

Viriálový rozvoj:

$$\text{objemový: } z = \frac{pV}{nRT} = \frac{pV_m}{RT} = 1 + \frac{B}{V_m} + \frac{C}{V_m^2} + \dots \quad \text{tlakový: } z = 1 + \frac{p}{RT}[B' + C'p + \dots] \quad (B = B')$$

1. Boyleova teplota

Určete hodnotu Boyleovy teploty pro ethylen na základě znalosti konstant van der Waalsovy rovnice: $a = 0.4613 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 5.823 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$.

M 356

2. Stlačený plyn

Určete, kolik gramů oxidu uhličitého se vejde do autoklávu o objemu 1 L

- při teplotě 40°C a tlaku 60 bar
- při teplotě 0°C a tlaku 50 bar.

Použijte generalizovaný diagram a/nebo Redlichovu–Kwongovu rovnici.

Data: $T_C = 304.2 \text{ K}$, $p_C = 7.39 \text{ MPa}$;

a) RK: 149 g, diag: 149 g; b) RK: 789 g (kapalina – velmi nepřesně!), neprotne se – není v diagramu

3. Stlačitelnost

O kolik se zvýší tlak v nádobě zcela zaplněné kapalným ethanolem při teplotě 25°C , zvýšíme-li teplotu o 1°C (objem nádoby zůstane konstantní). **Data:** koeficient izobarické roztažnosti $\alpha_p = (1/V)(\partial V/\partial T)_p = 1.15 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, koeficient izotermické stlačitelnosti $\kappa_T = -(1/V)(\partial V/\partial p)_T = 1.12 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}^{-1}$.

1,03 MPa

$$\text{Amagat: } V = V_1^\bullet + V_2^\bullet [T, p],$$

$$\text{Dalton: } p(T, V, n_1, n_2) = p(T, V, n_1) + p(T, V, n_2) [T, V]$$

4. Viriálová rovnice pro směs

Při teplotě 298 K je hodnota druhého viriálového koeficientu methanu $-44 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ a butanu $-727 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Odhadněte viriálový koeficient směsi obsahující 20 mol.% methanu a 80 mol.% butanu. Za tlaku 0.2 MPa určete molární objem této směsi.

-590,4 cm³ mol⁻¹, 11,8 dm³ mol⁻¹**5. Směs plynů**

Za použití Amagatova zákona vypočtete molární objem směsi methanu ($x_1 = 0.4$) a ethanu ($x_2 = 0.6$) při teplotě $T = 344.26 \text{ K}$ a tlaku $p = 13.78 \text{ MPa}$. Kompresibilitní faktory čistých látek při teplotě a tlaku systému jsou $z_1^\bullet = 0.9109$, $z_2^\bullet = 0.4753$.

135 cm³ mol⁻¹

pseudokritické veličiny [Kay]: $T'_c = \sum_j x_j T_{c,j}$, $p'_c = \sum_j x_j p_{c,j}$, $V'_c = \sum_j x_j R T_{c,j} / p_{c,j}$

Van der Waals: $a = \left(\sum_{i=1}^k x_i \sqrt{a_i} \right)^2$, $b = \sum_{i=1}^k x_i b_i$

6. Tlak směsi plynů

Vypočtete tlak směsi methanu ($x_1 = 0.608$) a butanu ($x_2 = 0.392$) při teplotě 104.5°C a molárním objemu $V_m = 0.3226 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Při výpočtu aplikujte:

- stavovou rovnici ideálního plynu, [9.73 MPa]
- van der Waalsovou stavovou rovnici, [7.06 MPa]
- Redlichovu-Kwongovu rovnici (použijte Kayovy pseudokritické veličiny), [7.43 MPa]
- generalizovaný diagram kompresibilitních faktorů a Kayovy pseudokritické veličiny. [7.57 MPa]

Výslednou hodnotu srovnajte s experimentálně zjištěným tlakem $p_{\text{exp}} = 6.89 \text{ MPa}$.

Methan: $T_c = 190.564 \text{ K}$, $p_c = 4.599 \text{ MPa}$, vdW: $a = 0.23029 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 4.3065 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$

Butan: $T_c = 425.12 \text{ K}$, $p_c = 3.796 \text{ MPa}$, $a = 1.38851 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 11.6394 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$