

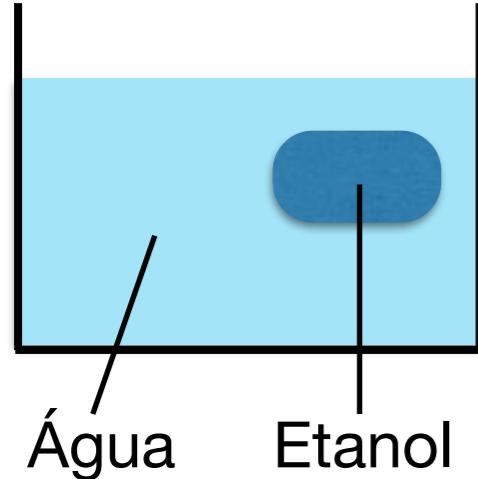
Física Geral I • FIS0703

Aula prática 08

22/11/2016

Exercícios da termodinâmica

3. Num calorímetro contendo 2.5 kg de água à temperatura inicial de 15.00°C são colocados 50 g de etanol à temperatura de 30.00°C. Quando a temperatura da mistura estabiliza, o seu valor é 15.17°C. Determine o calor específico do etanol.



$$m_a = 2.5 \text{ kg} \quad T_a = 15.00^\circ\text{C} \quad c_a = 4.186 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$m_e = 0.05 \text{ kg} \quad T_e = 30.00^\circ\text{C}$$

$$\text{Temperatura final da mistura: } T_f = 15.17^\circ\text{C}$$

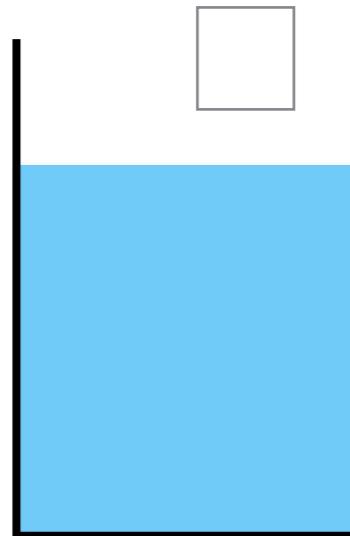
$$Q_a = -Q_e$$

$$m_a c_a (T_f - T_a) = -m_e c_e (T_f - T_e)$$

$$c_e = -\frac{m_a(T_f - T_a)}{m_e(T_f - T_e)} c_a = -\frac{2.5 \text{ kg}}{0.05 \text{ kg}} \frac{0.17^\circ\text{C}}{(-14.83^\circ\text{C})} 4.186 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$c_e = 2.40 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

4. Um pedaço de gelo (13,0 g) a 0,0 °C é colocado num calorímetro contendo 1,75 kg de água à temperatura inicial de 15,3 °C. Após a fusão completa do gelo a temperatura da água é de 14,6 °C. Determine o calor de fusão do gelo.



Água: $m_a = 1.75 \text{ kg}$ $T_i = 15.3^\circ\text{C}$ $c_a = 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

Gelo: $m_g = 0.0130 \text{ kg}$ $T_g = 0.0^\circ\text{C}$

Temperatura da água após a fusão do gelo: $T_f = 14.6^\circ\text{C}$

Calor para fundir o gelo

$$Q_f = m_g L_f$$

Calor para elevar a temperatura da água do gelo fundido de T_g para T_f

$$Q_{gf} = m_g c_a (T_f - T_g)$$

Calor para baixar a temperatura da água de T_i para T_f

$$Q_{af} = m_a c_a (T_f - T_i)$$

$$Q_f + Q_{gf} = -Q_{af}$$

$$Q_f = -Q_{gf} - Q_{af}$$

$$m_g L_f = -m_g c_a (T_f - T_g) - m_a c_a (T_f - T_i)$$

$$L_f = \frac{m_a c_a (T_i - T_f) - m_g c_a (T_f - T_g)}{m_g} = 333.3 \text{ kJ/kg}$$

Valor tabelado:

$$L_f = 333.5 \text{ kJ/kg}$$

6. Um fogão fornece calor a uma taxa de 200 W. Suponhamos que 60 % dessa energia é usada para aquecer uma panela com 200 g de água, inicialmente à temperatura de 30°C. Quanto tempo é necessário para evaporar toda a água? (O calor latente de vaporização da água é $L_v = 2.26 \times 10^6$ J/kg.)

Fogão: $P_f = 200$ W = 200 J/s

60% disponível para aquecer a água: $P = 0.6P_f = 120$ W

Calor para elevar a temperatura da água de 30°C para 100°C:

$$Q_a = m_a c_a (T_f - T_i) = (0.2 \text{ kg})(4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C})(100^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 58604 \text{ J}$$

Calor para evaporar toda a água:

$$Q_v = m_a L_v = (0.2 \text{ kg})(2.26 \times 10^6 \text{ J/kg}) = 452000 \text{ J}$$

Calor total: $Q = Q_a + Q_v = 510604 \text{ J}$

Tempo necessário para fornecer Q com potência P :

$$\Delta t = \frac{Q}{P} = \frac{510604 \text{ J}}{120 \text{ J/s}} = 4255 \text{ s} = 1.182 \text{ h} = 1 \text{ h } 11 \text{ min}$$

11. Determine a variação da energia interna do sistema em cada uma das seguintes situações:

- a) recebe 500 cal e realiza um trabalho de 400 J
- b) recebe 300 cal e sobre ele é feito um trabalho de 420 J
- c) cede 1200 cal, mantendo-se o sistema com volume constante.

$$\Delta E_{\text{int}} = Q + W \quad 1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

(a) $Q = 500 \times 4.186 \text{ J} = 2093 \text{ J}$ $W = -400 \text{ J}$

$$\Delta E_{\text{int}} = 1693 \text{ J}$$

(b) $Q = 300 \times 4.186 \text{ J} = 1255.8 \text{ J}$ $W = 420 \text{ J}$

$$\Delta E_{\text{int}} = 1675.8 \text{ J}$$

(c) $Q = -1200 \times 4.186 \text{ J} = -5023.2 \text{ J}$ $W = 0$

$$\Delta E_{\text{int}} = -5023.2 \text{ J}$$

12. Determine a variação da energia interna do sistema num processo adiabático:

a) uma expansão realizando um trabalho de 5J

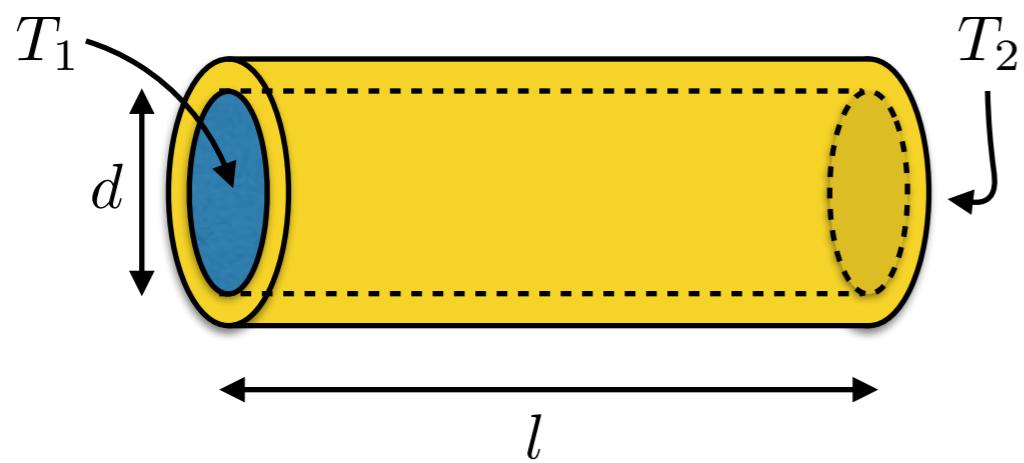
b) uma compressão correspondendo a um trabalho de 80J

$$Q = 0 \quad \Delta E_{\text{int}} = W$$

(a) $\Delta E_{\text{int}} = W = -5 \text{ J}$

(b) $\Delta E_{\text{int}} = W = 80 \text{ J}$

7. Uma barra cilíndrica de cobre de comprimento 10 cm e diâmetro 1 cm, está envolvida por um material suposto isolador térmico perfeito, exceto nas suas extremidades. Estas encontram-se a temperaturas diferentes: 100°C e 20°C. Sabendo que, em regime estacionário, a potência transmitida pela barra é de 24.25 W, determine a condutividade térmica do cobre (que se supõe constante neste intervalo de temperaturas).



$$l = 10 \text{ cm} \quad d = 1 \text{ cm}$$

$$T_1 = 100^\circ\text{C} \quad T_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 24.25 \text{ W}$$

k ... condutividade térmica

A ... área de secção transversal

Condução de calor: $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -kA\frac{\Delta T}{l}$

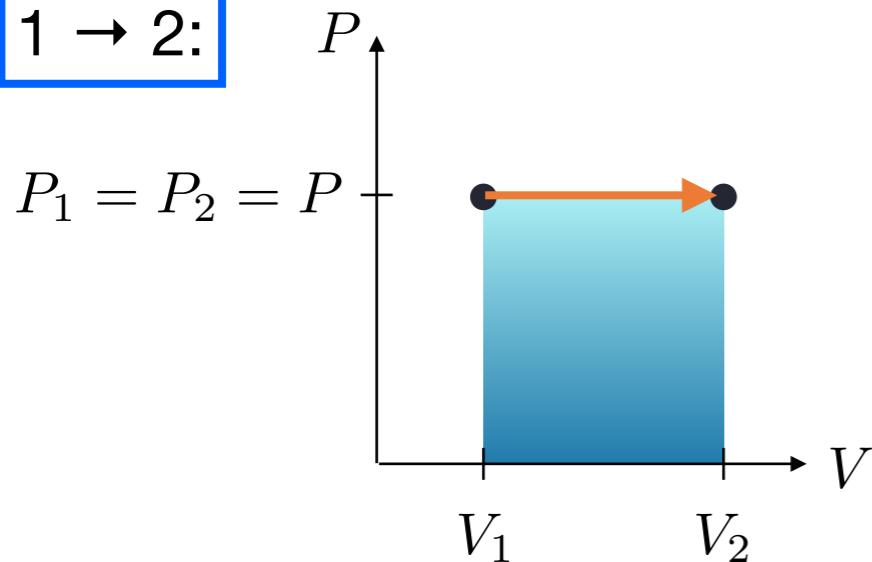
Gradiente da temperatura: $\frac{\Delta T}{l} = \frac{T_2 - T_1}{l} = -\frac{80 \text{ K}}{0.1 \text{ m}} = -800 \text{ K/m}$

$$A = \pi(d/2)^2 = 7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$k = -\frac{\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right)}{A \left(\frac{\Delta T}{l}\right)} = -\frac{24.25 \text{ W}}{7.85 \times 10^{-5} \text{ m}^2 (-800 \text{ K/m})} = 386 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

A quantidade de 0.200 mol dum gás ideal está fechado num cilindro com um pistão amovível em cima. O pistão tem uma massa de 8000 g e uma área de 5.00 cm², e pode deslizar livremente para cima ou para baixo, desta forma mantendo a pressão constante. Determine o trabalho realizado no gás quando a temperatura é aumentada de 20.0°C para 300°C.

1 → 2:



Processo isobárico: $W = -P(V_2 - V_1)$

Equação de estado do gás ideal: $PV = nRT$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(8.00 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{(5.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2)} = 1.568 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_1 = 293.15 \text{ K} \quad T_2 = 573.15 \text{ K}$$

$$V_1 = \frac{nRT_1}{P} = \frac{(0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K})(293.15 \text{ K})}{(1.568 \times 10^5 \text{ Pa})} = 3.109 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{nRT_2}{P} = \frac{(0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K})(573.15 \text{ K})}{(1.568 \times 10^5 \text{ Pa})} = 6.078 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W = -(1.568 \times 10^5 \text{ Pa}) [(6.078 - 3.109) \times 10^{-3} \text{ m}^3] = -465.6 \text{ J}$$

Mas existe uma maneira mais simples para chegar ao mesmo resultado...

Um gás ideal está fechado num cilindro com um pistão amovível em cima. O pistão tem a massa m e a área A , e pode deslizar livremente para cima ou para baixo, desta forma mantendo a pressão constante. Determine o trabalho realizado no gás quando a temperatura é aumentada de T_1 para T_2 .

Processo isobárico: $W = -P(V_2 - V_1)$

Equação de estado do gás ideal: $PV = nRT$

$$V_1 = \frac{nR}{P}T_1 \quad V_2 = \frac{nR}{P}T_2$$

$$-P(V_2 - V_1) = -P\frac{nR}{P}(T_2 - T_1)$$

$$W = -nR(T_2 - T_1)$$