

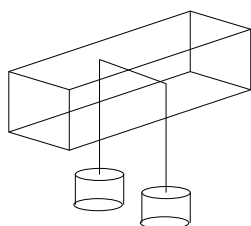


Curso de Termodinâmica-GFI 00175

1º semestre de 2015 6ª série de Exercícios

Prof. Jürgen Stilck

1. Numa demonstração relacionada à fusão da água, apóia-se uma pedra de gelo sobre dois suportes e é colocado transversalmente sobre o bloco um fio fino a cujas extremidades estão presos dois pesos (vide figura). Nota-se então que lentamente o fio *atravessa* o bloco de gelo, sendo que o bloco permanece intacto, mesmo depois do fio tê-lo atravessado completamente (assumimos que o seu derretimento natural possa ser desprezado). Explique este fenômeno com base na linha de fusão do diagrama de fases da água (figura 7.1 do livro texto).



2. Um líquido à pressão de 800 mm Hg ferve à temperatura de 127 °C. Seu calor latente de vaporização é de 1000 cal/mol. Estime a temperatura na qual ele ferve à pressão de 810 mm Hg.
3. A baixas temperaturas, a energia livre de Helmholtz molar $f(T, v)$ do modelo de van der Waals para um fluido pode ser aproximada por duas

expressões que descrevem as fases líquida e gasosa, que são:

$$f_L = -RT \ln(v - b) - \frac{a}{b} + \frac{a}{b^2}(v - b) + K(T),$$

e

$$f_G = -RT \ln v + K(T).$$

- a) Fazendo uma transformada de Legendre, determine as energias livres de Gibbs molares do líquido e do gás.
 - b) Obtenha a linha de coexistência igualando as energias de Gibbs das duas fases.
 - c) Determine v_L , v_G e o calor latente de ebulição ℓ como funções da temperatura.
4. Na vizinhança do ponto triplo, a linha de coexistência líquido-vapor da amônia pode ser aproximada por:

$$\ln P = 24,38 - \frac{3063}{T},$$

com P medido em Pascal e T em graus Kelvin. Já a linha de coexistência sólido-vapor é, aproximadamente, dada por:

$$\ln P = 27,92 - \frac{3754}{T}.$$

- a) Determine a temperatura e a pressão do ponto triplo da amônia.
 - b) Obtenha os calores latentes de ebulição e de sublimação na vizinhança do ponto triplo.
 - c) Calcule o calor latente de fusão no ponto triplo.
5. Um modelo mecânico estatístico de um gás com interações intermoleculares repulsivas do tipo caroço duro e atrativas de longo alcance leva à seguinte equação de estado:

$$p = -\frac{RT}{b} \ln \left(1 - \frac{b}{v} \right) - \frac{a}{v^2},$$

onde a e b são constantes relacionadas com as interações atrativas e repulsivas, respectivamente.

- a) Mostre que a temperatura crítica para este modelo é dada por:

$$T_c = \frac{a}{2Rb}.$$

- b) Obtenha a pressão do gás no ponto crítico.
- c) Mostre que o fator de compressibilidade ($Z_c = p_c v_c / R v_c$) do modelo é dado por: $\ln 4 - 1$. Compare-o com o valor obtido para o gás de van der Waals.
6. (*) O modelo de Curie-Weiss para o ferromagnetismo leva à seguinte equação de estado:

$$m = \tanh[\beta(H + \lambda m)],$$

onde m é a magnetização, H é o campo magnético, $\beta = 1/k_B T$, k_B é a constante de Boltzmann e λ é um parâmetro positivo relacionada com a interação entre os momentos magnéticos do material.

- a) Mostre que, para campo nulo $H = 0$, o sistema apresenta magnetização espontânea não nula se a temperatura for suficientemente baixa. Determine a temperatura crítica T_c abaixo da qual isto acontece.
- b) Obtenha formas assintóticas para a magnetização espontânea quando $T \ll T_c$, isto é, para $T \rightarrow 0$, e para $T \rightarrow T_c^-$. Exprima o segundo resultado em termos de $t = (T - T_c)/T_c$. Qual é o valor do expoente crítico β do modelo?
- c) Obtenha a suscetibilidade isotérmica $\chi(T, H)$. Estude o comportamento de $\chi(T, 0)$ na vizinhança da temperatura crítica T_c , obtendo o expoente crítico γ .