

Plinski zakoni

Terminologija in tipične oznake s standarnimi enotami

- molsko število M [kg/kmol], število molov $n = m/M$ [kmol]
- tlak p [Pa = N/m²], volumen V [m³], temperatura T [°K]
- idealen plin je zelo redek in zanj točno velja plinska enačba

Relevantni fizikalni izrazi in formule:

- Plinski enačbi

$$\text{idealna : } pV = nRT, \quad \text{Van der Waals : } \left(p + n \frac{a}{V^2}\right) (V - nb) = nRT.$$

kjer sta konstanti $a = 3p_k V_k^2$ in $b = V_k/3$ izračunane pri kritičnih vrednostih p_k in V_k za 1kmol plina za katere velja zveza $p_k V_k = 3/8 RT_k$

- Spremembe

- izobarna $p = \text{konst.} : V/T = \text{konst.}$ Gay-Lucasov zakon
- izotermna $T = \text{konst.} : pV = \text{konst.}$ Boyle-Mariottov zakon
- izohorna $V = \text{konst.} : p/T = \text{konst.}$ Charlesov zakon

- Osnovne termodinamične konstante

Plinska konstant $R = 8314.41$ J/kmol K,
Boltzmannova konstanta $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K,
Avogadrovo število $N_A = 6.02217 \cdot 10^{26}$ 1/kmol

so povezane $R = N_A k_B$

- Povprečne vrednosti molekul v (idealnem) plinu

$$\begin{aligned} \text{hitrost } \langle v \rangle &= \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}}, \\ \text{prosta pot } \langle l \rangle &= \frac{k_B T}{\sqrt{2} d^2 p} \\ \text{translatorska kinetična energija } E_{k,tr} &= \frac{3}{2} k_B T \end{aligned}$$

kjer je $m_0 = M/N_A$ 1kmol masa molekule in d njihov efektivni premer

- Zveza med specifično toplotno kapaciteto pri konst. tlaku c_p in pri konst. volumnu c_v v idealnem plinu

$$c_p - c_v = \frac{R}{M}.$$

- z poznavanjem razmerja specifičnih toplot $\kappa = c_p/c_v \leq 1$ lahko v idealnem plinu izrazimo obe

$$c_p = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{R}{M}, \quad c_v = \frac{1}{\kappa - 1} \frac{R}{M}$$

- toplota dovedena sistemu

$$Q = m c_{v,p} \Delta T$$

Opombe in kazalci na potrebno znanje:

- za zrak (mešanica plinov) $M_{\text{zrak}} = 29$ kg/kmol
- pri idealnem eno atomskem plinu je $\kappa = 5/3$
- $0^\circ\text{C} = 273.15^\circ\text{K}$, $1 \text{ atm} = 1.01325 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
- molska masa M molekule nekega plina je približno enaka vsoti molskim mas atomov iz katerega je molekula plina sestavljena