Równanie stanu dla gazu doskonałego
z rozszerzeniem na układy rzeczywiste poprzez odpowiednie poprawki

Równanie van der Waalsa

$$\mathbf{p_{rz} \cdot V_{rz} = nRT}$$

$p_{rz} = p + \frac{a}{V^2}$

a - ciśnienie wewnętrzne

b

$V_{rz} = V - b$

objętość własna cząsteczek

efekt odpychania

$$\left(p + \frac{n^2 \cdot a}{\boxed{V^2}}\right) \cdot (V - \boxed{n \cdot b}) = nRT$$

efekt przyciągania

0,082
co to jest n?

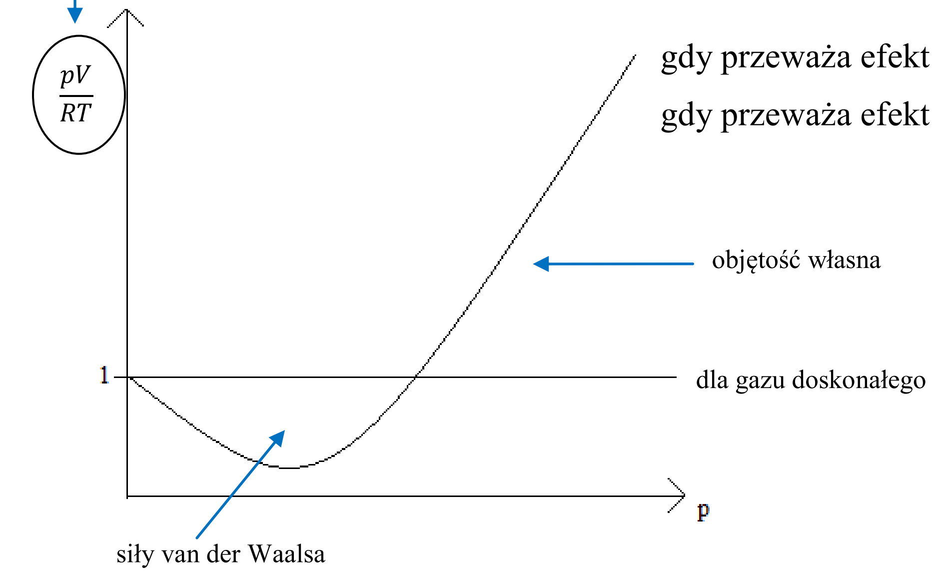
$[\mathrm{atm}]\ p = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$

dm^3

współczynnik ściśliwości gazów

gdy przeważa efekt związany z a $\rightarrow$ $\frac{pV}{RT}$ dla n = 1 mol < 1

gdy przeważa efekt związany z b $\rightarrow$ $\frac{pV}{RT}$ dla n = 1 mol > 1



Teoria kinetyczno - cząsteczkowa gazów

stan gazu

temperatura

objętość (zależy od T i p)

ciśnienie

(wynik zderzeń cząsteczek o powierzchnię stałą)
1 atm = 760 mm Hg
1atm = 101,325 kPa

$E = m \cdot c^2$

$\overline{E}_{kin} = \frac{1}{2}\, m \cdot \bar{u}^2 = \frac{3}{2}\, kT$

masa pojedynczej cząsteczki

przeciętna energia kinetyczna cząsteczki gazu jest jednakowa dla wszystkich gazów w jednakowej temperaturze i jest wprost proporcjonalna do tej temperatury

* <u>gaz doskonały</u>:
przy braku oddziaływań międzycząsteczkowych całkowita energia gazu jest związana z jego energią kinetyczną

Ruch każdej cząsteczki gazu odbywa się w przestrzeni trójwymiarowej (można rozłożyć na 3 składowe)

$$\overline{E}_{kin} = \frac{3}{2} \cdot \underbrace{\frac{RT}{N_A}}_{k} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

Zasada ekwipartycji energii

W tej samej temperaturze cząsteczki różnych gazów mają taką samą energię kinetyczną

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{\overline{E}_{kin}}{\frac{1}{2} m}} = \sqrt{\frac{\frac{3}{2} \cdot \frac{RT}{N_A}}{\frac{1}{2} m}} = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{RT}{\underbrace{N_A \cdot m}_{M}} \cdot \frac{2}{1}} = \sqrt{\frac{3RT}{\underbrace{M}_{m \cdot N_A}}}$$

- Cząsteczki lżejsze mają większą prędkość w tej samej temperaturze
- Średnia prędkość rośnie ze wzrostem temperatury

Średnia prędkość $\sim \sqrt{\frac{T}{M}}$

$\bar{u} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$$\overline{E}_{kin} = \frac{1}{2}\, m\, \bar{u}^2 = \frac{1}{2}\, m \cdot \frac{3RT}{M} = \frac{1}{2}\, m \cdot \frac{3RT}{m \cdot N_A}$$

$$\overline{E}_{kin} = \frac{3}{2}\frac{RT}{N_A}$$

Średnia energia kinetyczna nie zależy od masy