

# Druhá věta termodynamiky

**Libor Veis**

Obecná chemie, 5. cvičení

1 Základní pojmy

2 Úlohy

Atkins' Physical Chemistry, Oxford University Press, 2002

- Druhá věta termodynamiky se týká samovolných dějů, pro které platí

$$\Delta S_{\text{tot}} > 0$$

- Entropie je definovaná jako

$$dS = \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$$

- Abychom se při studování samovolných dějů vyhnuli uvažování okolí systému, zavádí se

$$A = U - TS$$

$$G = H - TS$$

- Pro samovolné děje z pohledu systému pak platí

$$dA_{T,V} \leq 0$$

$$dG_{T,p} \leq 0$$

- Ze zmíněné formulace druhé věty termodynamiky odvoďte Clausiovu nerovnost  $dS \geq dq/T$ . Uvědomte si, že okolí odpovídá reservoáru o konstantním objemu.
- Spočítejte změnu entropie při izotermické expanzi 1 molu ideálního plynu, pokud zdvojnásobí svůj objem.
- Spočítejte změnu entropie pokud argon při teplotě 25 °C a tlaku 1 atm expanduje z 500 cm<sup>3</sup> na 1000 cm<sup>3</sup> a současně je zahřátý na 100 °C
- Odvoďte vztahy  $dA_{T,V} \leq 0$  a  $dG_{T,p} \leq 0$ .
- Ukažte, že změna Helmholtzovy energie při dané teplotě odpovídá maximální práci, kterou může systém vykonat.
- Spočítejte standardní reakční entropii spalování metanu na oxid uhličitý a vodu při 25 °C.  
 $S_m(\text{CH}_4, \text{g}) = 186.26 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ,  $S_m(\text{O}_2, \text{g}) = 205.138 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ,  $S_m(\text{CO}_2, \text{g}) = 213.74 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ,  $S_m(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 69.61 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ .
- Využijte předešlého výsledku a pro stejnou reakci určete, kolik energie lze z reakce 1 molu CH<sub>4</sub> extrahovat ve formě tepla za konstantního tlaku a kolik ve formě práce.  $\Delta_f H(\text{CH}_4) = 74.81 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H(\text{CO}_2) = -393.51 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}) = -285.83 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .