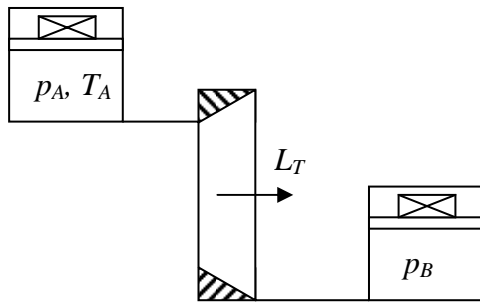


Parcial Termodinámica I A

(Turno Benítez – 19/10/05)



$$\begin{aligned} p_0 &= 1 \text{ kg/cm}^2 \\ T_0 &= 300 \text{ K} \\ c_p &= 0,24 \text{ kcal/kg-K} \\ c_v &= 0,1715 \text{ kcal/kg-K} \\ R &= 29,27 \text{ kgm/kg-K} \end{aligned}$$

100 kg de aire de un cilindro A a 327°C son descargados a $p_A = 20 \text{ kg/cm}^2$ sobre una turbina adiabática de rendimiento isentrópico igual a 0,9. Esta turbina descarga en otro cilindro B que tiene un contrapeso de 1 kg/cm^2 , además de la atmósfera.

Calcular:

- El trabajo entregado por la turbina.
- La variación de entropía del universo.
- La variación de exergía del universo indicando todos sus componentes.
- El rendimiento exergético.
- Representar la evolución en un diagrama T-S.

a) Para la turbina: $\eta_{\text{isen}} = L_{T \text{ real}} / L_{T \text{ ideal}} \Rightarrow L_{T \text{ real}} = \eta_{\text{isen}} \cdot L_{T \text{ ideal}}$

Usando evolución adiabática, $L_{T \text{ ideal}} = \frac{k}{k-1} m R T_A \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]$.

Nota: $p_2 = 2 \text{ kg/cm}^2$.

$\therefore L_{T \text{ real}} = \mathbf{6245,267 \text{ kcal}}$

b) $\Delta S_{\text{sis}} = m [c_p \ln (T_B/T_A) - R/J \ln (p_B/p_A)]$ siendo $J = \text{kcal} / 427\text{-kgm}$.

Para obtener T_B , primer principio para la turbina, sistema fluente aislado:

$$\Delta H = -L_T = m c_p (T_B - T_A) \Rightarrow T_B = T_A - [L_T / (m c_p)] \quad \rightarrow \quad T_B = 339,78 \text{ K}$$

$\therefore \Delta S_{\text{sis}} = 2,136648 \text{ kcal/K}$

$\Delta S_m = 0$ por estar aislado térmicamente.

$\Delta S_{\text{univ}} = \Delta S_{\text{sis}} + \Delta S_m \quad \therefore \Delta S_{\text{univ}} = \mathbf{2,136648 \text{ kcal/K}}$

c) Sistema cerrado: $\Delta Ex_{\text{sis}} = \Delta U - T_0 \Delta S_{\text{sis}} + p_0 \Delta V =$
 $= m \{ c_v (T_B - T_A) - T_0 [c_p \ln (T_B/T_A) - R/J \ln (p_B/p_A)] \} + p_0 m R/J (T_B/p_B - T_A/p_A)$

$\Delta Ex_{\text{sis}} = -4144,840395 \text{ kcal}$

$\Delta Ex_m = L_T = 6245,267141 \text{ kcal}$

$$\Delta Ex_{pA} = \int p \, dV - p_0 \Delta V = (p_A - p_0) \Delta V = (p_0 - p_A) V_A = (p_0 - p_A) m R T_A / (p_A \cdot J)$$

$$\underline{\Delta Ex_{pA} = - 3907,236534 \text{ kcal}}$$

$$\Delta Ex_{pB} = \int p \, dV - p_0 \Delta V = (p_B - p_0) \Delta V = (p_B - p_0) V_B = (p_B - p_0) m R T_B / (p_B \cdot J)$$

$$\underline{\Delta Ex_{pB} = 1164,563968 \text{ kcal}}$$

$$\Delta Ex_{univ} = \Delta Ex_{sis} + \Delta Ex_m + \Delta Ex_{pA} + \Delta Ex_{pB}$$

$$\Delta Ex_{univ} = - \mathbf{642,2458209 \text{ kcal}}$$

$$\text{Verificación: } \Delta Ex_{univ} = - T_0 \cdot \Delta S_{univ} = - 640,9944 \text{ kcal}$$

$$\text{d) } \eta_{\text{ex}} = \sum \Delta Ex^+ / |\sum \Delta Ex^-|$$

$$\eta_{\text{ex}} = \mathbf{0,9202}$$