

NOME: _____

NºUSP _____

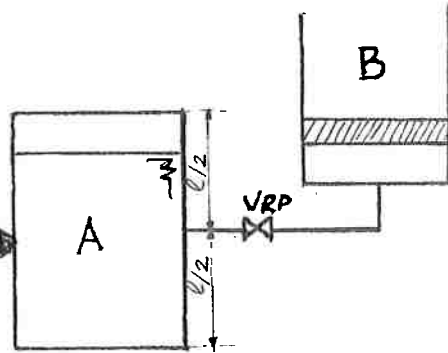
2ª Questão (6,0 pontos)

No recipiente A da figura abaixo se tem água à pressão de 0,5 MPa. O volume inicial do líquido é 1,4 m³ e o do vapor 0,6 m³. Uma tubulação provida de válvula redutora de pressão (VRP) acha-se conectada na altura média do recipiente. O fluido é retirado vagarosamente para o recipiente B através da válvula redutora de pressão até que A contenha 0,4 m³ de líquido. O recipiente B (inicialmente vazio) está termicamente isolado e é mantido à pressão constante de 0,1 MPa. Sabendo-se que:

- a massa do fluido que entra em B sofre um processo reversível, ou seja, a entropia final do fluido em B é igual à entropia do fluido que entra nesse recipiente;
- a temperatura em A é mantida constante;
- a troca de calor que ocorre no recipiente A, realizada com o meio que está a 25°C, é feita com um ciclo de Carnot.

Determine:

- 3,0 - a) o calor trocado com o meio;
- 3,0 - b) a variação de entropia do Universo



2) A: Processos em Regime Uniforme c/ Escoramento Uniforme $Q_0(T_0)$

Para A: $Q_A = Q_{12} + Q_{23}$

$$\left. \begin{aligned} Q_{12} &= (m_{A1} - m_{A2}) h_{eA} + m_{A2} u_2 - m_{A1} u_1 \\ Q_{23} &= (m_{A2} - m_{A3}) h_{vA} + m_{A3} u_3 - m_{A2} u_2 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} Q_A &= 1,161 \cdot 10^6 \text{ kJ} \\ Q_0 \end{aligned}$$

Bomba de Calor de Carnot: $\frac{Q_A}{(T_A + 273,15)} = \frac{Q_0}{(T_0 + 273,15)}$

$|Q_0| = 814218 \text{ kJ}$

b) $\Delta S_{\text{eig}} = \Delta S_A + \Delta S_B + \Delta S_{\text{meio}}$ (cuidado com a válvula!)

$\Delta S_A = m_{A3} s_{A3} - m_{A1} s_{A1}$

$\Delta S_B = (m_{A2} - m_{A3}) s_{B3} + (m_{A1} - m_{A2}) s_{B2}$

$\left\{ \begin{aligned} s_{B2} &= s_{B2}(p = p_B; h = h_{eA}) \\ s_{B3} &= s_{B3}(p = p_B; h = h_{vA}) \end{aligned} \right\} \Delta S_{\text{eig}} = 4130 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$

$\Delta S_{\text{meio}} = -Q_0 / (T_0 + 273,15)$

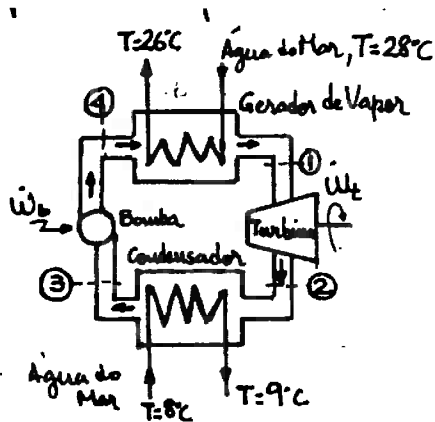
NOME: _____ NºUSP _____

1ª Questão (4,0 pontos)

Considere uma instalação de potência baseada no ciclo Rankine que utiliza amônia. Esta instalação opera no mar, sendo que a temperatura da água próxima à superfície é de 28°C e a temperatura da água a 450 m de profundidade é de 8°C , conforme mostrado na Figura 1. A potência desenvolvida pela turbina é de 240 MW. A Tabela 1 apresenta propriedades da amônia para as quatro seções indicadas na Figura 1.

Determine:

- 1,0 -a) o rendimento térmico do ciclo;
 1,0 -b) o máximo rendimento térmico possível para uma máquina térmica operando nessa região do mar;
 1,0 -c) a potência líquida gerada pela instalação (em MW), se as bombas de circulação de água do mar (não indicadas na Figura 1) através do gerador de vapor e condensador requerem uma potência total de 70 MW;
 1,0 -d) as vazões mássicas de água do mar através do gerador de vapor e condensador (em kg/h), admitindo que o calor específico da água do mar seja $4,18 \text{ kJ/kg K}$.

**FIGURA 1**

Propriedades da Amônia		
Seção	p (bar)	h (kJ/kg)
1	9,3	1460,6
2	6,3	1418,8
3	6,3	276,8
4	9,3	281,4

TABELA 1

$$a) \eta = 3,2\%$$

$$b) \eta_{\max} = \eta_{\text{Carnot}} = 6,6\%$$

$$c) W_{\text{liq}} = 143,6 \text{ MW}$$

$$d) \dot{m}_{\text{NH}_3} = 5742 \text{ kg/s}$$

$$\dot{m}_{\text{CD}} = 1,569 \cdot 10^6 \text{ kg/s} = 5648,4 \cdot 10^6 \text{ kg/h}$$

$$\dot{m}_{\text{GE}} = 809872 \text{ kg/s} = 2915,5 \cdot 10^6 \text{ kg/h}$$