

1.9

a) A massa de 1 mol de moléculas de ar é 28,96 g.
 1 mol de moléculas de ar tem $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ unidades.

$$\text{Então: } \begin{array}{r} 6,022 \times 10^{23} \text{ — } 28,96 \text{ g} \\ M_G \text{ — } 0,001 \text{ g} \end{array}$$

$$N_G = \frac{6,022 \times 10^{23} \times 0,001}{28,96} \approx 2 \times 10^{19} \text{ moléculas de ar/cm}^3 \text{ de ar}$$

$$N_L \approx \frac{6,022 \times 10^{23} \times 1}{28,96} \approx 2 \times 10^{23} \text{ moléculas de ar/cm}^3$$

b)
$$\begin{array}{r} 6,022 \times 10^{23} \text{ moléculas — } 28,96 \text{ g} \\ 1 \text{ molécula — } m \end{array}$$

$$m \approx 4,8 \times 10^{-23} \text{ g}$$

c)
$$l = \frac{V}{N \pi d^2}$$

$$V = 1 \text{ cm}^3$$

$$N = 2 \times 10^{19} \text{ moléculas de ar/cm}^3 \text{ (ab'nes =)}$$

$$d = 3,39 \times 10^{-10} \text{ m (diâmetro = proximo de 1 molécula de ar)}$$

$$l = \frac{10^{-6}}{2 \times 10^{19} \times \pi \times (3,39 \times 10^{-10})^2} \approx 1,4 \times 10^{-7} \text{ m} = 1,4 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

d) $PV = N K_B T$ e $l = \frac{V}{N \pi d^2}$; $\pi d_{ar}^2 = 0,36 \times 10^{-18} \text{ m}^2$

se $l=1 \Rightarrow V = N \pi d^2$

então: $P N \pi d^2 = N K_B T \Rightarrow P = \frac{K_B T}{\pi d^2}$

$$P = \frac{1,38 \times 10^{-23} \times 293}{0,36 \times 10^{-18}} = 11,24 \times 10^{-3} \text{ Pa} \Rightarrow 1,11 \times 10^{-7} \text{ atm}$$



1.10



$$I_1 = I_0 e^{-kx} + (1 - e^{-kx}) \frac{\mathcal{E}}{K}$$

Dados: $P = 6,0 \times 10^{-4} \text{ mm Hg} = 0,08 \text{ Pa}$

$$x = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = 0,97$$

Considerando desprezível o valor do coeficiente de emissão (\mathcal{E}) do argon, a equação de transferência radiativa e^{-kx} é seguinte:

$$I_1 = I_0 e^{-kx}, \text{ sendo } k \text{ o coeficiente de absorção do argon.}$$

$$\frac{I_1}{I_0} = e^{-kx} \Rightarrow 0,97 = e^{-k \times 10^{-3}} \Rightarrow -k \times 10^{-3} = \ln 0,97$$

$$k = 30 \text{ m}^{-1}$$

$A = \frac{k}{m}$, sendo A a seção eficaz de absorção por partícula de argon; m é a densidade volumétrica de átomos de argon da camada de espessura 1 mm .

$$\text{Mas } PV = N k_B T \Rightarrow P = \frac{N}{V} k_B T \Rightarrow P = m k_B T \Rightarrow$$

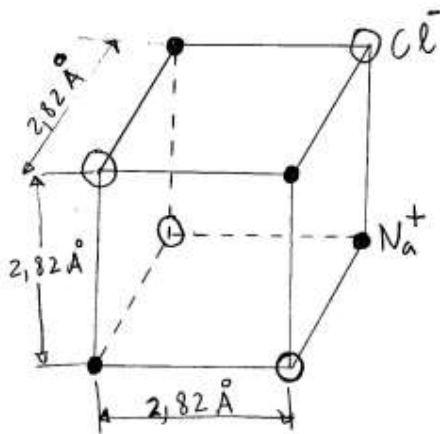
$$\Rightarrow m = \frac{P}{k_B T}. \text{ Então:}$$

$$A = \frac{k k_B T}{P} \Rightarrow A = \frac{30 \times 1,38 \times 10^{-23} \times 273}{0,08}$$

$$A = 1,4 \times 10^{-14} \text{ m}^2 / \text{átomo de argon}$$



1.11



$\text{NaCl} : M(\text{massa molar}) = 58,44 \text{ g}$
 $\rho(\text{densidade}) = 2,165 \text{ g/cm}^3$

- Cálculo do volume de uma célula:

$$V = (2,82 \times 10^{-8})^3 = 2,243 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$$

- Cálculo da massa de uma célula

$$m = \rho V \Rightarrow m = 2,165 \times 2,243 \times 10^{-23} = 4,86 \times 10^{-23} \text{ g}$$

- Cálculo do número de células existentes em uma massa molar

$$n = \frac{M}{m} = \frac{58,44}{4,86 \times 10^{-23}} = 1,204 \times 10^{24} \text{ células/mol}$$

- Cálculo do número de moléculas existentes em uma mol de NaCl

Verificamos que um íon (Cl^- ou Na^+) é comum a oito células e que cada célula tem quatro moléculas de NaCl. Tal significa que 8 células têm 4 moléculas e, portanto, uma célula tem $1/2$ molécula.

$$N_A = \frac{n}{2} = \frac{1,204 \times 10^{24}}{2} = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas}$$

↳ número de Avogadro



1.12

a) O Ra em equilíbrio com os seus produtos de desintegração produz $13,6 \times 10^{10}$ átomos de He por grama e por segundo!

$$1 \text{ g} \text{ --- } 13,6 \times 10^{10} \text{ s}^{-1} \quad \text{ou} \quad 1 \text{ g} \text{ --- } 13,6 \times 10^{10} \times 3600 \times 24 \text{ dia}^{-1}$$

$$\text{Então: } \begin{array}{ccc} 1 \text{ g} & \text{---} & 13,6 \times 10^{10} \times 3600 \times 24 \\ 0,192 \text{ g} & \text{---} & x \end{array}$$

$$x = 2,26 \times 10^{15} \text{ átomos de He / dia}$$

Como a desintegração de 0,192 g de Ra produz $0,0824 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ de He por dia, então:

$$N_H = \frac{2,26 \times 10^{15}}{8,24 \times 10^{-5}} \approx 2,7 \times 10^{19} \text{ átomos de He / cm}^3$$

$$b) \quad pV = nRT$$

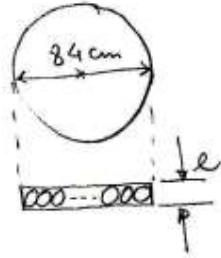
$$\text{se } n=1 \Rightarrow V = \frac{RT}{p} = \frac{8,314 \times 273}{101325} = 22402 \text{ cm}^3$$

Como 1 mol de He nas condições STP ocupa um volume de $22,414 \text{ cm}^3$, então:

$$\begin{aligned} N_a &= N_H V \\ &= 2,7 \times 10^{19} \times 22402 \\ &= 6,05 \times 10^{23} \text{ átomos de He} \end{aligned}$$



1.13



$$M = 0,81 \text{ mg}$$

$$\rho = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = \frac{M}{V} \Rightarrow V = \frac{0,81}{0,8} = 1,0125 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$$

Uma gota do azeite ocupa o volume de $1,0125 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$.

- Qual a espessura (e) da camada mono-molecular?

$$V = Ae \Rightarrow e = \frac{V}{A} = \frac{1,0125 \times 10^{-3}}{\pi \left(\frac{84}{2}\right)^2} = 1,83 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

- Notar que a espessura da camada é igual ao diâmetro de uma molécula de azeite.

- Que volume ocupa uma molécula do azeite?

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow V = \frac{\pi D^3}{6}$$

$$\text{Como } e = D \Rightarrow V = \frac{\pi e^3}{6} \Rightarrow V = \frac{\pi (1,83 \times 10^{-7})^3}{6}$$

$$V = 3,2 \times 10^{-21} \text{ cm}^3$$

- Qual a massa de uma molécula do azeite?

$$m = \rho V \Rightarrow m = 0,8 \times 3,2 \times 10^{-21} = 2,55 \times 10^{-21} \text{ g}$$

A massa molar (M_A) do azeite é 298,5 g. Então:

$$N_A = \frac{298,5}{2,55 \times 10^{-21}} = \underline{\underline{1,17 \times 10^{23}}}$$

$$1.14 \quad \eta = \frac{1}{3} \rho v l \Rightarrow l = \frac{3\eta}{\rho v}$$

$$l = \frac{3 \times 2,0 \times 10^{-4}}{1,0 \times 10^{-3} \times 500 \times 10^2} \Rightarrow l = 1,2 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

Por outro lado:

$$l = \frac{1}{\sqrt{2} \pi N_g \sigma^2} \Rightarrow N_g = \frac{1}{\sqrt{2} \pi l \sigma^2}$$

cálculo do diâmetro médio de uma molécula de ar:

$$\rho(\text{liquid}) = \frac{M_{\text{liquid}}}{V_{\text{liquid}}} \Leftrightarrow \rho(\text{liquid}) = \frac{m}{V}$$

m → massa de uma molécula
 V → volume ocupado por uma molécula.

$$6,022 \times 10^{23} \text{ — } 28,97 \text{ g}$$

1 molécula — m

$$m = \frac{28,97}{6,022 \times 10^{23}} = 4,81 \times 10^{-23} \text{ g}$$

$$\text{Como } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{4,8 \times 10^{-23}}{V} \Rightarrow V = 4,8 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$$

Assumindo que as moléculas são esféricas:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sigma}{2}\right)^3 \Rightarrow V = \frac{4\pi\sigma^3}{24}$$

$$\sigma = \left(\frac{6V}{\pi}\right)^{1/3} \Rightarrow \sigma = 4,5 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

Então:

$$N_g = \frac{1}{\sqrt{2} \pi \times 1,2 \times 10^{-5} \times (4,5 \times 10^{-8})^2}$$

$$\approx 0,9 \times 10^{19} / \text{cm}^3$$

