

# Struktura a vlastnosti plynů

**(Ideální plyn, střední kvadratická rychlost, souvislost teploty a tlaku plynu se střední kvadratickou rychlostí. Stavová rovnice pro ideální plyn, jednoduché děje s ideálním plynem, adiabatický děj, kruhový děj s ideálním plynem, druhý a třetí termodynamický zákon.)**

## 1) Struktura a vlastnosti plynů

- ideální plyn
  - rozměry částic zanedbatelně malé oproti jejich vzdálenostem
  - vzájemné silové působení zanedbáváme (vnitřní energie pouze kinetická)
  - srážky mezi částicemi nebo částicemi a stěnami nádoby jsou dokonale pružné
  - k ideálnímu plynu nejbližší plyny o vysoké teplotě a nízkém tlaku
- střední kvadratická rychlost (rychlost, jíž by se měly pohybovat všechny molekuly v plynu při nezměněné celkové kinetické energii soustavy),  $v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$ ,  $k$ ...Boltzmannova konstanta  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
- střední kinetická energie molekuly plynu  $U_0 = \frac{1}{2} m_0 v_k^2 = \frac{3}{2} kT$ , tlak plynu  $p = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_0 v_k^2 = \frac{1}{3} \rho v_k^2$
- stavová rovnice:  $pV = NkT$ ,  $pV = \frac{m}{M_m} R_m T$ ,  $pV = nR_m T$ ,  $R_m$ ...molární plynová konstanta  $R_m = kN_A$
- stavová rovnice pro změnu stavu  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

## 2) Tepelné děje s ideálním plynem, 2. a 3. termodynamický zákon

- izotermický děj
  - konstantní teplota, Boyle-Mariottův zákon  $p_1 V_1 = p_2 V_2 = \text{konst.}$
  - v p-V diagramu grafem izoterma (podobná funkci nepřímé úměrnosti)
  - práce: zvětší-li se objem plynu z  $V_1$  na  $V_2$ , koná plyn práci, která se rovná obsahu obrazce omezeného izotermou, osou  $V$ ,  $f(V_1)$  a  $f(V_2)$
  - teplo:  $Q = -W$ , vnitřní energie:  $\Delta U = 0$
- izobarický děj
  - konstantní tlak, Gay-Lussacův zákon  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{konst.}$
  - v p-V diagramu grafem izochora (vodorovná úsečka)
  - práce:  $W = p\Delta V$ , teplo:  $Q = mc_p \Delta T$ , vnitřní energie:  $\Delta U = W + Q$
- izochorický děj
  - konstantní objem, Charlesův zákon  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \text{konst.}$
  - v p-V diagramu grafem izochora (svislá úsečka)
  - práce:  $W = 0$ , teplo:  $Q = mc_v \Delta T$ , vnitřní energie:  $\Delta U = Q$
- adiabatický děj
  - neprobíhá tepelná výměna mezi plynem a okolím
  - Poissonův zákon  $p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa = \text{konst.}$ ,  $\kappa$ ...Poissonova konstanta,  $\kappa = \frac{c_p}{c_v}$
  - v p-V diagramu grafem adiabata (podobná izotermě, ale klesá strměji)
  - teplo:  $Q = 0$ , vnitřní energie:  $\Delta U = W$
- kruhový děj (tepelný děj, po jehož uskutečnění se plyn vrátí do původního stavu), účinnost  $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 2. termodynamický zákon: Není možné sestavit periodicky pracující tepelný stroj, který by pouze přijímal teplo od ohříváče a vykonával stejně velkou práci (účinnost kruhového děje nemůže být 100%).
- 3. termodynamický zákon: Žádným konečným počtem cyklů není možné dosáhnout teploty 0 K (absolutní nuly).