

Terceira 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.

22 de Março de 2018

Capítulo III: Trabalho

[3.2] Um *Gás Perfeito* obedece a seguinte equação de estado:

$$PV = nRT$$

Com n , e R constantes, sendo $R = 8,31 \frac{J}{\text{mol} \cdot K}$.

(a) Mostre que o Trabalho realizado por um *Gás Perfeito* durante uma expansão isotérmica *Quasi-Estática*, de uma pressão inicial P_i até uma pressão final P_f é dado por:

$$W = nRT \ln \left(\frac{P_f}{P_i} \right)$$

(b) Calcule o trabalho realizado quando a pressão de 1mol de um gás perfeito cai *Quasi-Estaticamente* de 20atm para 1atm, se a temperatura permanece constante e igual a 20°C.

[3.4] Um *Gás de Van Der Waals* obedece a seguinte equação de estado:

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

Onde a , b , R são as constantes de Van Der Waals, e v é o volume molar $v = \frac{V}{n}$.

(a) Calcule o trabalho realizado sobre 1mol de um *Gás de Van Der Waals*, quando o mesmo se expande isotermicamente e *Quasi-Estaticamente* de um volume inicial V_i até um volume final V_f .

(b) Se $a = 1,4 \times 10^9 \frac{N \cdot m^4}{\text{mol}^2}$ e $b = 3,2 \times 10^{-5} \frac{m^3}{\text{mol}}$, qual é o trabalho necessário para expandir de um volume inicial $V_i = 10$ litros para um volume final $V_f = 22,4$ litros, um gás de Van der Waals mantido à temperatura de 293,15K?

(DADO $R = 8,31 J \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$.)

[3.5] Durante uma expansão *Quasi-Estática* de um gás em um contêiner adiabático, a pressão em qualquer momento é dada pela expressão:

$$PV^\gamma = C$$

Onde γ e C são constantes.

(a) Mostre que o trabalho realizado numa expansão de um estado inicial (P_i, V_i) até um estado final (P_f, V_f) é dado por:

$$W = - \left(\frac{P_i V_i - P_f V_f}{\gamma - 1} \right)$$

(b) Se a pressão inicial é de $P_i = 1,0 \times 10^6 Pa$ e o volume inicial é de $V_i = 1,00 \times 10^{-3} m^3$, e a pressão final $P_f = 2,0 \times 10^5 Pa$ e o volume final é de $V_f = 3,16 \times 10^{-3} m^3$, quanto trabalho é realizado sobre um gás que tem $\gamma = 1,4$?

[3.8] A tensão num fio é aumentada isotermicamente e *Quasi-Estáticamente* desde \mathcal{F}_i até \mathcal{F}_f . O comprimento L , a seção de área reta A e o Módulo de Young Isotérmico Y não sofrem alterações e permanecem constantes.

(a) Mostre que, sob estas condições, o trabalho realizado sobre o fio é dado por:

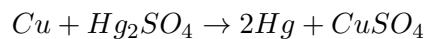
$$W = \frac{L}{2AY} (\mathcal{F}_f^2 - \mathcal{F}_i^2)$$

(b) A tensão num fio de cobre de comprimento $1m$ e seção de área reta de $1,00 \times 10^{-7} m^2$ é aumentada *Quasi-Estáticamente* de $10N$ para $100N$ à temperatura de $20^\circ C$. Qual é o trabalho realizado se o Módulo de Young Isotérmico do Cobre é de $Y = 1,23 \times 10^{11} \frac{N}{m^2}$ à $20^\circ C$?

[3.10] Mostre que o trabalho necessário para explodir uma bolha de sabão de raio r num processo isotérmico e *quasi-estático* na atmosfera é:

$$W = 8\pi\gamma r^2$$

[3.11] Acontece, numa célula eletroquímica, a seguinte reação:



Esta célula é conectada a um motor que precisa de uma Força Eletromotriz um pouco menor do que a fornecida pela célula para funcionar.

A Força Eletromotriz dessa célula, \mathcal{E} é dada por:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{20} + \alpha(\theta - 20) + \beta(\theta - 20)^2 + \gamma(\theta - 20)^3$$

Para esta reação, vale $\mathcal{E}_{20} = 0,3497V$, $\alpha = -6,35 \times 10^{-4} \frac{V}{^\circ C}$, $\beta = -2,4 \times 10^{-6} \frac{V}{(^\circ C)^2}$ e $\gamma = 0$. Se a célula é mantida a temperatura $\theta = 25^\circ C$ e $0,1mol$ de cobre reage, qual é o trabalho realizado pela célula sobre o motor?

[3.12] Um material *Dielétrico* obedece a seguinte equação de estado:

$$\mathcal{P} = \chi EV$$

Aqui, χ é função apenas da temperatura.

Mostre que o trabalho realizado para aumentar a polarização, sendo este um processo isotérmico e *Quasi-Estático* é dado por:

$$W = \frac{1}{2V\chi} (\mathcal{P}_f^2 - \mathcal{P}_i^2) = \frac{V\chi}{2} (E_f^2 - E_i^2)$$

[3.13] Um sólido *Paramagnético* tem, como equação de estado, a Lei de Curie:

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

Onde C_C é a Constante de Curie.

Mostre que o trabalho realizado para aumentar a magnetização, sendo este um processo isotérmico e *Quasi-Estaático* é dado por:

$$W = \frac{\mu_0 T}{2C_C} (\mathcal{M}_f^2 - \mathcal{M}_i^2) = \frac{\mu_0 C_C}{2T} (\mathcal{H}_f^2 - \mathcal{H}_i^2)$$

[3.14] Um volume $V = 2,00 \times 10^{-4} m^3$ de uma substância paramagnética são mantidos a temperatura constante. O Campo Magnético é aumentado isotermicamente e *Quasi-Estáticamente* desde 0 até $1,00 \times 10^6 \frac{A}{m}$. Esta substância obedece a Lei de Curie como equação de estado, e para a mesma, a Constante de Curie por unidade de volume vale $\frac{C_C}{V} = 1,885 K$.

- (a) Qual é o trabalho realizado se a substância paramagnética não estiver presente no sistema?
- (b) Qual é o trabalho realizado para aumentar a magnetização se a temperatura for de $300K$? E quando a temperatura for de $1K$?
- (c) Qual é o trabalho total realizado pelo gerador que fornece a corrente se a temperatura for de $300K$? E quando a temperatura for de $1K$?