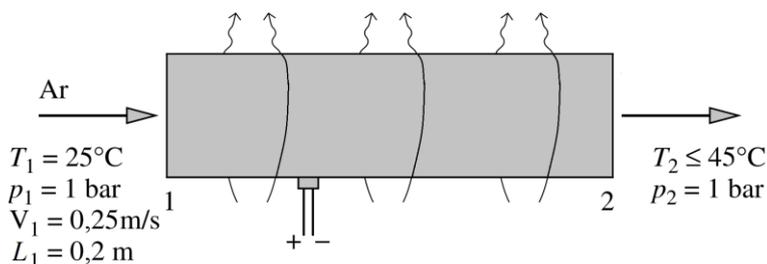


Nome: _____ NUSP: _____

1ª Questão) Um conjunto de componentes eletrônicos foram montados na superfície interna de um duto quadrado horizontal com lado igual a 0,25m, como mostrado na figura. Para evitar o superaquecimento da eletrônica, o duto é resfriado por uma corrente de ar que passa através dele e pelo fluxo de ar sobre sua superfície externa. O ar entra no duto a 25°C, 1 bar e uma velocidade de 0,25m/s e sai com mudanças insignificantes na energia cinética e pressão a uma temperatura que não pode exceder 45°C. Em regime permanente os componentes eletrônicos consomem 250W de energia elétrica. Determine a taxa mínima de transferência de calor na superfície externa do duto, em kW, para a qual o limite da temperatura do ar na saída é atendido.



Solução:

Hipóteses:

1. Volume de controle com uma entrada e uma saída
2. Regime permanente
3. Variações de energia cinética e potencial desprezíveis
4. O ar pode ser considerado gás ideal ou perfeito

Considerando um volume de controle com uma entrada e uma saída em regime permanente:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m} = \frac{VA}{v} = \frac{VA}{R \frac{T_1}{P_1}} = \frac{0,25 \cdot 0,2^2}{0,287 \frac{298}{100}} = 0,0117 \text{ kg/s}$$

Aplicando a primeira lei a um volume de controle que envolve o duto quadrado, considerando regime permanente e desprezando variações de energia cinética e potencial:

$$\dot{Q}_{vc} - \dot{W}_{vc} = \dot{m}(h_2 - h_1) \Rightarrow \dot{Q}_{vc} = \dot{m}(h_2 - h_1) + \dot{W}_{vc}$$

Como T_2 deve ser menor que 45° (318K) e levando em conta que o ar pode ser considerado gás perfeito, podemos obter as propriedades do ar a partir da Tabela A.7:

$$h_1 = h(T=298K) = 298,62 \text{ kJ/kgK}$$

$$h_2 = h(T=318K) = 318,57 \text{ kJ/kgK}$$

Considerando que $T_2 \leq 318K$ e substituindo os valores:

$$\dot{Q}_{vc} \leq \dot{m}(h_2 - h_1) + \dot{W}_{vc} = 0,0117(318,6 - 298,6) + (-0,25)$$

$$\dot{Q}_{vc} \leq \underline{-0,016 \text{ kW}}$$

Portanto, a energia removida do duto na forma de calor deve ser no mínimo 0,016 kW.

Para 300 W consumidos: $\dot{Q}_{vc} \leq -0,066 \text{ kW}$

Para 350 W consumidos: $\dot{Q}_{vc} \leq -0,116 \text{ kW}$

PME3344 P1 - Q1 - Gabarito - 02/10/2018 - Sistema cilindro-pistão com duas molas - Água

1a Questão (Valor: 6,0 pontos). A figura mostra um conjunto cilindro pistão que com volume inicial de $V_1 = 0,75 \text{ m}^3$ cheio de água a temperatura $T_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$, com título $x_1 = \text{XXX}$. A água é então aquecida até que a pressão interna se torne igual a $P_3 = 1200 \text{ kPa}$. A massa do pistão pode ser considerada nula. As duas molas são lineares e apresentam a mesma constante de mola. Quando o pistão se encontra no fundo do cilindro, a mola maior toca o pistão mas não exerce pressão sobre ele. Quando o volume confinado for igual a $V_2 = 1,5 \text{ m}^3$, a mola menor toca o pistão. Sabendo-se que a pressão atmosférica é igual a 100 kPa , determine: (a) a massa inicial de água; (b) a pressão da água no momento em que o pistão toca a segunda mola; (c) o volume da água no final do processo; (d) a temperatura (se vapor superaquecido) ou o título (se saturado) da água no final do processo; (e) o trabalho realizado pela água; (f) o calor fornecido à água. Descreva o processo num diagrama P-V e T-V, apresentando as linhas de saturação.

Versão A : $x_1 = 0.219$ Versão B : $x_1 = 0.241$ Versão C : $x_1 = 0.262$

$$x_1 = 0.219$$

$$\text{Vol}_1 = 0.75 \quad T_1 = 150 \quad P_{\text{atm}} = 100 \quad \text{Vol}_2 = 1.5 \quad P_3 = 1200$$

$$P_1 = \mathbf{P}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad v_1 = \mathbf{v}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad m = \frac{\text{Vol}_1}{v_1}$$

$$P_1 = P_{\text{atm}} + k_1 \cdot \text{Vol}_1 \quad P_2 = P_{\text{atm}} + k_1 \cdot \text{Vol}_2 \quad k_2 = 2 \cdot k_1$$

$$P_3 = P_2 + k_2 \cdot (\text{Vol}_3 - \text{Vol}_2) \quad v_3 = \frac{\text{Vol}_3}{m} \quad T_3 = \mathbf{T}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3)$$

$$x_3 = \mathbf{x}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3) \quad W_{1,3} = \left[\frac{P_2 + P_1}{2} \right] \cdot (\text{Vol}_2 - \text{Vol}_1) + \left[\frac{P_3 + P_2}{2} \right] \cdot (\text{Vol}_3 - \text{Vol}_2)$$

$$u_1 = \mathbf{u}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad u_3 = \mathbf{u}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3)$$

$$Q = m \cdot (u_3 - u_1) + W_{1,3}$$

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass rad

$$k_1 = 501.5 \text{ [kPa/m}^3\text{]}$$

$$P_1 = 476.2 \text{ [kPa]}$$

$$P_{\text{atm}} = 100 \text{ [kPa]}$$

$$T_3 = 299.7 \text{ [C]}$$

$$\text{Vol}_1 = 0.75 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$v_1 = 0.0868 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$$x_1 = 0.219$$

$$k_2 = 1003 \text{ [kPa/m}^3\text{]}$$

$$P_2 = 852.3 \text{ [kPa]}$$

$$Q = 15848 \text{ [kJ]}$$

$$u_1 = 1054 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\text{Vol}_2 = 1.5 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$v_3 = 0.2137 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$$x_3 = 100$$

$$m = 8.64 \text{ [kg]}$$

$$P_3 = 1200 \text{ [kPa]}$$

$$T_1 = 150 \text{ [C]}$$

$$u_3 = 2789 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\text{Vol}_3 = 1.847 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W_{1,3} = 853.9 \text{ [kJ]}$$

No unit problems were detected.

EES suggested units (shown in purple) for P_1 Q T_3 u_1 u_3 .

PME3344 P1 - Q1 - Gabarito - 02/10/2018 - Sistema cilindro-pistão com duas molas - Água

1a Questão (Valor: 6,0 pontos). A figura mostra um conjunto cilindro pistão que com volume inicial de $V_1 = 0,75 \text{ m}^3$ cheio de água a temperatura $T_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$, com título $x_1 = \text{XXX}$. A água é então aquecida até que a pressão interna se torne igual a $P_3 = 1200 \text{ kPa}$. A massa do pistão pode ser considerada nula. As duas molas são lineares e apresentam a mesma constante de mola. Quando o pistão se encontra no fundo do cilindro, a mola maior toca o pistão mas não exerce pressão sobre ele. Quando o volume confinado for igual a $V_2 = 1,5 \text{ m}^3$, a mola menor toca o pistão. Sabendo-se que a pressão atmosférica é igual a 100 kPa , determine: (a) a massa inicial de água; (b) a pressão da água no momento em que o pistão toca a segunda mola; (c) o volume da água no final do processo; (d) a temperatura (se vapor superaquecido) ou o título (se saturado) da água no final do processo; (e) o trabalho realizado pela água; (f) o calor fornecido à água. Descreva o processo num diagrama P-V e T-V, apresentando as linhas de saturação.

Versão A : $x_1 = 0.219$ Versão B : $x_1 = 0.241$ Versão C : $x_1 = 0.262$

$$x_1 = 0.241$$

$$\text{Vol}_1 = 0.75 \quad T_1 = 150 \quad P_{\text{atm}} = 100 \quad \text{Vol}_2 = 1.5 \quad P_3 = 1200$$

$$P_1 = \mathbf{P}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad v_1 = \mathbf{v}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad m = \frac{\text{Vol}_1}{v_1}$$

$$P_1 = P_{\text{atm}} + k_1 \cdot \text{Vol}_1 \quad P_2 = P_{\text{atm}} + k_1 \cdot \text{Vol}_2 \quad k_2 = 2 \cdot k_1$$

$$P_3 = P_2 + k_2 \cdot (\text{Vol}_3 - \text{Vol}_2) \quad v_3 = \frac{\text{Vol}_3}{m} \quad T_3 = \mathbf{T}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3)$$

$$x_3 = \mathbf{x}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3) \quad W_{1,3} = \left[\frac{P_2 + P_1}{2} \right] \cdot (\text{Vol}_2 - \text{Vol}_1) + \left[\frac{P_3 + P_2}{2} \right] \cdot (\text{Vol}_3 - \text{Vol}_2)$$

$$u_1 = \mathbf{u}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad u_3 = \mathbf{u}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3)$$

$$Q = m \cdot (u_3 - u_1) + W_{1,3}$$

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass rad

$$k_1 = 501.5 \text{ [kPa/m}^3\text{]}$$

$$P_1 = 476.2 \text{ [kPa]}$$

$$P_{\text{atm}} = 100 \text{ [kPa]}$$

$$T_3 = 350.9 \text{ [C]}$$

$$\text{Vol}_1 = 0.75 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$v_1 = 0.09542 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$$x_1 = 0.241$$

$$k_2 = 1003 \text{ [kPa/m}^3\text{]}$$

$$P_2 = 852.3 \text{ [kPa]}$$

$$Q = 14830 \text{ [kJ]}$$

$$u_1 = 1096 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\text{Vol}_2 = 1.5 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$v_3 = 0.2349 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$$x_3 = 100$$

$$m = 7.86 \text{ [kg]}$$

$$P_3 = 1200 \text{ [kPa]}$$

$$T_1 = 150 \text{ [C]}$$

$$u_3 = 2874 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\text{Vol}_3 = 1.847 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W_{1,3} = 853.9 \text{ [kJ]}$$

No unit problems were detected.

EES suggested units (shown in purple) for P_1 Q T_3 u_1 u_3 .

PME3344 P1 - Q1 - Gabarito - 02/10/2018 - Sistema cilindro-pistão com duas molas - Água

1a Questão (Valor: 6,0 pontos). A figura mostra um conjunto cilindro pistão que com volume inicial de $V_1 = 0,75 \text{ m}^3$ cheio de água a temperatura $T_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$, com título $x_1 = \text{XXX}$. A água é então aquecida até que a pressão interna se torne igual a $P_3 = 1200 \text{ kPa}$. A massa do pistão pode ser considerada nula. As duas molas são lineares e apresentam a mesma constante de mola. Quando o pistão se encontra no fundo do cilindro, a mola maior toca o pistão mas não exerce pressão sobre ele. Quando o volume confinado for igual a $V_2 = 1,5 \text{ m}^3$, a mola menor toca o pistão. Sabendo-se que a pressão atmosférica é igual a 100 kPa , determine: (a) a massa inicial de água; (b) a pressão da água no momento em que o pistão toca a segunda mola; (c) o volume da água no final do processo; (d) a temperatura (se vapor superaquecido) ou o título (se saturado) da água no final do processo; (e) o trabalho realizado pela água; (f) o calor fornecido à água. Descreva o processo num diagrama P-V e T-V, apresentando as linhas de saturação.

Versão A : $x_1 = 0.219$ Versão B : $x_1 = 0.241$ Versão C : $x_1 = 0.262$

$$x_1 = 0.262$$

$$\text{Vol}_1 = 0.75 \quad T_1 = 150 \quad P_{\text{atm}} = 100 \quad \text{Vol}_2 = 1.5 \quad P_3 = 1200$$

$$P_1 = \mathbf{P}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad v_1 = \mathbf{v}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad m = \frac{\text{Vol}_1}{v_1}$$

$$P_1 = P_{\text{atm}} + k_1 \cdot \text{Vol}_1 \quad P_2 = P_{\text{atm}} + k_1 \cdot \text{Vol}_2 \quad k_2 = 2 \cdot k_1$$

$$P_3 = P_2 + k_2 \cdot (\text{Vol}_3 - \text{Vol}_2) \quad v_3 = \frac{\text{Vol}_3}{m} \quad T_3 = \mathbf{T}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3)$$

$$x_3 = \mathbf{x}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3) \quad W_{1,3} = \left[\frac{P_2 + P_1}{2} \right] \cdot (\text{Vol}_2 - \text{Vol}_1) + \left[\frac{P_3 + P_2}{2} \right] \cdot (\text{Vol}_3 - \text{Vol}_2)$$

$$u_1 = \mathbf{u}(\text{steam}, T = T_1, x = x_1) \quad u_3 = \mathbf{u}(\text{steam}, P = P_3, v = v_3)$$

$$Q = m \cdot (u_3 - u_1) + W_{1,3}$$

SOLUTION

Unit Settings: SI C kPa kJ mass rad

$$k_1 = 501.5 \text{ [kPa/m}^3\text{]}$$

$$P_1 = 476.2 \text{ [kPa]}$$

$$P_{\text{atm}} = 100 \text{ [kPa]}$$

$$T_3 = 400.9 \text{ [C]}$$

$$\text{Vol}_1 = 0.75 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$v_1 = 0.1036 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$$x_1 = 0.262$$

$$k_2 = 1003 \text{ [kPa/m}^3\text{]}$$

$$P_2 = 852.3 \text{ [kPa]}$$

$$Q = 14027 \text{ [kJ]}$$

$$u_1 = 1137 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\text{Vol}_2 = 1.5 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$v_3 = 0.2552 \text{ [m}^3\text{/kg]}$$

$$x_3 = 100$$

$$m = 7.237 \text{ [kg]}$$

$$P_3 = 1200 \text{ [kPa]}$$

$$T_1 = 150 \text{ [C]}$$

$$u_3 = 2957 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\text{Vol}_3 = 1.847 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$W_{1,3} = 853.9 \text{ [kJ]}$$

No unit problems were detected.

EES suggested units (shown in purple) for P_1 Q T_3 u_1 u_3 .