4302112 - Física II para o IFUSP   Márcia C.A. Fantini   17/11/2022

8ª Avaliação (100 minutos)

NOME: ______________________________ Número USP: __________

NOME: ______________________________ Número USP: __________

1)

a) (1,0) Considere um sistema composto por oxigênio molecular confinado em um recipiente. A densidade molecular é de 10^{10} moléculas/cm^3 e as moléculas possuem velocidade média de 500 m/s. Determine a pressão total exercida sobre as paredes do recipiente.

b) (1,0) Suponha agora que as moléculas de O_2 foram organizadas na forma de um feixe que incide sobre uma placa vertical fazendo um ângulo de 30° com a normal à placa. A velocidade média das moléculas continua sendo de 500 m/s, com a mesma densidade molecular de 10^{10} moléculas/cm^3. Suponha colisões perfeitamente elásticas. Escreva uma expressão para a variação de momento linear ($\Delta p/\Delta t$) sofrida pela placa na direção x, em função da massa de cada molécula e do número de choques no intervalo de tempo Δt.

c) (2,0) Utilizando a resposta do item anterior, determine a pressão exercida pelo feixe sobre a placa.

2) Suponha que a "molécula" do ar possui diâmetro d = 2×10^{-8} cm e massa molecular de $4{,}9 \times 10^{-26}$ kg. Calcule, nas CNTP (0°C e 1 atm):

a) (1,0) o número de moléculas por cm^3;

b) (1,0) o livre percurso médio (em cm);

c) (1,0) a seção de choque da molécula (em cm^2);

d) (1,0) a velocidade quadrática média v_{qm} ou v_{rms} (em m/s);

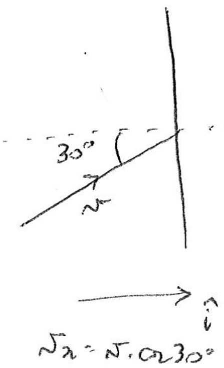
e) (1,0) a frequência média das colisões (em colisões/s) utilizando $v = v_{qm}$;

f) (1,0) o intervalo de tempo médio entre colisões (em s).

(1) a) $P = \frac{1}{3}\frac{N}{V}.m\overline{v^2} = \frac{1}{3}.10^{16}.\frac{16}{3}.10^{-26}.500^2 \cong 44.10^{-6}$ Pa //

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{N}{V} = 10^{10}\ \frac{\text{moléc.}}{cm^3} = 10^{16}\ \frac{\text{moléc}}{m^3} \\[2ex] m_{O_2} = \frac{32\ g/mol}{6.10^{23}} = \frac{16}{3}.10^{-26}\ kg \\[2ex] \bar{v} = 500\ m/s \end{array}\right.$$

b) Variação de momento linear para 1 molécula:



$\Delta p_x = p_{x_f} - p_{x_i} = -m_{O_2}.v_x - m_{O_2}.v_x = -2m_{O_2}.v_x$,

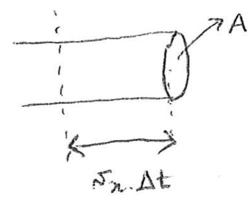
onde $v_x = v.\cos 30°$

Variação de momento linear da placa considerando que ocorre $N_{choques}$ em um intervalo de tempo Δt:

$$\frac{\Delta p_x}{\Delta t} = 2m_{O_2}.v_x.\frac{N_{choques}}{\Delta t} \quad //$$

c) $P = \frac{F_x}{A} = \frac{1}{A}.\frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{1}{A}.2m_{O_2}.v_x.\frac{N_{choques}}{\Delta t}$

O número de choques pode ser escrito como o produto entre o número de moléculas (N) e a fração do volume total que contém moléculas que estão próximas à placa:



$$N_{choques} = N.\frac{v_x.\Delta t.A}{V}$$

Substituindo na expressão da pressão, vem:

$$P = \frac{1}{\cancel{A}}.2m_{O_2}.v_x.\frac{v_x.\cancel{\Delta t}.\cancel{A}}{\cancel{\Delta t}.V}.N = 2m_{O_2}.v_x^2.\frac{N}{V}$$

Substituindo os valores: $m_{O_2} = \frac{16}{3}.10^{-26}$ kg, $v_x^2 = (500.\cos 30°)^2$, $\frac{N}{V} = 10^{16}\ \frac{\text{moléc}}{m^3}$, vem:

$$P = 2.\frac{16}{\cancel{3}}.10^{-26}.25.10^4.\frac{\cancel{3}}{4}.10^{16} = 200.10^{-6} = 2.10^{-4}\ Pa \quad //$$

2) Considerando o gás perfeito $\Rightarrow PV = nRT$

$$PV = \rho kT$$

a) $$\rho = \frac{P}{kT} = \frac{1\times10^{5}}{1{,}38\times10^{-23}\times 273} \cong 2{,}65\times10^{25} \text{ moléculas}/m^3$$

$$\rho = \frac{2{,}65\times10^{25}}{(10^{2})^{3}} = \boxed{2{,}65\times10^{19} \text{ moléculas}/cm^3}$$

b) $$\ell = \frac{1}{\sqrt{2}\,\rho\pi d^2} = \frac{1}{1{,}414\times 2{,}65\times10^{19}\times 3{,}1416\times(2\times10^{-8})^{2}}$$

$$\boxed{\ell \cong 2{,}1\times10^{-5}\ cm}$$

c) $$\sigma = \pi d^2 = 1{,}25\times10^{-15}\ cm^2$$

d) $$v_{qm} = \sqrt{\langle v^2\rangle} = \sqrt{\frac{3P}{\rho m}} = \sqrt{\frac{3\times1\times10^{5}}{2{,}65\times10^{25}\times 4{,}9\times10^{-26}}}$$

$$\boxed{v_{qm} \cong 481\ m/s}$$

e) $$f = \frac{v}{\ell} = \frac{481}{2{,}1\times10^{-7}} \approx 229\times10^{7} \approx 2{,}29\times10^{9} \text{ colisões}/s$$

$$\boxed{f \approx 2{,}3\times10^{9} \text{ colisões}/s}$$

f) $$\tau = \frac{1}{f} \cong 4{,}3\times10^{-10}\ s \Rightarrow \boxed{\tau \cong 4{,}3\times10^{-10}\ s}$$