



Qualificação: Mecânica Estatística

(2.5 pts) 1. Considere 4 kg de gás contido em um recipiente cilíndrico de volume inicial $V_i = 1000$ l, com temperatura $T = 320$ K. O gás, com massa molar 28,01 g, se expande em um processo quase-estático com temperatura constante, até o volume final $V_f = 1200$ l. Não se trata de um gás ideal, mas sim um gás de Redlich-Kwong, cuja equação de estado é dada por

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{T^{1/2}V_m(V_m + b)},$$

com V_m representando o volume molar, a e b constantes específicas da substância. Determine o trabalho realizado pelo gás.

(2.5 pts) 2. Considere um gás constituído por N partículas que podem ser alocadas em V sítios, com $N \leq V$. Cada sítio pode estar vazio ou ocupado por apenas uma partícula. Considerando $\sigma = N/V$:

- Determine a entropia do sistema;
- Determine o comportamento da pressão p nos limites de $\sigma \rightarrow 0$ e $\sigma \rightarrow \infty$;
- Determine o comportamento do potencial químico μ nos limites de $\sigma \rightarrow 0$ e $\sigma \rightarrow \infty$;
- Apresente uma representação gráfica qualitativa do comportamento de p/T e μ/T com relação a σ .

(2.5 pts) 3. A função de partição de um sistema de partículas é dada por

$$Z_N = [(V - Nb)/\lambda^3]^N \exp(\beta a N^2/V),$$

onde

$$\lambda = \sqrt{2\pi\hbar^2/mk_B T}$$

e a e b são constantes, V é o volume e N é o número de partículas. Todos os outros símbolos têm seus significados usuais.

- Encontre a energia interna $E(N, T, V)$;
- Encontre a pressão $P(N, T, V)$;
- Encontre a entropia $S(N, T, V)$;
- A expressão para a entropia S encontrada no item anterior viola algum princípio físico fundamental? Qual? Como a função de partição pode ser apropriadamente corrigida para evitar essa violação?

(2.5 pts) 4. Considere um sistema de 2 partículas, onde cada uma delas pode estar em um de três estados possíveis. Um deles possui energia $E_1 = 0$, enquanto os outros dois possuem energia $E_2 = E_3 = \epsilon$. Considerando que este sistema está em um banho térmico a temperatura T , apresente a função de partição e a energia média em função de T e ϵ considerando:

- As duas partículas como distinguíveis;
- As duas partículas como bósons indistinguíveis;
- As duas partículas como férmions indistinguíveis;
- Apresente uma representação gráfica qualitativa da energia média em função da temperatura para os três casos anteriores.