

# UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos  
Departamento de Engenharia de Alimentos

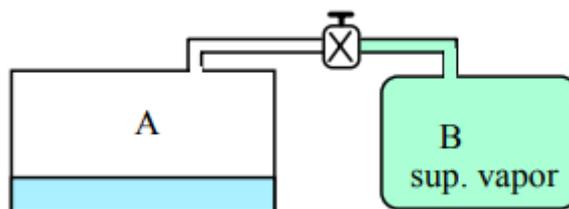
## Lista de Exercícios – ZEA 0466 TERMODINÂMICA

### Primeira Lei da Termodinâmica

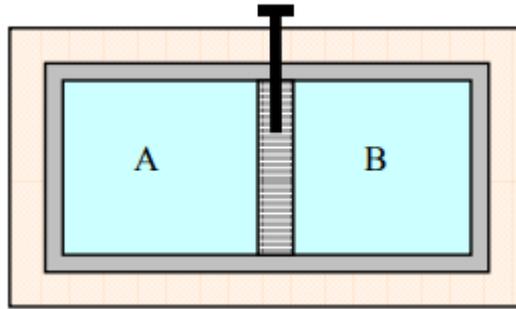
Profa. Alessandra Lopes de Oliveira

Elaborada pelo Aluno PAE: Paulo Rodolfo Ramos

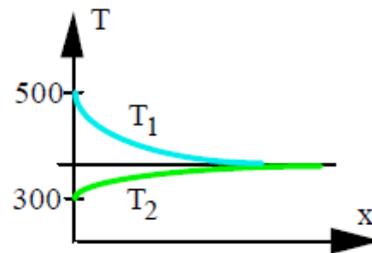
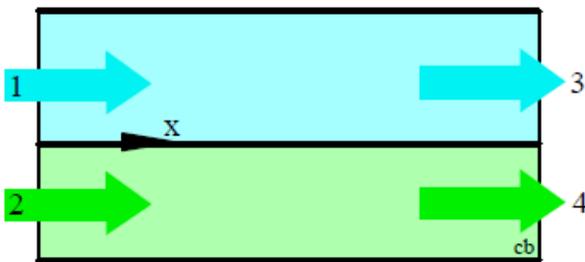
1. Dois tanques estão conectados conforme a figura. O tanque A contém água a 200 kPa,  $v = 0,5 \text{ m}^3/\text{kg}$ ,  $V_A = 1 \text{ m}^3$  e o tanque B contém 3,5 kg de água a 0,5 MPa e 400°C. A válvula é aberta e os tanques chegam ao equilíbrio. Encontre o volume específico final.



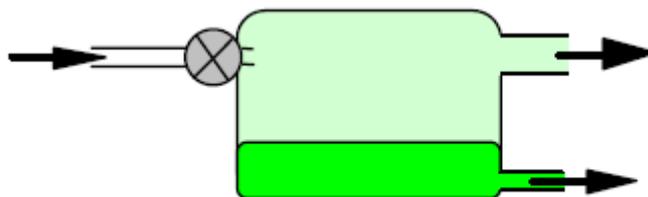
2. Encontre as propriedades que faltam e defina a fase da amônia ( $\text{NH}_3$ )
  - a.  $T = 65^\circ\text{C}$ ,  $P = 600 \text{ kPa}$   $u, v$
  - b.  $T = 20^\circ\text{C}$ ,  $P = 100 \text{ kPa}$   $u, v \text{ e } x$
  - c.  $T = 50^\circ\text{C}$ ,  $v = 0,1185 \text{ m}^3/\text{kg}$ ,  $P \text{ e } x$
3. Amônia a  $0^\circ\text{C}$  e título de 60% está confinada em um tanque rígido de 200L. O tanque é aquecido até a pressão de 1 MPa. Determine a transferência de calor para esse processo.
4. Um recipiente rígido tem dois compartimentos cheios de água com  $1 \text{ m}^3$  cada separados por uma parede. O compartimento A tem  $P = 200 \text{ kPa}$  com um título de  $x = 0,80$ . O compartimento B tem  $P = 2 \text{ MPa}$  e  $T = 400^\circ\text{C}$ . A parede divisória é removida e a água chega a um estado uniforme, que depois de um tempo devido à transferência de calor tem uma temperatura de  $200^\circ\text{C}$ . Encontre a pressão final e a transferência de calor no processo.
5. Uma chaleira de aço de 1 kg contém 1 kg de água, ambos a  $15^\circ\text{C}$ . O sistema é então aquecido até a temperatura de fusão da água. Encontre a quantidade de energia do processo de aquecimento. Desconsidere o vapor liberado no processo.
6. Um cilindro isolado é dividido em duas partes de  $1 \text{ m}^3$  cada um por um pistão inicialmente travado, como mostrado na figura. O lado A tem ar a 200 kPa, 300 K e o lado B tem ar a 1,0 MPa, 1000 K. O pistão agora é liberado para que ele possa se mover, e conduz o calor para que o ar atinja uma temperatura uniforme  $T_A = T_B$ . Encontre a massa em A e B, e a temperatura e a pressão final do sistema.



7. Água líquida a  $15^{\circ}\text{C}$  flui através de um bocal com 15 m de altura. Qual a velocidade de saída do líquido?
8. Em um trocador de calor de correntes paralelas 1 kg de ar a 500 K flui em um canal e 2 kg de ar flui no canal vizinho, a 300K. Se o trocador de calor for suficientemente longo para ocorrer o equilíbrio, calcule a temperatura de saída do fluido.

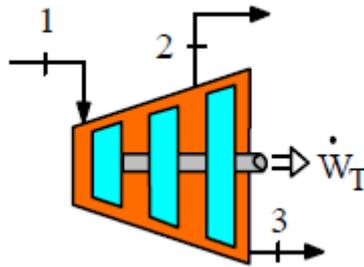


9. Vapor a 3 MPa e  $400^{\circ}\text{C}$  entra em uma turbina com vazão de entrada de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . 15% da massa de entrada escapa por um duto lateral a turbina com 600 kPa de pressão e  $200^{\circ}\text{C}$ . O restante da massa sai pelo duto principal da turbina a 20kPa, título de 90% e velocidade de 20m/s. Determine a vazão do duto lateral à turbina e o diâmetro do duto principal.
10. Um ventilador com diâmetro de 0,75m pega ar a 98 kPa,  $22^{\circ}\text{C}$  e o expelle a 105 kPa,  $23^{\circ}\text{C}$  com velocidade de 1,5 m/s. Qual o fluxo mássico, a velocidade de entrada e o fluxo volumétrico de saída?
11. Um bico injetor recebe  $0,1\text{kg/s}$  de vapor a 1 MPa,  $400^{\circ}\text{C}$ . A saída está a 500 kPa,  $350^{\circ}\text{C}$ . Considerando o processo como adiabático e velocidade de entrada desprezível, encontre a velocidade de saída e a área de saída do bocal.
12. Água líquida a  $180^{\circ}\text{C}$  e 2000 kPa é estrangulada para uma câmara de evaporação instantânea. Com pressão de 500 kPa. Qual a fração de líquido e de vapor na câmara?

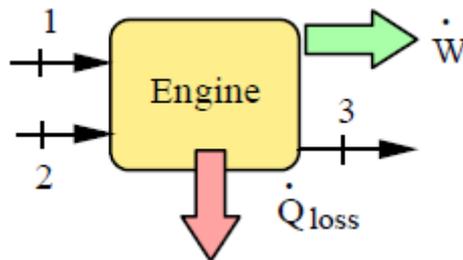


13. Uma turbina recebe  $100 \text{ kg/s}$  de água a 15 MPa e  $600^{\circ}\text{C}$ . Na metade da seção,  $20 \text{ kg/s}$  são retirados a 2 MPa e  $350^{\circ}\text{C}$  e o restante do fluxo sai pela turbina a 75kPa e título de 95%.

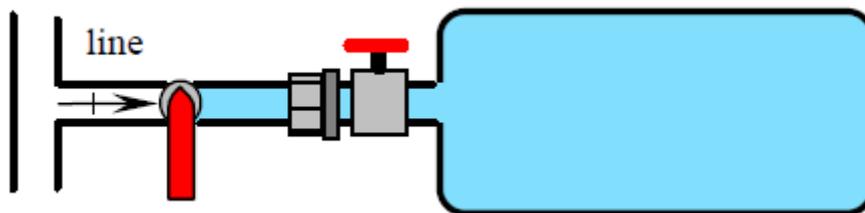
Assumindo que não há troca de calor nem variação da energia cinética, encontre o trabalho da turbina.



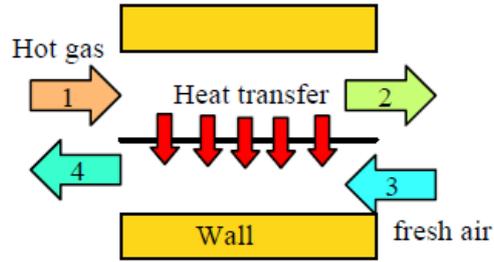
14. Um motor de expansão tem dois fluxos de entrada de água de baixa velocidade. 2,0 kg/s de vapor de alta pressão entra no ponto 1 com 2 MPa e 500°C. Água de arrefecimento a 120 kPa e 30°C entra no ponto 2. O fluxo de saída único no ponto 3 está a 150kPa e 80% de título e escoo por um duto de 0,15 m de diâmetro. Há uma perda de calor de 300 kW. Calcule a velocidade de saída e o trabalho do motor.



15. Um tanque inicialmente vazio é cheio com água proveniente de uma linha a 0,8MPa e 350°C. Assuma que não há transferência de calor e que o tanque é fechado quando a pressão interna atinge a pressão da linha. Se a massa final é 0,75 kg, encontre a temperatura e o volume do tanque.



16. Três correntes de ar todas a 200kPa são conectadas a um duto com fluxo de saída único sem transferência externa de calor. A corrente 1 com vazão de 1 kg/s de ar a 400 K, a corrente 2 com 3 kg/s de ar a 290 K e a corrente 3 com 2 kg/s e 700 K. Encontre a vazão de saída do sistema. (desconsidere a energia cinética).
17. Um trocador de calor em contra corrente troca calor entre o ar ambiente fresco a 10°C e um gás de combustão a 100°C, ambos a 1kg/s e a diferença de temperatura entre os fluxos em qualquer ponto é 50°C. Qual a temperatura de entrada do ar após a troca de calor? Calcule o coeficiente de transferência de calor se a área da interface de troca é de 2m<sup>2</sup>.



18. Um fluxo de ar a 1000 K, 100 kPa e com 0,5 kg/s flui em um forno sobre uma chapa de aço com temperatura da superfície de 400 K. O fluxo é tal que o coeficiente de transferência de calor por convecção é  $h = 125 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Qual a área da superfície pelo a qual o ar deve passar para sair com uma temperatura de 800 K? E com 600 K?  
 Transferência de calor por convecção neste caso:  $Q = hA\Delta T$

