

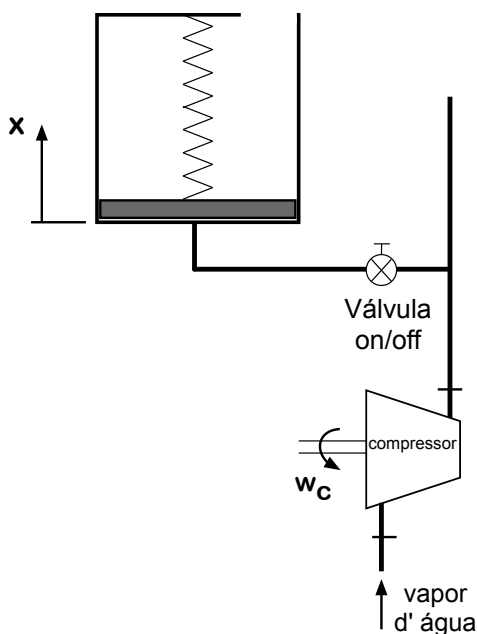
NOME: \_\_\_\_\_ NºUSP: \_\_\_\_\_

**1ª Questão (Valor: 5,0 pontos):**

Uma linha de vapor d'água com um compressor e uma válvula é utilizada para encher um conjunto cilindro/pistão/mola como ilustrado na figura abaixo. O vapor d'água, tanto no compressor quanto na válvula, passa por processos irreversíveis e sabe-se que a entropia específica ao fim do processo de enchimento é de  $7,6026 \text{ kJ/kg K}$ . Vapor saturado (título = 1,0) entra no compressor à pressão de 100 kPa. Inicialmente o conjunto cilindro/pistão/mola está vazio, o volume da câmara (cilindro/pistão) é nulo e a pressão interna necessária para movimentar o pistão é 100 kPa. Durante o processo de enchimento, o processo é adiabático. Vapor é fornecido ao conjunto até quando a pressão na câmara atinge 1,4 MPa. Neste instante, a válvula é fechada e o volume da câmara é  $0,6 \text{ m}^3$ . Após este instante, o sistema perde calor para a vizinhança até que atinja a temperatura desta,  $T_{\text{viz}} = 20^\circ\text{C}$ . Pede-se:

- 1) A massa final de água na câmara (0,5 pt)
- 2) O trabalho real sobre o vapor d'água no processo de compressão (0,5 pt)
- 3) A pressão da massa de água ao final do processo de arrefecimento (1,0 pt)
- 4) O trabalho realizado/sofrido e o calor trocado pela água na fase de arrefecimento (1,0 pt)
- 5) A entropia gerada no sistema, em  $\text{kJ/K}$ , durante todo o processo de enchimento e arrefecimento. Considere para este cálculo que a temperatura na fronteira do sistema, durante a troca de calor, seja a temperatura da vizinhança. (2Pt – Mecatronica/Naval; 1 Pt. Mecânica)

Para as turmas da MECÂNICA: calcule a exergia destruída no processo, em kJ. (1pt)



Q1

V.C. Região ocupada pelo VAPOR D'ÁGUA no compressor e câmaras

ESTADOS

- ①  $m_1 = 0$   $P_1 = 100 \text{ kPa}$
- ②  $P_2 = 1,4 \text{ MPa}$   $V_2 = 0,6 \text{ m}^3$   $\Delta_2 = 7,6026 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$
- ③  $T_3 = 20^\circ\text{C}$

→ De ① p/ ②: Escoamento uniforme e  
Regime uniforme → OK

$$\left. \begin{array}{l} x_e = 1,0 \\ P_e = 100 \text{ kPa} \end{array} \right\} \begin{array}{l} h_e = 2675,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \\ A_e = 7,3593 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}} \end{array}$$

CONTINUIDADE:  $m_2 - m_1 = m_e$

$$\boxed{m_2 = m_e} \quad (1)$$

1ª LEI:  $m_2 u_2 - 0 = m_e h_e - w_c - w_{1-2} + \phi_{1-2}$  (2)

2ª LEI:  $m_2 \Delta_2 - 0 = m_e A_e + \frac{\phi}{T} + S_{ger}$  (3)

$$m_2 \Delta_2 = m_e A_e + S_{ger}$$

com (1):

$$\Delta_2 - A_e = \frac{S_{ger}}{m_2} \quad (3')$$

#### 4) TRABALHO NA FASE DE ARREFECIMENTO

3

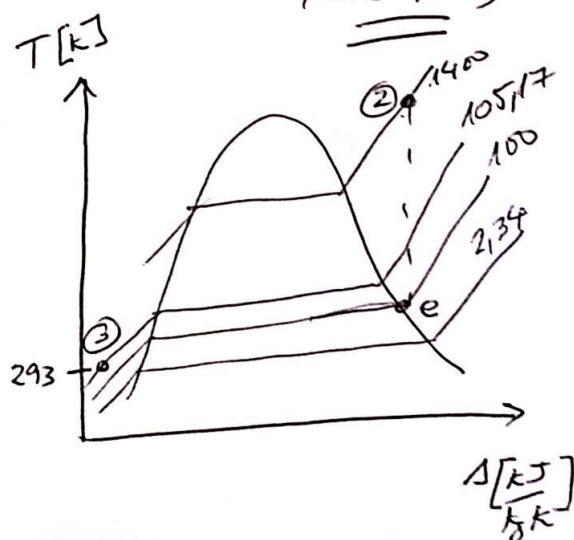
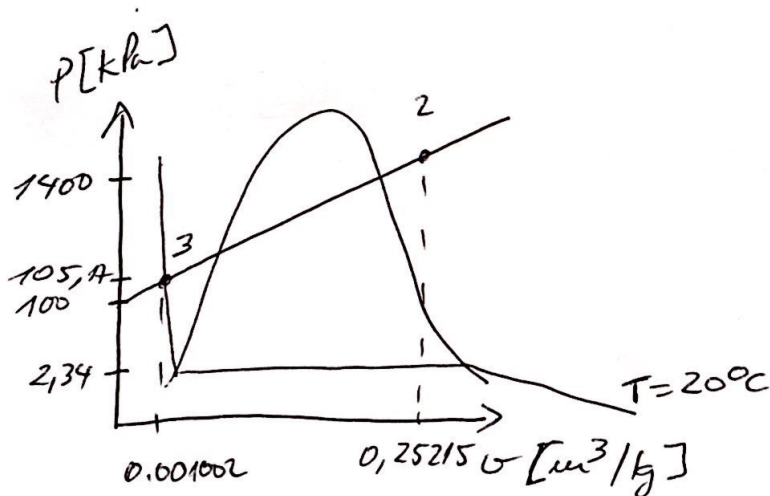
$$W_{2-3} = \frac{1}{2} (1400 + 105,17) \underbrace{(0,001002 \times 2,37954 - 0,6)}_{0,0024} = -449,76 \text{ kJ}$$

(0,5 pt)

Calor:  $Q_{2-3} = m_2 (u_3 - u_2) + W_{2-3}$

$$Q_{2-3} = 2,37954 (8394 - 3121,10) - 449,76 = -7676,80 \text{ kJ}$$

(0,5 pt.)



#### 5) $S_{ger}$

ENCHIMENTO  $\Rightarrow 2,37954 (7,6026 - 7,3593) = 0,58 \text{ kJ/K}$

ARREFECIMENTO  $\Rightarrow m_2 \Delta_3 - m_2 \Delta_2 = \frac{Q}{T} + S_{ger}$

2,0 pt (MEC/NAVAL)

1,0 pt (MECANICA)

$$x \Delta_3 (T=20^\circ\text{C}) \approx 0,2966 \text{ kJ/kgK}$$

$$S_{ger} = -17,38 + \frac{7676,94}{293} = 8,82 \text{ kJ/K}$$

#### 6) (MECÂNICA) $\rightarrow B_{DEST.}$

$$B_{DEST} = T_0 S_{ger} = 293 \times (0,58 + 8,82) = 2753,12 \text{ kJ}$$

(1,0 pt)



NOME: \_\_\_\_\_ NºUSP: \_\_\_\_\_

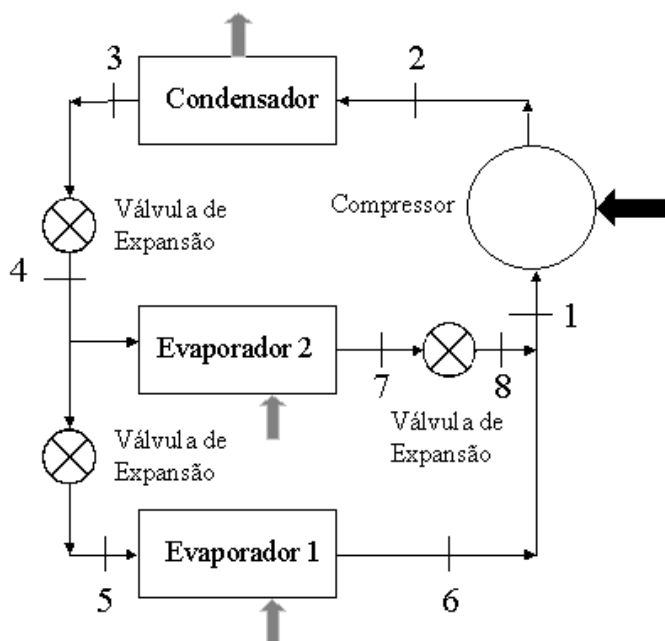
**2ª Questão (Valor: 5,0 pontos):**

Considere que **Y** é o penúltimo algarismo de seu NUSP e **Z** é o último algarismo de seu NUSP. Para os **valores em vermelho**,  $W = \text{INT}(Y/3)$  e  $X = \text{INT}(Z/3)$ , onde INT é a função INTEIRO. Resoluções com estes números incorretos serão desconsideradas.

Um sistema frigorífico com dois evaporadores é utilizado para refrigerar câmaras frias com diferentes temperaturas, utilizando-se apenas de um compressor e um condensador. O Evaporador 1 opera à  $T_6 = - (35 + 5 \cdot W)^\circ\text{C}$ , com vapor saturado seco em sua saída, e sua capacidade de refrigeração é de  $(5 + W)$  TR (tonelada de refrigeração; 1 TR = 3,52 kW). O Evaporador 2 opera à  $T_7 = - (10 + 5 \cdot X)^\circ\text{C}$ , com vapor saturado seco em sua saída, e sua capacidade de refrigeração é de  $(5 + X)$  TR. O Condensador opera à pressão de  $P_2 = 1000$  kPa, com líquido comprimido em sua saída ( $T_3 = 35^\circ\text{C}$ ). Considerando-se que o fluido refrigerante é o R-134a e que a eficiência isoentrópica do compressor é de 80%, preencha as tabelas com os seguintes resultados:

- A entalpia e a pressão em todos os pontos do ciclo (2,0 ptos);
- A vazão mássica de refrigerante em cada evaporador (kg/s) (1,0 pt);
- A potência do compressor (kW) (0,5 pt);
- O calor retirado no condensador (kW) (0,5 pt);
- O coeficiente de eficácia do ciclo de refrigeração (0,5 pt).

Desenhe o diagrama T-s do circuito, com a indicação de todos os pontos (0,5 pt).



Estado	Entalpia (kJ/kg)	Pressão (kPa)
1		
2		1000
3		
4		
5		
6		
7		
8		

b) $m_6$ (kg/s)	
b) $m_7$ (kg/s)	
c) $W_{\text{comp}}$ (kW)	
d) $Q_{\text{cond}}$ (kW)	
e) $\beta$	