

Kombinované bakalářské studium

Raoultův zákon

Chová-li se u rovnovážného systému kapalina - pára parní fáze jako ideální plyn a kapalná fáze tvoří ideální roztok, platí

$$py_i = p_i^s x_i$$

Takto zapsaná podmínka pro rovnováhu mezi kapalnou a parní fází se nazývá Raoultův zákon. K vyřešení rovnováhy kapalina - pára je v tomto případě zapotřebí jen znalost tenzí všech v systému přítomných složek.

Henryho zákon – rozpustnost plynů v kapalinách

Chová-li se u rovnovážného systému kapalina (složka 1) – plyn (složka 2) plynná fáze jako ideální plyn a kapalná fáze tvoří ideální roztok, platí

$$py_2 = K_H x_2$$

K_H je Henryho konstanta.

Extrakce, Nernstův rozdělovací zákon

Extrakcí rozumíme převedení části rozpuštěné látky z rozpouštědla 1 do rozpouštědla 2. Jsou-li obě fáze v rovnováze, vyjadřuje rozdělení oddělované složky mezi obě rozpouštědla rozdělovací koeficient

$$K_c = \frac{c_2}{c_1}$$

kde c_2 a c_1 jsou koncentrace složky v rozpouštědlech 2 a 1. Označíme-li n_0 původní látkové množství extrahované látky, které je obsaženo v objemu V rozpouštědla 1 a n_p látkové množství, které během extrakce přejde do rozpouštědla 2, jehož objem je L , platí

$$n_p = n_0 \cdot \frac{K_c L}{V + K_c L}$$

Provádí-li se extrakce k -krát stejným množstvím L čistého rozpouštědla 2, platí pro zbytkové množství

$$n_z = n_0 - n_p = n_0 \left(\frac{V}{V + K_c L} \right)^k$$

7.1

Při teplotě 0°C je rovnovážný tlak pro tání ledu 611 Pa . Vypočtete bod tání ledu pod tlakem $10,132 \text{ MPa}$, je-li dáno: $\Delta H_{\text{tání}}(\text{H}_2\text{O}) = 6,009 \text{ kJ/mol}$

$\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 1,000 \text{ kg/dm}^3$, $\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) = 0,917 \text{ kg/dm}^3$

Výsledek: $(\Delta t = -0,75^\circ\text{C})$

7.2

Dusičnan amonný přechází z jedné tuhé modifikace do druhé při teplotě $398,7 \text{ K}$ za tlaku $0,1 \text{ MPa}$ a při teplotě $408,2 \text{ K}$ za tlaku 100 MPa . Modifikace stálá při vyšší teplotě má objem průměrně o $0,0126 \text{ dm}^3/\text{kg}$ větší než druhá modifikace. Vypočtete molární teplo přeměny.

Výsledek: $(\Delta H = 4,276 \text{ kJ/mol})$

7.3

Najděte teplotu a tlak, odpovídající trojnému bodu arsenu, je-li teplotní závislost tlaku nasycené páry (v kPa) dána pro kapalný arsen rovnicí

$$\log p^s(\text{As}, \text{l}) = 5,815 - 2460/T$$

a pro tuhý arsen (sublimační rovnováha)

$$\log p^s(\text{As}, \text{s}) = 9,925 - 6947/T$$

Výsledek: $(T = 1091,73 \text{ K}, p = 3,645 \text{ MPa})$

7.4

Tlak nasycené páry etyleteru při 273 K je 24,7 kPa, střední výparné teplo mezi teplotami 273 K a 306 K má hodnotu 387 kJ/kg. Vypočtete tlak nasycené páry etyleteru při teplotě 306 K.

Výsledek: $(p = 96,3 \text{ kPa})$

7.5

Výparné teplo vody při jejím normálním bodu varu má hodnotu 2256 kJ/kg. Vypočtete pomocí Clausiovy-Clapeyronovy rovnice bod varu vody při tlaku 80 kPa.

Výsledek: $(T = 366,5 \text{ K})$

7.6

Při teplotě 130°C mají benzen (1) a m-xylen (2) tenze par $p_1^s = 378,7 \text{ kPa}$, $p_2^s = 78,83 \text{ kPa}$. U směsi, která obsahuje 20 % (molárních) benzenu, určete:

- tlak, při němž začne tato směs vřít a složení prvního množství parní fáze,
- tlak, při němž začne uvedená směs kondenzovat a složení prvního podílu kapalné fáze,
- složení koexistujících fází při tlaku 100 kPa a látkové množství parní fáze, vycházíme-li z 1 molu směsi. Předpokládejte ideální chování v kapalné i parní fázi.

Výsledek: $(a) p = 138,8 \text{ kPa}, y_1 = 0,546$
 $(b) p = 93,66 \text{ kPa}, x_1 = 0,049$
 $(c) y_1 = 0,2673, x_1 = 0,0706, n_g = 0,658 \text{ mol})$

7.7

Rozdělovací koeficient organické látky mezi benzen (1) a vodu (2) je $c_1/c_2=0,705$. 0,200 dm³ roztoku této látky v benzenu vytřepáváme několikrát za sebou vždy 0,200 dm³ čisté vody. Kolikrát musíme vytřepávat, abychom z původního roztoku získali 97% látky?

Výsledek: (čtyřikrát)

7.8

Tlak nasycené páry 2,2-dimetylbutanolu (v kPa) je dán rovnicí

$$\ln p^s = 120 - 14,7 \ln T - \frac{11170}{T}$$

Odvoďte rovnici pro závislost molárního výparného tepla na teplotě.

7.9

Směs chlorbenzenu (1) a brombenzenu (2) destiluje pod tlakem 101,32 kPa. Vypočtete složení směsi, vroucí při teplotě 136,7°C a složení páry, která je s touto směsí v rovnováze, jsou-li tenze páry čistých složek: $p_1^s = 115,06 \text{ kPa}$, $p_2^s = 60,4 \text{ kPa}$

Výsledek: $(x_1 = 0,749, y_1 = 0,850)$

7.10

Vypočítejte molární zlomky metanu a sulfanu ve vodě, která je v rovnováze s plynnou směsí obsahující 99,9 % (molárních) metanu a 0,1% sulfanu při teplotě 25 °C a tlaku 100 kPa. Henryho konstanty při této teplotě jsou $K_H(\text{CH}_4) = 4041 \text{ MPa}$, $K_H(\text{H}_2\text{S}) = 54,7 \text{ MPa}$.

Výsledek: $(x_1 = 2,47 \cdot 10^{-5}, x_2 = 1,83 \cdot 10^{-6})$