

Introducción a la Termodinámica
Examen

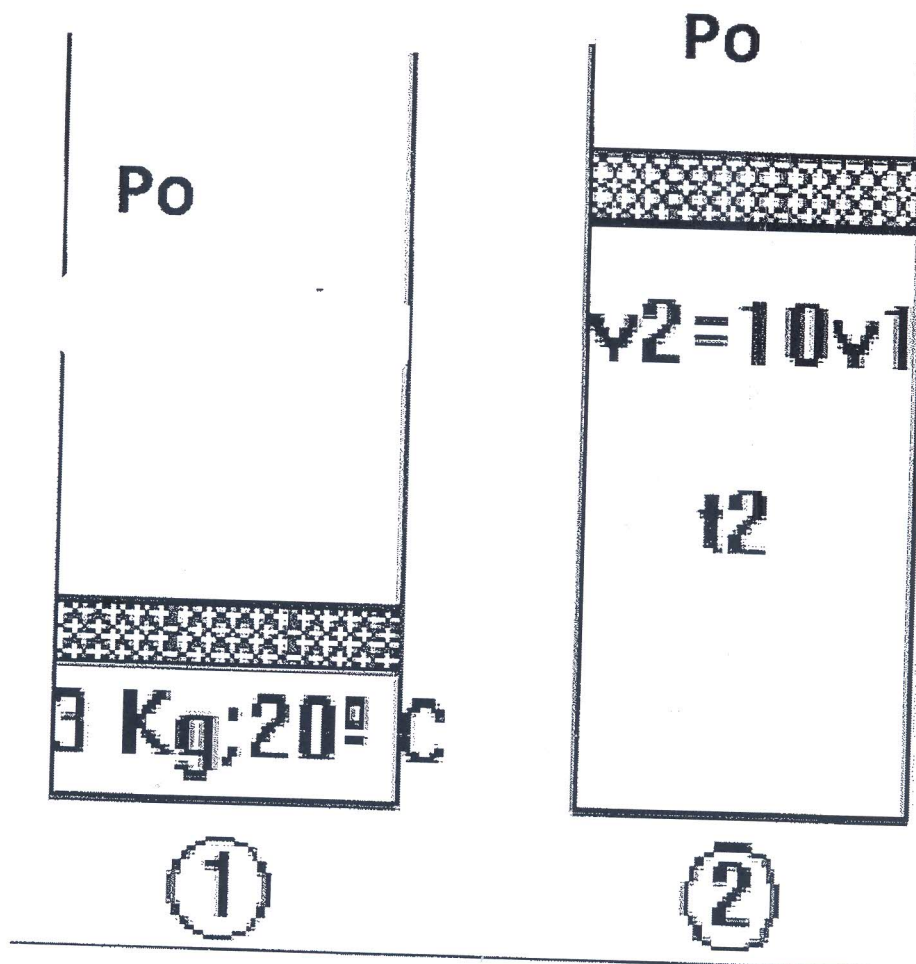
Ejercicio 1

Un dispositivo cilindro-pistón contiene en su interior $m_a = 3 \text{ kg}$ de agua $T_1 = 20^\circ\text{C}$. La masa del pistón es $m_p = 40 \text{ kg}$, su sección de diámetro $D = 5,0 \text{ cm}$ y la presión atmosférica $P_o = 101,3 \text{ kPa}$. Se calienta el agua hasta que la altura del pistón es 10 veces la inicial.

- A) Determine la presión y volumen inicial del agua
- B) Muestre que el estado 2 es bifásico y calcule su calidad x_2
- C) Determine el trabajo efectuado por el agua y el calor aportado a la misma
- D) Represente el proceso en un diagrama P-v

Asumiendo que el agua recibe calor de una reserva térmica a $T_R = 150^\circ\text{C}$

- E) Determine la variación de entropía del universo



Introducción a la Termodinámica

Examen

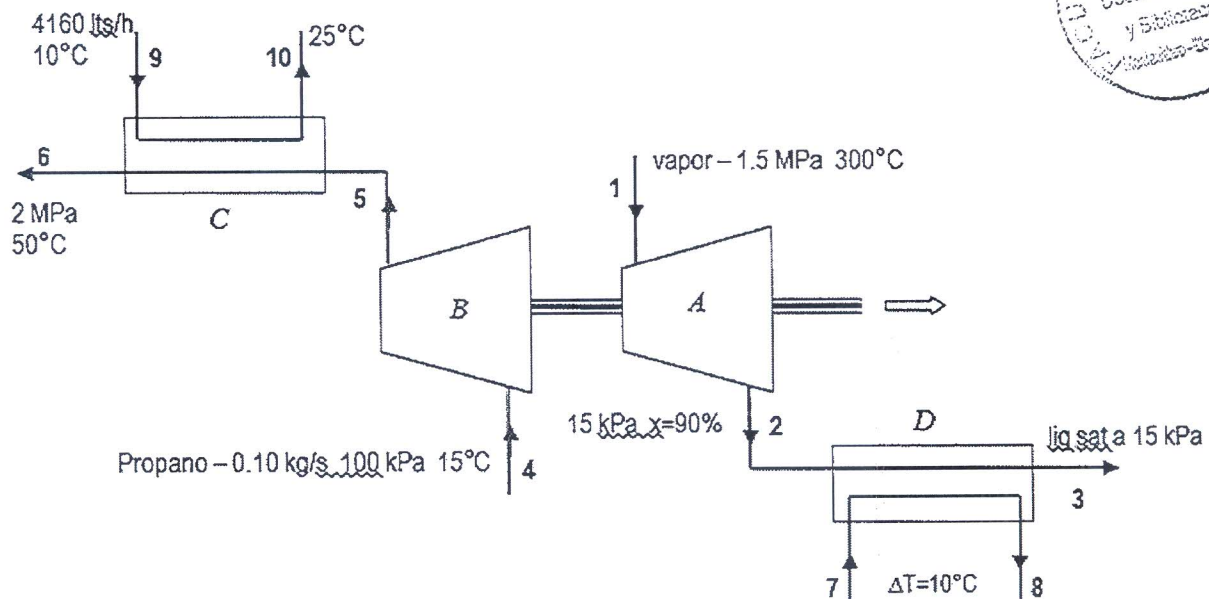
Ejercicio 2

El sistema de la figura consiste en una turbina de vapor (A) que mueve un compresor de propano (B) y además genera energía para la fábrica. (C) es un enfriador y (D) un condensador que utilizan agua de río para enfriamiento, como se muestra. Se sabe que la potencia entregada a la fábrica es 2 veces la demandada por el compresor.

Se pide:

- Calcular el calor transferido al agua de río en (C)
- Calcular la potencia del compresor de propano (B)
- Calcular el caudal de vapor en kg/s
- Calcular la potencia ideal del compresor (B) y su rendimiento isentrópico
- Calcular el caudal de agua de río en (D) asumiendo para el agua líquida

$$c_p = 4.186 \text{ J/kgK}$$



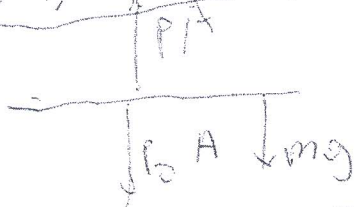
NOTAS:

- No modelar al propano como gas ideal por su zona de trabajo (usar las tablas termodinámicas)
- La potencia total de la turbina (generación + compresor) es 3 veces la del compresor

1.1

1) $v_1 \approx v_g (20^\circ\text{C}) 1,0018 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

$V_1 = 3,0054 \text{ m}^3$



$PA = P_0 A + mg$

$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

$P_2 = P_0 + \frac{4mg}{\pi D^2} \approx 3,0 \text{ bar}$

$m = 3,0 \text{ kg}$

$m_P = 40 \text{ kg}$

$D = 5,0 \text{ cm}$

$P_0 = 101,3 \text{ kPa}$

$T_R = 150^\circ\text{C} = 423 \text{ K}$



B) $V_2 = 10V_1 = 3,0054 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

$P_2 = P_1 = 3,0 \text{ bar}$

$v_2 = \frac{V_2}{m} = 0,010018 \text{ m}^3/\text{kg}$

$v_f (> 3 \text{ bar}) < v_g (< 3 \text{ bar}) \rightarrow 2 \text{ bar fase co}$

$x_2 = \frac{v_2 - v_f}{v_g - v_f}$

$x_2 = 0,015$

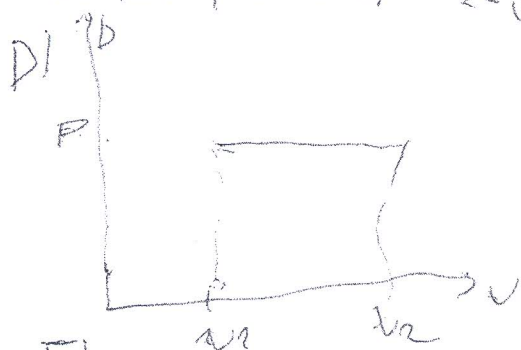
C) $W = P(V_2 - V_1) = 8,14 \text{ kJ}$

$\Delta U = Q - W$

$u_1 \approx u_f (20^\circ\text{C}) = 83,96 \text{ kJ/kg}$

$u_2 = x u_g + (1-x) u_f + 1_{3 \text{ bar}} = 590,4 \text{ kJ/kg}$

$Q = \Delta U + W = m(u_2 - u_1) + W = 1527 \text{ kJ}$



E) $\Delta S_0 = \Delta S_s + \Delta S_c$

$\Delta S_s = m(s_2 - s_1) = 4,3617 \text{ kJ/K}$

$\Delta S_c = \frac{Q}{T_R} = -3,612 \text{ kJ/K}$

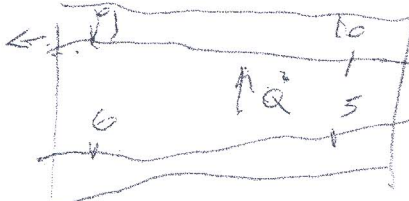
$\Delta S_0 = 0,7501 \text{ kJ/K}$

$s_f = s_f(20^\circ\text{C}) = 0,2966 \text{ kJ/kgK}$

$s_2 = x s_g + (1-x) s_f + 1_{3 \text{ bar}} = 1,7505 \text{ kJ/kgK}$

EJ 2

H)



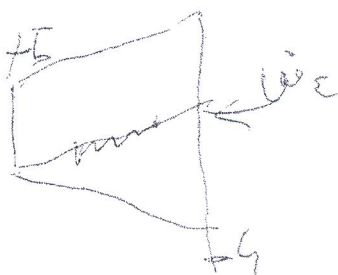
agua $4160 \text{ l/h} = 1,156 \text{ kg/s}$
 propano $0,10 \text{ kg/s}$

$h_g = 42 \text{ kJ/kg}$
 $h_{10} = 104,89 \text{ kJ/kg}$

$\dot{Q} = \dot{m}_g (h_{10} - h_g)$

$\dot{Q} = 72,67 \text{ kW}$

B)

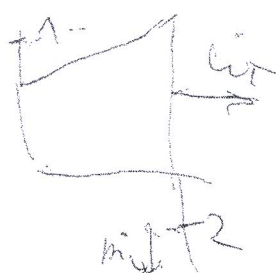


$\dot{Q} = \dot{m}_p (h_5 - h_6)$

$h_6 = h_f(50^\circ\text{C}) = 233,15 \text{ kJ/kg}$

$\Rightarrow h_5 = 959,8 \text{ kJ/kg}$
 $\dot{Q} = \dot{m}_p (h_5 - h_6) = 45 \text{ kg/s} = 509,3 \text{ kJ/kg}$

$9 \dot{W}_T = 3 \dot{W}_C = 135 \text{ kW}$



$\dot{W}_T = \dot{m}_v (h_1 - h_2)$

$h_1 = 3037,3 \text{ kJ/kg}$

$h_2 = 2369,64 \text{ kJ/kg}$

$\rightarrow \dot{m}_v = 0,2 \text{ kg/s}$

D) $s_{ss} = s_4 = 2,165 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

$h_{ss} = 690,84 \text{ kJ/kg}$

$\dot{W}_{ideal} = \dot{m}_p (h_{ss} - h_4) = 18,15 \text{ kW}$

$\eta_s = \frac{\dot{W}_{ideal}}{\dot{W}_C} = 90,39\%$

E) $c_p = 4,86 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

$h_3 = 221,6 \text{ kJ/kg}$

$\dot{m}_v (h_2 - h_3) = \dot{m}_a c_p \Delta T$

40°C
 $4/4$

