

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Física II - 4300112

9ª Lista de exercícios - Teoria Cinética dos Gases - 2013

1. Considere um volume de gás onde cada partícula tem um diâmetro efetivo médio $d = 5 \text{ \AA} = 5 \times 10^{-10} \text{ m}$ e massa molar $m = 30 \text{ g/mol}$, à temperatura de 227°C e pressão de 10^5 Pa .

- (a) Ache a densidade de partículas (número de partículas por unidade de volume).
- (b) Obtenha o livre caminho médio.
- (c) Obtenha a velocidade quadrática.
- (d) Qual é o tempo médio que uma partícula leva entre duas colisões? E a frequência de colisões?

R: (a) $1,45 \times 10^{25}$ partículas/ m^3 ; (b) $6,215 \times 10^{-8} \text{ m} = 621,5 \text{ \AA}$; (c) $644,75 \text{ m/s}$; (d) $9,64 \times 10^{-11} \text{ s}$ e $1,04 \times 10^{10}$ colisões/s.

2. (Moysés) O diâmetro efetivo da molécula de CO_2 é $\approx 4,59 \times 10^{-8} \text{ cm}$. Qual é o livre percurso médio de uma molécula de CO_2 para uma densidade de $4,91 \text{ kg/m}^3$?

R: $1,59 \times 10^{-6} \text{ cm}$.

3. Calcule o livre percurso médio das moléculas de oxigênio (de diâmetro $1,2 \text{ \AA} = 1,2 \times 10^{-10} \text{ m}$) contidas num recipiente rígido, de paredes adiabáticas a uma temperatura de 240 K e uma pressão de 10 Pa .

Considere que o oxigênio é um gás perfeito.

R: $\bar{l} = 5,2 \text{ mm}$;

4. (Moysés) Calcule o trabalho realizado por um gás de Van der Waals numa expansão isotérmica à temperatura T , passando do volume molar v_i para v_f .

R: $W = a \left(\frac{1}{v_f} - \frac{1}{v_i} \right) + RT \ln \left(\frac{v_f - b}{v_i - b} \right)$ (1 mol).

5. (Sears & Zemansky) Na equação do gás ideal, o número de moles por volume n/V é simplesmente P/RT . Na equação de van der Waals, obter n/V em termos da pressão P e da temperatura T não é tão simples.

(a) Mostre que a equação de van der Waals pode ser escrita na forma

$$\frac{n}{V} = \left(\frac{P + a \frac{n^2}{V^2}}{RT} \right) \left(1 - b \frac{n}{V} \right).$$

(b) Os parâmetros da equação de van der Waals para o sulfeto de hidrogênio gasoso H_2S são $a = 0,448 \text{ J} \cdot \text{m}^3/\text{mol}^2$ e $b = 4,29 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$. Determine o número de moles por volume de H_2S a 127°C e a uma pressão absoluta igual a $9,8 \times 10^5 \text{ Pa}$ com o seguinte procedimento: i) calcule uma primeira aproximação usando a equação do gás ideal, $\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$. ii) substitua essa aproximação de n/V no membro direito da equação da parte (a). O resultado é uma nova e melhor aproximação para n/V . iii) Substitua essa nova aproximação de n/V no membro direito da equação da parte (a). O resultado é uma nova aproximação mais precisa para n/V . iv) Repita a etapa (iii) sucessivamente até atingir o nível de precisão desejado (neste caso, até atingir três algarismos significativos).

(c) Compare o resultado final obtido na parte (b) com o resultado P/RT usando a equação do gás ideal. Qual dos dois resultados fornece o melhor valor de n/V ? Por quê?

R: (b) 303 mols/m^3 .

6. (Moysés) A pressão crítica e a temperatura crítica observadas para o CO_2 são, respectivamente, $P_C = 73,0 \text{ atm}$ 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?

R: (a) $a = 3,6 \text{ atm} \times \text{l}^2/(\text{mol})^2$, $b = 0,043 \text{ l/mol}$; (b) $\rho_C = 0,34 \text{ g/cm}^3$; (c) $44,8 \text{ atm}$; (d) $34,6 \text{ atm}$; (e) 42% .