

TERMODINÂMICA E ESTRUTURA DA MATÉRIA

1º Teste

Justifique cuidadosamente as suas respostas e apresente detalhadamente todos os cálculos que efectuar.

1. [1.5 val] Um gás rarefeito de oxigénio é estudado a  $T = 10000$  K. Medem-se as capacidades caloríficas a volume e a pressão constante. O quociente entre ambas,  $\gamma = C_P/C_V$ , deve ser  
a) 5/3    b) 7/5    c) 4/3    d) 9/7    e) 5/4
2. [1.5 val] Comente a seguinte afirmação: num processo adiabático a entropia do sistema não varia.
3. Considere dois sistemas idênticos, termicamente isolados, cujas capacidades caloríficas variam com o cubo da temperatura,  $C = bT^3$ , onde  $b$  é uma constante. Inicialmente um dos sistemas está à temperatura de 100 K e o outro a 200 K. Os dois sistemas são colocados em contacto e o sistema conjunto atinge um novo estado de equilíbrio térmico. Calcule:  
(a) [2.0 val] a temperatura final de equilíbrio;  
(b) [1.5 val] a variação de entropia no processo se  $b = 1\text{ J/K}^4$ .
4. Uma mole de um gás ideal monoatômico está comprimida por um pistão de massa  $M = 1$  kg sobre o qual se encontra uma massa  $m = 1$  kg, tal que a pressão inicial do gás é

$$P_i = P_0 + \frac{(m + M)g}{A},$$

onde  $P_0$  é a pressão atmosférica e  $A = 1\text{ cm}^2$  é a área do pistão. O gás está perfeitamente isolado e não há trocas de calor com o exterior. A temperatura inicial é  $T_i = 500$  K.

- (a) [1.5 val] Calcule a pressão e volume iniciais.
  - (b) [2.0 val] Retira-se a massa  $m$  de cima do pistão e deixa-se o sistema equilibrar. Determine a temperatura final,  $T_f$  e o volume final,  $V_f$ .
  - (c) [1.5 val] Volta a colocar-se uma massa  $m$  sobre o pistão e deixa-se o sistema equilibrar à pressão  $P_i$ . Determine a nova temperatura,  $T'_f$ , e o novo volume,  $V'_f$ , e compare com  $T_i$  e  $V_i$ .
  - (d) [1.5 val] Espera que a sequência de processos seja reversível ou irreversível? Justifique.
  - (e) [1.5 val] Determine a variação de entropia entre a situação inicial e a final.
5. Em regiões em que a electricidade não está disponível é comum usar gás propano como combustível para operar um frigorífico de absorção, no qual a energia que promove o processo não é fornecida na forma de trabalho, mas através do calor fornecido pela chama. Considere um ciclo de operação do frigorífico e as quantidades *positivas*:  $Q_c$  - calor fornecido pela chama;  $Q_f$  - calor retirado de dentro

do frigorífico;  $Q_q$  - calor rejeitado para o ambiente;  $T_c$  - temperatura da chama;  $T_f$  - temperatura do interior do frigorífico;  $T_q$  - temperatura do ambiente. A eficiência do frigorífico é definida por  $\varepsilon = Q_f/Q_c$ .

- (a) [1.5 val] Faça um diagrama que represente a operação do frigorífico e use a conservação da energia para obter uma expressão que relacione  $Q_c$ ,  $Q_f$  e  $Q_q$ .
- (b) [2.0 val] Determine a variação de entropia de cada uma das fontes e a variação de entropia do fluido num ciclo.

[Nota: recorde que as quantidades definidas são positivas]

- (c) [2.0 val] Utilize a segunda lei da termodinâmica mostrar que o limite máximo para a eficiência é dado por

$$\varepsilon = \frac{T_f}{T_c} \frac{T_c - T_q}{T_q - T_f} .$$

- Constantes e factores de conversão

$$k_B = 1,38 \times 10^{23} \text{ J/K} \quad ; \quad R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} \quad ; \quad g = 9,8 \text{ m/s}^2$$