \phi_2 \left\{ \begin{array}{l} h_2 = 39 \text{ kJ/kg} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

MEZCLADO ADIABATICO

$$\frac{\dot{m}_{a1}}{\dot{m}_{a2}} = \frac{w_3 - w_2}{w_1 - w_3} = \frac{h_3 - h_2}{h_1 - h_3}$$

$$\text{GRAFICA } T_{BS3} \left\{ \begin{array}{l} w_3 = 0.0165 \\ h_3 = 71.5 \text{ kJ/kg} \end{array} \right.$$

$$\text{TANTEO } T_{BS3} \left\{ \begin{array}{l} w_3 = 0.02 \\ h_3 = 80 \end{array} \right.$$

$$T_{BS3} \left\{ \begin{array}{l} w_3 = 0.01 \\ h_3 = 55 \end{array} \right.$$

$$I \Rightarrow 2.58 = 2.05 \quad \Delta = 0.53$$

$$I \Rightarrow 0.22 = 0.36 \quad \Delta = -0.14$$

$$\text{INTERPOLANDO} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} w_3 = 0.0121 \\ h_3 = 60.2 \end{array} \right.$$

$$0.42 = 0.53 \quad \Delta = -0.11$$

$$\left\{ \begin{array}{l} w_3 = 0.0165 \\ h_3 = 71 \end{array} \right.$$

$$1.137 = 1.140 \quad \Delta = 0.003$$

$$\frac{\dot{m}_{a1}}{\dot{m}_{a2}} = 1.14$$

$$\dot{m}_{a3} = \dot{m}_{a1} + \dot{m}_{a2}$$

$$\dot{m}_{v3} = \dot{m}_{v4} + \dot{m}_f$$

$$\text{ESTADO 4 } \left\{ \begin{array}{l} w_4 = w_2 = 0.0066 \\ \phi_4 = 1 \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} h_4 = 25 \text{ kJ/kg} \\ T_4 = 8^{\circ}\text{C} \end{array} \right.$$

PRIMERA LEY ENFRIADOR

$$\dot{m}_3 h_3 = \dot{m}_3 h_4 + \dot{m}_f h_{f4} + \dot{Q}_E$$

PRIMERA LEY CALENTADOR

$$\dot{m}_3 h_4 + \dot{Q}_C = \dot{m}_3 h_2 \quad \dot{Q}_C = \dot{m}_3 (h_2 - h_4)$$

$$\dot{m}_3 = \frac{\dot{Q}_C}{h_2 - h_4} = \frac{30 \text{ kJ/s}}{14 \text{ kJ/kg}} = 2.14 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{m}_3 = \dot{m}_1 + \dot{m}_2 = 1.14 \dot{m}_2 + \dot{m}_2 = 2.14 \dot{m}_2$$

$$\dot{m}_2 = \frac{2.14}{2.14} = 1 \text{ kg/s} \quad \underline{\dot{m}_1 = 1.14 \text{ kg/s}}$$

$$\dot{m}_f = \dot{m}_3 (w_3 - w_4) = 2.14 (0.0165 - 0.0066) = \underline{0.0212 \text{ kg/s}}$$

$$\dot{Q}_E = \dot{m}_3 (h_3 - h_4) - \dot{m}_f h_{f4}$$

$$h_{f4} = h_{f4} = 33.59 \text{ kJ/kg}$$

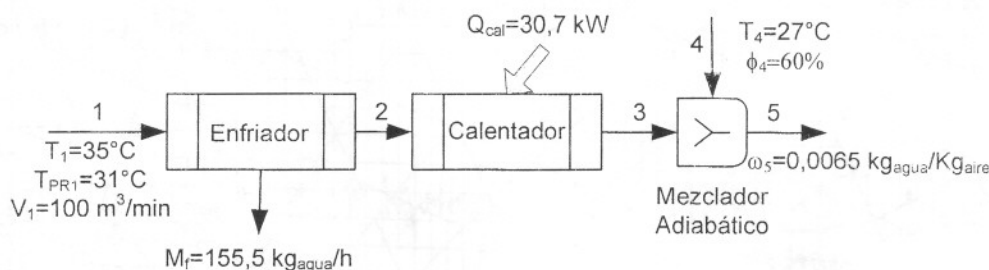
$$\dot{Q}_E = 99.51 - 0.7121 = \underline{98.8 \text{ kJ/s}}$$



Problema 1 (12 pts)

Considere el sistema de acondicionamiento de aire que se muestra en la figura. Al sistema ingresan $100 \text{ m}^3/\text{min}$ de aire húmedo a 35°C y una temperatura de rocío de 31°C (Edo 1). Este aire debe ser acondicionado antes de mezclarlo con otra corriente que se encuentra a 27°C y 60% de humedad relativa (Edo 3) para cumplir con el requerimiento de una humedad máxima de $0,0065 \text{ kg}_{\text{agua}}/\text{kg}_{\text{aire}}$ a la salida del proceso. La sección de acondicionamiento está compuesta por un enfriador en que se retiran $155,5 \text{ kg}_{\text{agua}}/\text{h}$ seguido por un calentador con una capacidad de calentamiento de $30,7 \text{ kW}$. El sistema opera a presión atmosférica. Determine:

1. Humedad específica y relativa de la corriente de entrada (Edo 1) (2 pts)
2. Temperatura y humedad específica a la salida del enfriador (Edo 2) (2 pts)
3. Tasa de transferencia de calor en el enfriador (2 pts)
4. Temperatura, humedad relativa y temperatura de rocío a la salida del calentador (Edo 3) (2 pts)
5. Temperatura, humedad relativa y temperatura de rocío a la salida del mezclador (Edo 5) (1,5 pts)
6. Flujos máscicos de las corrientes 4 y 5, en $\text{kg}_{\text{aire}}/\text{s}$ (1,5 pts)
7. Indique en la carta psicrométrica todos los estado y procesos (1 pt)



Problema 2 (13 pts)

Considere un motor de combustión interna de ignición por chispa de un solo cilindro. Antes del tiempo de compresión la mezcla aire-combustible es admitida a 298 K y 100 kPa . El combustible utilizado es gas natural, el cual puede ser modelado como metano puro (CH_4). El motor tiene una relación de compresión de 9 y el análisis Orsat de los gases de escape arrojan los siguientes composiciones molares en base seca: CO_2 , 6%; CO , 1,5%; y O_2 , 8,2%. Recordando que la mezcla se comprime de manera isentrópica en el tiempo de compresión y que la combustión ocurre de manera instantánea, lo que implica que ocurre a volumen constante y es adiabática, y suponiendo **Gas Ideal** con capacidades caloríficas constantes, determine:

1. Ecuación real del proceso de combustión (2 pts)
2. Relación aire-combustible admitida al cilindro (en $\text{kg}_{\text{aire}}/\text{kg}_{\text{comb}}$) (2 pts)
3. Porcentaje de aire teórico utilizado (2 pts)
4. Temperatura y presión luego del tiempo de compresión (2 pts)
5. Temperatura y presión al final del proceso de combustión (3 pts)
6. Irreversibilidad del proceso de combustión (2 pts)

	PM (kg/kmol)	\overline{Cp}_0 (kJ/kmol K)
CH_4	16,043	36,156
O_2	31,999	29,49
N_2	28,013	29,178
CO_2	44,01	37,048
CO	28,01	29,167
H_2O	18,015	33,729

NOTA: Recuerde indicar todas sus suposiciones aplicables en cada equipo y proceso.

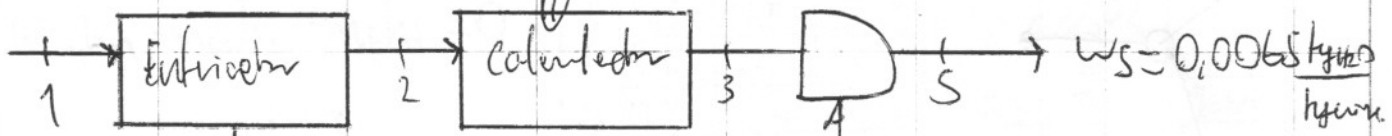
LOCATION Santenejas (U.S.B)

DATE 11/04/2008

SUBJECT Clave Parcial 4, Problema 9 (Psicrometria)

SHEET NO. 1

$\dot{Q}_{cal} = 30,7 \text{ kW}$ Mez. Adiabático.



$T_1 = 35^\circ\text{C}$
 $T_{PR} = 31^\circ\text{C}$
 $\dot{V}_1 = 100 \text{ m}^3/\text{min}$
 $m_f = 155,5 \text{ kg/h}$
 $T_3 = 27^\circ\text{C}$
 $\phi_3 = 60\%$
 $P_{atm} = 100 \text{ kPa}$
 $P_{0a} = 0,287 \frac{\text{kJ} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

- Hallar:
- 1) T_2, w_2
 - 2) \dot{Q}_{ent}
 - 3) T_3, w_3, T_{PR3}
 - 4) T_5, ϕ_5, T_{PR5}
 - 5) w_{0a} y w_{0a}
- ~~Carta Compres~~
Carta Van Wylen

Solución

$T_1 = 35^\circ\text{C} \quad w_1 = 0,029 \text{ kg/kg a}$
 $T_{PR} = 31^\circ\text{C} \quad \phi_1 = 80\%$
 $m_1 = 129,4 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$
 $w_1 = 110 \frac{\text{kg}}{\text{kg a}}$

Balance de agua en el entrenador.

$$m_{a1}w_1 - m_{a2}w_2 - m_f = 0 \Rightarrow w_2 = w_1 - \frac{m_f}{m_{a1}}$$

$$m_f = 155,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0,0432 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \rightarrow 2,59 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

$$v_1 = \frac{P_{at} T_1}{P_{0a}}$$

$P_{0a} = P - P_{v1}, \quad P_{v1} = \phi P_{g1}$
 $P_{g1} = P_{sat@35^\circ\text{C}} = 5,628 \text{ kPa}$
 $P_{v1} = 4,5024 \text{ kPa} \Rightarrow P_{0a} = 95,498 \text{ kPa}$
 $v_1 = 0,9256 \text{ m}^3/\text{kg a}$

$$\dot{V}_1 = 100 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,67 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$m_{a1} = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = 1,8 \frac{\text{kg a}}{\text{s}}$$

$w_2 \quad T_2 = 3,91^\circ\text{C}$
 $\phi_2 \quad h_2 = 36,53 \frac{\text{kJ}}{\text{kg a}} \quad h_2 = 11 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$$w_2 = 0,005 \frac{\text{kg a}}{\text{kg a}}$$

3) Balance de energía enfriador:

~~Q_{enf} = m_{aire}h₁ - m_{aire}h₂ - m_{ref}h_f~~

$$Q_{enf} + m_{aire}h_1 - m_{aire}h_2 - m_{ref}h_f = 0$$

$$h_f = h_{f@4^{\circ}C} = 16,77 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{enf} = m_{aire}(h_2 - h_1) + m_{ref}h_f$$

$$Q_{enf} = -166,44 \left(\frac{kJ}{kg} \right) \rightarrow -9986,4 \frac{kJ}{min} \rightarrow kW$$

	T	TRH	w	w	φ	TRs
1	35	31,79	129,3	0,02887	79,89	37
2	3,914	3,914	36,53	0,005	100	3,914
3	20,74	14,85	53,58	0,005	33,02	3,914
4	27	21,2	81,4	0,01342	60	18,58
5	21,8	13,76	58,47	0,0065	40,11	7,664

110
14
34
62
38

4) Balance de energía calentador

$$Q_{cal} = m_{aire}(h_3 - h_2) \Rightarrow h_3 = h_2 + \frac{Q_{cal}}{m_{aire}}$$

$$h_3 = 34 \frac{kJ}{kg} \rightarrow h_3 = 53,58 \frac{kJ}{kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} w_3 = w_2 \\ h_3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} T_3 = 20,72^{\circ}C \\ \phi_3 = 33\% \\ TR_3 = 3,914^{\circ}C \end{array}$$

5) Balances Mezclador adiabático:

$$\frac{m_{ref}}{m_{as}} = \frac{w_3 - w_5}{w_5 - w_4} = \frac{h_3 - h_5}{h_5 - h_4} \Rightarrow h_5 = 58,47 \rightarrow 38 \frac{kJ}{kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_4 = 27^{\circ}C \\ \phi_4 = 60\% \end{array} \right\} \begin{array}{l} w_4 = 0,0135 \frac{kg}{kg} \\ h_4 = 81,4 \frac{kJ}{kg} \end{array} \rightarrow 64 \frac{kJ}{kg}$$

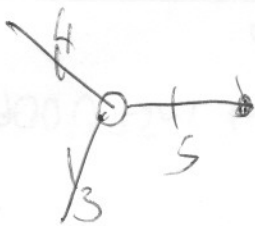
$$\begin{array}{l} m_{ref} = 23,16 \text{ kg/min} \\ m_{as} = 131,16 \text{ kg/min} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} h_5 \\ w_5 \end{array} \right\} \begin{array}{l} T_5 = 22^{\circ}C \\ \phi_5 = 40\% \end{array} \quad T_{PRs} = 7,66^{\circ}C$$

$$\frac{m_{ref}}{m_{as}} = 0,214 \Rightarrow m_{ref} = 0,214 m_{as} \Rightarrow$$

$$\begin{array}{l} m_{ref} = 0,386 \frac{kg}{s} \\ m_{as} = 2,186 \frac{kg}{s} \end{array}$$

Forma Alternativa de Resolución



$$\dot{m}_4 + \dot{m}_3 = \dot{m}_5$$

$$w_4 \dot{m}_4 + w_3 \dot{m}_3 = w_5 \dot{m}_5$$

$$h_4 \dot{m}_4 + h_3 \dot{m}_3 = h_5 \dot{m}_5$$

$$w_4 \dot{m}_4 + w_3 \dot{m}_3 = w_5 (\dot{m}_4 + \dot{m}_3)$$

$$\dot{m}_4 (w_4 - w_5) = \dot{m}_3 (w_5 - w_3)$$

$$\frac{\dot{m}_4}{\dot{m}_3} = \frac{w_5 - w_3}{w_4 - w_5} = \frac{h_5 - h_3}{h_4 - h_5}$$

$$h_5 = \frac{h_4 \dot{m}_4 + h_3 \dot{m}_3}{\dot{m}_3} = \frac{h_4 \dot{m}_4 + h_3 \dot{m}_3}{\dot{m}_4 + \dot{m}_3}$$

$$\frac{w_5 - w_3}{w_4 - w_5} = \frac{h_5 - h_3}{h_4 - h_5} \Rightarrow (h_4 - h_5)(w_5 - w_3) = (h_5 - h_3)(w_4 - w_5)$$

$$h_5 = \frac{(w_5 - w_3)h_4 + (w_4 - w_5)h_3}{w_4 - w_3}$$