

TERMODINÂMICA FÍSICA
2º Teste / 4º Teste

2º teste (2º ano): grupos 1 e 2
4º teste (1º ano): grupo 2

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

1. [5.0 val]

Considere um modelo em que a energia livre de Helmholtz de um gás formado por N moléculas diatómicas é dada por

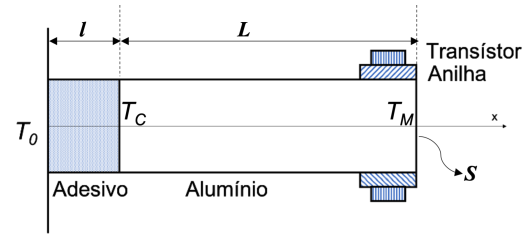
$$F(V, T, N) = -Nk_B T \left[\ln \left(\alpha \frac{V}{N} T^{3/2} \right) + 1 \right] - Nk_B T \ln \left(\frac{Ik_B T}{\hbar^2} \right) + Nk_B T \left[\ln \left(\frac{h\nu}{k_B T} \right) \right],$$

onde α é uma constante, I é o momento de inércia e ν é a frequência natural de vibração da molécula. Cada um dos termos de F representa a energia livre de Helmholtz associada, respectivamente, à traslação, à rotação e à vibração das moléculas.

- (a) [1.0 val] Obtenha a equação de estado.
- (b) [2.5 val] Calcule a energia interna do sistema.
[Nota: se não resolveu esta alínea, considere $U(N, V, T) = \frac{3}{2}Nk_B T$ nas alíneas seguintes]
- (c) [0.5 val] Determine a capacidade calorífica a volume constante.
- (d) [1.0 val] Discuta os resultados das alíneas anteriores e o domínio de validade deste modelo.

2. [5.0 val]

Dois transístores de 10 W cada um estão montados com anilhas na extremidade de um suporte de alumínio de comprimento $L = 2$ cm e secção transversal $S = 1$ cm². O suporte está preso com um adesivo de espessura $l = 0,2$ mm a uma placa, que se mantém arrefecida a $T_0 = 40$ °C em situação estacionária.



As condutividades térmicas do alumínio e do adesivo são, respetivamente, $k_{Al} = 237$ Wm⁻¹K⁻¹ e $k_{ad} = 1,8$ Wm⁻¹K⁻¹. Admita que os materiais são homogéneos, e que os transístores e as anilhas têm dimensões muito inferiores a $l + L$, pelo que o problema se pode resolver de forma unidimensional ao longo de x .

- (a) [1.5 val] Desprezando todas as perdas por convecção e radiação, determine a temperatura do ponto de contacto entre o adesivo e o alumínio, T_C , e a temperatura na extremidade do suporte, T_M .

[Sugestão: note que o sistema tem que escoar a potência térmica gerada pelos dois transístores.]

[Nota: se não resolver esta alínea, considere $T_C = 60$ °C e $T_M = 80$ °C nas alíneas seguintes.]

- (b) [1.0 val] Represente o perfil de temperatura $T(x)$ entre $x = 0$ e $x = l + L$.
- (c) Admita que o alumínio se encontra à temperatura média $(T_C + T_M)/2$, com uma área $A = 2$ cm² exposta ao ar à temperatura $T_{ar} = 25$ °C.
- [1.0 val] Estime a potência térmica dissipada por convecção natural ($h = 9$ Wm⁻²K⁻¹) pelo suporte de alumínio. Compare a importância relativa das perdas de calor por convecção natural e por condução para a placa.
 - [1.0 val] Estime a potência térmica dissipada por radiação, admitindo que o alumínio foi tratado para atingir uma emissividade de 0,8 e que pode tratar o ar como um corpo negro. Compare a importância relativa das perdas de calor por radiação e por condução para a placa.
- (d) [0.5 val] Estime a temperatura a que se encontram os transístores, sabendo que a resistência térmica de cada anilha é 2 KW⁻¹.