FCM0502 - Física II

9ª Lista de exercícios - Temperatura, calor e primeira lei da termodinâmica

24/11/2016

Cap. 18 Tipler e Mosca, Vol. 1, 4a. edição — Temperatura e gases ideais

2. Como determinar se dois corpos estão ou não em equilíbrio térmico se for impossível pôr um em contato com o outro?

19. Um termistor é um dispositivo de estado sólido cuja resistência varia significativamente com a temperatura, segundo a expressão $R = R_0 \exp(B/T)$, com R em ohms (Ω), T em kelvins e duas constantes R_0 e B. Para determinar essas constantes, mede-se R em dois pontos de calibração, por exemplo, no ponto de gelo e no de vapor.
    a) Se $R = 7360\,\text{ohm}$ no ponto do gelo e $R = 153\,\text{ohm}$ no de vapor, calcule R_0 e B.
    b) Qual a resistência do termistor na temperatura $t = 98.6\,^\circ\text{F}$?
    c) Qual a taxa de variação dR/dT da resistência com a temperatura no ponto do gelo e no ponto do vapor?
    d) Em qual tempertura é o termistor mais sensível?

25. Com uma bomba de difusão a óleo, consegue chegar-se a um váculo de $1 \times 10^{-8}\,\text{torr}$. Quantas moléculas há em um $1\,\text{cm}^3$ de um gás sob essa pressão à temperatura de $300\,\text{K}$?

31. Um pneu de automóvel está cheio até a pressão manométrica (isto é, diferença entre a pressão no pneu e na atmosfera) de $200\,\text{kPa}$ na temperatura de $20\,^\circ\text{C}$. Depois de o carro rodar a alta velocidade, a temperatura nos pneus é $50\,^\circ\text{C}$.
    a) Admitindo que a o volume do pneu não se altere e que o comportamento do ar seja de gás ideal, calcule a nova pressão manométrica.
    b) Refaça o item anterior admitindo que o volume do pneu cresce $10\,\%$.

32. Um mergulhador está a $40\,\text{m}$ de profundidade num lago, a $5\,^\circ\text{C}$. As bolhas de ar que ele liberta têm o volume de $15\,\text{cm}^3$. As bolhas sobem até a superfície, onde a temperatura é $25\,^\circ\text{C}$. Qual o volume das bolhas no instante em que emergem (lembre-se de que a pressão nas bolhas também muda durante a subida)?

53. Certo ou errado: se a pressão de um gás aumenta, sua temperatura também aumenta.

76. Um cilindro de 2.4 m de altura está cheio com 0.1 mol de gás ideal nas condições normais de temperatura e pressão (figura abaixo), fechado acima por um pistão de 1.4 kg. Deixa-se o pistão descer até ficar em equilíbrio.

a) Calcule a altura em que o pistão fica. Admita que a temperatura do gás não se altera à medida que o pistão desce.

b) O pistão é agora empurrado ligeiramente para baixo, além da posição de equilíbrio, e depois libertado. Admita que a temperatura do gás permaneça constante para determinar a frequência de vibração do pistão.

Cap. 19 Tipler e Mosca, Vol. 1, 4a. edição —Calor, primeira lei, processos em gases ideais

3. O calor específico do alumínio é mais do que o dobro do calor específico do cobre. Numa certa experiência, amostras de cobre e de alumínio, com as mesmas massas, ambas a 20 °C, são lançadas num calorímetro com água a 40 °C. Quando se atinge o equilíbrio térmico

a) O alumínio está em temperatura mais alta do que o cobre.

b) O alumínio absorveu menos energia do que o cobre.

c) O alumínio absorveu meais energia do que o cobre.

d) As afirmações (a) e (c) estão corretas.

7. Que quantidade de calor deve ser removida para que 100 g de vapor de água, a 150 °C, sejam resfriados e congelados para formar 100 g de gelo a 0 °C? O calor específico do vapor de água é 2.01 kJ/kgK.

10. Um projétil de chumbo, com 30 g, inicialmente a 20 °C, é disparado contra o bloco de um pêndulo balístico e fica nele encravado. Vamos admitir que toda a energia cinética do projétil seja convertida em energia térmica do próprio projétil. Se a velocidade do projétil for de 420 m/s, qual a sua temperatura imediatamente após chegar ao repouso.

20. Quer-se determinar o calor específico de um bloco de material de 100 kg. O bloco é colocado num calorímetro de cobre (25 g) que contém 60 g de água. Inicialmente o sistema está em equilíbrio a 20 °C. Depois, 120 mL de água, a 80 °C, juntam-se

ao calorímetro com o bloco. Atingido o equilíbrio térmico, a temperatura da água é 54 °C. Determine o calor específico do material do bloco.

25. Um sistema pode absorver calor sem que sua energia interna se altere?

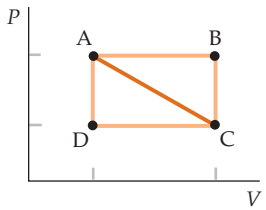
26. Na equação $Q = \Delta U + W$, as grandezas Q e W representam
    a) O calor absorvido pelo sistema e o trabalho feito pelo sistema.
    b) O calor absorvido pelo sistema e o trabalho feito sobre o sistema.
    c) O calor cedido pelo sistema e o trabalho efetuado pelo o sistema.
    d) O calor absorvido pelo sistema e o trabalho efetuado sobre o sistema.

28. Um gás se expande e efetua 800 kJ de trabalho. Ao mesmo tempo, absorve 400 kcal de calor. Qual a variação de sua energia interna?

34. Num dia frio, as mãos são aquecidas esfregando-se uma contra a outra.
    a) Admita que o coeficiente de atrito entre as superfícies das mãos seja 0.5, que a força normal entre as mãos seja 35 N, e que a velocidade média de esfregamento de uma contra a outra seja de 35 cm/s. Qual a taxa de geração de calor?
    b) Vamos admitir, também, que a massa de cada mão seja de 350 g, que o calor específico seja da ordem de 4 kJ/kg K e que todo o calor gerado contribua para a elevação da temperatura das mãos. Durante quanto tempo as mãos devem ser esfregadas para se conseguir uma elevação de 5 °C na sua temperatura?

36. Um gás ideal, sob pressão de 1 atm, a 300 K, está confinado numa metade de um vaso termicamente isolado, separada da outra metade (completamente vazia) por uma fina membrana. A membrana é então rompida e se espera que o equilíbrio se re-estabeleça. No equilíbrio, qual das seguintes respostas está correta?
    a) A pressão é de 0.5 atm e a temperatura, de 150 K;
    b) A pressão é de 1 atm e a temperatura, de 150 K;
    c) A pressão é de 0.5 atm e a temperatura, de 300 K;
    d) Nenhuma das acima.

38. Um gás passa reversivelmente do estado A para o estado C (figura abaixo). O trabalho efetuado pelo gás é



    a) Maior no processo $A \to B \to C$;

b) Menor no processo $A \to C$;

c) Maior no processo $A \to D \to C$;

d) O mesmo nos três processos.

41. Um mol de gás tem inicialmente $P_1 = 3\,\text{atm}$, $V_1 = 1\,\text{L}$ e energia interna $U_1 = 456\,\text{J}$. Depois de um processo térmico, e passa a ter $P_2 = 2\,\text{atm}$, $V_2 = 3\,\text{L}$ e energia interna $U_2 = 912\,\text{J}$. O processo é descrito da seguinte forma. O gás se expande isotermicamente até atingir o volume de 3 L e a pressão de 1 atm. Depois é aquecido a volume constante até sua pressão ser de 2 atm.

a) Mostre o processo em diagrama PV e calcule o trabalho efetuado pelo gás.

b) Calcule o calor trocado durante o processo.

46. Um gás ideal, inicialmente a 20 °C e 200 kPa, tem 4 L de volume. O gás sofre expansão isotérmica e quase-estática até chegar a 100 kPa. Calcule

a) O trabalho de expansão do gás;

b) O calor cedido para o gás durante a expansão.

56. Quando um gás ideal passa por processo adiabático

a) Não há trabalho sobre ele;

b) O sistema não recebe calor;

c) A energia interna permanece constante;

d) O calor recebido pelo sistema é igual ao trabalho por ele feito.

57. Um mol de gás ideal ($\gamma = 5/3$) expande-se adiabática e quase-estaticamente da pressão de 10 atm e da temperatura de 0 °C até a pressão final de 2 atm. Calcule

a) Os volumes inicial e final;

b) A temperatura final;

c) O trabalho feito pelo gás.

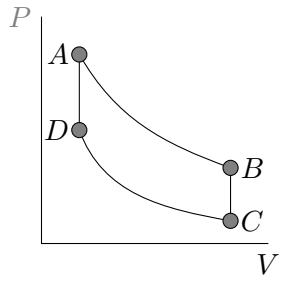
64. Um gás ideal, no volume V_1 e na pressão P_1 expande-se adiabática e quase-estaticamente até o volume V_2 e a pressão P_2. Calcule o trabalho, via integração de $P\,\mathrm{d}V$. Mostre que o resultado é igual a

$$\frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{\gamma - 1},$$

onde $\gamma = C_P/C_V$.

68. No ponto D da figura abaixo, a pressão e a temperatura de 2 moles de um gás ideal monoatômico são 2 atm e 360 K, respectivamente. O volume do gás no ponto B é três vezes maior do que o volume no ponto D e sua pressão é o dobro da

pressão no ponto C. Os processos AB e CD são adiabáticos. O gás efetua o ciclo $D \to A \to B \to C \to D$. Calcule o trabalho efetuado e o calor absorvido pelo gás em cada um dos quatro processos.



71. Um gás ideal com n moles na pressão P_1, com volume V_1 e na temperatura T_q se expande isotermicamente até a pressão ser P_2 e o volume V_2. Depois, expande-se adiabaticamente até a temperatura cair a T_f, a pressão ser P_3 e o volume, V_3. Em seguida, é comprimido isotermicamente até a pressão ser P_4 e o volume, V_4. Este último se relaciona com o volume V_1 pela igualdade

$$T_f V_4^{\gamma-1} = T_q V_1^{\gamma-1}.$$

O gás é então comprimido adiabaticamente até voltar ao estado inicial para definir o *ciclo de Carnot*.

a) Trace o gráfico PV desse ciclo. Cada etapa é quase-estática;

b) Mostre que o calor Q_f absorvido durante a expansão isotérmica é

$$Q_f = nRT_q \ln\Big(\frac{V_2}{V_1}\Big).$$

c) Mostre que o calor Q_f cedido durante a compressão isotérmica é

$$Q_f = nRT_f \ln\Big(\frac{V_3}{V_4}\Big).$$

d) Sabendo que $TV^{\gamma-1}$ é constante numa expansão adiabática, mostrar que

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}.$$

e) O rendimento de um ciclo de Carnot é a razão entre o trabalho efetuado e o calor absorvido Q_q. Com ajuda da primeira lei da termodinâmica, mostre que o rendimento é

$$\eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_q}.$$

f) Com os resultados obtidos, mostre que

$$\frac{Q_f}{Q_q} = \frac{T_f}{T_q}.$$

102. Um cilindro vertical, termicamente isolado, está dividido em duas seções por um pistão móvel de massa m. No estado inicial o pistão é mantido em repouso. A parte superior do cilindro está vazia, e a inferior contém 1 mol de gás ideal diatômico a 300 K. Depois de o pistão ficar livre e de o sistema atingir o equilíbrio, o volume ocupado pelo gás fica dividido pela metada. Calcule a temperatura final do gás.