

Lista de Exercícios XI

- ① Problemas 8.18 e 9.4 do H.M. Nussenzveig, vol II.
- ② Um feixe molecular de oxigênio contendo 10^{10} moléculas/cm³ de velocidade média 500 m/s incide sobre uma placa segundo um ângulo de 30° com a normal à placa. Calcule a pressão exercida pelo feixe sobre a placa, supondo as colisões perfeitamente elásticas.
- ③ O livre caminho médio em hélio gasoso a 1 atm e 15°C é de $1,862 \times 10^{-5}$ cm.
 - (a) Calcule o diâmetro efetivo de um átomo de hélio.
 - (b) Estime o número médio de colisões por segundo que um átomo de hélio sofre nessas condições.
- ① Problemas 9.8, 9.11 do H.M. Nussenzveig, vol II.
- ② Um balão esférico, de 4.000 cm³, contém hélio a uma pressão (no seu interior) de $1,2 \times 10^5$ N/m². Quantos moles de hélio estão no balão, sabendo-se que a energia cinética média por átomo de hélio é de $3,6 \times 10^{-22}$ J?
- ③ Se a velocidade quadrática média de um átomo de hélio, à temperatura ambiente, for 1.350 m/s, qual a velocidade quadrática média de uma molécula de oxigênio (O₂), a esta temperatura? (O peso molecular do O₂ é 32 e o do He é 4.)
- ④ A temperatura da superfície da Lua chega a atingir 127°C. Calcule a velocidade quadrática média do hidrogênio molecular a essa temperatura e compare-a com a velocidade de escape da superfície da Lua. Que conclusão pode ser tirada dessa comparação?
- ⑤ Um recipiente cúbico, de lado igual a 10 cm, contém oxigênio a 273 K e à pressão de 1,00 atm. Comparar a variação de energia potencial de uma molécula de oxigênio no fundo e no topo da caixa com a energia cinética média das moléculas de oxigênio.

- ⑥ Em que condições a velocidade do som em um gás seria igual a velocidade quadrática média das moléculas? Quantos graus de liberdade teriam essas moléculas?
- ⑦ (a) Calcule o expoente adiabático $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ para um gás diatômico a uma temperatura elevada, tal que uma fração x das moléculas se encontram dissociadas em átomos. Verifique que o resultado se reduz aos casos limites esperados quando não há dissociação ou quando ela é total.
- (b) Se o valor observado é $\gamma = 1,5$, qual é a porcentagem de dissociação x ?
- ⑧ Coloca-se 1 g de hidrogênio e 1 g de hélio num recipiente de 10 ℓ , à uma temperatura de 27°C.
- (a) Qual é a pressão?
- (b) Calcule os calores específicos molares C_P e C_V , bem como $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$, para a mistura gasosa.
- ☛ **Problema Desafio** : Um gás é submetido a uma expansão isotérmica reversível num recipiente cilíndrico munido de um pistão de área A e massa M . O pistão desloca-se na direção x com velocidade constante u . Tem-se $u \ll v_{qm}$ e $M \gg m$ onde v_{qm} é a velocidade quadrática média das moléculas, cuja massa é m . Suponha as colisões das moléculas com o pistão perfeitamente elásticas num referencial que se move com o pistão.
- (a) Mostre que, no referencial do laboratório (onde o cilindro está em repouso), as colisões com o pistão não são perfeitamente elásticas, calculando a perda de energia cinética de uma molécula que colide com o pistão com componente x da velocidade $v_x > 0$ (no resultado, despreze u em confronto com v_x).
- (b) Some sobre todas as moléculas e mostre que a perda total de energia cinética é igual ao trabalho realizado na expansão do gás.
- ☛ **Problema Desafio**: A pressão crítica e a temperatura crítica observadas para o CO_2 são, respectivamente, $P_c = 73 \text{ atm}$ e $T_c = 304,1 \text{ K}$.

-
- (a) Calcule as constantes de Van der Waals a e b para o CO_2 .
 - (b) Calcule a densidade crítica ρ_c para o CO_2 pela equação de Van der Waals e compare-a com o valor observado de $0,46 \text{ g/cm}^3$.
 - (c) Se o CO_2 fosse um gás ideal, a que pressão seria preciso submeter 1 mol de CO_2 para que ocupasse o volume de $0,5 \text{ l}$ à temperatura de 0°C ?
 - (d) Qual seria a pressão necessária na situação (c) considerando o CO_2 como um gás de Van der Waals?
 - (e) Em (d), que fração da pressão total é devida à interação entre as moléculas do gás?