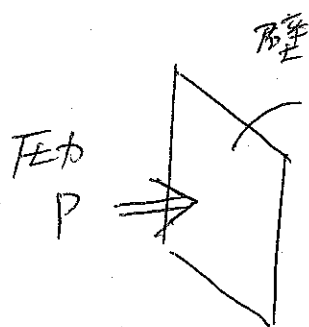


壁への衝突頻度

1回の衝突で $2m \langle v \rangle$ の力積を壁に与える。
 $2m v$

⇒ 圧力による力積



面積 A , 時間 t の間にかかると力積

$$= P \times A \times t$$

衝突回数 は $\frac{PA t}{2m \langle v \rangle}$

演習の答

例えば 1 cm^2 あたり. $(1 \text{ cm}^2 = \frac{1}{100} \text{ m} \times \frac{1}{100} \text{ m} = 0.0001 \text{ m}^2)$

圧力 $P = 1 \text{ 気圧} = 101325 \text{ Pa} = 101325 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$

1秒間に当たる回数

$$\frac{101325 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \times 0.0001 \text{ m}^2 \times 1 \text{ s}}{2 \times \left(\frac{28 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}{6.022 \times 10^{23} / \text{mol}} \right) \times 470.8 \text{ m/s}} = 2.314 \times 10^{23}$$

非常に多い!

1つの分子が1秒間に他の分子と衝突する回数

〜スライド参照

$$= (\pi d^2 v) \times c \times \sqrt{2}$$

衝突する分子の
中心が存在する
体積

d : 分子の直径

単位体積
あたりの
分子の数
[個/ m^3]

数密度

他の分子も動くので
当たりやすくなる。

理想気体
+75

$$c = \frac{N}{V} = \frac{n N_A}{V} \downarrow = \frac{P N_A}{R T}$$

演習の答. 20°C 1気圧 空气中, N_2 分子 $d = 3.68 \text{ \AA}$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{1秒間の衝突回数} = \sqrt{2} \pi d^2 \bar{v} \frac{P N_A}{R T} = 7.1 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$$

あたり

他の分子に1回当たらずに平均的に動く距離

平均自由行程 λ

$$\lambda = \frac{\bar{v}}{\sqrt{2} \pi d^2 \bar{v} C} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 C} = \frac{R T}{\sqrt{2} \pi d^2 P N_A}$$

理想気体なり.

演習の答. $\lambda = 6.6 \times 10^{-8} \text{ m}$

非常に短い。つまり、分子直径の約200倍

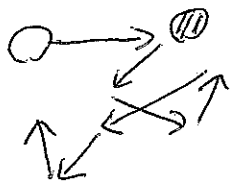
衝突しなければ



$$\langle |v| \rangle \sim 500 \text{ m/s}$$

20°C 空气中
1気圧

実際は衝突するぞ。



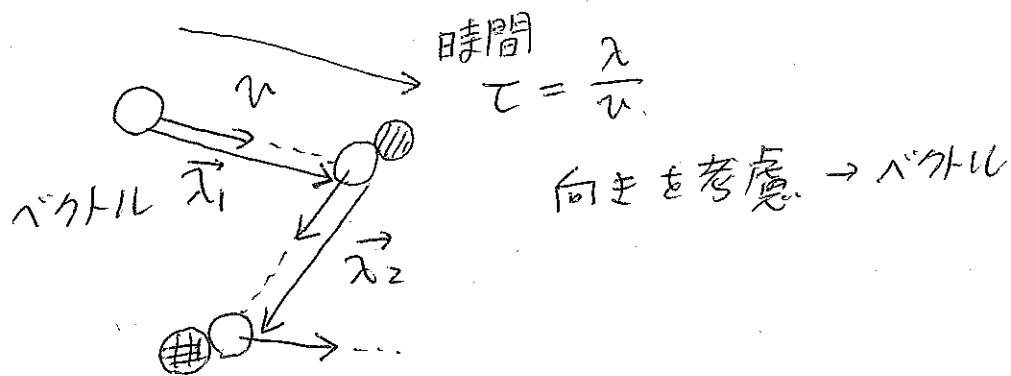
位置は
それほど変った。
どの程度?

random walk

乱歩

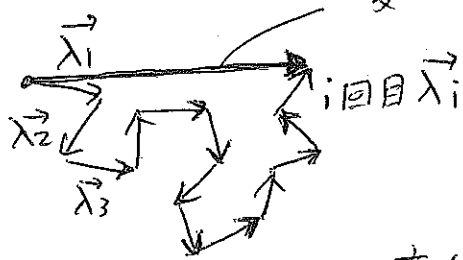
(酔歩)

気体分子の位置変化 (変位)



i 回衝突すると.

変位 (ベクトル) $\vec{\chi}$



$$\vec{\chi} = \vec{\lambda}_1 + \vec{\lambda}_2 + \dots + \vec{\lambda}_i$$

多数の分子について. 変位 $\vec{\chi}$ の平均 $\langle \vec{\chi} \rangle$

$$\langle \vec{\chi} \rangle = \langle \vec{\lambda}_1 + \vec{\lambda}_2 + \dots + \vec{\lambda}_i \rangle$$

↑ 無関係

$$= \langle \vec{\lambda}_1 \rangle + \langle \vec{\lambda}_2 \rangle + \dots + \langle \vec{\lambda}_i \rangle$$

↑ 多数の分子について 平均すると. $\vec{0}$

$$= \vec{0}$$

変位の 2 乗の平均 $\langle |\vec{\chi}|^2 \rangle = \langle \vec{\chi} \cdot \vec{\chi} \rangle$

内積

$$= \langle (\vec{\lambda}_1 + \vec{\lambda}_2 + \dots + \vec{\lambda}_i) \cdot (\vec{\lambda}_1 + \vec{\lambda}_2 + \dots + \vec{\lambda}_i) \rangle$$

$$= \langle \vec{\lambda}_1 \cdot \vec{\lambda}_1 \rangle + \langle \vec{\lambda}_1 \cdot \vec{\lambda}_2 \rangle + \dots + \langle \vec{\lambda}_1 \cdot \vec{\lambda}_i \rangle$$

$$+ \langle \vec{\lambda}_2 \cdot \vec{\lambda}_1 \rangle + \langle \vec{\lambda}_2 \cdot \vec{\lambda}_2 \rangle + \dots + \langle \vec{\lambda}_2 \cdot \vec{\lambda}_i \rangle$$

$$+ \langle \vec{\lambda}_i \cdot \vec{\lambda}_1 \rangle + \langle \vec{\lambda}_i \cdot \vec{\lambda}_2 \rangle + \dots + \langle \vec{\lambda}_i \cdot \vec{\lambda}_i \rangle$$

$$= i \lambda^2$$

$$= \lambda \langle v \rangle t$$

$$i = \frac{\langle |v| \rangle t}{\lambda}$$

j 回目と k 回目
 $j \neq k$
 $\langle \vec{\lambda}_j \cdot \vec{\lambda}_k \rangle = 0$
 $\langle \vec{\lambda}_j \cdot \vec{\lambda}_j \rangle = \lambda^2$