

Disciplina: Termodinâmica Aplicada
Prof.: Rodrigo Lisita Ribera

Lista de exercícios referentes ao capítulo de Propriedades de uma Substância Pura

Exercícios retirados do livro “Fundamentos da Termodinâmica”. Borgnake e Sontag, tradução da 6ª edição americana.

3.3. Determine a pressão no fundo de uma geleira no polo norte que apresenta 1000 m de espessura. Admita que a massa específica do gelo é constante e igual a 920 kg/m^3 . Qual é a temperatura de fusão do gelo no fundo da geleira? Resp: $-1 \text{ }^\circ\text{C}$

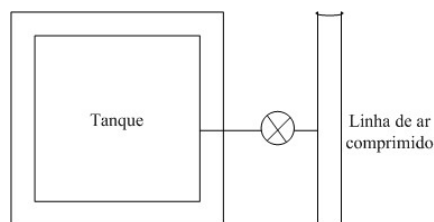
3.6. Um tanque que apresenta volume igual a 1 m^3 , contém um gás a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e 100 kPa . Qual é a massa contida no tanque se o gás é:

a) ar. Resp: $1,19 \text{ kg}$

b) neônio. Resp: $0,83 \text{ kg}$

c) propano. Resp: $1,81 \text{ kg}$

3.9. Um tanque rígido com volume de 1 m^3 contém ar a 1 MPa e 400 K . O tanque está conectado a uma linha de ar comprimido do modo mostrado na Figura. A válvula é então aberta e o ar escoou para o tanque até que a pressão alcance 5 MPa . Nesta condição a válvula é fechada e a temperatura do ar no tanque é 450 K . Qual é a massa de ar antes e depois do processo de enchimento? Se a temperatura do ar no tanque carregado cair para 300 K , qual será a pressão do ar neste novo estado? Resp: $8,7 \text{ kg}$; $38,7 \text{ kg}$; $3,3 \text{ MPa}$



3.12. Um tanque contém ar a 1 MPa e $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e é utilizado para encher um balão, que inicialmente está vazio. O diâmetro do balão cheio é igual a 2 m . Nesta condição, a pressão e a temperatura no ar do balão são respectivamente iguais a 200 kPa e $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Determine a massa de ar contida no balão cheio e o volume mínimo do tanque de modo que o processo de enchimento tenha sucesso. Admita que a temperatura do ar no tanque é sempre igual a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e que a pressão no ar no balão é linearmente proporcional ao diâmetro do balão. Resp: $79,7 \text{ kg}$; $8,4 \text{ m}^3$

3.18. Um tanque rígido, com volume de $0,25 \text{ m}^3$ contém uma substância a 2 MPa e $17 \text{ }^\circ\text{C}$. Estime, utilizando o diagrama generalizado de compressibilidade, a massa contida no tanque se a substância for:

a) ar. Resp: 5,96 kg

b) butano. Resp: 142 kg

c) propano. Resp: 114 kg

3.21. Um tanque rígido, com volume de $0,045 \text{ m}^3$, contém 2 kg de acetileno a 4,3 MPa. Estime a temperatura do acetileno utilizando o diagrama generalizado de compressibilidade. Observe que é necessário um procedimento de tentativa e erro para resolver esse problema. Resp: 361 K

Sugiro fazer os exercícios 3.27, 3.30 e 3.32, primeiro utilizando as tabelas termodinâmicas e, depois, comparar com os resultados obtidos pelo CATT.

3.27. Calcular o volume específico para os seguintes casos:

a) R-134a: $50 \text{ }^\circ\text{C}$ e título de 80%. Resp: $0,008 \text{ m}^3/\text{kg}$

b) Água: 4 MPa e título de 90%. Resp: $0,045 \text{ m}^3/\text{kg}$

c) Metano: 140 K e título de 60%. Resp: $0,060 \text{ m}^3/\text{kg}$

d) Amônia: $60 \text{ }^\circ\text{C}$ e título de 25%. Resp: $0,0135 \text{ m}^3/\text{kg}$

3.30. Determine a fase, o título (se aplicável) e a propriedade que falta (p ou T) para os seguintes casos:

a) Água $T=120 \text{ }^\circ\text{C}$ $v=0,5 \text{ m}^3/\text{kg}$

b) Água $p=100 \text{ kPa}$ $v=1,8 \text{ m}^3/\text{kg}$

c) Água $T=263 \text{ K}$ $v=200 \text{ m}^3/\text{kg}$

d) Neônio $p=750 \text{ KPa}$ $v=0,2 \text{ m}^3/\text{kg}$

e) Amônia $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$ $v=0,1 \text{ m}^3/\text{kg}$

3.32. Determine a fase e as propriedades que faltam (p, t, v e x) para os seguintes casos:

a) R-22 $T=10 \text{ }^\circ\text{C}$ $v=0,036 \text{ m}^3/\text{kg}$

b) Água $v=0,2 \text{ m}^3/\text{kg}$ $x=0,5$

c) Água $T=60 \text{ }^\circ\text{C}$ $v=0,001016 \text{ m}^3/\text{kg}$

d) Amônia $T=30 \text{ }^\circ\text{C}$ $p=60 \text{ kPa}$

e) R-134a $v=0,005 \text{ m}^3/\text{kg}$ $x=0,5$

3.33. Qual é o erro percentual na pressão se for adotado o modelo de gás perfeito para representar o comportamento do vapor superaquecido de amônia a $40 \text{ }^\circ\text{C}$ e 500 kPa? Qual será o erro percentual se for usado o diagrama generalizado de compressibilidade?

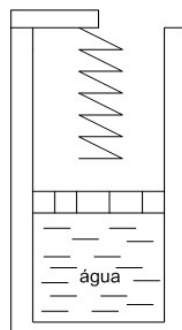
Resp: 4,5%; 1,4%

3.36. Um tanque de armazenamento de água contém líquido e vapor em equilíbrio a 110 °C. A distância entre o fundo do tanque e o nível de líquido é de 8 m. Qual é a pressão absoluta no fundo do tanque? Resp: 218 kPa

3.39. Um tanque com volume de 400 m³, está sendo construído para armazenar gás natural liquefeito (GNL). Admita, neste problema, que o GNL seja constituído por metano puro. Se o tanque deve conter 90 % de líquido e 10 % de vapor, em volume, a 100 kPa, qual será a massa, em kg, de GNL, contida no tanque? Qual será o título neste estado? Resp: 152000 kg; 4,7x10⁻⁴.

3.42. Considere como sistema uma massa de vapor d'água saturado que sempre está a 60 °C. Qual é a pressão necessária para que o volume específico da água se torne igual a 110 °C do volume específico do vapor saturado a esta temperatura? Resp: 18,9 kPa

3.45. Inicialmente, o conjunto cilindro-pistão mostrado na Figura contém 1 litro de água a 105 °C e com título igual a 0,85. O conjunto é aquecido e o pistão se movimenta. O volume interno do conjunto é 1,5 litros no instante em que o pistão toca a mola linear. O aquecimento continua até que a pressão atinja 200 kPa. Sabendo que o diâmetro do pistão é 150 mm e que a constante da mola é 100 N/mm. Calcule a temperatura na água no final do processo. Resp: 641 °C.



3.57. Um reservatório rígido e estanque, com capacidade de 2 m³, contém R-134a saturado a 10 °C. O refrigerante é, então, aquecido e notou-se que a fase líquida desaparece quando a temperatura atinge 50 °C. Nestas condições, determine a pressão no estado final do aquecimento e a massa inicial de líquido no reservatório. Resp: 1,3 MPa; 93 kg.

3.60. Considere os dois tanques A e B, conectados com uma tubulação com válvula (Veja a figura). A capacidade de cada tanque é 200 litros. O tanque A contém R-12 a 25 °C, sendo 10 % de líquido e 90 % de vapor, enquanto o tanque B está evacuado. A válvula que liga os tanques é aberta e o vapor saturado sai de A até que a pressão em B se torne igual a pressão em A. Neste instante, a válvula é fechada. Esse processo ocorre lentamente, de modo que todas as temperaturas permanecem constantes e iguais a 25 °C durante o processo. Determine a variação de título que ocorre no tanque A durante este processo? Resp: 6,8 %

