

Az idézett cikkben szerepel egy képlet egy részecske időegység alatti ütközéseinek átlagos számára:

$$(1) \quad \bar{z} = \sqrt{2}d^2\pi\bar{v}\varrho_m,$$

ahol d a részecske átmérője, $\bar{v}$ a sebességek átlaga, ϱ_m pedig a térfogategységben lévő részecskék száma.

A $pV = NkT$ állapotegyenletből könnyen megkaphatjuk ϱ_m -et:

$$(2) \quad \varrho_m = \frac{N}{V} = \frac{p}{kT} = 3,32 \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{m}^3}.$$

Tudjuk, hogy egy gáz részecskéinek haladó mozgáshoz tartozó energia-átlaga:

$$\bar{E} = \frac{1}{2}\mu\bar{v}^2 = \frac{3}{2}kT,$$

ahol μ egy részecske tömege. (Azért $\frac{3}{2}kT$, mert az O_2 5 szabadsági foka közül 3 tartozik haladó mozgáshoz.) Innen

$$\sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3kT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3RT}{N_A\mu}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}},$$

ahol N_A az Avogadro-szám, $M = \mu \cdot N_A$, vagyis 1 mol részecske tömege, esetünkben $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$, $R = k \cdot N_A = 8,314 \text{ J/(K}\cdot\text{mol)}$ pedig az egyetemes gázállandó.

A $\bar{v} \approx \sqrt{\bar{v}^2}$ közelítést alkalmazva

$$(3) \quad \bar{v} \approx \sqrt{\frac{3RT}{M}} = 475,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Így (1)-be helyettesítve:

$$(4) \quad \bar{z} = \sqrt{2}d^2\pi\sqrt{\frac{3RT}{M}}\frac{p}{kT} = 5903,7 \frac{1}{\text{s}}.$$

Ezzel megkaptuk, hogy egy részecske átlagosan hány ütközésben vesz részt másodpercenként.

Ha az összes ütközések számát keressük, $\bar{z}$ -ot meg kell szorozni N -nel, a tartályban lévő részecskék számával, és el kell osztani kettővel, mert $N \cdot \bar{z}$ -ban minden ütközést kétszer számoltunk (mindkét ütköző részecskénél). Az állapotegyenletből

$$(5) \quad N = \frac{pV}{kT} = 3,32 \cdot 10^{16},$$

így az ütközések száma másodpercenként:

$$Z = \frac{N \cdot \bar{z}}{2} = 9,8 \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{s}}.$$

Megjegyzések: 1. Az összes ütközés számításánál úgy tekintettük, hogy minden ütközésben két részecske vesz részt, mert elenyészően kicsiny azon ütközések száma, melyekben 3 vagy több részecske vesz részt.

2. Az átlagsebesség számításakor a $\bar{v} \approx \sqrt{\bar{v}^2}$ közelítést alkalmaztuk. Ez szigorúan véve nem igaz. $\sqrt{\bar{v}^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$, ahogy levezettük, de pontosabb számítások eredményeképpen megkaphatjuk, hogy $\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi\mu}}$. Így közelítőleg $\bar{v} = 0,92\sqrt{\bar{v}^2}$. $\bar{v}$ pontosabb értéke: $\bar{v} = 438 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ekkor $\bar{z} = 5439 \frac{1}{\text{s}}$, $Z = 9,03 \cdot 10^{19} \frac{1}{\text{s}}$.