

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Física II - 4300112

7ª Lista de exercícios - Teoria Cinética dos Gases - 2013

1. Seja n_i o número de partículas por unidade de volume com velocidades \vec{v}_i , e $n = \sum_i n_i$ a densidade de partículas que compõem um gás ideal em um recipiente fechado a uma pressão P . Com m a massa de cada partícula, obtenha a relação

$$P = \frac{1}{3}nm\langle\vec{v}^2\rangle,$$

onde

$$\langle v_{x,y,z}^2 \rangle = \frac{\sum_i n_i v_{x,y,z}^2}{\sum_i n_i}$$

é a média ponderada de $v_{x,y,z}^2$.

2. (Halliday) A massa molecular do hidrogênio é de $3,3 \times 10^{-24}$ g. Se 10^{23} moléculas de hidrogênio por segundo atingem 2 cm^2 de uma parede, a um ângulo de 55° com a normal a essa parede e com velocidade de 10^5 cm/s , qual a pressão exercida sobre a parede pelo hidrogênio? Considere que as colisões são perfeitamente elásticas.

R: 1900 N/m^2 .

3. Considere uma colisão unidimensional de dois átomos distintos, de massas m , M , velocidades iniciais u_i , U_i , e velocidades finais u_f , U_f , respectivamente. Utilizando as conservações do momento e energia na colisão, obtenha:

(a)

$$U_f = \frac{2}{m+M} \left[mu_i + \frac{1}{2}(M-m)U_i \right],$$

(b)

$$\langle U_f^2 \rangle - \langle U_i^2 \rangle = \frac{8m}{(m+M)^2} \left[\frac{1}{2}m\langle u_i^2 \rangle - \frac{1}{2}M\langle U_i^2 \rangle + \frac{1}{2}(M-m)\langle u_i U_i \rangle \right].$$

4. (Halliday) A massa molar do iodo é de 127 g/mol . Uma onda estacionária em um tubo cheio de gás de iodo, tratado aqui com um gás ideal, a 400 K tem os seus nós

$6,77 \text{ cm}$ distantes um do outro, quando a frequência é de 1000 Hz . Dado que a velocidade de propagação da onda nesse meio pode ser obtida por $v = \sqrt{(\gamma RT/M)}$, estando as variáveis representando as grandezas usuais, determine a partir do γ se esse gás é monoatômico ou diatômico.

R: propositadamente sem resposta.

5. (Moysés) Um recipiente de 10 l contém 7 g de nitrogênio gasoso, à pressão de $4,8 \text{ atm}$ e à temperatura de 1800 K . A essa temperatura, uma porcentagem x das moléculas de nitrogênio encontram-se dissociadas em átomos. Calcule x .

R: $x = 30\%$.

6. (Moysés) A temperatura na 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?

R: $v_{\text{qm}} = 2,2 \text{ km/s}$; $v_{\text{escape}} = 2,4 \text{ km/s}$.

7. (Moysés) 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 $u \ll v_{\text{qm}}$ 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.