Segunda Lista de Exercícios
CF-370 (Termodinâmica)

Ricardo Luiz Viana
Departamento de Física, Universidade Federal do Paraná
Centro Politécnico - Jardim das Américas - 81531-990 - Curitiba - Paraná - Brasil

M. W. Zemansky, R. H. Dittman, Heat and Thermodynamics, 7th. Ed., McGraw-Hill, 1997.

Capítulo II: Sistemas Termodinâmicos Simples

[2.1] A Equação de Estado de um Gás Perfeito é $PV = nRT$, onde n e R são constantes.

(a) Mostre que a expansividade volumétrica β é igual a $\dfrac{1}{T}$.

(b) Mostre que a compressibilidade isotérmica κ é igual a $\dfrac{1}{P}$.

[2.2] A Equação de Estado de um Gás de Van Der Waals é dada como sendo:

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(b - v) = RT$$

Onde a, b, R são constantes, e v é o volume molar $v = \dfrac{V}{n}$. Calcule as seguintes quantidades:

(a) $\left(\dfrac{\partial P}{\partial v}\right)_T$

(b) $\left(\dfrac{\partial P}{\partial T}\right)_v$

(c) Usando os resultados obtidos nos itens (a) e (b), calcule $\left(\dfrac{\partial v}{\partial T}\right)_P$

[2.4] Um bloco de cobre a pressão de 1atm (aproximadamente $1,00 \times 10^5 Pa$) e a temperatura de 5°C é mantido a volume constante.

(a) Se a temperatura aumentar até 10°C, qual será a pressão final?

(b) Se o vasilhame que mantém o bloco de cobre tiver uma expansividade térmica insignificante e puder suportar uma pressão máxima de 1000atm, qual é a temperatura mais alta na qual o sistema pode ser elevado?

(NOTA: A expansividade volumétrica β e a compressibilidade isotérmica κ nem sempre estão listados nos livros de dados. Entretanto, β é o triplo do coeficiente de expansão linear α e κ é o recíproco, ou inverso, do módulo volumétrico B. Para este problema, assuma que a expansividade volumétrica e a compressibilidade isotérmica são constantes para temperaturas entre 0°C e 20°C, e valem $\beta = 4,95 \times 10^{-5} K^{-1}$ e $\kappa = 6,17 \times 10^{-12} Pa^{-1}$).

[2.5] A temperatura de um bloco de cobre de $100 cm^3$, mantido a pressão de 1atm é aumentada de 5°C, e com isso, o volume do bloco aumenta de $0,005 cm^3$. Calcule a pressão final.
(DADOS: $\beta = 4,95 \times 10^{-5} K^{-1}$ e $\kappa = 6,17 \times 10^{-12} Pa^{-1}$).

[2.7] A equação de estado de qualquer substância elástica ideal é dada por:

$$\mathcal{F} = \mathcal{K}T\left(\frac{L}{L_0} - \frac{L_0^2}{L^2}\right)$$

Onde $\mathcal{K}$ é uma constante, e L_0 (o valor de L quando a tensão $\mathcal{F}$ é nula) é uma função somente da temperatura.

(a) Mostre que o Módulo de Young Isotérmico Y é dado por:

$$Y = \frac{\mathcal{F}}{A} + \frac{3\mathcal{K}TL_0^2}{AL^2}$$

Onde A é a área de seção reta da substância.

(b) Mostre que o Módulo de Young Isotérmico quando a tensão é nula (Y_0) é dado por:

$$Y_0 = \frac{3\mathcal{K}T}{A}$$

(c) Mostre que a expansividade linear α é dada por:

$$\alpha = \frac{1}{L}\left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_{\mathcal{F}} = \alpha_0 - \frac{\mathcal{F}}{AYT} = \alpha_0 - \frac{1}{T}\left[\frac{\left(\frac{L^3}{L_0^3}\right) - 1}{\left(\frac{L^3}{L_0^3}\right) + 2}\right]$$

Aqui, α_0 é o valor da expansividade linear quando a tensão $\mathcal{F}$ é nula, ou seja:

$$\alpha_0 = \frac{1}{L_0}\left(\frac{\partial L_0}{\partial T}\right)_{\mathcal{F}}$$

(d) Assuma os seguintes valores para uma amostra de borracha: $T = 300K$, $\mathcal{K} = 1,333 \times 10^{-2}\frac{N}{K}$, $A = 1,00 \times 10^{-6}m^2$ e $\alpha_0 = 5,00 \times 10^{-4}K^{-1}$. Calcule $\mathcal{F}$, Y e α quando a amostra é esticada até um comprimento final $L = 2L_0$.

[2.11] Um certo material dielétrico obedece a seguinte equação de estado:

$$\frac{\mathcal{P}}{V} = \left(a + \frac{b}{T}\right)E$$

Onde $\mathcal{P} = Vp$ é a polarização total, E é o Campo Elétrico e a e b são constantes. Calcule:

(a) $\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_{\mathcal{P}}$

(b) $\left(\frac{\partial \mathcal{P}}{\partial T}\right)_{E}$

[2.12] Um certo material magnético obedece a seguinte equação de estado:

$$\mathcal{M} = \frac{C_C\mathcal{H}}{T}$$

Onde $\mathcal{M} = VM$ é a magnetização total, $\mathcal{H}$ é o Campo Magnético e C_C é a Constante de Curie. Calcule:

(a) $\left(\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial T}\right)_{\mathcal{M}}$

(b) $\left(\frac{\partial \mathcal{M}}{\partial T}\right)_{\mathcal{H}}$