



## Termodinâmica II Lista de Problemas 2.3

Departamento de Física de Ji-Paraná  
Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Marco Polo



---

### Questão 01

Encontre a equação fundamental de um gás ideal monoatômico:

- (a) na representação de Helmholtz,
- (b) na representação de entalpia e
- (c) na representação de Gibbs.

Em cada caso acima, encontre também as equações de estado.

---

### Questão 02

Encontre a equação fundamental do fluido ideal de van der Waals na representação de Helmholtz. Mostre que é possível recuperar a equação fundamental na representação da energia através de uma transformada de Legendre.

---

### Questão 03

Encontre a equação fundamental da radiação eletromagnética na representação de Helmholtz. Calcule as equações de estado “térmica” e “mecânica” e observe que elas concordam com àquelas dadas na Seção 3.6 do livro-texto.

---

### Questão 04

Um sistema obedece a relação fundamental

$$(s - s_0)^4 = Avu^2.$$

Calcule o potencial de Gibbs  $G(T, P, N)$ .

---

**Questão 05**

Demonstre as seguintes equações de estado a partir da definição da energia livre de Gibbs,  $G = U - TS + PV$ :

$$S = - \left( \frac{\partial G}{\partial T} \right)_{P,N}$$

$$V = \left( \frac{\partial G}{\partial P} \right)_{T,N}$$

$$\mu = \left( \frac{\partial G}{\partial N} \right)_{T,P}$$

---

**Questão 06**

Demonstre as seguintes equações de estado a partir da definição do grande potencial termodinâmico,  $\Phi = U - TS - \mu N$ :

$$S = - \left( \frac{\partial \Phi}{\partial T} \right)_{V,\mu}$$

$$P = - \left( \frac{\partial \Phi}{\partial P} \right)_{T,\mu}$$

$$N = - \left( \frac{\partial \Phi}{\partial N} \right)_{T,V}$$

---

**Questão 07**

Deduzas as seguintes relações de Maxwell para o formalismo da energia ( $dU = TdS - PdV + \mu dN$ ):

$$\left( \frac{\partial T}{\partial V} \right)_{S,N} = - \left( \frac{\partial P}{\partial S} \right)_{V,N}$$

$$\left( \frac{\partial T}{\partial N} \right)_{S,V} = \left( \frac{\partial \mu}{\partial S} \right)_{V,N}$$

$$- \left( \frac{\partial P}{\partial N} \right)_{S,V} = \left( \frac{\partial \mu}{\partial V} \right)_{S,N}$$

---

**Questão 08**

Deduzas as seguintes relações de Maxwell para o formalismo da entalpia ( $dH = TdS + VdP + \mu dN$ ):

$$\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_{S,N} = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_{P,N}$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial N}\right)_{S,P} = \left(\frac{\partial \mu}{\partial S}\right)_{P,N}$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial N}\right)_{S,P} = \left(\frac{\partial \mu}{\partial P}\right)_{S,N}$$

---

**Questão 09**

Na vizinhança imediata do estado  $T_0, v_0$ , o volume de um certo sistema de 1 mol varia de acordo com a relação

$$v = v_0 + a(T - T_0) + b(P - P_0).$$

Calcule a transferência de calor  $dQ$  para o sistema se o volume molar é variado por um pequeno incremento  $dv = v - v_0$  em uma temperatura constante  $T_0$ .

---

**Questão 10**

Para um certo sistema de 1 mol, na vizinhança de um estado particular, uma variação na pressão  $dP$  na temperatura constante  $T$  é acompanhada por um fluxo de calor  $dQ = AdP$ . Qual é o valor do coeficiente de expansão térmica desse sistema, no mesmo estado?

---

**Questão 11**

Mostre que a relação

$$\alpha = \frac{1}{T}$$

implica que  $c_P$  é independente da pressão:

$$\left(\frac{\partial c_P}{\partial P}\right)_T = 0.$$

## Respostas

### Questão 1

$$(a) F = \left( \frac{3NR}{2} - Ns_0 \right) T - \frac{3NRT}{2} \ln \left( \frac{TV^{2/3} N_0^{2/3}}{T_0 V_0^{2/3} N^{2/3}} \right)$$

$$S = Ns_0 + \frac{3}{2} NR \ln \left( \frac{TV^{2/3} N_0^{2/3}}{T_0 V_0^{2/3} N^{2/3}} \right)$$

$$P = \frac{NRT}{V}$$

$$\mu = \left( \frac{5R}{2} - s_0 \right) T - \frac{3RT}{2} \ln \left( \frac{TV^{2/3} N_0^{2/3}}{T_0 V_0^{2/3} N^{2/3}} \right)$$

$$(c) G = \left( \frac{5}{2} NR - Ns_0 \right) T - NRT \ln \left[ \left( \frac{T}{T_0} \right)^{5/2} \frac{P_0}{P} \right]$$

### Questão 2

$$F = NcRT - \frac{a}{V} - NRT \ln [(v-b)(cRT)^c] - NTs_0$$

### Questão 3

$$F = -\frac{1}{3} bVT^4 \quad S = \frac{4}{3} bVT^3 \quad P = \frac{1}{3} bT^4$$

### Questão 4

$$G(T, P, N) = -\frac{ANT^4}{64P} - NTs_0$$

### Questão 9

$$dQ = -\frac{aT}{b} dV$$

### Questão 10

$$-\frac{A}{VT}$$