



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Curso de Termodinâmica-GFI 04116

1º semestre de 2015

Prof. Jürgen Stilck

25/5/2015

2ª Prova

Aluno(a): _____

Questão 1 (4 pontos)

A entropia molar de um conjunto de osciladores harmônicos quânticos independentes (sólido de Einstein) é dada por:

$$s(u) = R \left[\left(1 + \frac{u}{u_0} \right) \ln \left(1 + \frac{u}{u_0} \right) - \frac{u}{u_0} \ln \left(\frac{u}{u_0} \right) \right],$$

onde R é a constante universal dos gases e $u_0 = N_A \hbar \omega$, sendo N_A o número de Avogadro, $\hbar$ a constante de Planck e ω a frequência de um oscilador.

- Obtenha a entropia extensiva $S(U, N)$.
- Obtenha a equação de estado associada a esta relação fundamental.
- Determine a energia interna molar do sólido como função da temperatura e discuta o seu comportamento nos limites de alta e baixa temperaturas.
- Mostre que a entropia se anula quando a temperatura tende a zero.

Questão 2 (3 pontos)

A energia interna da radiação eletromagnética numa cavidade de volume V e com entropia S é dada por:

$$U = A \frac{S^{4/3}}{V^{1/3}}$$

- a) Qual deve ser a unidade da constante A ?
- b) Determine a energia livre de Helmholtz $F(T, V)$ da radiação.
- c) Mostre que numa expansão isotérmica o trabalho realizado pelo sistema termodinâmico é igual à variação da energia livre de Helmholtz, com o sinal trocado.
- d) Calcule o trabalho realizado pela radiação se o volume da cavidade passa de V_1 para V_2 , à temperatura constante T_1 .

Questão 3 (3 pontos)

a) A partir do diferencial da entropia molar $ds = (1/T) du + (p/T) dv$, mostre a seguinte relação de Maxwell:

$$\left(\frac{\partial(1/T)}{\partial v} \right)_u = \left(\frac{\partial(p/T)}{\partial u} \right)_v.$$

b) Um fluido de van der Waals obedece à equação:

$$\frac{p}{T} = \frac{R}{v-b} - \frac{a}{v^2} \frac{1}{T}.$$

Usando a relação do item a), mostre que para um gás de van der Waals deve valer:

$$\frac{\partial}{\partial(a/v)} \left(\frac{1}{T} \right)_u = \frac{\partial}{\partial u} \left(\frac{1}{T} \right)_v.$$

c) Mostre que a equação de estado:

$$\frac{1}{T} = \frac{cR}{u + a/v}$$

obedece à relação deduzida no item b) e determine a outra equação de estado do gás na representação da entropia $\frac{p}{T}(u, v)$.