

# Exercícios de Revisão

PME3398

*Prof. Antonio Luiz Pacífico*

1º Semestre de 2019

# Conteúdo da Aula

- 1 Exercícios de Revisão para P1
- 2 Exercícios de Revisão para P2
- 3 Exercícios de Revisão para P3

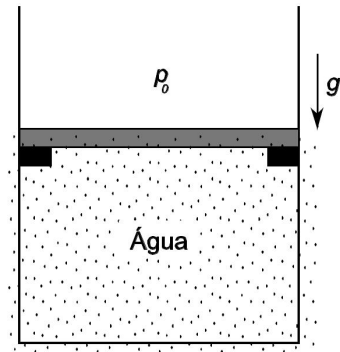
## Exercício P1.1

**Enunciado:** Um pequeno furo é feito num tanque rígido, de volume  $0,75 \text{ m}^3$ , contendo ar a  $70 \text{ kPa}$  e  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . A partir deste momento, ar do ambiente externo, que está a  $100 \text{ kPa}$  e  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , começa a escoar para dentro do tanque. O tanque troca calor com o ambiente, de forma que, ao final do processo, o ar dentro do tanque está em equilíbrio térmico com o ar ambiente. Determine a massa de ar que entra no tanque e o calor trocado.

## Exercício P1.2

**Enunciado:** A figura mostra um conjunto cilindro-pistão, com área da seção transversal igual a  $24,5 \text{ cm}^2$ , que contém  $5 \text{ kg}$  de água. Inicialmente, o pistão se encontra apoiado nos esbarros e a água apresenta  $T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  e título igual a  $20\%$ . A massa do pistão é  $75 \text{ kg}$ , a aceleração da gravidade local é  $9,81 \text{ m/s}^2$  e a pressão do ambiente é  $100 \text{ kPa}$ . Calor é transferido à água até que ela se torne vapor saturado. Pede-se:

- O volume inicial;
- A pressão final e o diagrama  $p \times v$  do processo;
- A transferência de calor no processo.



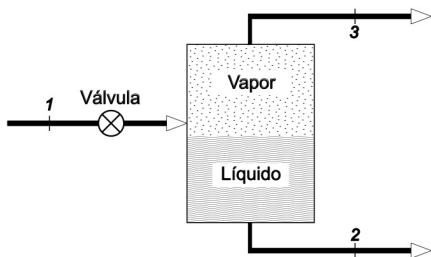
## Exercício P1.3

**Enunciado:** Um volume de  $8000 \text{ cm}^3$  de ar em um dispositivo de cilindro e pistão é comprimido isotermicamente a  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  de uma pressão de  $200 \text{ kPa}$  para uma pressão de  $800 \text{ kPa}$ . Ache o calor transmitido.

## Exercício P1.4

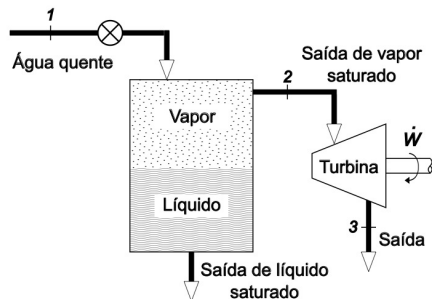
**Enunciado:** R-134a entra no equipamento de separação operando em regime permanente mostrado na figura a 1 MPa e 36 °C, a uma taxa de 482 kg/h. Líquido saturado e vapor saturado são extraídos em saídas separadas, a pressão de 400 kPa. Desprezando qualquer transferência de calor e mudanças de energia cinética e potencial, determine:

- A temperatura do vapor e do líquido extraídos;
- O fluxo mássico em cada uma das saídas.



## Exercício P1.5

**Enunciado:** Propõe-se usar um suprimento geotérmico de água quente para acionar uma turbina a vapor d'água utilizando o dispositivo esquematizado na figura. Água a alta pressão, 1,5 MPa e 180 °C, é estrangulada num evaporador instantâneo adiabático, de modo a obter líquido e vapor a pressão de 400 kPa.



O líquido sai pela parte inferior do evaporador, enquanto o vapor é retirado para alimentar a turbina. O vapor sai da turbina a 10 kPa e com título igual a 90%. Sabendo que a turbina produz uma potência de 1 MW, qual é a vazão necessária de água quente que deve ser fornecida pela fonte geotérmica?

## Exercício P2.1

**Enunciado:** Você, como gestor de uma grande empresa, precisa decidir entre duas opções de combustível para utilizar em um motor de Carnot que opera entre as temperaturas de combustão e exaustão dos gases. O combustível *A* queima a 2200 K, liberando 30 MJ/kg, custa US\$ 1,50/kg e, ao ser utilizado no motor, produz gases de exaustão a 350 K. Já o combustível *B* apresenta temperatura de combustão igual a 1200 K, liberando 40 MJ/kg, custa US\$ 1,30/kg e, ao ser utilizado no motor, produz gases a 350 K. Qual dos dois combustíveis você compraria? Justifique sua resposta.



## Exercício P2.2

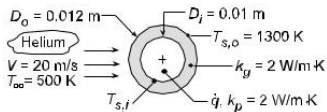
**Enunciado:** Um tanque com volume interno igual a  $0,02 \text{ m}^3$  está inicialmente evacuado. O tanque é então carregado com ar que escoa em uma linha a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $400 \text{ kPa}$ . A operação de enchimento, que acontece até o ar parar de escoar estando a válvula de admissão aberta, é muito rápida e pode ser modelada como adiabática. O tanque é desconectado da linha e, passado algum tempo em armazenamento, o ar atinge a temperatura do ambiente que se encontra a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Determine a massa de ar contida no tanque no estado final e a entropia total gerada nesse processo.

## Exercício P2.3

**Enunciado:** Num ciclo com reaquecimento, o primeiro estágio da turbina recebe da caldeira vapor a  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $4\text{ MPa}$ . Este vapor é extraído a  $1\text{ MPa}$  num ponto intermediário da turbina e retorna à caldeira, saindo posteriormente a  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Deste ponto, o vapor é introduzido no segundo estágio turbina, onde é expandido até atingir a condição de vapor saturado à pressão de  $10\text{ kPa}$ , e segue para o condensador. Sabendo que a vazão mássica no ciclo é de  $1,5\text{ kg/s}$ , admitindo que a perda de carga nas tubulações é desprezível e que os dois estágios da turbina tenham o mesmo rendimento isentrópico, determine:

- A temperatura no ponto de extração intermediária da turbina;
- O rendimento do ciclo;
- A potência líquida desenvolvida.

# Exercício P3.1



**Enunciado:** Um reator de gases de alta temperatura possui elementos combustíveis à base de óxido de urânio de formato esférico, nos quais há aquecimento volumétrico uniforme.

Cada elemento combustível encontra-se revestido por uma casca esférica de grafite, que é resfriada pelo escoamento de gás hélio a 1 atm. Considere condições de regime estacionário nas quais os efeitos radiantes podem ser desprezados, a velocidade e a temperatura do gás são de  $V = 20$  m/s e  $T_\infty = 500$  K, os diâmetros da partícula e da casca são de  $D_i = 10$  mm e  $D_e = 12$  mm, e a temperatura da superfície externa da casca é de  $T_{s,e} = 1300$  K. O óxido de urânio e grafite possuem condutividade térmica  $k_p = 2$  W/(m.K).

## Exercício P3.1: Continuação

- (a) Qual é a taxa de transferência de calor para a corrente de gás a partir de uma única partícula?
- (b) Qual é a taxa volumétrica de geração térmica na partícula e qual é a temperatura na interface entre a partícula e o grafite ( $T_{s,i}$ )?
- (c) Obtenha uma expressão para a distribuição radial de temperaturas,  $T(r)$ , na partícula, apresentando o seu resultado em termos da temperatura no centro da partícula,  $T(0)$ . Calcule  $T(0)$  para as condições especificadas.

## Exercício P3.2

**Enunciado:** A janela traseira vertical de um automóvel é quadrada com lado  $H = 0,5$  m e possui uma espessura  $L = 8$  mm. O vidro contém fios aquecedores formando uma malha fina que podem induzir um aquecimento volumétrico praticamente uniforme. Considere condições de regime estacionário, nas quais a superfície interna da janela está exposta ao ar quiescente a  $10$  °C, enquanto a superfície externa está exposta ao ar ambiente a  $-10$  °C, movendo-se paralelamente à superfície com uma velocidade de  $20$  m/s. Determine a taxa volumétrica de aquecimento necessária para manter a superfície interna da janela a uma temperatura de  $T_{s,i} = 15$  °C.

## Exercício P3.3

**Enunciado:** Vapor d'água saturado, a uma pressão absoluta de 4 bar e uma velocidade média de 3 m/s, escoava através de uma tubulação horizontal cujos diâmetros interno e externo são de 55 mm e 65 mm, respectivamente. O coeficiente de transferência de calor para o escoamento do vapor é de  $11000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Se a tubulação está coberta por uma camada de isolamento térmico de magnésia a 85% com 25 mm de espessura e encontra-se exposta ao ar atmosférico a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , determine a taxa de transferência de calor por convecção natural para a sala por unidade de comprimento da tubulação. Se o vapor está saturado na entrada da tubulação, estime a sua qualidade (título) na saída de uma tubulação com 30 m de comprimento.

## Exercício P3.4

**Enunciado:** Calcule a taxa de perda de calor por metro numa tubulação metálica de pequena espessura e 10 cm de diâmetro interno por onde escoia água líquida a  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  a uma velocidade de 3 m/s. A tubulação está coberta por uma camada de 5 cm de espessura de isolamento de magnésia 85%, cuja superfície externa tem emissividade de 0,5. O calor é transferido para a área circundante a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  por convecção natural e radiação.