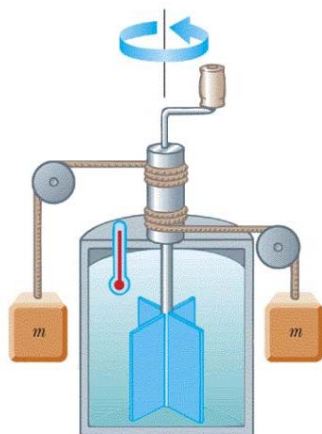




## Fenômenos Térmicos

### Primeiro Quadrimestre de 2012

#### Lista 2



#### Calor e Energia interna

1) Considere o aparelho de Joule mostrado na figura ao lado. Cada uma das duas massas é de 1,50 kg, e o tanque isolado é preenchido com 200 g de água. Qual é o aumento na temperatura da água depois que as massas caem uma distância de 3,00 m?

#### Calor Específico

2) Uma amostra de 50,0 g de cobre está a 25,0 °C. Se 1200 J de energia forem adicionados à amostra pelo calor, qual é a temperatura final do cobre?

3) Uma ferradura de ferro com 1,50 kg inicialmente a 600 °C é colocada em um balde contendo 20,0 kg de água a 25°C. Qual é a temperatura final? (Despreze o calor específico do balde e considere que uma quantidade ínfima de água entra em ebulição.

4) Se uma massa  $m_2$  de água a  $T_2$  é vertida em uma xícara de alumínio de massa  $m_{Al}$  contendo a massa  $m_1$  de água a  $T_1$ , onde  $T_2 > T_1$ , qual é a temperatura de equilíbrio do sistema?

5) Um aquecedor de água é operado por energia solar. Se o coletor solar tem 6,00 m<sup>2</sup> de área e a intensidade fornecida pela luz solar é de 550 W/m<sup>2</sup>, quanto tempo leva para aumentar a temperatura de 1,00 m<sup>3</sup> de água de 20,0°C para 60,0°C?

6) Um estudante obtém os seguintes dados em um experimento de calorimetria projetado para medir o calor específico do alumínio:

Temperatura inicial da água e do calorímetro: 70°C

Massa da água: 0,400 kg

Massa do calorímetro: 0,040 kg

Calor específico do calorímetro: 0,63 kJ/kg.°C

Temperatura inicial do alumínio: 27°C

Massa do alumínio: 0,200 kg

Temperatura final da mistura: 66,3°C

Use esses dados para determinar o calor específico do alumínio.

#### Calor Latente

7) Quanta energia é necessária para mudar um cubo de gelo de 40,0 g a -10,0°C para vapor a 110 °C?

8) Uma bala de chumbo de 3,00 g a 30,0°C é disparada a uma velocidade de 240 m/s contra um grande bloco de gelo a 0°C e nele fica presa. Qual é a quantidade de gelo que derrete?

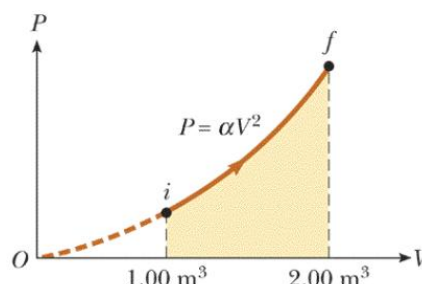
9) Em um recipiente isolado, 250 g de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$  são adicionados a 600 g de água a  $18,0^{\circ}\text{C}$ . (a) Qual é a temperatura final do sistema? (b) Quanto gelo permanece quando o sistema atinge o equilíbrio?

10) Suponha que o granizo a  $0^{\circ}\text{C}$  cai pelo ar à temperatura uniforme de  $0^{\circ}\text{C}$  e aterrissa sobre uma calçada que está na mesma temperatura. O granizo deve cair de qual altura inicial para derreter completamente no impacto?

11) Se 90,0 g de chumbo derretido a  $327,3^{\circ}\text{C}$  são vertidos em um molde de ferro de 300 g inicialmente a  $20,0^{\circ}\text{C}$ , qual é a temperatura final do sistema? (Considere que não ocorre perda alguma de energia para o ambiente).

### Trabalho em processos termodinâmicos

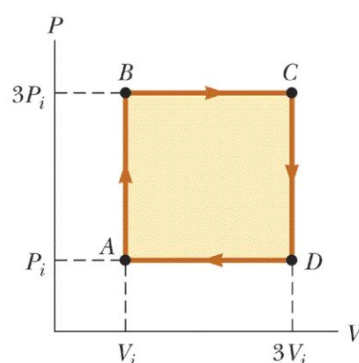
12) Uma amostra de gás ideal é expandida para o dobro de seu volume original de  $1,00\text{ m}^3$  em um processo quase-estático para o qual  $P = \alpha V^2$ , com  $\alpha = 5,00\text{ atm/m}^6$ , como visto na figura. Quanto trabalho é realizado sobre o gás em expansão?



13) Coloca-se um gás ideal em um cilindro com um pistão móvel na parte de cima. O pistão tem massa 8 000 g e uma área de  $5,00\text{ cm}^2$  e é livre para deslizar para cima e para baixo mantendo a pressão do gás constante. Quanto trabalho é realizado sobre o gás quando a temperatura de 0,200 mol do gás é elevada de  $20,0^{\circ}\text{C}$  para  $300^{\circ}\text{C}$ ?

14) Coloca-se um gás ideal em um cilindro que tem um pistão móvel na parte de cima. O pistão tem massa  $m$  e área  $A$  e é livre para deslizar para cima e para baixo, mantendo a pressão do gás constante. Quanto trabalho é realizado sobre o gás quando a temperatura de  $n$  moles do gás é elevada de  $T_1$  para  $T_2$ ?

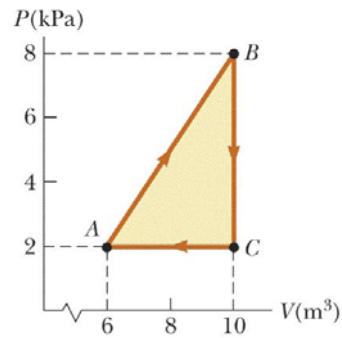
15) Um gás ideal inicialmente a  $P_i$ ,  $V_i$  e  $T_i$  realiza um ciclo como na figura. (a) Descubra o trabalho resultante realizado sobre o gás por ciclo. (b) Qual é a energia resultante adicionada ao sistema pelo calor do ciclo? (c) Obtenha o valor numérico do trabalho resultante realizado por ciclo para 1,00 mol de gás inicialmente a  $0^{\circ}\text{C}$ .



16) Um mol de gás ideal está contido em um cilindro com um pistão móvel. A pressão, o volume e a temperatura iniciais são  $P_i$ ,  $V_i$  e  $T_i$ , respectivamente. Descubra o trabalho realizado sobre o gás para os seguintes processos e faça um diagrama PV de cada processo: (a) Uma compressão isobárica na qual o volume final é metade do volume inicial. (b) Uma compressão isotérmica na qual a pressão final é quatro vezes a pressão inicial. (c) Um processo isocórico no qual a pressão final é o triplo da pressão inicial.

### A primeira lei da Termodinâmica

17) Um gás realiza o processo cíclico descrito na figura. (a) Encontre a energia resultante transferida para o sistema pelo calor durante um ciclo completo. (b) Se o ciclo for revertido – isto é, se o processo seguir a trajetória ACBA – qual será a entrada de energia resultante por ciclo pelo calor?



18) Considere o processo descrito na figura do problema anterior. Se  $Q$  é negativa para o processo BC, e se  $\Delta E_{\text{int}}$  é negativa para o processo CA, quais sinais para  $Q$ ,  $W$  e  $\Delta E_{\text{int}}$  estão associados com cada processo?

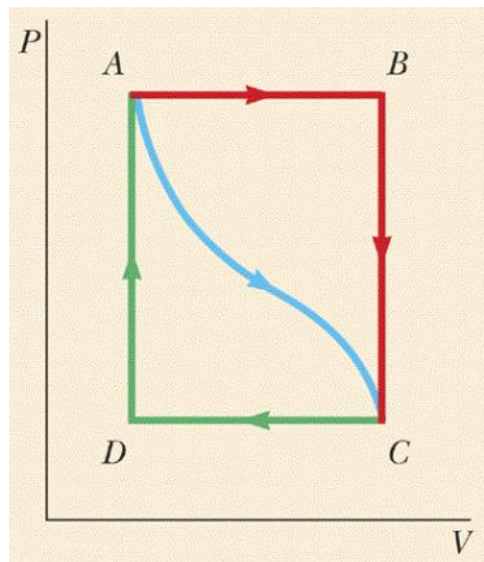
### Algumas Aplicações da primeira lei da Termodinâmica

19) Um gás ideal inicialmente a 300 K sofre uma expansão isobárica a 2,5 kPa. Se o volume aumenta de 1,00 m³ para 3,00 m³ e 12,5 kJ são transferidos para o gás pelo calor, quais são (a) a mudança em sua energia interna e (b) sua temperatura final?

20) Um bloco de 1,00 kg de alumínio é aquecido à pressão atmosférica de maneira que sua temperatura aumente de 22,0°C para 40,0°C. Encontre (a) o trabalho realizado sobre o alumínio, (b) a energia adicionada a ele pelo calor e (c) a mudança na sua energia interna.

21) Na figura, a mudança na energia interna de um gás levado de A para C é de + 800 J. O trabalho realizado sobre o gás ao longo da trajetória ABC é -500 J. (a) Quanta energia deve ser adicionada ao sistema pelo calor quando este vai de A através de B e segue para C? (b) Se a pressão no ponto A é cinco vezes a do ponto C, qual é o trabalho realizado sobre o sistema quando se vai de C para D? (c) Qual é a energia trocada com as vizinhanças pelo calor quando o ciclo vai de C para A ao longo da trajetória passando por D? (d) Se a mudança na energia interna indo-se do ponto D para o ponto A é + 500 J, quanta energia deve ser adicionada ao sistema

pelo calor quando este vai do ponto C para o ponto D?



### Capacidades Caloríficas molares de Gases ideais

22) Calcule a mudança na energia interna de 3,00 moles de gás hélio quando sua temperatura é aumentada 2,00 K. Dados (em J/mol.K, a 300 K):  $C_p = 20,8$ ;  $C_v = 12,5$ ;  $C_p - C_v = 8,33$ ;  $\gamma = C_p/C_v = 1,67$ .

23) Em um processo realizado a volume constante, 209 J de energia são transferidos pelo calor para 1,00 mol de um gás ideal monoatômico inicialmente a 300 K. Encontre (a) o aumento na energia interna do gás, (b) o trabalho realizado sobre ele e (c) sua temperatura final.

24) Uma garrafa térmica de 1 L está cheia de chá a 90,0°C. Você serve uma xícara e imediatamente tampa a garrafa. Estime a ordem de grandeza da mudança na temperatura do chá restante no frasco que resulta da entrada do ar à temperatura ambiente. Apresente as grandezas que você toma como dados e os valores que você mede ou estima para elas.

25) Para um gás diatômico ideal,  $C_v = 5R/2$ . Um mol deste gás tem pressão  $P$  e Volume  $V$ . Quando o gás é aquecido, sua pressão triplica e seu volume dobra. Se esse processo de aquecimento inclui dois passos, o primeiro a pressão constante e o segundo a volume constante, determine a quantidade de energia transferida para o gás pelo calor.

### Processos Adiabáticos para um gás ideal

26) Durante o movimento de compressão rápida de um motor a gasolina, a pressão aumenta de 1,00 atm para 20,0 atm. Considerando que o processo é adiabático e o gás é ideal com  $\gamma = 1,40$ , (a) por qual fator o volume se altera e (b) por qual fator a temperatura se altera? (c) Se a compressão começa com 0,016 0 moles de gás a 27,0°C, quais são os valores de  $Q$ ,  $W$  e  $E_{int}$  que caracterizam esse processo?

27) O ar em uma nuvem se expande à medida que sobe. Se a temperatura inicial é 300 K e nenhuma energia é perdida por meio da condução térmica na expansão, qual é a temperatura quando o volume inicial dobra?

28) Quanto trabalho é necessário para comprimir 5,00 moles de ar a 20,0°C e 1,00 atm para um décimo do volume original por (a) um processo isotérmico e (b) um processo adiabático? (c) Qual é a pressão final nos dois casos?

29) Uma amostra de 4,00 L de um gás diatômico ideal com uma razão de calor específico de 1,40, confinado em um cilindro, realiza um ciclo fechado. O gás está inicialmente a 1,00 atm e 300 K. Primeiro, sua pressão é triplicada a volume constante. Então, expande-se adiabaticamente até sua pressão original. Finalmente, o gás é comprimido isobaricamente para seu volume original. (a) Trace um diagrama PV desse ciclo. (b) Determine o volume do gás ao final da expansão adiabática. (c) Encontre a temperatura do gás no início da expansão adiabática. (d) Encontre a temperatura ao final do ciclo. (e) Qual é o trabalho resultante realizado sobre o gás para esse ciclo?

## Capacidades Caloríficas Molares e a Equipartição da Energia

30) Uma certa molécula tem  $f$  graus de liberdade. Demonstre que um gás ideal que consiste em tais moléculas tem as seguintes propriedades: (1) sua energia interna total é  $fnRT/2$ ; (2) sua capacidade calorífica molar a volume constante é  $fR/2$ ; (3) sua capacidade calorífica molar a pressão constante é  $(f + 2)R/2$ ; (4) sua razão de calor específico é  $\gamma = C_p/C_v = (f + 2)/f$ .

## Mecanismos de Transferência de Energia em processos térmicos

31) O vidro de uma janela tem área de  $3,00 \text{ m}^2$  e espessura de  $0,600 \text{ cm}$ . Se a diferença de temperatura entre suas faces é  $25,0^\circ\text{C}$ , qual é a taxa de transferência de energia pela condução através da janela?

32) Uma barra de ouro está em contato térmico com uma barra de prata de mesmo comprimento e área. Uma extremidade da barra composta é mantida a  $80,0^\circ\text{C}$  e a extremidade oposta está a  $30,0^\circ\text{C}$ . Quando a transferência de energia atinge o estado estacionário, qual a temperatura na junção?

33) Um estudante tenta decidir o que vestir. Seu quarto está a  $20^\circ\text{C}$ . A temperatura de sua pele é de  $35^\circ\text{C}$ . A área de sua pele exposta é  $1,50 \text{ m}^2$ . A pele das pessoas de todas as raças fica escura no infravermelho, com emissividade de cerca de  $0,900$ . Descubra a perda de energia resultante do seu corpo pela radiação em  $10,0 \text{ min}$ .

## GABARITO

1)  $0,105^\circ\text{C}$

2)  $87,0^\circ\text{C}$

3)  $29,6^\circ\text{C}$

$$4) T_f = \frac{(m_{Al}c_{Al} + m_c c_w)T_c + m_h c_w T_h}{m_{Al}c_{Al} + m_c c_w + m_h c_w}$$

5)  $14,1 \text{ h}$

6)  $800 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

7)  $1,22 \times 10^5 \text{ J}$

8)  $0,294 \text{ g}$

9) (a)  $0^\circ\text{C}$ ; (b)  $114 \text{ g}$

10)  $3,40 \times 10^4 \text{ m}$

11)  $59,4^\circ\text{C}$

12)  $-1,18 \text{ MJ}$

13)  $-466 \text{ J}$

14)  $-nR(T_2 - T_1)$

15) (a)  $-4P_i V_i$ ; (b)  $4P_i V_i$ ; (c)  $-9,08 \text{ kJ}$

16) (a)  $+P_i V_i/2$ ; (b)  $+1,39 P_i V_i$ ; (c)  $W = 0$

17) (a)  $12,0 \text{ kJ}$ ; (b)  $-12,0 \text{ kJ}$

18)	$Q$	$W$	$\Delta E_{\text{int}}$
BC	-	0	-
CA	-	+	-
AB	+	-	+

19) (a)  $7,50 \text{ kJ}$ ; (b)  $900 \text{ K}$

20) (a)  $-48,6 \text{ mJ}$ ; (b)  $16,2 \text{ kJ}$ ; (c)  $16,2$

21) (a)  $1300 \text{ J}$ ; (b)  $100 \text{ J}$ ; (c)  $-900 \text{ J}$ ; (d)  $-1400 \text{ J}$

22)  $75,0 \text{ J}$

23) (a)  $209 \text{ J}$ ; (b)  $W = 0$ ; (c)  $317 \text{ K}$

24) entre  $10^{-3}^\circ\text{C}$  e  $10^{-2}^\circ\text{C}$

25)  $13,5 \text{ PV}$

26) (a)  $0,118$ ; (b)  $2,35$ ; (c)  $Q = 0$ ;  $W = +135 \text{ J}$ ;  $\Delta E_{\text{int}} = 135 \text{ J}$

27)  $227 \text{ K}$

28) (a)  $28,0 \text{ kJ}$ ; (b)  $46,1 \text{ kJ}$ ; (c)  $25,1 \text{ atm}$

29) (b)  $8,79 \text{ L}$ ; (c)  $900 \text{ K}$ ; (d)  $300 \text{ K}$ ; (e)  $-336 \text{ J}$

30) Demonstração

31)  $10,0 \text{ kW}$

32)  $51,2^\circ\text{C}$

33)  $7,48 \times 10^4 \text{ J}$