

Nome: \_\_\_\_\_ RA: \_\_\_\_\_

**Disciplina: Mecânica Estatística****Lista 1: Revisão Termodinâmica****Prof. Márcio Sampaio Gomes Filho**

1. Enuncie brevemente as Leis da Termodinâmica. Dê um exemplo para ilustrar cada conceito.
2. O que é a energia interna de um sistema?
3. O que é temperatura e como as diferentes escalas de medição a representam?
4. Discorra sobre a interpretação molecular da pressão e da temperatura de um gás ideal. Explique o teorema da equipartição de energia.
5. Defina o conceito de calor específico molar a volume constante,  $c_V$ , e a pressão constante,  $c_P$ . Encontre seus valores para um gás ideal monoatômico. Mostre que

$$c_P - c_V = R, \quad (1)$$

onde  $R$  é a constante universal dos gases ideais. Discuta também por que a previsão do calor específico molar para gases monoatômicos concorda com os experimentos, mas falha para gases diatômicos e poliatômicos.

6. Dê exemplos de processos adiabáticos, ilustrando a sua importância. Mostre que:

$$PV^\gamma = \text{const.} \quad (2)$$

onde  $\gamma = c_P/c_V$ .

Mostre também que o trabalho realizado sobre um gás durante um processo adiabático é:

$$W_{\text{ext}} = (\gamma - 1)^{-1}(P_f V_f - P_i V_i). \quad (3)$$

7. Encontre a expressão para a entropia de um gás ideal.

8. Considere um sistema termodinâmico simples, em que a energia interna é expressa em termos da entropia, volume e número de moles (parâmetros extensivos) pela seguinte relação:

$$U = \left( \frac{v_0 \theta}{R^2} \right) \frac{S^3}{VN}, \quad (4)$$

onde  $v_0$ ,  $\theta$  e  $R^2$  são constantes arbitrárias quaisquer.

- Mostre que esta relação é uma equação fundamental do sistema, que caracteriza um estado de equilíbrio qualquer do mesmo.
  - Encontre as três equações de estado para este sistema. Mostre que elas são homogêneas de ordem zero em relação a  $S$ ,  $V$  e  $N$ , ou seja, que  $T$ ,  $P$  e  $\mu$  são parâmetros intensivos.
  - Encontre o potencial químico  $\mu$  em função de  $T$ ,  $V$  e  $N$ .
  - Esboce, através de um gráfico  $P \times V$ , a dependência da pressão em função do volume para valores fixos da temperatura. Considere duas isotermas quaisquer e indique qual delas corresponde à de maior temperatura.
9. Para um certo sistema termodinâmico, a relação fundamental é dada por

$$S = A[NVU]^{1/3}, \quad (5)$$

onde  $A$  é uma constante positiva.

- Encontre a energia livre de Helmholtz  $F(T, V, N)$ .
  - Encontre as equações de estado na representação de Helmholtz.
10. Mostre que, para um gás ideal monoatômico,  $\alpha = 1/T$  e  $k_T = 1/P$ .
11. A relação fundamental na representação da entropia para um gás ideal monoatômico pode ser escrita como (equação de Sackur-Tetrode):

$$S = NR \ln \left[ \left( \frac{U}{U_0} \right)^{3/2} \frac{V}{V_0} \right] + N \frac{S_0}{N_0}, \quad (6)$$

onde  $N$  é o número de mols do gás,  $R$  a constante dos gases ideais,  $U$  a energia interna e  $V$  o volume do sistema. Note que os subíndices 0 denotam um estado de referência termodinâmico.

- Verifique se a relação fundamental na representação da energia, satisfaz os postulados da termodinâmica clássica. Se houver alguma violação, explique o motivo físico que justifica essa inconsistência.

- b) Deduza as três equações de estado a partir da relação fundamental na representação da energia, como as expressões para a pressão, temperatura e potencial químico em função das variáveis  $U$ ,  $V$  e  $N$ .