

Odvození základní rovnice pro tlak plynu

Předpokládejme, že nádoba, v níž se plyn nachází, má tvar krychle. Molekuly se pohybují náhodně všemi směry různými [rychlostmi](#). Díky náhodnosti směrů, lze předpokládat, že třetina se jich pohybuje rovnoběžně s osou x , třetina rovnoběžně s osou y a třetina rovnoběžně s osou z . Dále předpokládejme, že všechny molekuly mají stejnou [velikost rychlosti](#) v .

... tj. pohybují se [střední kvadratickou rychlostí](#) v_k .

Nádoba jiného než tvaru než krychle by byla pouze horší na počítání, ale [tlak](#) by se při zachování stejného objemu nádoby, stejného počtu molekul a stejné [teploty](#) nezměnil.

Na plochu o obsahu S (např. na pravou stěnu nádoby) dopadnou za dobu τ všechny molekuly, které se nacházejí v prostoru o objemu $v\tau S$ a pohybují se v kladném směru osy x . V prostoru o objemu $v\tau S$ je $N_V v\tau S$ molekul, z nichž se v kladném směru osy x pohybuje jen šestina (polovina ze třetiny). Počet molekul, které tedy za dobu τ dopadnou na plochu o obsahu S , je $\frac{1}{6} N_V v\tau S$.

Výraz $v\tau S$ určuje objem hranolku, který je vztyčen před stěnou (podstava hranolu leží v uvažované stěně krychle). A fakt, že tento výraz určuje objem, lze získat z úpravy: $V_{\text{hranolu}} = lS = v\tau S$.

Každá molekula, která se od plochy o obsahu S pružně odrazí, změní svojí [hybnost](#) $\vec{p}_1 = m_0 \vec{v}$ na hybnost $\vec{p}_2 = -\vec{p}_1$. Změna hybnosti jedné molekuly po odrazu od stěny je $\vec{p}_2 - \vec{p}_1 = -2\vec{p}_1 = -2m_0 \vec{v}$, velikost této změny hybnosti pak je $|-2m_0 \vec{v}| = 2m_0 v$. Velikost celkové změny hybnosti všech molekul,

které se za dobu τ odrazí od plochy o obsahu S je $|\Delta p| = 2m_0 v \cdot \frac{1}{6} N_V v\tau S$. Při velkém počtu dopadajících molekul se nárazy jeví tak, jako by na plochu o obsahu S působila po dobu τ stálá [síla](#) o velikosti F . Podle [zákona akce a reakce](#) pak působí stejně velkou opačně orientovanou silou stěna nádoby na molekuly a je příčinou změny jejich hybnosti: $F = \frac{|\Delta p|}{\tau} = \frac{1}{3} m_0 v^2 N_V S$, odkud pro hledanou hodnotu

středního tlaku dostáváme $p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} m_0 v^2 N_V$. Na začátku odvození jsme předpokládali, že molekuly se pohybují stejně velkými rychlostmi. To ale není pravda, proto je třeba druhou mocninu rychlosti nahradit [aritmetickým průměrem](#) druhých mocnin rychlostí všech molekul, tj. druhou mocninou střední kvadratické rychlosti. Můžeme tedy psát $p = \frac{1}{3} m_0 v_k^2 N_V = \frac{1}{3} m_0 v_k^2 \frac{N}{V}$.

© **Encyklopedie Fyziky** (<http://fyzika.jreichl.com>); **Jaroslav Reichl, Martin Všetička**

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.