

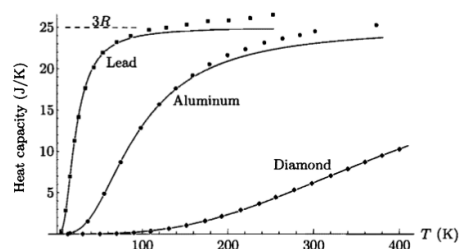
Termodinâmica

(2024/1)

Lista 4

1) Um litro de ar inicialmente em temperatura ambiente (300 K) e pressão atmosférica ao nível do mar, é aquecido em pressão constante até seu volume dobrar. Calcule o aumento na entropia do sistema.

2) De acordo com a figura ao lado, a capacidade térmica do diamante em pressão constante pode ser considerada aproximadamente linear em uma certa faixa de temperaturas. Extrapole esta função até 500 K e estime a variação da entropia de um mol de diamante quando a temperatura aumenta de 298 K até 500 K, considerando os pontos $C_P(300\text{K}) = 6,5 \text{ J/K}$ e $C_P(400\text{K}) = 11,0 \text{ J/K}$. Para 1 mol de diamante, $S(298\text{K}) = 2,38 \text{ J/K}$, obtenha $S(500 \text{ K})$.



3) Medidas experimentais de capacidade térmica são muitas vezes representadas em obras de referência como fórmulas empíricas. Para o grafite, uma fórmula que funciona bastante bem numa ampla faixa de temperaturas é, para um mol,

$$C_P = a + bT - \frac{c}{T^2},$$

onde $a = 16,86 \text{ J/K}$, $b = 4,77 \times 10^3 \text{ J/K}^2$, e $c = 8,54 \times 10^5 \text{ J}\cdot\text{K}$. Suponha que um mol de grafite seja aquecido a pressão constante entre 298 K a 500 K. Calcule o aumento de entropia ao longo deste processo. O valor tabulado, para um mol de grafite, é $S(298\text{K}) = 5,74 \text{ J/K}$. Obtenha $S(500 \text{ K})$.

4) As medidas experimentais de capacidade térmica a volume constante para 1 mol alumínio em baixas temperaturas (abaixo de 50 K) podem ser ajustadas pela fórmula:

$$C_V = aT + bT^3,$$

onde as constantes a e b são dadas por $a = 0,00135 \text{ J/K}^2$, $b = 2,48 \times 10^{-5} \text{ J/K}^4$. Encontre uma fórmula para a entropia de um mol de alumínio como função da temperatura.

5) Uma certa máquina de Carnot opera entre as temperaturas 500 K e 300 K, e em cada ciclo demanda 100 J do reservatório quente. Obtenha a variação de entropia do sistema, dos reservatórios e a variação da entropia do universo, sabendo que $\Delta S_U = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_Q + \Delta S_F$.

6) Usando um método análogo ao encontrado na apostila do curso, calcule a entropia de uma mistura de dois gases ideais monoatômicos A e B cuja proporção relativa seja arbitrária. Fazendo x a fração molar do gás A, e assim por diante, mostre que:

$$\Delta S_{\text{mistura}} = -nR [x \ln(x) + (1-x) \ln(1-x)].$$

Mostre que $\Delta S_{\text{mistura}}$ é uma grandeza positiva.

7) Encontre as três EoS (T, P, μ) para um sistema com a seguinte equação fundamental:

$$u = A \frac{s^2}{v} e^{-s/b},$$

onde A e b são constantes positivas.

8) Encontre as três EoS ($1/T, P/T, \mu/T$) na representação da entropia para um sistema com a seguinte equação fundamental (B é uma cte):

$$u = B \frac{s^{5/2}}{v^{1/2}}.$$

9) A partir da equação:

$$U(S, V) = U_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^{-nR/C_V} e^{\left(\frac{S-S_0}{C_V} \right)},$$

onde $C_V = n c_v$, sendo o número de mols (n) constante, **(a)** obtenha as equações de estado (T, P) e tente supor que tipo de gás tais equações descrevem, **(b)** obtenha uma expressão para a entropia $S(V, T)$.

10) Nas EoS a seguir obtenha b e k de modo que as equações sejam consistentes. Considere a, b, k e v_0 como constantes.

$$P = a \frac{T^3}{v} \quad ; \quad u = b T^k \ln \left(\frac{v}{v_0} \right).$$

11) Verifique se os seguintes conjuntos de EoS caracterizam sistemas termodinâmicos: **(a)** $u = aPv$; $Pv^2 = bT$. **(b)** $u = aPv$; $P = bT^2$, onde a e b são constantes. (Teste a consistência ou compatibilidade das equações.)

12) Considere um gás que obedece a equação de estado $P(v - b) = RT$, onde b é constante. Considerando c_v (ou C_V) também constante, mostre que:

(a) u (ou U) é uma função somente de T .

(b) γ é constante (cte).

(c) a relação $P(v - b)^\gamma = \text{cte}$, ocorre para um processo adiabático reversível.

13) Mostre que:

$$(a) \quad C_V = -T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_S.$$

$$(b) \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_S = -\frac{C_V \kappa_S}{\beta T}.$$

$$(c) \quad \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_S \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_P = \frac{1}{1 - \gamma}$$