

## 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  $\tau$  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  $\tau$  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  $\tau$  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  $\tau$  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 úpravu a komerční distribuci.