

6. Fyzikální přeměny látek – zadání

K nastudování: Peter Atkins, Fyzikální chemie, kapitola 5; soubory integraly.jpg + derivace.jpg

Konstanty:

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

Příklady:

1. Pro parciální molární objem síranu draselného ve vodném roztoku při 25 °C platí empirický vztah

$$V_{\text{K}_2\text{SO}_4}(\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}) = 32,280 + 18,216 \cdot \sqrt{b_{\text{K}_2\text{SO}_4}}$$

Molární objem čisté vody ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$) při 25 °C je $18,079 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Jaká závislost

platí pro molární parciální zlomek vody? ($V_{\text{voda}}(\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}) = 18,079 - 0,1094 \cdot b_{\text{K}_2\text{SO}_4}^{\frac{3}{2}}$)

2. Pro parciální molární objem soli B ve vodném roztoku při 25 °C platí empirický vztah

$$V_{\text{B}}(\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}) = 6,218 + 5,146 \cdot b_{\text{B}} - 7,147 \cdot b_{\text{B}}^2$$

Molární objem čisté vody ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$) při 25 °C je $18,079 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$. Jaká závislost

platí pro molární parciální zlomek vody? ($V_{\text{voda}}(\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}) = 18,079 - 0,0464 \cdot b_{\text{B}}^2 + 0,0858 \cdot b_{\text{B}}^3$)

3. Nádoba je rozdělena na dvě části oddělené přepážkou. Jedna obsahuje 3 mol vodíku, druhá 1 mol dusíku. Teplota v celé nádobě je 25 °C a oba plyny se chovají jako ideální plyn. Vypočítejte Gibbsovu energii mísení poté, co je přepážka odstraněna, jestliže objemy obou částí nádoby

(i) jsou stejné. (-6,9 kJ)

(ii) jsou v takovém poměru, aby tlak v celé nádobě byl stejný. (-5,6 kJ)

4. Vypočítejte Gibbsovu energii, entropii a entalpii mísení poté, co se při 25 °C smíchá 1 mol hexanu s 1 mol heptanu. Oba plyny se chovají jako ideální plyn.

$$(\Delta_{\text{mix}}G = -3,43 \text{ kJ}; \Delta_{\text{mix}}S = 11,5 \text{ J K}^{-1}; \Delta_{\text{mix}}H = 0)$$

5. Nádoba o objemu 5 dm^3 je rozdělena na dvě stejně velké části oddělené přepážkou. Jedna obsahuje dusík, druhá vodík. Teplota v celé nádobě je 25 °C. Tlak v celé nádobě je 101,325 kPa. Oba plyny se chovají jako ideální plyn. Vypočítejte Gibbsovu energii, entropii a entalpii mísení poté, co je přepážka odstraněna. ($\Delta_{\text{mix}}G = -351 \text{ J}; \Delta_{\text{mix}}S = 1,2 \text{ J K}^{-1}; \Delta_{\text{mix}}H = 0$)

6. Nádoba o objemu 250 cm^3 je rozdělena na dvě stejně velké části oddělené přepážkou. Jedna obsahuje argon, druhá neon. Teplota v celé nádobě je 0 °C. Tlak v celé nádobě je 100 kPa. Oba plyny se chovají jako ideální plyn. Vypočítejte Gibbsovu energii, entropii a entalpii mísení poté, co je přepážka odstraněna. ($\Delta_{\text{mix}}G = -17,3 \text{ J}; \Delta_{\text{mix}}S = 6,34 \cdot 10^{-2} \text{ J K}^{-1}; \Delta_{\text{mix}}H = 0$)

7. Vzduch obsahuje 75,52 % dusíku ($M(\text{N}_2) = 28,02 \text{ g mol}^{-1}$), 23,15 % kyslíku ($M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g mol}^{-1}$), 1,28 % argonu ($M(\text{Ar}) = 39,95 \text{ g mol}^{-1}$) a 0,046 % (jde o hmotnostní procenta) oxidu uhličitého ($M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g mol}^{-1}$). Vypočítejte Gibbsovu energii, entropii a entalpii mísení těchto plynů, jestliže hmotnost vzduchu je 100 g. ($\Delta_{\text{mix}}G = -4,857 \text{ kJ}$; $\Delta_{\text{mix}}S = 16,291 \text{ J K}^{-1}$; $\Delta_{\text{mix}}H = 0$)
8. Aby byla entropie mísení hexanu ($M(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 86,18 \text{ g mol}^{-1}$) a heptanu ($M(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 100,21 \text{ g mol}^{-1}$) maximální, v jakém poměru musí být jejich
- látková množství? ($\frac{n_{\text{hexan}}}{n_{\text{heptan}}} = 1$)
 - hmotnosti? ($\frac{m_{\text{hexan}}}{m_{\text{heptan}}} = 0,8600$)
9. Jestliže chceme, aby byla entropie mísení benzenu ($M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,12 \text{ g mol}^{-1}$) a ethylbenzenu ($M(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3) = 106,169 \text{ g mol}^{-1}$) maximální, v jakém poměru musí být jejich
- látková množství? ($\frac{n_{\text{benzen}}}{n_{\text{ethylbenzen}}} = 1$)
 - hmotnosti? ($\frac{m_{\text{benzen}}}{m_{\text{ethylbenzen}}} = 0,7358$)
10. Vypočítejte parciální tlak chlorovodíku nad jeho roztokem v GeCl_4 ($M(\text{GeCl}_4) = 214,45 \text{ g mol}^{-1}$), jestliže molalita chlorovodíku je $0,10 \text{ mol kg}^{-1}$ a Henryho konstanta je $6,4 \text{ MPa}$. (134 kPa)
11. Vypočítejte parciální tlak par látky B nad jejím roztokem v látce A ($M(\text{A}) = 74,1 \text{ g mol}^{-1}$), jestliže molalita látky B je $0,25 \text{ mol kg}^{-1}$ a Henryho konstanta je $8,2 \text{ MPa}$. (149 kPa)
12. Při $25 \text{ }^\circ\text{C}$ je Henryho konstanta pro oxid uhličitý ve vodě $3,01 \text{ MPa kg mol}^{-1}$. Vypočítejte molární koncentraci oxidu uhličitého ve vodě o hustotě $997,09 \text{ kg m}^{-3}$, jestliže parciální tlak CO_2 je
- $10,132 \text{ kPa}$. ($3,36 \text{ mmol dm}^{-3}$)
 - $101,325 \text{ kPa}$. ($33,6 \text{ mmol dm}^{-3}$)
13. Rozpustíme-li v 500 g benzenu ($M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78,12 \text{ g mol}^{-1}$) 19 g netěkavé organické sloučeniny, tlak par benzenu klesne z $53,3 \text{ kPa}$ na $51,5 \text{ kPa}$. Vypočítejte molární hmotnost netěkavé organické sloučeniny. (85 g mol^{-1})
14. Rozpustíme-li ve 250 g propan-2-olu ($M(\text{propan-2-ol}) = 60,096 \text{ g mol}^{-1}$) $8,69 \text{ g}$ netěkavé organické sloučeniny, tlak par propan-2-olu klesne z $50,00 \text{ kPa}$ na $49,62 \text{ kPa}$. Vypočítejte molární hmotnost netěkavé organické sloučeniny. (273 g mol^{-1})
15. Teplota varu se po rozpuštění $0,598 \text{ g}$ organické látky v $50,0 \text{ g}$ benzenu zvýšila o $0,170 \text{ }^\circ\text{C}$. Ebulioskopická konstanta benzenu je $2,53 \text{ K kg mol}^{-1}$. Vypočítejte molární hmotnost rozpuštěné organické sloučeniny. (178 g mol^{-1})
16. Výparná entalpie hexanu ($M(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 86,18 \text{ g mol}^{-1}$) je $28,85 \text{ kJ mol}^{-1}$ a jeho teplota varu $68,73 \text{ }^\circ\text{C}$. Vypočítejte hodnotu jeho ebulioskopické konstanty. ($2,903 \text{ K kg mol}^{-1}$)

17. O kolik bude vyšší normální teplota varu roztoku 50,55 g manózy ($M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g mol}^{-1}$) v 1 kg vody oproti normálnímu bodu varu čisté vody ($M(\text{H}_2\text{O}) = 18,015 \text{ g mol}^{-1}$), je-li výparná entalpie vody $40,70 \text{ kJ mol}^{-1}$? ($0,143 \text{ }^\circ\text{C}$)
18. Přidáme-li 100 g určité sloučeniny k 750 g tetrachlormethanu, sníží se jeho teplota tání o $10,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Kryoskopická konstanta naftalenu je 30 K kg mol^{-1} . Vypočítejte molární hmotnost přidané sloučeniny. (381 g mol^{-1})
19. Přidáme-li 5 g určité sloučeniny ke 250 g naftalenu, sníží se jeho teplota tání o $0,78 \text{ }^\circ\text{C}$. Kryoskopická konstanta naftalenu je $6,94 \text{ K kg mol}^{-1}$. Vypočítejte molární hmotnost přidané sloučeniny. (178 g mol^{-1})
20. Jaký osmotický tlak má vodný roztok obsahující 10 g chloridu draselného ($M(\text{KCl}) = 74,56 \text{ g mol}^{-1}$) v 1 dm^3 vody při $25 \text{ }^\circ\text{C}$ za předpokladu ideálního chování? ($332,5 \text{ kPa}$)
21. Jaký osmotický tlak má 0,664% vodný roztok laktózy ($M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342,2956 \text{ g mol}^{-1}$) při $37 \text{ }^\circ\text{C}$ za předpokladu ideálního chování, je-li hustota vody 1000 kg m^{-3} ? ($50,0 \text{ kPa}$)
22. Při teplotě $27 \text{ }^\circ\text{C}$ je osmotický tlak vodného roztoku $120,0 \text{ kPa}$. Kryoskopická konstanta vody je $1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$ a hustota vody 1000 kg m^{-3} . Vypočítejte teplotu tání roztoku. ($-0,089 \text{ }^\circ\text{C}$)
23. Při teplotě $15 \text{ }^\circ\text{C}$ je osmotický tlak vodného roztoku $99,0 \text{ kPa}$. Kryoskopická konstanta vody je $1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$ a hustota vody 1000 kg m^{-3} . Vypočítejte teplotu tání roztoku. ($-0,077 \text{ }^\circ\text{C}$)