

5. Fyzikální přeměny látek – procvičování

K nastudování: Peter Atkins, Fyzikální chemie, kapitola 4; soubor integraly.jpg

Konstanty:

Molární plynová konstanta $R = 8,314472 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Příklady:

1. Vypočítejte, jaký vliv bude mít při $0 \text{ }^\circ\text{C}$ zvýšení tlaku ze 100 kPa na 200 kPa na směs ledu a vody ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$). Hustota ledu je $0,917 \text{ g cm}^{-3}$ a hustota vody $0,999 \text{ g cm}^{-3}$.
($\Delta\mu(\text{led}) = 1,97 \text{ J mol}^{-1}$, $\Delta\mu(\text{voda}) = 1,8 \text{ J mol}^{-1}$; Led taje.)
2. Vypočítejte, jaký vliv bude mít zvýšení tlaku ze 100 kPa na 200 kPa na směs kapalného a pevného oxidu uhličitého ($M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g mol}^{-1}$) v rovnováze. Za těchto podmínek je hustota kapalného oxidu uhličitého $2,35 \text{ g cm}^{-3}$ a hustota pevného oxidu uhličitého $2,50 \text{ g cm}^{-3}$.
($\Delta\mu(l) = 1,87 \text{ J mol}^{-1}$, $\Delta\mu(s) = 1,76 \text{ J mol}^{-1}$; Dochází k tuhnutí.)
3. Vypočítejte, o kolik procent se změní tlak páry ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$), jestliže se okolní tlak při $25 \text{ }^\circ\text{C}$ zvýší o 1 MPa. Za těchto podmínek je hustota vody $0,997 \text{ g cm}^{-3}$. (Zvýší se o 0,73 %.)
4. Troutonova konstanta kapaliny je $85 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ a molární objem plynu je $25 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Jak se zvýší teplota varu kapaliny, zvýší-li se tlak o 10 kPa? (+2,9 K)
5. Hodnota standardní výparné entalpie vody je $40,7 \text{ kJ mol}^{-1}$. Jak se změní teplota varu vody, jestliže se tlak zvýší ze standardního na hodnotu o 10 kPa vyšší? (+2,7 K)
6. Molární objem určité látky v pevném skupenství při její teplotě tání $77,6 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku 101,325 kPa je $161,0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Molární objem téže látky v kapalném skupenství při stejné teplotě a tlaku je $163,3 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Při tlaku 10,133 MPa se teplota tání změní na $78,11 \text{ }^\circ\text{C}$. Vypočítejte entalpii a entropii rozpouštění této látky. ($\Delta_{\text{rozp}}S^0 = 45,24 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $\Delta_{\text{rozp}}H^0 = 15,868 \text{ kJ mol}^{-1}$)
7. Molární objem určité látky v pevném skupenství při její teplotě tání $154 \text{ }^\circ\text{C}$ a tlaku 101,325 kPa je $142,0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Molární objem téže látky v kapalném skupenství při stejné teplotě a tlaku je $152,6 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Při tlaku 1,2 MPa se teplota tání změní na $156,11 \text{ }^\circ\text{C}$. Vypočítejte entalpii a entropii rozpouštění této látky. ($\Delta_{\text{rozp}}S^0 = 5,52 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $\Delta_{\text{rozp}}H^0 = 2,4 \text{ kJ mol}^{-1}$)
8. Určitá kapalina ($M = 46,07 \text{ g mol}^{-1}$) má při tlaku 101,325 kPa teplotu tuhnutí $-3,65 \text{ }^\circ\text{C}$. Ztuhne-li, její hustota se změní z $0,789 \text{ g cm}^{-3}$ na $0,801 \text{ g cm}^{-3}$. Její entalpie rozpouštění je $8,68 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte její teplotu tuhnutí při tlaku 100 MPa. ($-0,94 \text{ }^\circ\text{C}$)
9. Benzen ($M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,12 \text{ g mol}^{-1}$) má při tlaku 101,325 kPa teplotu tuhnutí $5,45 \text{ }^\circ\text{C}$. Ztuhne-li, jeho hustota se změní z $0,879 \text{ g cm}^{-3}$ na $0,891 \text{ g cm}^{-3}$. Entalpie rozpouštění benzenu je $10,59 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte teplotu tuhnutí benzenu při tlaku 101,325 MPa. ($8,64 \text{ }^\circ\text{C}$)

10. Pro tlak páry určité kapaliny platí v teplotním rozmezí -73 °C až -13 °C lineární závislost

$$\ln p = 21,148 - \frac{2501,8}{T}$$

Pro tuto kapalinu vypočítejte její

- (i) entalpii vypařování. (20,80 kJ mol⁻¹)
- (ii) teplotu varu při tlaku 101,325 kPa. (-13,14 °C)

11. Pro tlak páry určité kapaliny platí v teplotním rozmezí -73 °C až -13 °C lineární závislost

$$\ln p = 23,254 - \frac{3036,8}{T}$$

Pro tuto kapalinu vypočítejte její

- (i) entalpii vypařování. (25,25 kJ mol⁻¹)
- (ii) teplotu varu při tlaku 101,325 kPa. (-14,21 °C)

12. Pro tlak páry určité kapaliny platí v teplotním rozmezí 10 °C až 30 °C lineární závislost

$$\log p = 10,084 - \frac{1780}{T}$$

Pro tuto kapalinu vypočítejte její

- (i) entalpii vypařování. (34,08 kJ mol⁻¹)
- (ii) teplotu varu při tlaku 101,325 kPa. (77,36 °C)

13. Při 24,1 °C je tlak par dichlormethanu 53,3 kPa a jeho entalpie vypařování 28,7 kJ mol⁻¹.

Vypočítejte teplotu, při které je tlak par 70,0 kPa. (31 °C)

14. Tlak par naftalenu je 1,3 kPa při 85,8 °C a 5,3 kPa při 119,3 °C. Vypočítejte

- (i) entalpii vypařování naftalenu. (49,135 kJ mol⁻¹)
- (ii) teplotu varu naftalenu při tlaku 101,325 kPa. (215 °C)
- (iii) entropii vypařování naftalenu. (101 J K⁻¹ mol⁻¹)

15. Při teplotě 25 °C necháme otevřenou nádobu s vodou ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$) v místnosti o rozměrech 5 m x 5 m x 3 m. Entalpie vypařování vody je 44,016 kJ mol⁻¹. Jaká hmotnost vody bude po čase ve vzduchu, jestliže při teplotě 0 °C je tlak vodní páry v atmosféře 611,3 Pa? (1,7 kg)

16. Při teplotě 25 °C necháme otevřenou nádobu s benzenem ($M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,12 \text{ g mol}^{-1}$) v místnosti o rozměrech 5 m x 5 m x 3 m. Entalpie vypařování benzenu je 33,9 kJ mol⁻¹. Jaká hmotnost benzenu bude po čase ve vzduchu, jestliže při teplotě 0 °C je tlak par benzenu v atmosféře 3,747 kPa? (30,961 kg)