

Disciplina: Termodinâmica Aplicada
Prof.: Rodrigo Lisita Ribera

Lista de exercícios referentes ao capítulo de Trabalho e Calor

Exercícios retirados do livro “Fundamentos da Termodinâmica”. Borgnake e Sontag, tradução da 7ª edição americana.

4.24 Dois conjuntos cilindro–pistão hidráulicos mantêm a pressão de 1200 kPa. As áreas das seções transversais dos cilindros são iguais a $0,01 \text{ m}^2$ e $0,03 \text{ m}^2$. Para o pistão receber o trabalho de 1 kJ, qual deve ser o deslocamento H e a variação do volume V nos conjuntos? Desconsidere a ação da pressão atmosférica sobre os conjuntos na solução do problema.

4.27 A força de arrasto aerodinâmico num automóvel é dada por $0,225 A \rho V^2$. Admita que o ar se encontre a 290 K e 100 kPa e que a área frontal do automóvel seja 4 m^2 , e a velocidade do automóvel seja 90 km/h. Determine a quantidade de energia utilizada para vencer a resistência aerodinâmica numa viagem de 30 minutos.

4.30 Um dispositivo cilindro–pistão contém 0,2 kg de vapor d'água saturado a 400 kPa. O sistema é resfriado a pressão constante até que o volume ocupado pela água se reduz à metade do original. Determine o trabalho realizado no processo.

4.33 Um conjunto cilindro–pistão contém 1,5 kg de água a 200 kPa, 15 °C. A água é aquecida em um processo em que a pressão varia linearmente com o volume até o estado de 600 kPa e 350 °C. Determine o volume final e o trabalho realizado no processo.

- 4.42 Num conjunto cilindro-pistão com uma mola (similar ao conjunto do Problema 4.38), a pressão do ar contido varia linearmente com o volume, $P = A + B \cdot V$. Para o estado inicial $P = 150$ kPa, $V = 1$ L e estado final $P = 800$ kPa e $V = 1,5$ L, determine o trabalho feito pelo ar.

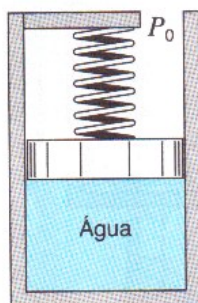


Figura P4.38

- 4.45 Calor é transferido para um bloco de 1,5 kg de gelo a -10 °C que derrete na cozinha e, ao final, a temperatura é de 10 °C. Quanto de trabalho a água fornece?
- 4.48 Considere um processo politrópico em que a pressão é diretamente proporcional ao volume ($n = -1$). O estado inicial do processo é definido por $P = 0$ e $V = 0$ e o final é definido por $P = 600$ kPa e $V = 0,01$ m³. Determine o trabalho realizado nesse processo.
- 4.51 O conjunto cilindro-pistão mostrado na Figura P4.51 contém inicialmente 0,2 m³ de dióxido de carbono a 300 kPa e 100 °C. Pesos são, então, adicionados sobre o pistão de modo que o gás é comprimido segundo a relação $PV^{1,2} = \text{constante}$ até a temperatura final de 200 °C. Determine o trabalho realizado nesse processo.

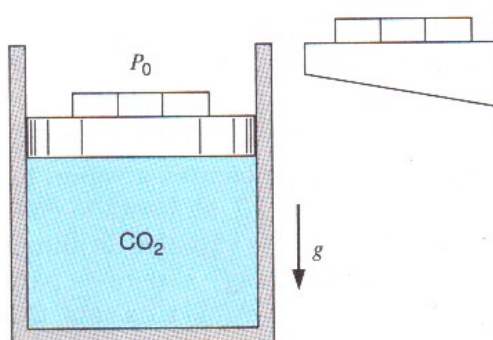


Figura P4.51

- 4.54 A pressão interna num balão é dada por $P = C_2 V^{1/3}$, em que $C_2 = 100 \text{ kPa/m}$. O balão é enchido com ar de um volume inicial de 1 m^3 até o volume final de 3 m^3 . Determine a massa de ar contida no balão no estado final e o trabalho realizado pelo ar no processo. Admita que a temperatura do ar seja constante e igual a 25°C .
- 4.57 Um balão se comporta de tal modo que a pressão interna é proporcional ao quadrado do diâmetro. Esse balão contém 2 kg de amônia inicialmente a 0°C e com título de 60% . O balão e a amônia são então aquecidos até que a pressão interna final atinja 600 kPa . Considerando a amônia como sistema, qual é o trabalho realizado durante o processo?
- 4.60 Um dispositivo cilindro-pistão com mola contém 1 kg de água a 500°C e 3 MPa . O conjunto é construído de tal forma que a pressão é proporcional ao volume: $P = CV$. Calor é retirado até a água se tornar vapor saturado. Represente o processo no plano P - V e determine o estado final e o trabalho no processo.
- 4.66 Um conjunto cilindro-pistão contém $1,5 \text{ kg}$ de ar a 300 K e 150 kPa . O ar é então aquecido em dois processos sucessivos: o primeiro ocorre a volume constante e a temperatura é elevada até 1000 K , (estado 2), o segundo processo ocorre a pressão constante até 1500 K (estado 3). Determine o volume do ar no estado final e o trabalho realizado nos dois processos.
- 4.69 Um conjunto cilindro-pistão contém 50 kg de água a 200 kPa com um volume de $0,1 \text{ m}^3$. Esbarras no cilindro restringem o volume a $0,5 \text{ m}^3$. O conjunto é semelhante ao da Figura P4.67. A água é aquecida até 200°C . Determine o trabalho realizado no processo, a pressão e a temperatura no estado final.

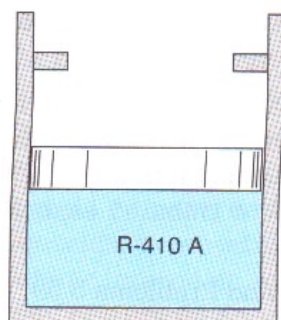


Figura P4.67

- 4.72 Considere o conjunto cilindro–pistão mostrado na Figura P4.72. O conjunto contém 10 kg de água inicialmente, no estado saturado a 100 kPa e com título 50%. A água é então aquecida até o volume do conjunto se tornar igual ao triplo do volume inicial. A massa do pistão é tal que a pressão interna necessária para desencostá-lo do esbarro é 200 kPa.

- Determine a temperatura e o volume da água no estado final.
- Determine o trabalho realizado pela água no processo.

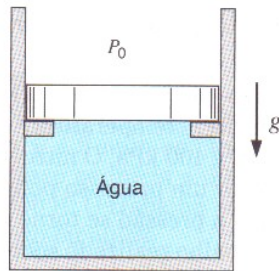


Figura P4.72

- 4.90 Um guindaste levanta verticalmente um recipiente cheio de concreto com massa total igual a 450 kg, com velocidade de ascensão da carga constante e igual a 2,0 m/s. Determine a potência utilizada para realizar esse movimento.
- 4.99 Um conjunto cilindro–pistão contém ar a 300 kPa e 300 K e o volume do ar é 0,1 m³. O ar é aquecido até 600 K num processo que dura 30 s com velocidade do pistão constante. Determine a potência fornecida ao pistão.
- 4.102 Calcule a taxa de transferência de calor através de uma placa de madeira de 1,5 cm de espessura, $k = 0,16 \text{ W/m K}$, com uma diferença de temperatura entre os dois lados de 20 °C.
- 4.105 Um aquecedor de água apresenta área superficial igual a 3 m² e está coberto com uma camada de isolante térmico. As temperaturas interna e externa da camada de isolante são respectivamente iguais a 75 e 18 °C, e o material isolante apresenta condutibilidade térmica igual a 0,08 W/mK. Qual deve ser a espessura da camada de isolante para que a transferência de calor do aquecedor seja igual a 200 W?

- 4.111 A grade preta atrás de um refrigerador⁵ tem a temperatura da superfície igual a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e uma superfície total de 1 m^2 . A transferência de calor para o ambiente a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ se dá com um coeficiente de transferência de calor médio por convecção de $15\text{ W/m}^2\text{ K}$. Quanto de energia pode ser removida durante 15 min de operação?
- 4.114 A temperatura da superfície de uma tora de madeira, numa fornalha, é $450\text{ }^{\circ}\text{C}$. Admitindo que a emissividade da superfície da tora seja igual a 1,0 (corpo negro perfeito), determine a taxa de emissão de energia por radiação por unidade de área.
- 4.117 Um cilindro vertical (Figura P 4.117) tem um pistão de 61,18 kg travado por um pino e contém 10 L de R-410A à temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ e título 90%. A pressão atmosférica é de 100 kPa e a área da seção transversal é de $0,006\text{ m}^2$. O pino é removido e o pistão se move até o R-410A atingir o equilíbrio à temperatura de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine a pressão e o volume finais, bem como o trabalho feito pelo R-410A.

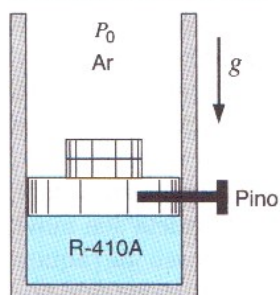


Figura P4.117

- 4.126 O espaço localizado acima do nível d'água num tanque fechado contém nitrogênio a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $0,1\text{ MPa}$. O volume total do tanque é de 4 m^3 e contém 500 kg de água a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uma quantidade adicional de 500 kg de água é forçada para dentro do tanque. Admitindo que a temperatura permaneça constante no processo, calcule a pressão final no nitrogênio e o trabalho realizado sobre o nitrogênio durante o processo.

- 4.129 A Figura P4.129 mostra um conjunto cilindro-pistão que contém amônia a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $x = 0,13$ e $V = 1\text{ m}^3$. A massa do pistão pode ser considerada nula, as duas molas são lineares e apresentam a mesma constante de mola. As duas molas estão distendidas quando o pistão se encontra no fundo do cilindro e a segunda mola toca o pistão quando o volume confinado for igual a 2 m^3 . A amônia é, então, aquecida até que a pressão interna se torne igual a 1200 kPa . Sabendo que a pressão atmosférica é 100 kPa , determine o valor da pressão na amônia no momento em que o pistão toca a segunda mola. Calcule também a temperatura final do processo e o trabalho realizado pela amônia.

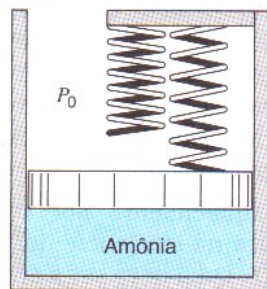


Figura P4.129

Respostas

- 4.24 $0,000833\text{ m}^3$, $0,083\text{ m}$,
 $0,0278\text{ m}$
 4.27 $30,4\text{ MJ}$
 4.30 $-18,5\text{ kJ}$
 4.33 $0,71\text{ m}^3$, -291 kJ
 4.42 $0,24\text{ kJ}$
 4.45 $-0,014\text{ kJ}$
 4.48 3 kJ
 4.51 -80 kJ
 4.54 $5,06\text{ kg}$, 250 kJ
 4.57 118 kJ
 4.60 2270 kPa , -75 kJ
 4.66 $1,29\text{ m}^3$, 215 kJ
 4.69 $1,55\text{ MPa}$, $0,5\text{ m}^3$, 80 kJ
 4.72 $829\text{ }^{\circ}\text{C}$, $25,4\text{ m}^3$, $3,39\text{ MJ}$
 4.90 $8,83\text{ kW}$
 4.99 1 kW
 4.102 213 W/m^2
 4.105 $0,068\text{ m}$
 4.111 203 kJ
 4.114 $15,5\text{ kW/m}^2$
 4.117 200 kPa , $41,9\text{ L}$, $6,38\text{ kJ}$
 4.126 117 kPa , -54 kJ
 4.129 699 kPa , $51\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1343 kJ