

Nome: Milton Moutinho Neto

NºUSP: 9344466 RG: 45.954.039-5

1^a Questão (6,0 pontos)

Vapor de água a 1,4 MPa e 350 °C é enviado para duas turbinas (TV1 e TV2) que estão conectadas a um reservatório perfeitamente isolado e rígido, composto por dois compartimentos separados por um pistão, conforme esquematizado na Figura 1. Em um dos compartimentos tem-se, inicialmente, 0,03 kg de água a 0,1 MPa e 150 °C. No outro compartimento tem-se 0,05 kg de ar, que pode ser tratado como gás perfeito, a 0,1 MPa e 127 °C. O vapor de água escoa através das turbinas até que a pressão no compartimento com água atinja 1,4 MPa e temperatura 350 °C. Nesse instante, a temperatura do ar no outro compartimento é 527 °C.

Pede-se:

- a massa total de vapor que escoa através das duas turbinas (em kg); $m_{\text{vap}} = 0,575 \text{ kg}$
- o trabalho total realizado pelas duas turbinas (em kJ); $(W_{\text{TV1}} + W_{\text{TV2}}) = 14,55 \text{ kJ}$
- o trabalho realizado pela água para comprimir o ar (em kJ), considerando que o pistão se desloca sem atrito e é perfeitamente isolado. ($W_{\text{água}} = -W_{\text{ar}} = 14,55 \text{ kJ}$)

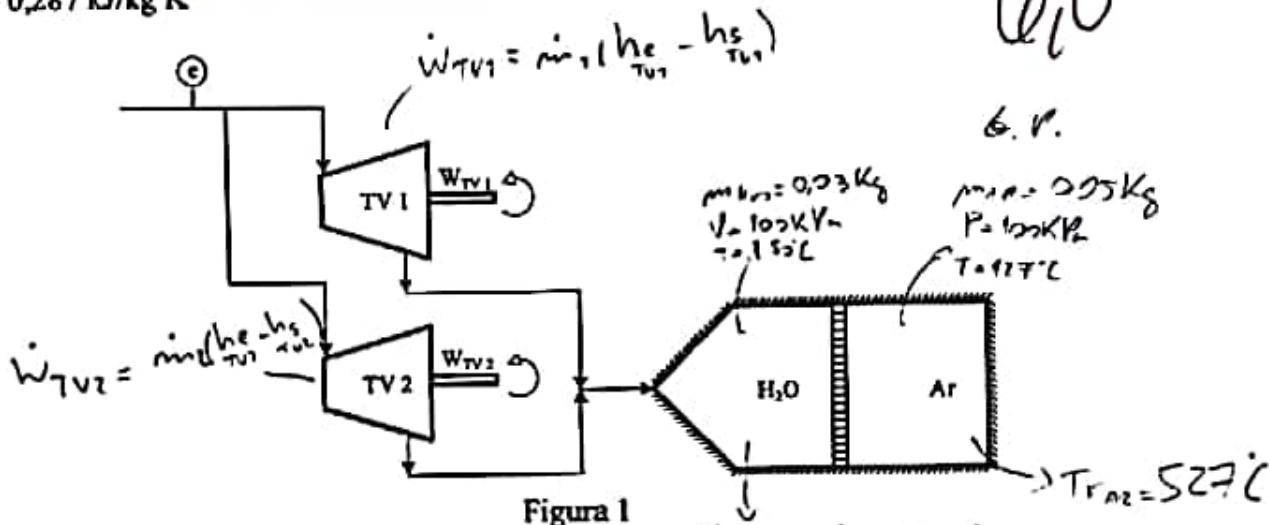
Dado: $R_a = 0,287 \text{ kJ/kg K}$ 

Figura 1

Vários consertos nos Vc a seguir
no reservatório: Temos um

regras variáveis, aplicando a 1^a Lei, temos

$$\Delta V = Q_{vc} - W_{vc} + \sum m_e h_e - \sum m_s h_s$$

$$m_2 m_2 - m_1 m_1 = -W_{vc} + m_e h_e \quad | \quad m_2 - m_1 = m_e \quad (\text{conserva a massa})$$

Instância 1: 0,03 kg de água a 0,1 MPa e 150 °C → Vapor super adiabático

$$\rightarrow m_1 = 2582,75 \text{ kJ/kg} \quad V_1 = 1,93636 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Instância 2: 0,05 kg de ar a 350 °C → Vapor super adiabático

$$\rightarrow m_2 = 2669,12 \text{ kJ/kg} \quad V_2 = 0,20026 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m_1 = 0,03 \text{ kg} \rightarrow V_1 = V_1 \cdot m_1 = 0,0581 \text{ m}^3$$

$$m_2 = \frac{V_2}{V_1} \rightarrow \text{preciso de } V_2 \rightarrow V_{\text{máx}} = V_1 + V_{\text{ar initial}} = 0,0581 + 0,05 \cdot 2,112 \cdot \frac{4}{100}$$

$$\therefore V_{\text{RSS}} = 0,1155 \text{ m}^3 \text{ Sendo de } V_{\text{máx}} = \frac{m_2 R T_{\text{final}}}{P_{\text{final}}} = \frac{0,05 \cdot 2,112 \cdot 127}{0,1402} = 0,0062 \text{ m}^3$$

$$\text{Parte 1: } V_{\text{des}} = V_{\text{barr}} + V_{\text{ar}} \rightarrow V_{\text{máx}} \text{ para menor gás}$$

PARA: $V_{\text{des}} = 0,1155 = V_2 + V_{\text{máx}}$ $\therefore V_2 = 0,1073 \text{ m}^3$

Assim: $m_2 = \frac{V_2}{V_L} = \frac{0,1073}{0,20076} = 0,5358 \text{ kg}$

$\therefore m_e = m_2 - m_1 = 0,5358 - 0,03 = 0,5058 \text{ kg}$

Massa arada nessa reunião é me = 0,5058 kg 25

Vamos considerar o sistema: Ar dentro da turbinas.

i. $\Delta U = Q_r - W_r$

$$m_{\text{ar}}(u_f - u_i) = -W_{\text{ar}} \quad \therefore \Delta U = C_v \Delta T$$

$$m_{\text{ar}} C_v (T_f - T_i) = -W_{\text{ar}} \quad W_{\text{ar1}} = -0,05 \cdot 0,717 \cdot 10^0 \quad 1,0$$

$W_{\text{ar2}} = -14,34 \text{ kJ}$

Vamos analisar sobre o VC TU1+TU2+Resunções: Usando Unidades, não considerar massa

$$\Delta U = Q_r - W_{\text{rc}} + m_e h_e$$

$$W_{\text{rc}} = W_{\text{TU1}} + W_{\text{TU2}} = W_{\text{TUS}}$$

Lembrando que os Workos interiores do VC

$$m_e u_2 + m_{\text{ar}} u_1 - (m_e u_e + m_{\text{ar}} u_i) = -W_{\text{TUS}} + m_e h_e$$

$$m_e u_2 - m_e u_1 + m_{\text{ar}} C_v (T_f - T_i) = -W_{\text{TUS}} + m_e h_e$$

$$0,5358 \cdot 2969,12 - 0,03 \cdot 2543,75 + 14,34 = -W_{\text{TUS}} + 0,5058 \cdot 3149,49$$

$\therefore \boxed{W_{\text{TUS}} = 118,88 \text{ kJ}}$ 25

$$h_e = h(140 \text{ KV}, 350 \text{ i})$$

$$h_e = 3149,49 \text{ kJ/kg}$$

$W_{\text{arua}} = -W_{\text{ar}} = 14,34 \text{ kJ}$

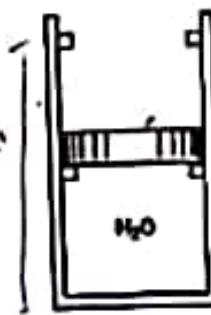
Nome: Márcio NogueiraNºUSP: 9344466RG: 45.481.031-52^a Questão (4,0 pontos)

Considere o dispositivo mostrado na Figura 2 em que o pistão pode se deslocar sem atrito entre os dois batentes. Quando o pistão está apoiado no batente inferior, o volume ocupado pela água é de 400L, e quando encontra o batente superior, 600L. Inicialmente, a água está a 100 kPa e título igual a 12,37 %. A água é aquecida até atingir o estado de vapor saturado. Se a massa do pistão e a pressão atmosférica são tais que uma pressão de 300 kPa é necessária para movimentá-lo, pede-se:

- a pressão final no cilindro (em kPa); ($P_f = 620 \text{ kPa}$)
- o calor transferido e o trabalho realizado pela água (em kJ); ($Q = 362,67 \text{ kJ} / \text{m}^3 \cdot \text{kg}$)
- represente os processos em um diagrama temperatura-volume específico, em que aparecem as linhas de saturação, indicando os valores inicial e final de pressão, temperatura e volume específico.

$$m_{\text{água}} = 1,9 \text{ kg}$$

$$V_1 = 400 \text{ m}^3$$



$$V_1 = 400 \text{ m}^3$$

$$\gamma_1 = 100 \text{ kPa}$$

$$x_1 = 12,37\%$$

$$P_{\text{pistão}} = 300 \text{ kPa}$$

Figura 2

| ESTADOS | X | P(kPa) | V _{1m3} | T(°C) | v _f m ³ /kg | V _{2m3} |
|--------------------------|--------|--------|------------------|--------|-----------------------------------|---|
| 1 - Mistura | 0,1237 | 100 | 0,4 | 99,62 | 0,2105 | Mistura inicial |
| 2 - Mistura | | 300 | 0,4 | 133,55 | 0,2105 | V. STO NO EQUILÍB. DE SUGA |
| 3 - Mistura | | 300 | 0,6 | 133,55 | 0,3158 | Pistão imóvel durante ANTES |
| 1 - V _{NH3} SAT | 1 | 600 | 0,6 | 156,85 | 0,3158 | V _F → 0,2105 → ESTABILIZAÇÃO |
| | | | | | | S. V. SATURADA |
| | | | | | | $V_1 = 0,2105 \text{ m}^3/\text{kg}$ |
| | | | | | | $m = \frac{V}{V_1} \therefore m_{\text{ág}} = 1,9 \text{ kg}$ |
| | | | | | | $V_1 = V_2 \rightarrow \text{mesma massa, mesma volume}$ |
| | | | | | | $V_{2m3} < V_1 \rightarrow V_2 < V_1$ |
| | | | | | | $V_{2m3} < V_3 < V_4$ |

$$\text{ESTADO 3: } V_3 = 2,6 \text{ m}^3; m_3 = m_{\text{água}} = 1,9 \text{ kg} \therefore V_3 = 0,3157 \text{ m}^3/\text{kg} \rightarrow \text{Área mistura}$$

$$V_{4m3} < V_3 < V_2$$

$$\text{ESTADO 4: } V_3 = V_4 \rightarrow \text{mesma volume, mesma massa, fórmula: } P \cdot T \text{ para } V_4 = 0,3157 \text{ m}^3/\text{kg} \quad V_{V1(600kPa)} = 0,31562 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{Várias considerações: } V_4 = 0,31516 \approx 0,31567 \text{ m}^3/\text{kg} \therefore P_4 = 600 \text{ kPa} \quad 1,2$$

Prozess T-v-Diag:

a) $\boxed{P_1 = V_1 = 600 \text{ kPa}}$

b) $W_4 = \dot{W}_2 + \dot{W}_3 + \dot{W}_1 \quad \therefore \quad W_4 = \dot{W}_3 = P_3 \cdot \Delta V = 300 (0,6 - 0,4)$

$$\downarrow P = cT$$

$$\boxed{\dot{W}_3 = 60 \text{ kJ}} \quad \text{0,6}$$

1^o Lc Prozess: $\Delta U = Q - W$

$$m_{4,0}(\nu_4 - \nu_1) = \dot{Q}_4 - \dot{W}_4$$

$$m_4 = (1-\lambda) m_{4,1} + \lambda m_{4,2} = (1 - 0,1237) \cdot 492,33 + 0,1237 \cdot 2506,96$$

$$m_4 = 660,74 \text{ kg} \quad \cancel{\text{KJ}}$$

$$m_4 = \frac{m_4}{(1-\lambda)} = 2567,4 \text{ kg}^{0,12} \quad m_{4,0} = 1,9 \text{ kg}$$

$$\therefore \dot{Q}_4 = m_{4,0}(\nu_4 - \nu_1) + \dot{W}_4 = 1,9(2567,4 - 660,74) + 60$$

$$\boxed{\dot{Q}_4 = 3682,654 \text{ KJ}} \quad \text{0,4}$$

c) Verwenden der TABELEN weiterer zu Graphen T-v

