



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Curso de Termodinâmica-GFI 04116

## 1º semestre de 2008

Prof. Jürgen Stilck

01/07/2008

### 3ª Prova

Aluno(a): \_\_\_\_\_

#### Questão 1 (3 pontos)

Numa compressão adiabática, diminui-se o volume de um gás à entropia constante e observa-se uma variação da temperatura.

a) Mostre que vale:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = -\frac{T}{c_v} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v = -\frac{\alpha T}{\kappa_T c_v}$$

b) Considere um gás monoatômico cujo comportamento possa ser bem descrito pela expansão virial

$$\frac{pv}{RT} = 1 + B_2 \frac{1}{v},$$

onde podemos assumir o segundo coeficiente virial  $B_2$  como constante. A capacidade térmica molar à volume constante pode ser aproximada por  $c_v =$

$3/2 R$ . Obtenha a derivada do item a) como função de  $T$ ,  $v$  e da constante  $B_2$ .

c) Numa compressão adiabática, um mol do gás descrito acima está inicialmente à temperatura  $T_0$  e volume  $v_0$ . O volume é diminuído em 0,1 %. Estime a variação da temperatura do gás. Dê a sua resposta em termos de  $T_0$  e  $v_0$ , bem como da constante  $B_2$ .

**Questão 2** (3 pontos)

Podemos escrever a primeira lei da Termodinâmica para uma tira elástica de comprimento  $L$  submetida a uma tensão  $f$  como  $dU = TdS + fdL + \mu dN$ . Verifica-se que a tira obedece à equação de estado:

$$\frac{L - L_0}{N} = \frac{cf}{T},$$

onde  $L_0$  e  $c$  são constantes.

- a) Qual deve ser a unidade da constante  $c$ ?
- b) Mostre que para este sistema vale a relação de Maxwell:

$$\left(\frac{\partial S}{\partial L}\right)_T = -\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_L.$$

- c) Suponha que o comprimento é aumentado de  $L_0$  para  $2L_0$ , num processo no qual a temperatura fica constante e igual a  $T_0$ . Obtenha uma expressão para a calor recebido pela tira nesse processo.

**Questão 3** (4 pontos) As transições de fases de uma substância pura podem ser representadas num diagrama no plano  $(T, p)$ , no qual cada fase ocupa uma área do diagrama.

a) Esboce o diagrama de fases no plano  $(T, p)$  para a água, indicando no mesmo as linhas de coexistência sólido-líquido (fusão), líquido-gás (ebulição) e sólido-gás (sublimação). Indique, também, o ponto triplo e o ponto crítico, descrevendo sucintamente o que os caracteriza.

b) À pressão atmosférica, nota-se que na ebulição da água, que ocorre a  $100^\circ\text{C}$ , coexistem o líquido e o vapor à mesma temperatura. Nesta situação, o volume molar do vapor é maior que o do líquido. Por outro lado, na fusão da água a  $0^\circ\text{C}$ , o volume molar do gelo é maior que o da água líquida (o gelo flutua na água). Aplique a equação de Clausius-Clapeyron para mostrar que inclinação da curva de coexistência líquido-vapor da água à pressão atmosférica é positiva, e a inclinação da curva de coexistência sólido-líquido à mesma pressão é negativa.

c) Quando se patina sobre o gelo, forma-se uma camada de água líquida entre a lâmina do patim e o gelo, que funciona como lubrificante e reduz o atrito. Explique este fenômeno com base na inclinação negativa da curva de fusão da água.

d) Na ebulição da água à pressão atmosférica, os volumes molares do líquido e do vapor que coexistem são  $18,78 \text{ cm}^3/\text{mol}$  e  $30,12 \text{ dm}^3/\text{mol}$ , respectivamente. Uma amostra de 5 moles água em ebulição ao nível do mar tem um volume molar igual a  $12 \text{ dm}^3/\text{mol}$ . Determine o número de moles da amostra que se encontram em estado líquido.