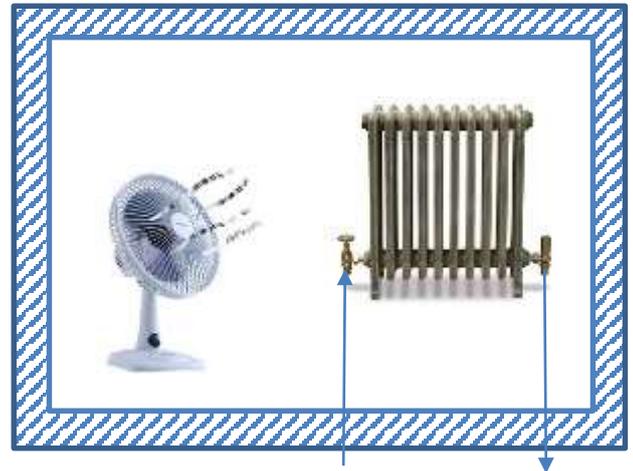


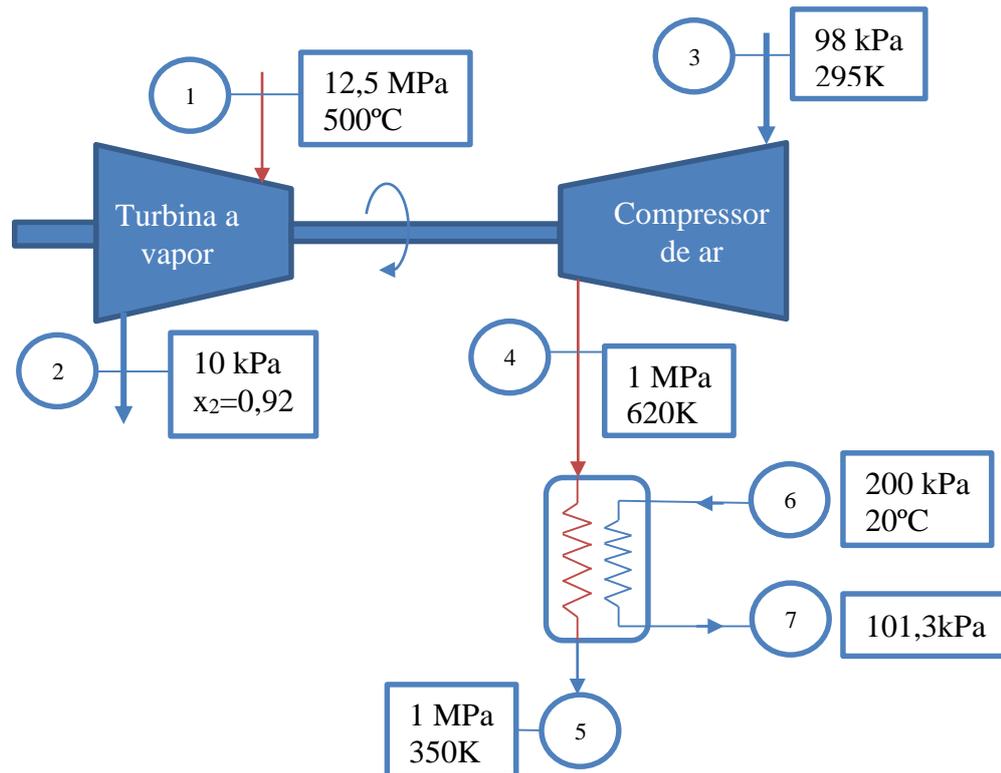
Aluno: \_\_\_\_\_

- 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)** Uma sala bem isolada de 4m x 4m x 5m, inicialmente a 10°C, é aquecida pelo radiador de um sistema de aquecimento central a vapor, conforme a figura. O radiador tem um volume de 15 litros e contém vapor superaquecido a 200 kPa e 200°C. Neste momento, as válvulas de entrada e saída do radiador são fechadas. Um ventilador de 120W é usado para circular ar na sala. Observa-se que a pressão do vapor cai a 100 kPa depois de 30 min como resultado da transferência de calor para a sala. Considerando os calores específicos do ar constantes ( $\bar{T} = 350K$ ), determine a temperatura média do ar após os 30 min. Admita que a pressão do ar permanece constante a 100 kPa através de uma válvula de alívio e que a variação de massa é desprezível.



**QUESTÃO 2 (VALOR 35)** Um compressor de ar adiabático deve ser acionado por uma turbina a vapor também adiabática com acoplamento direto que também move um gerador. O vapor d'água entra na turbina a 12,5 MPa e 500°C com uma vazão de 25kg/s e sai a 10 kPa com um título de 0,92. O ar entra no compressor a 98 kPa e 295K à vazão de 10 kg/s e sai a 1 MPa e 620K. Este ar aquecido passa na sequência por um trocador de calor para ser resfriado a uma temperatura de 350K. O trocador de calor é alimentado com água a 20°C, 200 kPa. Determine:



- a) (10) A potência líquida fornecida ao gerador pela turbina. É possível?
- b) (10) A taxa de geração de entropia dentro da turbina e do compressor durante o processo;
- c) (10) O calor removido pela água pelo trocador de calor;
- d) (5) Qual deve ser a vazão de água no trocador de calor para que ela não se aqueça mais que 20K?

**QUESTÃO 3 (VALOR 35)** Um sistema consiste em 2 kg de gás carbônico inicialmente no estado 1, onde  $p_1=1$  bar,  $T_1=300K$ . O sistema é submetido a um ciclo motor nos seguintes processos:

**Processo 1-2:** Volume constante para  $p_2=4$  bar ; **Processo 2-3:** expansão com  $p v^{1,28} = \text{constante}$  ; **Processo 3-1:** compressão a pressão constante.

Admitindo modelo de gás ideal e desprezando os efeitos de energia cinética e potencial:

- a) Esboce o ciclo em um diagrama p-v ;
- b) O trabalho e o calor líquido do ciclo ;
- c) Determine a eficiência térmica e compare-a com a de Carnot para os mesmos reservatórios térmicos.

$\frac{dm}{dt} = \sum \dot{m}_e - \sum \dot{m}_s$	Equação da conservação da massa	$v = \frac{V}{m}$	Volume específico
$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum \dot{m}_e \left( h_e + \frac{V_e^2}{2} + gz_e \right) - \sum \dot{m}_s \left( h_s + \frac{V_s^2}{2} + gz_s \right)$	Eq. cons. energia	$x = \frac{m_v}{m_{total}}$	Título
$\phi = \phi_{LS} + x \times (\phi_{VS} - \phi_{LS})$	Propriedade intensiva $\phi$ mudança de fase	$\phi(T, p) = \phi_{ls}(T)$	Modelo de líquido incompressível
$\Delta E = \Delta E_c + \Delta E_p + \Delta U = Q - W$	Primeira lei da termodinâmica	$c_p = c_v + R$	Relação entre calores específicos - gás
$c_v = \left. \frac{\partial u}{\partial T} \right _v$	Modelo de calor específico	$p, v = m \cdot R \cdot T$	Equação de estado de gás ideal
$c_p = \left. \frac{\partial h}{\partial T} \right _p$	Modelo de calor específico	$R = \frac{\bar{R}}{M} = \frac{8,314 \left[ \frac{kJ}{kmol K} \right]}{M}$	Constante particular do gás
$\eta_T = \frac{h_e - h_s}{h_e - h_{s(ideal)}}$			Eficiência isentrópica de turbina
$\eta_{C,B} = \frac{h_e - h_{s(ideal)}}{h_e - h_s}$			Efic. isentrópica compressor/bomba
$\frac{dS}{dt} = \sum \left( \frac{\dot{Q}}{T} \right) + \dot{\sigma}$			Balanco de entropia fechado
$S_2 - S_1 = m(s_2 - s_1) = \sum \left( \frac{\dot{Q}}{T} \right) + \dot{\sigma}$			Balanco de entropia fechado
$\frac{dS}{dt} = \sum \left( \frac{\dot{Q}}{T} \right) + \sum_e \dot{m}_e s_e - \sum_s \dot{m}_s s_s + \dot{\sigma}$			Balanco de entropia volume de controle
$Tds = du + pdv$			1ª Equação Tds
$Tds = dh - vdp$			2ª Equação Tds
$s_2 - s_1 = c_v(T) \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) + R \ln \left( \frac{v_2}{v_1} \right)$			1ª equação Tds para $c_v$ constante
$s_2 - s_1 = c_p(T) \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right) - R \ln \left( \frac{p_2}{p_1} \right)$			2ª equação Tds para $c_p$ constante
$s(T_2, P_2) - s(T_1, P_1) = s^0(T_2) - S^0(T_1) - R \ln \left( \frac{P_2}{P_1} \right)$			Equação para gases ideais
$(h_s - h_e) = c_p(T_s - T_e)$			Calor específico a pressão constante
$E = (U - U_o) + p_o(V - V_o) - T_o(S - S_o) + EC + EP$			Exergia de um sistema
$E_2 - E_1 = E_q - E_w - E_d$			Balanco de Exergia para sistema fechado
$0 = \sum_i \left( 1 - \frac{T_o}{T_j} \right) \dot{Q}_j - \dot{W} - \dot{E}_d \quad ; \quad \dot{E}_d = T_o \dot{\sigma}$			Balanco da taxa de Exergia para sistema fechado em Regime Permanente
$\left. \frac{dE}{dt} \right _{VC} = \sum_j \left( 1 - \frac{T_o}{T_j} \right) \dot{Q}_j - \left[ \dot{W}_{VC} - p_o \frac{dV_{VC}}{dt} \right] + \sum_e \dot{m}_e e_{fe} - \sum_s \dot{m}_s e_{fs} - \dot{E}_d$			Balanco de Taxa Exergia para Volume de Controle
$e_f = h - h_o - T_o(s - s_o) + \frac{V^2}{2} + gz$			Exergia específica de fluxo
$\varepsilon = \frac{\dot{W}_{VC}/\dot{m}}{e_{f1} - e_{f2}}$			Eficiência exergetica da turbina
$\varepsilon = \frac{e_{f2} - e_{f1}}{(-\dot{W}_{VC}/\dot{m})}$			Eficiência exergetica da bomba