

Problemas de Termodinâmica e Estrutura da Matéria
2ª série

2.1) Um cilindro com um êmbolo móvel contém um gás ideal. O êmbolo tem 8 kg de massa e a área da base é de 5 cm^2 . O êmbolo pode mover-se livremente na direcção vertical, mantendo a pressão do gás constante. Este dispositivo está no campo gravítico. Calcule o trabalho realizado pelo êmbolo quando se eleva a temperatura de 0.2 moles de gás de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ para $300 \text{ }^\circ\text{C}$. Calcule o volume que o gás ocupa a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e a $300 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.2) Um mole de um gás ideal efectua um trabalho de 3000 J sobre o exterior quando se expande isotermicamente até à pressão final de 1 atm e um volume de 25 l. Determine o volume inicial e a temperatura do gás.

2.3) Cinco moles de um gás ideal expandem-se isotermicamente a $127 \text{ }^\circ\text{C}$ para quatro vezes o seu volume. Determine:

- a) O trabalho realizado pelo gás.
- b) O fluxo de calor para o sistema.

2.4) Calcule a expressão geral para o trabalho realizado numa expansão isotérmica de um gás de van der Waals.

2.5) Um gás expande-se num processo com uma equação de estado $P = \alpha V^2$, em que $\alpha = 5 \text{ atm/m}^6$. Se o volume inicial é de 1 m^3 e o volume final de 2 m^3 , calcule o trabalho realizado pelo gás.

2.6) Um gás expande-se isotermicamente dando trabalho ao exterior, num processo em que a energia interna não varia. Suponha que inicialmente 1 mole de gás ocupa um volume de 1 l à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e que o trabalho dado ao exterior na expansão isotérmica é de 1000 J.

- a) Calcule o volume final do gás supondo que este se comporta como um gás ideal.
- b) Suponha que o gás não é ideal, mas sim um gás de Clausius. Isto é, a equação de estado do gás é,

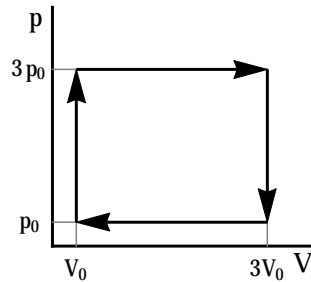
$$p(V - nb) = nRT$$

em que nb é o volume excluído. Calcule o trabalho realizado numa expansão isotérmica do gás de Clausius.

- c) Calcule o volume final do gás de Clausius sabendo que $b = 0.03 \text{ l/mol}$.

2.7) Um gás ideal sofre uma transformação cíclica como a representada na figura. No instante inicial, as variáveis de estado são, T_0 , V_0 e p_0 .

- a) Calcule o trabalho efectuado pelo gás num ciclo.
- b) Qual a quantidade de calor fornecida ao sistema por ciclo.



c) Calcule o trabalho por ciclo supondo que inicialmente se tem 1 mole de gás a 0°C .

2.8) Um gás diatômico expande-se adiabaticamente para um volume que é duas vezes superior ao volume inicial. Sendo a temperatura inicial igual a 18°C , calcule a temperatura final.

2.9) Numa botija, o gás está à pressão de 10 atm e à temperatura de 20°C . Calcule a temperatura do gás quando este sai da botija e fica à pressão atmosférica. Suponha que para este gás, $\gamma = 7/5$.

2.10) Determine o valor médio da velocidade das moléculas do ar a 30°C , a 0°C e a 1 K. Considere que o ar é constituído por 21 % de O_2 e 79% de N_2 e que as massas molares do oxigénio e do azoto são, $m_{\text{O}} = 15.9994 \text{ g}$ e $m_{\text{N}} = 14.0067 \text{ g}$.

2.11) Determine o livre percurso médio e o número de colisões por unidade de tempo das moléculas de 1 litro de vapor de água à pressão atmosférica e à temperatura de 100°C . Calcule a separação molecular média das moléculas do gás. Assuma que a molécula de água pode ser inscrita num quadrado com 10^{-10} m de lado.

2.12) As paredes do iglu de um esquimó têm 50 cm de espessura. Se o esquimó quiser substituir o iglu por uma casa de betão, determine qual terá de ser a espessura das paredes de betão para que o novo abrigo tenha as mesmas propriedades térmicas que o iglu. Condutividades térmicas: $k_{\text{gelo}} = 2.22 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$, $k_{\text{bet}} = 1.28 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$.

2.13) Duas barras metálicas de ouro e prata estão em contacto térmico. As barras têm a mesma secção e o mesmo comprimento. Se uma das extremidades de uma das barras está a 80°C e a outra extremidade da outra barra está a 30°C , determine a temperatura na região de contacto das barras. Considere as duas situações possíveis: o ouro ou a prata em contacto com a fonte quente. Condutividades térmicas: $k_{\text{prata}} = 427 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$, $k_{\text{ouro}} = 314 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$.

2.14) Um chalé de montanha tem uma janela para a paisagem com uma área de 6 m^2 . A janela é construída com duas placas de vidro de 4 mm , separadas por uma almofada de ar de 5 mm . Determine qual é perda de calor pela janela por unidade de tempo quando a temperatura interior é de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura exterior é de $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Se o kWh de electricidade custa 0.12 euro, determine o custo diário mínimo para manter a casa a $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Assuma que a temperatura exterior média diária é $-15 \text{ }^\circ\text{C}$. Condutividades térmicas: $k_{ar} = 0.0234 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$ e $k_{vidro} = 0.8 \text{ W}/(\text{m}^\circ\text{C})$.

2.15) As janelas dos aviões são constituídas por duas placas de vidro separadas por uma câmara de ar. As placas de vidro têm cada uma 3 mm de espessura e distam 1 cm uma da outra. Cada janela tem 25 cm de largura e 40 cm de altura, e um avião comercial tem 100 janelas. Considere que a temperatura exterior é de $-50 \text{ }^\circ\text{C}$ e a temperatura interior é de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. A condutividade térmica do vidro é de $k_{vidro} = 0.8 \text{ W}/(\text{m }^\circ\text{C})$ e a do ar é de $k_{ar} = 0.0234 \text{ W}/(\text{m }^\circ\text{C})$.

- Determine a perda de calor por unidade de tempo através de uma janela.
- Qual terá de ser a potência do sistema de ar condicionado do avião de modo a repor a energia perdida através das janelas.
- Determine a temperatura nas duas superfícies interiores dos vidros do avião.

Soluções: 2.1) -465.6 J , 3.1 l , 6.1 l . 2.2) 7.65 l , 304.7 K . 2.3) (a) $W=-23\,061 \text{ J}$, (b) $Q=23\,061 \text{ J}$. 2.4) $-nRT \log((V_f - nb)/(V_i - nb) + an^2(1/V_i - 1/V_f))$. 2.5) -1.18 MJ . 2.6) (a) 1.51 l , (b) $-nRT \log((V_f - nb)/(V_i - nb))$, (c) 1.49 l . 2.7) (a) $-4p_0V_0$, (b) $4p_0V_0$, (c) -9084 J . 2.8) $-52.5 \text{ }^\circ\text{C}$. 2.9) $-121 \text{ }^\circ\text{C}$. 2.10) 472 m/s , 448 m/s , 27 m/s . 2.11) $4.6 \times 10^{-6} \text{ m}$, $Z = 1.45 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$, $3.7 \times 10^{-9} \text{ m}$. 2.12) 29 cm . 2.13) $51.2 \text{ }^\circ\text{C}$, $58.8 \text{ }^\circ\text{C}$. 2.14) 805 W , 2.7 euro por dia. 2.15) (a) 16.1 W , (b) 1610 W , (c) $-49.5 \text{ }^\circ\text{C}$, $19.5 \text{ }^\circ\text{C}$.