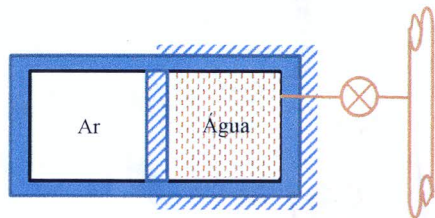


GABARITO

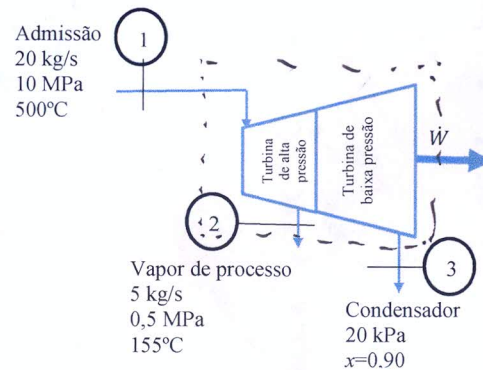
Aluno: _____

- Observações:
- (a) A interpretação das questões faz parte da avaliação;
 - (b) Todos os cálculos devem ser demonstrados, sob pena de anulação da questão;
 - (c) Os critérios de correção estão disponíveis no rodapé da última folha;
 - (d) Calculadora com tela gráfica não é permitida;
 - (e) Quando convier, o SISTEMA ou o VOLUME de CONTROLE deve ser definido. Caso contrário a questão pode ser anulada.

QUESTÃO 1 (VALOR 30) A Figura mostra um cilindro dividido em duas regiões, cada qual com um volume de 1 m^3 , por um pistão adiabático. Uma das regiões contém água a 100°C e a outra, ar a -3°C , ambas a pressão de 200 kPa . A região que contém água está conectada a uma tubulação que apresenta uma válvula de segurança que abre quando a pressão, na região d'água, atinge 400 kPa . Admitindo que a transferência de calor para a água seja nula, determine a temperatura do ar no instante da abertura da válvula de segurança. Qual a transferência de calor para o ar se este for aquecido até 1300 K ?



QUESTÃO 2 (VALOR 30) A cogeração é um processo cada vez mais utilizado na indústria onde além de produzir potência mecânica em uma turbina se obtém vapor a diferentes condições para o seu uso em determinados processos, ao invés de gera-lo com um conjunto bomba-caldeira independente. Nas condições postas na figura ao lado, obtenha a potência gerada na turbina. A turbina é ideal e não apresenta vazamento de vapor.



QUESTÃO 3 (VALOR 20) Um site de produtos importados oferece um refrigerador que mantém o ambiente refrigerado a -10°C enquanto opera em uma sala a 25°C e, nestas condições, o site afirma que este produto apresenta um coeficiente de desempenho igual a $8,5$. Avalie se esta afirmação é possível.

QUESTÃO 4 (VALOR 20) Ar contido em um conjunto cilindro-pistão realiza um ciclo de Carnot. Esquematize o ciclo p - v sabendo que as temperaturas máximas e mínimas do ciclo são 600 K e 300 K . O calor transferido do reservatório quente a uma taxa de 250 kJ/kg e a pressão mais baixa do ciclo é 75 kPa . Determine o volume específico e a pressão do ar nos quatro estados do ciclo de Carnot. Admita que o calor específico do ar é constante e igual a 300 K .

Formulário

$\frac{dm}{dt} = \sum \dot{m}_e - \sum \dot{m}_s$	Equação da conservação da massa
$v = \frac{V}{m}$	Volume específico
$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum \dot{m}_e h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e - \sum \dot{m}_s h_s + \frac{V_s^2}{2} + gz_s$	Eq. cons. energia
$x = \frac{m_v}{m_{total}}$	Título
$\phi = \phi_{LS} + x \times (\phi_{VS} - \phi_{LS})$	Propriedade intensiva ϕ - mudança de fase
$\Delta E = \Delta E_c + \Delta E_p + \Delta U = Q - W$	Primeira lei da termodinâmica
$c_v = \frac{\partial u}{\partial T}_v$	Modelo de calor específico
$c_p = \frac{\partial h}{\partial T}_p$	
$p \cdot v = m \cdot R \cdot T$	Equação de estado de gás ideal
$R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8,314 \left \frac{\text{kJ}}{\text{kmol K}} \right }{M}$	Constante particular do gás
$c_p = c_v + R$	Relação entre calores específicos - gás
$\phi(T, p) = \phi_{ts}(T)$	Modelo de líquido incompressível

GABARITO

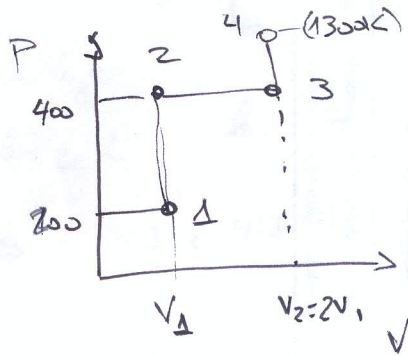
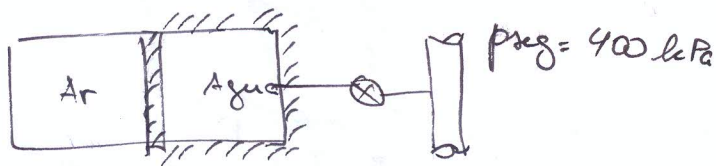
1ª QUESTÃO:

$T_{Ar} = -3^{\circ}C = 270K$

$T_{Ag} = 100^{\circ}C = 373K$

$p_{Ar} = p_{Ag} = 200 \text{ kPa}$

$V_{Ar} = V_{Ag} = 1 \text{ m}^3$



$M_{Ar} = \frac{P_{Ar} \cdot V_{Ar}}{P_{Ar} \cdot T_{Ar}} = \frac{200 \cdot 10^3}{0,287 \cdot 10^3 \cdot 270}$

$M_{Ar} = 2,581 \text{ kg}$

$T_{Ar2} = \frac{P_{Ar} \cdot V_{Ar2}}{P_{Ar} \cdot M_{Ar}} = \frac{400 \cdot 10^3}{0,287 \cdot 10^3 \cdot 2,581} = \frac{540K}{267^{\circ}C}$

VÁLVULA FECHADA: ISOVOLUMÉTRICO:

$V_{Ar2} = 2V_{Ar}$

isobárico: $W_{2-3Ar} = p(V_3 - V_2) = p_2 V_{Ar} = 400 \cdot 10^3 \cdot 1 = 400 \text{ kJ}$

$\frac{MRT_2}{V_2} = \frac{MRT_3}{V_3} \therefore T_3 = T_2 \frac{V_3}{V_2} = 2 \cdot T_2 = \frac{1080K}{807^{\circ}C}$

1ª LGI: $Q_{14} = M_{Ar} (u_4 - u_1) + W_{14} = 2,581 (1022,82 - 192,60) + 400$

$Q_{14} = 2.542,8 \text{ kJ}$

2ª QUESTÃO:

VC na turbina: $\frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \dot{m}_1 h_1 - \dot{m}_2 h_2 - \dot{m}_3 h_3$

$\dot{W} = \dot{m}_1 h_1 - \dot{m}_2 h_2 - \dot{m}_3 h_3$

CM: $\dot{m}_3 = \dot{m}_1 - \dot{m}_2$

$\dot{W} = 20 \cdot 3373,7 - 5 \cdot 2755,9 - 15 \cdot 2373,9$

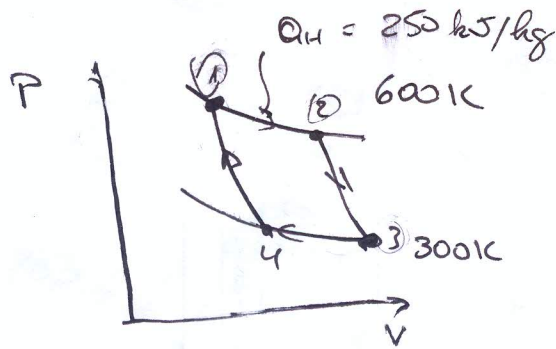
$\dot{W} = 18,084 \text{ MW}$

3ª QUESTÃO:

$\beta_{Carnot} = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C}{Q_H - Q_C} = \frac{Q_C / Q_H}{1 - Q_C / Q_H} = \frac{Q_C / Q_H}{\frac{Q_H - Q_C}{Q_H}} = \frac{1}{\frac{Q_H - Q_C}{Q_C}} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_C} - 1} = \frac{T_C}{T_H - T_C}$

$= \frac{273,15 - 10}{25 - (-10)} = 7 < 8,5$ (impossível)

4ª Questão:



$P_3 = 75 \text{ kPa}$



$\gamma, \gamma \left\{ \begin{matrix} 1/3 \\ 4 \end{matrix} \right.$

$C_p(300\text{K}) = 1,005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

$C_v(300\text{K}) = 0,718 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

$k = C_p/C_v = 1,4$

processos adiabáticos 2:3 e 4:3:

$P_2 v_2^k = P_3 v_3^k$
 $P_1 v_1^k = P_4 v_4^k$

em (3) $Pv = RT$

$v_3 = \frac{RT_3}{P_3} = \frac{0,287 \cdot 300}{75 \cdot 10^3}$



$v_3 = 1,148 \text{ m}^3/\text{kg}$

$v_2 = v_3 \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{1/k}$

mas $P_2 = \frac{RT_2}{v_2}$

$v_2 = v_3 \left(\frac{P_3 v_2}{RT_2} \right)^{1/k} = 1,148 \left(\frac{75 \cdot v_2}{0,287 \cdot 600} \right)^{1,4}$

$\frac{v_2}{v_2} \cdot v_2^{-1/k} = v_2^{\frac{k-1}{k}} = 1,148 \left(\frac{75}{0,287 \cdot 600} \right)^{1/k}$

$v_2 = 1,148^{\frac{k}{k-1}} \left(\frac{75}{0,287 \cdot 600} \right)^{\frac{1}{k-1}} = 1,148^{3,5} \left(\frac{75}{0,287 \cdot 600} \right)^{2,5}$

$v_2 = 0,203 \text{ m}^3/\text{kg}$

$P_2 = \frac{0,287 \cdot 600}{0,203} = 848,53 \text{ kPa}$



1ª Lei: $\dot{Q}_{12} - \dot{W}_{12} = u_2 - u_1 = 0$ (gás ideal)

$\dot{Q}_{12} = \dot{W}_{12} = 250 \text{ kJ/kg}$

para um processo isotérmico: $\dot{W}_{12} = \int_1^2 p dv = \int_1^2 \frac{RT}{v} dv = RT \ln \frac{v_2}{v_1}$

$$\ln \frac{v_2}{v_1} = \frac{\dot{w}_{12}}{RT} \quad \therefore \frac{v_2}{v_1} = e^{\frac{\dot{w}_{12}}{RT}} \quad \therefore v_1 = v_2 e^{-\frac{\dot{w}_{12}}{RT}}$$

$$v_1 = 0,203 \cdot e^{-\frac{250}{9287 \cdot 600}} = \underline{0,04753 \text{ m}^3/\text{kg}} \quad \text{S}$$

$$p_1 = \frac{RT_1}{v_1} = \frac{0,287 \cdot 600}{0,04753} = \underline{3,62 \text{ MPa}} \quad \text{S}$$

$$v_4 = v_1 \left(\frac{p_1}{p_4} \right)^{1/n} \quad ; \quad p_4 = \frac{RT_4}{v_4}$$

$$v_4 = v_1 \left(\frac{p_1 v_4}{RT_4} \right)^{1/n} \quad \therefore v_4^{\frac{k-1}{k}} = v_1 \left(\frac{p_1}{RT_4} \right)^{1/n}$$

$$v_4 = v_1^{\frac{k}{k-1}} \left(\frac{p_1}{RT_4} \right)^{\frac{1}{k-1}} = 0,04753^{3,5} \left(\frac{3,62 \times 10^6}{287 \cdot 300} \right)^{2,5}$$

$$\underline{v_4 = 0,2683 \text{ m}^3/\text{kg}} \quad \text{S}$$

$$\underline{p_4 = \frac{0,287 \cdot 300}{0,2683} = 320,89 \text{ kPa}} \quad \text{S}$$