

## KINETICKÁ TEORIE PLYNŮ A REÁLNÉ PLYNY

### Úkol č. 1.1 (Rychlosti molekul)

Vypočtete nejpravděpodobnější ( $c^*$ ), průměrnou ( $\bar{c}$ ) a střední kvadratickou ( $c_{\text{rms}}$ ) rychlost molekul a) dusíku ( $M = 28.02 \text{ g mol}^{-1}$ ) b) kyslíku ( $M = 32.00 \text{ g mol}^{-1}$ ) a c) argonu ( $M = 39.95 \text{ g mol}^{-1}$ ) při teplotě 0 a 25 °C a za předpokladu ideálního chování. [při teplotě 0 °C:  $c^* = 402.6$  (dusík), 376.8 (kyslík), 337.2 (argon)  $\text{m s}^{-1}$ ;  $\bar{c} = 454.3$  (dusík), 425.1 (kyslík), 380.48 (argon)  $\text{m s}^{-1}$ ;  $c_{\text{rms}} = 493.1$  (dusík), 461.4 (kyslík), 413.0 (argon)  $\text{m s}^{-1}$ ; při teplotě 25 °C:  $c^* = 420.6$  (dusík), 393.6 (kyslík), 352.28 (argon)  $\text{m s}^{-1}$ ;  $\bar{c} = 474.7$  (dusík), 444.2 (kyslík), 397.5 (argon)  $\text{m s}^{-1}$ ;  $c_{\text{rms}} = 515.2$  (dusík), 482.1 (kyslík), 431.5 (argon)  $\text{m s}^{-1}$ ]

### Úkol č. 1.2

Při jaké teplotě bude střední kvadratická rychlost ( $c_{\text{rms}}$ ) molekuly kyslíku ( $M = 32.00 \text{ g mol}^{-1}$ ) rovna 500.00  $\text{m s}^{-1}$ ? [ $T = 320.7 \text{ K}$ ]

### Úkol č. 1.3 (Van der Waalsova stavová rovnice)

Pomocí van der Waalsovy stavové rovnice vypočtete molární objem argonu při teplotě 50.0 °C a tlaku 5.00 MPa (konstanty:  $a = 1.3547 \cdot 10^5 \text{ MPa cm}^6 \text{ mol}^{-2}$ ,  $b = 32.0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ). (Typ: Úprava na polynomický tvar, k výpočtu třeba využít softwaru). [ $520.5 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ]

### Úkol č. 1.4

2.50 mol methanu bylo uzavřeno v tlakové nádobě o objemu 5.00  $\text{dm}^3$ . Jaký tlak bude v nádobě při teplotě 25.0 °C chová-li se plyn a) ideálně (opakování) a b) reálně? (konstanty:  $a = 2.3031 \cdot 10^5 \text{ MPa cm}^6 \text{ mol}^{-2}$ ,  $b = 43.1 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ) [a)  $p = 1.24 \text{ MPa}$ , b)  $p = 1.21 \text{ MPa}$ ]

### Úkol č. 1.5 (Kritické veličiny)

S využitím úkolu 1.4 vypočtete kritické veličiny, tj. kritický tlak  $p_c$ , kritickou teplotu  $T_c$ , kritický molární objem  $V_{\text{m,c}}$  a kritický kompresibilitní faktor  $Z_c$ . [ $p_c = 4.59 \text{ MPa}$ ,  $T_c = 190.4 \text{ K}$ ,  $V_{\text{m,c}} = 0.1293 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $Z_c = 0.375$ ]

### Úkol č. 1.6 (Redukované veličiny)

S využitím úkolu 1.4 a 1.5 vypočtete redukované veličiny, tj. redukovaný tlak  $p_r$ , redukovanou teplotu  $T_r$  a redukovaný molární objem  $V_r$ . [ $p_r = 0.2635$ ,  $T_r = 1.566$ ,  $V_r = 15.47$ ]

### Úkol č. 1.7

Vypočtete konstanty vdW rovnice  $a$ ,  $b$  pro kyslík, známe-li kritickou teplotu  $T_c = -118.35 \text{ °C}$  a kritický tlak  $p_c = 5.080 \text{ MPa}$ . [ $a = 0.138 \text{ m}^6 \text{ Pa mol}^{-2}$ ,  $b = 3.17 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ ]

### Úkol č. 1.8 (Viriálová stavová rovnice)

Dusík má při teplotě 76.85 °C a tlaku 101.325 kPa molární objem 28.588  $\text{dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ . Na základě tohoto údaje vypočítejte druhý viriální koeficient  $B$  v tlakovém viriálním rozvoji. S použitím tohoto koeficientu určete kompresibilitní faktor  $Z$  a molární objem  $V_m$  dusíku při téže teplotě, ale tlaku 506.6 kPa. [ $B = -0.131 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $Z = 0.9772$ ,  $V_m = 5.61 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ]

**Domácí úkol č. 1.9**

Jaká je střední kvadratická rychlost atomu Cs ( $M = 132.9 \text{ g mol}^{-1}$ ) při teplotě  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  za předpokladu ideálního chování? [ $351 \text{ m s}^{-1}$ ]

**Domácí úkol č. 1.10**

Van der Waalsovy konstanty pro oxid uhličitý  $\text{CO}_2$  jsou  $a = 3.610 \text{ bar dm}^6 \text{ mol}^{-2}$ ,  $b = 0.0429 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $R = 0.08314 \text{ dm}^3 \text{ bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Vypočítejte kritické veličiny, dále tlak při teplotě  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , je-li molární objem  $V_m = 24.789 \text{ dm}^3$ . Rovněž dopočítejte redukované veličiny. [ $V_{m,c} = 0.1287 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $p_c = 72.649 \text{ bar}$ ,  $T_c = 299.9 \text{ K}$ ,  $p = 0.9958 \text{ bar}$ ,  $p_r = 0.013707$ ,  $T_r = 0.99149$ ,  $V_r = 192.61$ ]

**Domácí úkol č. 1.11**

Molární objem methanu  $\text{CH}_4$  má hodnotu  $1.567 \text{ dm}^3$  při  $333.15 \text{ K}$ . Jakou hodnotu bude mít z van der Waalsovy rovnice tlak  $p$ ? (konstanty:  $a = 2.273 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$ ,  $b = 4.31 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ,  $R = 0.0820574 \text{ dm}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ) [ $p = 17.0 \text{ atm}$ ]

**Domácí úkol č. 1.12**

Konstanty van der Waalsovy rovnice pro  $\text{Cl}_2$  jsou  $a = 6.260 \text{ atm dm}^6 \text{ mol}^{-2}$ ,  $b = 5.42 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ . Převed'te vdW rovnici na tvar  $AV_m^3 + BV_m^2 + CV_m + D = 0$  při  $A = 1.000$ ;  $T = 273.15 \text{ K}$  a  $p = 5 \text{ atm}$ . Dopočítejte parametry  $B, C, D$ . [ $B = -4.535$ ,  $C = 1.252$ ,  $D = -0.06786$ ]