

Física 3

(1/2015)

Fluidos, Termodinâmica, Ondas e Ótica

Aula 11

Carlos Eduardo Souza (Cadu)
carlooseduardosouza@id.uff.br

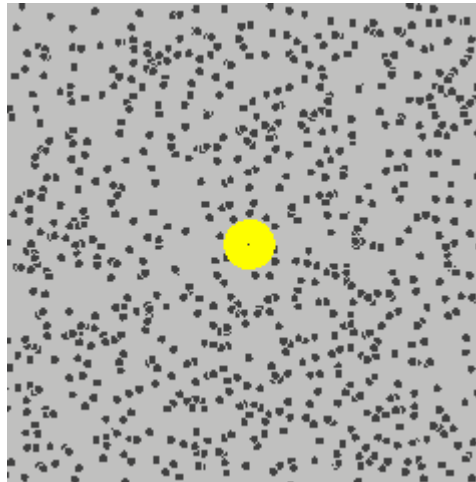
Site: **cursos.if.uff.br/fisica3-0115/**

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Pressão de um gás

→ resultado das colisões entre as moléculas e as paredes do recipiente.



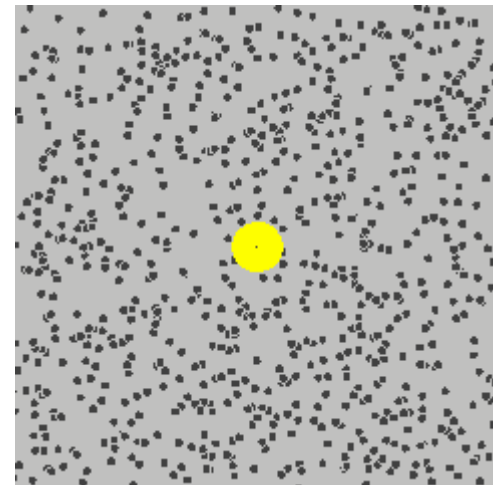
Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Pressão de um gás

→ resultado das colisões entre as moléculas e as paredes do recipiente.

$$P = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m v_{rms}^2$$



Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Velocidade RMS

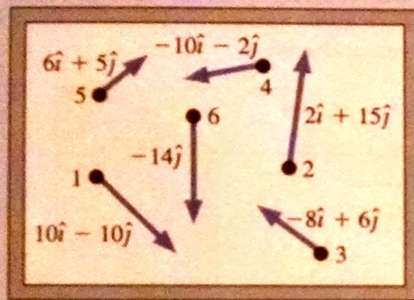


FIGURA 18.8 As velocidades moleculares do Exemplo 18.2. As unidades são m/s.

EXEMPLO 18.2 Cálculo do valor quadrático médio da velocidade

A **FIGURA 18.8** mostra as velocidades de todas as moléculas de um gás bidimensional com seis moléculas. Calcule e compare os valores da velocidade média $\vec{v}_{\text{med}}$, da rapidez média v_{med} e da velocidade rms v_{rms} .

RESOLUÇÃO A Tabela 18.1 mostra os componentes de velocidade v_x e v_y para cada molécula, os quadrados v_x^2 e v_y^2 , sua soma $v_x^2 + v_y^2$ e a rapidez $v = (v_x^2 + v_y^2)^{1/2}$. As médias de todos os valores de cada coluna estão mostradas no final da tabela. Pode-se verificar que a velocidade média é $\vec{v}_{\text{med}} = \vec{0}$ m/s e que a rapidez média é $v_{\text{med}} = 11,9$ m/s. A velocidade rms é, por sua vez, é

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{(v^2)_{\text{med}}} = \sqrt{148,3 \text{ m}^2/\text{s}^2} = 12,2 \text{ m/s}$$

AValiação A velocidade rms é apenas 2,5% maior do que a velocidade média.

TABELA 18.1 Cálculo da velocidade rms e da velocidade média para as moléculas do Exemplo 18.2

Molécula	v_x	v_y	v_x^2	v_y^2	v^2	v
1	10	-10	100	100	200	14,1
2	2	15	4	225	229	15,1
3	-8	6	64	36	100	10,0
4	-10	-2	100	4	104	10,2
5	6	5	36	25	61	7,8
6	0	-14	0	196	196	14,0
Média	0	0			148,3	11,9

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Temperatura

p/ uma molécula $\rightarrow \epsilon = \frac{1}{2}mv^2$ (translação)

$$\epsilon = \frac{1}{2}mv_{rms}^2$$

Expressando a pressão do gás em termos da ϵ

$$p = \frac{1}{3} \frac{N}{V} \frac{2}{2}mv_{rms}^2 \rightarrow p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \epsilon$$

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Temperatura

$$p = \frac{2}{3} \frac{N}{V} \epsilon \quad \rightarrow \quad pV = \frac{2}{3} N \epsilon$$

Lembrando que $pV = N \kappa_B T$

$$\frac{2}{3} N \epsilon = N \kappa_B T$$

$$\epsilon = \frac{3}{2} \kappa_B T$$

Energia média de translação
de uma molécula.

Física 3

Teste Conceitual 1

Suponha que você pudesse, subitamente, aumentar a velocidade de todas as moléculas de um gás por um fator 2. Neste caso, a v_{rms} do gás aumentaria por

- (A) 2^2
- (B) 2
- (C) $2^{1/2}$
- (D) 1

Física 3

Teste Conceitual 2

Suponha que você pudesse, subitamente, aumentar a velocidade de todas as moléculas de um gás por um fator 2. Neste caso, a pressão do gás aumentaria por

- (A) 2^2
- (B) 2
- (C) $2^{1/2}$
- (D) 1

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Teorema da Equipartição da Energia

→ No equilíbrio Térmico a energia é partilhada igualmente entre suas várias formas.

$$E^{térm} = E_C + U$$

Gás Monoatômico → $U=0$ (não há ligação)

$$\begin{aligned} E^{térm} &= \epsilon_1 + \epsilon_2 + \cdots + \epsilon_N \\ &= \frac{3}{2} N \kappa_B T = \frac{3}{2} n R T \end{aligned}$$

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Teorema da Equipartição da Energia

→ Para qualquer variação de temperatura

$$\Delta E^{term} = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

Mas, no cap 17 vimos que $\Delta E^{term} = nc_V\Delta T$

Igualando as duas expressões:

$$c_V = \frac{3}{2}R = 12,5 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Teorema da Equipartição da Energia

→ Concordância perfeita entre o modelo corpuscular da matéria e os experimentos

$$c_V = \frac{3}{2}R = 12,5 \frac{J}{mol \cdot K}$$

A única forma de energia num gás monoatômico é a energia de translação.

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Teorema da Equipartição da Energia

A única forma de energia num gás monoatômico é a energia de translação.

$$\epsilon = \frac{1}{2} m v^2 = \underbrace{\frac{1}{2} m v_x^2}_{\epsilon_x} + \underbrace{\frac{1}{2} m v_y^2}_{\epsilon_y} + \underbrace{\frac{1}{2} m v_z^2}_{\epsilon_z}$$

$\epsilon_i \rightarrow$ modos independentes de armazenamento de energia.

Teoria Cinética dos Gases

Conexão Micro-Macro

Teorema da Equipartição da Energia

No estudo dos materiais observamos que a energia de um sistema está distribuída igualmente em todos os graus de liberdade do sistema e vale

$$N\kappa_B T/2 \quad \text{ou} \quad nRT/2$$

para cada grau de liberdade.

Física 3

Teste Conceitual 2

O que acontece com o *livre caminho médio* das moléculas de um gás se a pressão dobrar e todas as outras grandezas se manterem inalteradas?

- (A) reduz à metade.
- (B) nada ocorre
- (C) dobra
- (D) impossível determinar