

van der Waalsova stavová rovnice

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$$

1. Tři moly dusíku ($a = 137000 \text{ Pa dm}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 3,87 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) jsou uzavřeny v nádobě o objemu 40 dm^3 . Z vdW rovnice určete tlak uvnitř nádoby při teplotě 310 K .
2. Určete molární objem vodíku ($a = 24700 \text{ Pa dm}^6 \text{ mol}^{-2}$, $b = 2,65 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) při teplotě 320 K a tlaku $1,2 \text{ MPa}$. Použijte vdW rovnici a výsledek porovnejte s ideálním chováním vodíku.
3. Určete tlak 5 mol směsi dusíku a vodíku ($1:1 \text{ mol.}$) uzavřené v nádobě o objemu 500 cm^3 při teplotě 330 K . Použijte vdW rovnici a směšovací pravidla pro hodnoty z příkladů 1 a 2:

$$a_{sm} = \left(\sum_i x_i a_i^{1/2}\right)^2, \quad b_{sm} = \sum_i x_i b_i$$

kompresibilitní faktor, viriální rozvoj

$$z = \frac{pV_m}{RT} = 1 + \frac{B}{V_m} + \frac{C}{V_m^2} + \dots$$

4. Experimentálně bylo zjištěno, že druhý viriální koeficient cyklohexanu závisí na teplotě dle následující rovnice. Určete Boyleovu teplotu cyklohexanu.

$$B = 545,4 - 360,7e^{527,6/T} [\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}].$$

5. Určete molární objem argonu při teplotě 100 K a tlaku 500 kPa . Druhý viriální koeficient má při této teplotě hodnotu $B = -186 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

řešení

(Pro kontrolu uvedeno s nadměrným počtem platných číslic.)

1. $p = 193093 \text{ Pa} = 1,9057 \text{ atm}$

2. $V_m = 2234,5 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}; V_{m,ip} = 2217,1 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$

3. $a_{sm} = 0,06951 \text{ Pa m}^6 \text{ mol}^{-2}$

$$b_{sm} = 3,26 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$p = 33,7555 \text{ MPa}$$

4. $T_B = 1276 \text{ K}$

5. $V_m = 1449 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$, druhý (kladný) kořen příliš daleko od V_m ideálního plynu