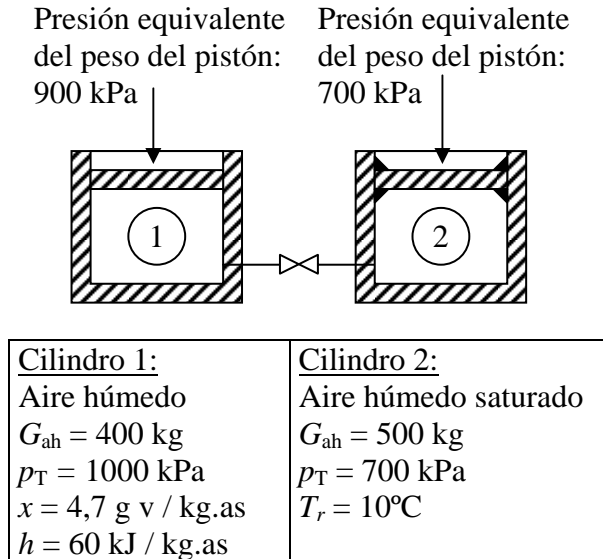


Termodinámica I A

Coloquio 12/12/05

Parte práctica:



Datos: $p_0 = 101,325 \text{ kPa}$ $c_{pv} = 1,820 \text{ kJ/kg.K}$ $c_{paire} = 1,005 \text{ kJ/kg.K}$
 $t_0 = 27^\circ\text{C}$ $c_{vv} = 0,086 \text{ kJ/kg.K}$ $c_{vaire} = 0,718 \text{ kJ/kg.K}$
 $r_0 = 2501,55 \text{ kJ/kg}$ $R_v = 0,46 \text{ kJ/kg.K}$ $R_{aire} = 0,287 \text{ kJ/kg.K}$
 $h = 1,005 t + x (2501,55 + 1,82 t)$

Inicialmente el pistón 2 se encuentra trabado y el sistema está en equilibrio. Se abre la válvula y se libera el pistón 2. Para el estado de equilibrio se pide la humedad absoluta.

Parte teórica:

- 1) En una transformación politrópica reversible para un sistema cerrado indicar en un diagrama **T-S** el área representada por el trabajo.
- 2) Indicar cómo se calcula la variación de exergía para un sistema cerrado que se encuentra en equilibrio mecánico pero a menor temperatura que la de la atmósfera ($T_i < T_0$). Indicar la curva de transformación en un diagrama **T-S** y el área que representa la variación de exergía.
- 3) Definir rendimiento isoentrópico para un proceso adiabático y para qué se utiliza. Indique cómo se calcula para un compresor. Graficar la evolución en un diagrama **T-S** para gases ideales.

Parte práctica:

Al liberar el pistón y abrir la válvula lo que ocurre es que se vacía el cilindro 1 y queda todo en el cilindro 2, sometido a la presión del pistón 2.

$$\Rightarrow m_{\text{asf}} = m_{\text{as1}} + m_{\text{as2}} \quad \text{y} \quad m_{\text{vf}} = m_{\text{v1}} + m_{\text{v2}}$$

$$m_{\text{as1}} = m_{\text{ah1}} / (1 + x_1) = 400 \text{ kg} / (1 + 4,7 \cdot 10^{-3}) = 398,1287947 \text{ kg as}$$

$$x_2 = x_{\text{sat}} = 0,622 p_{\text{vs}} / (p_T - p_{\text{vs}})$$

Como está saturado el aire en el cilindro 2, t_r (temp. rocío) = t del cilindro.

De tabla, $p_{\text{vs}} = 1,227 \text{ kPa}$ para $t = 10^\circ\text{C}$.

$$\rightarrow x_2 = 1,092191599 \cdot 10^{-3} \text{ kg v} / \text{kg as}$$

$$m_{\text{as2}} = m_{\text{ah2}} / (1 + x_2) = 500 \text{ kg} / (1 + 1,0922 \cdot 10^{-3}) = 499,4545 \text{ kg as}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow m_{\text{vf}} &= m_{\text{as1}} x_1 + m_{\text{as2}} x_2 = \\ &= 398,1287947 \text{ kg as} \cdot 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg v} / \text{kg as} + 499,4545 \text{ kg as} \cdot 1,0922 \cdot 10^{-3} \text{ kg v} / \text{kg as} \end{aligned}$$

$$m_{\text{vf}} = 2,416405344 \text{ kg v}$$

$$m_{\text{asf}} = 398,1287947 \text{ kg as} + 499,4545 \text{ kg as}$$

Por último, $x_f = m_{\text{vf}} / m_{\text{asf}} = 2,416405344 \text{ kg v} / 897,5832947 \text{ kg as}$

$$x_f = 2,692123793 \cdot 10^{-3} \text{ kg v} / \text{kg as}$$

$$\boxed{x_f = 2,692 \text{ g v} / \text{kg as}}$$

Parte teórica:

- 1) Para sistema cerrado: $Q = \Delta U + L \Rightarrow L = Q - \Delta U$

En el diagrama T-S el área bajo la curva son calores:

$$[\text{área bajo la curva } T(S)] = \int T dS = \int T \delta Q_R / T = \int \delta Q_R = Q_R$$

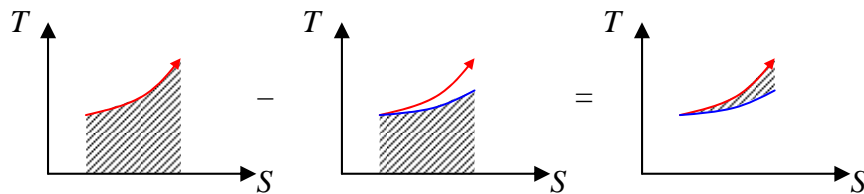
Como es evolución politrópica reversible $\Rightarrow Q = Q_R$.

Como en el diagrama se ven calores \Rightarrow hay que escribir la ecuación de L en función de calores.

Usando $\Delta U = Q_V$ (calor a volumen constante)

$$\therefore L = Q - Q_V$$

Así, el trabajo es la diferencia entre el área bajo la curva de la transformación y el área bajo la curva de una transformación isocórica que comience en el mismo punto.



Transformación politrópica reversible

Transformación a $V=\text{cte}$ reversible

- 2) $\Delta Ex = \Delta U - T_0 \Delta S + p_0 \Delta V$

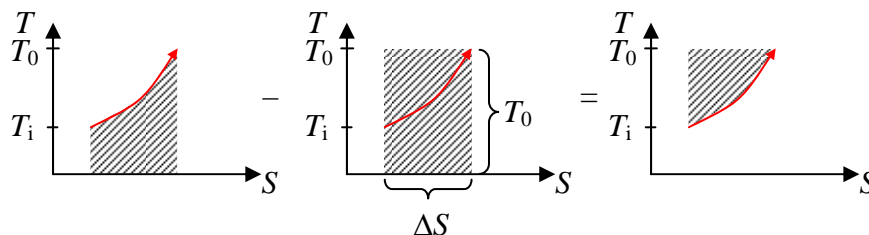
$$\Delta U = Q - L = Q - \int p dV$$

Como es a $p = \text{cte}$ y $p = p_0$ por estar en equilibrio con la atmósfera:

$$\int p dV = p_0 \Delta V$$

$$\Rightarrow \Delta Ex = Q - p_0 \Delta V - T_0 \Delta S + p_0 \Delta V = Q - T_0 \Delta S$$

Entonces, el área es el área bajo la curva menos el rectángulo $T_0 \times \Delta S$ (queda un área negativa)

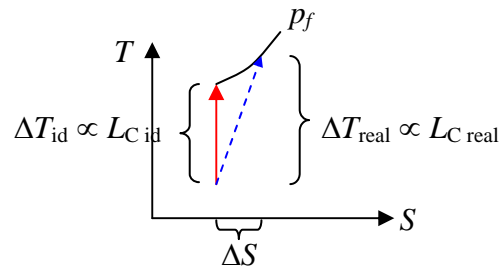


- 3) El rendimiento isoentrópico relaciona el trabajo ideal producido en una turbina o consumido en un compresor si éstos fueran ideales. Debido a irreversibilidades del

proceso (rozamiento, viscosidad del fluido, etc.) el valor del trabajo es distinto (en el primer caso es menor, en el segundo mayor) debido a un aumento de entropía.

$$\eta_{\text{iso}}^{\text{comp}} = L_{\text{Cid}} / L_{\text{Creal}} = -\Delta H_{\text{id}} / -\Delta H_{\text{real}} = -m c_p (T_{2\text{id}} - T_1) / [-m c_p (T_{2\text{real}} - T_1)]$$

$$\eta_{\text{iso}}^{\text{comp}} = (T_{2\text{id}} - T_1) / (T_{2\text{real}} - T_1)$$



Compresión adiabática reversible

Compresión adiabática irreversible