



## TERMODINAMICA

Departamento de Física - UNS  
Carreras: Inq. Industrial y Mecánica

### Trabajo Práctico N° 9: AIRE HÚMEDO

1) Considere  $100 \text{ m}^3$  de aire húmedo a  $100 \text{ kPa}$ ,  $35^\circ\text{C}$  y  $80\%$  de humedad relativa. Calcule:

- La humedad absoluta.
- La temperatura de rocío.
- La masa de vapor.
- ¿Cuál sería el punto de rocío si la humedad relativa del aire fuera del  $60\%$ ?

R: (a)  $0.03$ , (b)  $31^\circ\text{C}$ , (c)  $3.17 \text{ kg}$ , (d)  $26^\circ\text{C}$

2) Una habitación contiene aire a  $18^\circ\text{C}$  y  $100 \text{ kPa}$  con una humedad relativa del  $80\%$ . Determine:

- La presión parcial del aire seco.
- La humedad absoluta del aire.
- La entalpía por unidad de masa de aire seco.

R: a)  $93.35 \text{ kPa}$ , b)  $0.0101$ , c)  $44 \text{ kJ/kg}$ .

3) ¿Qué humedad relativa máxima es tolerable en un recinto a la temperatura de  $20^\circ\text{C}$  para que no se empañen los vidrios de las ventanas que se hallan a  $12^\circ\text{C}$ ?

R:  $60\%$ .

4) Una sección de calentamiento consiste de un conducto de  $30 \text{ cm}$  de diámetro que aloja una resistencia eléctrica de  $6 \text{ kW}$ . El aire entra a la sección de calentamiento a  $1 \text{ bar}$ ,  $15^\circ\text{C}$  y  $30\%$  de humedad relativa a una velocidad de  $8.5 \text{ m/s}$ . Determine:

- La temperatura de salida.
- La humedad relativa del aire a la salida.
- La velocidad de salida.
- ¿Cuáles serían las respuestas si la velocidad de entrada fuera  $5 \text{ m/s}$ ?

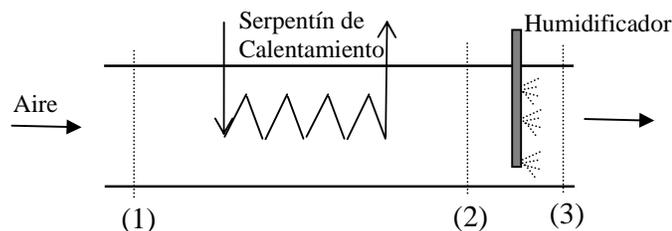
R: a)  $22.5^\circ\text{C}$ , b)  $20\%$ , c)  $8.7 \text{ m/s}$ , d)  $28.7^\circ\text{C}$ ,  $14.2\%$ ,  $5.2 \text{ m/s}$ .

5) Aire a  $1 \text{ bar}$ ,  $13^\circ\text{C}$  y  $50\%$  de humedad relativa se calienta primero hasta  $18^\circ\text{C}$  en una sección de calentamiento y luego se humidifica introduciendo vapor de agua. El aire deja la sección de humidificación a  $22^\circ\text{C}$  y  $60\%$  de humedad relativa.

Determine:

- La cantidad de vapor adicionado al aire, en  $\text{kg}_{\text{agua}}/\text{kg}_{\text{aire seco}}$ .
- El calor transferido al aire en la sección de calentamiento, en  $\text{kJ}/\text{kg}_{\text{aire seco}}$ .

R: a)  $0.0053$ , b)  $5.07 \text{ kJ/kg}_{\text{a.s.}}$



6) Aire húmedo a  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $90\%$  de humedad relativa, entra a un deshumidificador con un caudal volumétrico de  $300\text{ m}^3/\text{min}$ . El condensado y el aire saturado salen ambos a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  por conductos separados. La presión se mantiene en  $100\text{ kPa}$ . Graficar el proceso y determinar:

- El caudal másico de aire seco.
- El caudal másico de agua removida.
- La capacidad de refrigeración requerida, en tons.
- ¿Cuál sería la refrigeración requerida si el aire húmedo entra al deshumidificador con un caudal de  $200\text{ m}^3/\text{min}$ ?

R: a)  $326\text{ kg}/\text{min}$ , b)  $8.2\text{ kg}/\text{min}$ , c)  $-140\text{ tons}$ , d)  $-93.4\text{ tons}$ .

7) Aire húmedo, con temperaturas de bulbo seco y húmedo de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, entra a un humidificador con una tasa de  $100\text{ kg}$  de aire seco/ $\text{min}$ . Se le inyecta  $1\text{ kg}/\text{min}$  de vapor de agua saturado a  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , La presión permanece constante en  $100\text{ kPa}$ . Grafique el proceso y determine:

- La humedad relativa del aire que ingresa.
- La humedad relativa del aire que sale.
- La humedad relativa del aire de salida si el caudal másico de vapor que ingresa fuera de  $0.5\text{ kg}/\text{min}$ .

R: a)  $19.3\%$ , b)  $78.7\%$ , c)  $50.6\%$ .

8) Determine la temperatura de saturación adiabática de aire a  $100\text{ kPa}$ ,  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $50\%$  de humedad relativa.

R:  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

9) Una de las aplicaciones del aire húmedo es su utilización como agente para producir el secado de un material húmedo.

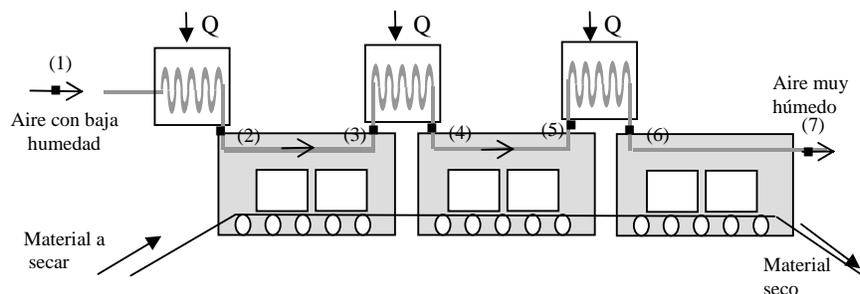
En la Fig. se esquematiza un secador con tres etapas de secado y tres precalentadores. En él, el aire húmedo conteniendo  $0.0040\text{ kg}_v/\text{kg}_{as}$  se calienta hasta  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y luego pasa por el secadero, saliendo del mismo con  $90\%$  de humedad (3). El aire que abandona esta etapa es nuevamente recalentado hasta  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (4) y pasa por otra sección del secadero, el que abandona con  $90\%$  de humedad (7).

Asuma que en cada etapa el material a secar alcanza la temperatura de bulbo húmedo del aire y que la pérdida de calor en el secadero es despreciable.

Halle:

- La temperatura del material al final de cada etapa de secado.
- La velocidad de remoción de agua, si abandonan el secadero  $5\text{ m}^3/\text{s}$  de aire húmedo.
- La temperatura a la que debería entrar el aire al secadero para efectuar la operación en una sola etapa.

R: a)  $14.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $19.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $22.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; b)  $4.4\text{ kg}/\text{min}$ , c)  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



10) Una corriente de 142 m<sup>3</sup>/min de aire húmedo a 5 °C y humedad 0.002 kg<sub>v</sub>/kg<sub>a</sub>, se mezcla con 425 m<sup>3</sup>/min de otra corriente a 24 °C y 50 % de humedad relativa. La presión permanece constante durante el proceso e igual a 1 bar. Determine para la mezcla resultante:

- La humedad, en kg<sub>v</sub>/kg<sub>a</sub>.
- La temperatura.

R: a)  $7.36 \cdot 10^{-3}$ , b) 19 °C.

11) En una torre de enfriamiento de agua, ingresan 574 kg/min de agua a 41 °C, saliendo de la misma a 25 °C. Las pérdidas de agua, transferidas al aire por humidificación del mismo son de 960 kg/h.

La torre recibe a contracorriente 700 m<sup>3</sup><sub>ah</sub>/min de aire exterior con  $T_{bs} = 32$  °C y  $T_{bh} = 16$  °C.

El agua de reposición tiene una temperatura de 25 °C.

Determinar la humedad relativa y la temperatura de rocío del aire que sale de la torre.

R: 90 %, 28.6 °C.

