

Kombinované bakalářské studium

**Základní definiční vztahy**

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad n = \frac{m}{M_r}, \quad c = \frac{n}{V},$$

kde  $\rho$  je hustota ( $\text{kg/m}^3$ ),  $m$  hmotnost ( $\text{kg}$ ),  $M_r$  molární hmotnost ( $\text{kg/mol}$ ),  $n$  látkové množství ( $\text{mol}$ ),  $V$  objem ( $\text{m}^3$ ),  $c$  koncentrace ( $\text{mol/dm}^3$ ).

**Stavová rovnice ideálního plynu**

$$p = \frac{nRT}{V} \quad \text{nebo} \quad p = \frac{RT}{V_m} \quad \text{nebo} \quad z = 1.$$

**Kompresibilitní faktor  $z$** 

$$z = \frac{pV}{nRT}$$

kde  $R$  je univerzální plynová konstanta,  $R = 8,314 \text{ J/K/mol}$

Jednotky: bezrozměrná veličina.

**Kritický bod**

Trojice hodnot  $T_c$ ,  $p_c$ ,  $V_c$ , kde  $T_c$  je kritická teplota,  $p_c$  kritický tlak,  $V_c$  kritický objem. V kritickém bodě splývají vlastnosti kapaliny a plynu (páry). Kritická teplota je nejvyšší teplota, při které může existovat čistá látka v kapalném stavu.

**Redukované veličiny**

redukováná teplota

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

redukový tlak

$$p_r = \frac{p}{p_c}$$

redukový objem

$$V_r = \frac{V_m p_c}{RT_c}$$

Jednotky: bezrozměrné veličiny.

**Stavové chování tekutin****Viriální rozvoj**

$$z = 1 + B(T)/V_m + C(T)/V_m^2 + \dots = 1 + B(T)\rho_m + C(T)\rho_m^2 + \dots$$

Teplota, při které je  $B(T) = 0$ , se nazývá Boyleova teplota ( $T_B$ ).

**Van der Waalsova stavová rovnice**

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - a \left( \frac{n}{V} \right)^2 = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}, \quad z = \frac{V_m}{V_m - b} - \frac{a}{RTV_m}$$

$$a = \frac{27}{64} \frac{(RT_c)^2}{p_c} \quad b = \frac{1}{8} \frac{RT_c}{p_c}$$

**Redlichova-Kwongova stavová rovnice**

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{\sqrt{TV_m}(V_m + b)} \quad a = 0,42748 \frac{R^2 T_c^{2,5}}{p_c} \quad b = 0,08664 \frac{RT_c}{p_c}$$

Vztahy pro nastavitelné parametry  $a$ ,  $b$  byly získány z termodynamických podmínek v kritickém bodě.

**1.1**

Uvažujte vzorek ideálního plynu při výchozí teplotě 20°C a tlaku 100 kPa.

- Při jakém tlaku bude plyn za stejné teploty mít poloviční objem?
- Na jakou teplotu by bylo nutno ochladit původně přítomné množství plynu (za konstantního tlaku), aby se jeho objem zmenšil na 75 % původní hodnoty?

Výsledek: ( a )  $p = 200 \text{ kPa}$  ( b )  $T = 219,86 \text{ K}$

**1.2**

Nejvyšší teplota v plynojemu je v létě 42°C, nejnižší teplota v zimním období je -38°C. O kolik kilogramů více než při nejvyšší letní teplotě se vejde vodíku do plynojemu na 2000 m<sup>3</sup> při nejnižší zimní teplotě, je-li tlak v plynojemu vždy 104 kPa?

Výsledek: ( o 54 kg )

**1.3**

W. Ramsay získal ze vzduchu po několikanásobné adsorbci na aktivním uhlí malé množství plynu. Zjistil hustotu plynu  $\rho = 1,63 \text{ g/dm}^3$  při teplotě 25°C a tlaku 100 kPa. Jaký plyn to byl?

Výsledek: (  $M_r = 40,4 \text{ g/mol}$ , argon )

**1.4**

Zásobník o objemu 40 dm<sup>3</sup> je naplněn heliem na tlak 10 MPa při teplotě 293,15 K. Ze zásobníku bylo postupně dvakrát odebíráno helium připojením nádob o objemu 10 dm<sup>3</sup>, tlak v těchto nádobách nesměl překročit 7,5 MPa. Vypočtete maximální tlak, na který lze naplnit obě nádoby a příslušné počty molů. Uvažujte konstantní teplotu 293,15 K a předpokládejte ideální chování plynu.

Výsledek: (  $p_1 = 7,5 \text{ MPa}$ ,  $p_2 = 6,5 \text{ MPa}$  )