

TERMODINÂMICA FÍSICA

1º Teste

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

1. [4.0 val] Considere um gás ideal.
 - (a) [1.0 val] Justifique que a sua energia interna só depende da temperatura, $U = U(T)$.
 - (b) [1.5 val] Mostre que numa transformação entre dois estados de equilíbrio i e f se tem $\Delta U = U_f - U_i = nC_V\Delta T$, onde C_V é a capacidade calorífica molar a volume constante.
 - (c) [1.5 val] Indique, justificando, qual o valor de C_V para um gás monoatômico e para um gás diatômico à temperatura ambiente.

2. [9.0 val] Um objeto de alumínio com massa 155 g foi retirado de um banho térmico de azoto líquido a $-196\text{ }^\circ\text{C}$ e colocado rapidamente num recipiente isolado, de capacidade calorífica negligenciável, contendo 80 g de água a $15\text{ }^\circ\text{C}$.

Calores específicos: alumínio, $c_{Al} = 653\text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$; água, $c_a = 4187\text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$; gelo, $c_g = 2108\text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$. Calor latente de fusão da água, $\lambda_f = 334\text{ kJ/kg}$.

 - (a) [2.5 val] Determine a temperatura final de equilíbrio T_f e calcule a massa de água que solidifica, m_g .

[Nota: se não conseguir resolver esta alínea, considere $m_g = 50\text{ g}$ nas alíneas seguintes.]
 - (b) [2.5 val] Calcule a variação de entropia do processo.
 - (c) [2.0 val] Suponha agora que, depois de retirar o objeto do banho térmico de azoto líquido, aquele é colocado em contacto sucessivo com fontes de calor a $-195\text{ }^\circ\text{C}$, depois a $-194\text{ }^\circ\text{C}$, depois a $-193\text{ }^\circ\text{C}$, ... até $0\text{ }^\circ\text{C}$, atingindo-se um equilíbrio térmico em cada um destes contactos. Calcule a variação de entropia do universo neste novo processo.

[Nota: ver “relações matemáticas no final do enunciado.”]
 - (d) [2.0 val] Qual seria o valor desta variação no caso do contacto ser feito com uma infinidade de fontes de calor, de temperatura progressivamente crescente entre $-196\text{ }^\circ\text{C}$ e $0\text{ }^\circ\text{C}$?

3. [7.0 val] Uma caixa com 80 cm de comprimento e secção constante está separada em dois compartimentos por um pistão, inicialmente colocado a 30 cm do lado esquerdo. O compartimento da esquerda contém uma mole de hélio à pressão de 5 atmosferas. O compartimento da direita contém argón à pressão de 1 atmosfera. Os gases podem considerar-se ideais.

A caixa está imersa num litro de água e todo o sistema está inicialmente à temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$. Pode negligenciar as capacidades caloríficas da caixa e do pistão. O sistema caixa+água está isolado, mas os gases podem trocar energia entre si através do pistão e podem trocar energia com a água.

Solta-se o pistão e o sistema evoluiu para uma nova situação de equilíbrio, onde o pistão estabiliza numa nova posição.

Determine:

(a) [1.5 val] o aumento da temperatura da água;

[Nota: se não resolveu esta alínea, considere que a água se mantém a 25 °C]

(b) [1.5 val] o número de moles de argon;

(c) [2.0 val] a posição de equilíbrio do pistão;

(d) [2.0 val] a variação de entropia do sistema.

- Relações matemáticas:

$$\sum_{i=1}^{196} \frac{1}{77+i} = 1,2610 \quad ;$$

- Constantes e factores de conversão

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

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