

6. Entalpie, entropie

Vztahy:

$$\Delta_r H^0 = \sum_{\text{produkty}} \nu \Delta_f H^0 - \sum_{\text{reaktanty}} \nu \Delta_f H^0$$
$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g RT$$
$$H(T_2) = H(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$$
$$\Delta_r C_p^0 = \sum_{\text{produkty}} \nu C_{p,m}^0 - \sum_{\text{reaktanty}} \nu C_{p,m}^0$$

$$\text{Teplná kapacita kalorimetru } C = \frac{q}{\Delta T}$$

$$\text{Clausiova nerovnost: } dS \geq \frac{dq}{T}$$

- Rovnováha: $dS = \frac{dq}{T}$
- Nevratný děj: $dS > \frac{dq}{T}$

$$\text{Uzavřený systém: } \Delta S_{\text{systém}} + \Delta S_{\text{okolí}} = 0$$

Konstanty:

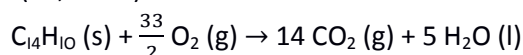
$$\text{Molární plynová konstanta } R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

1. Standardní slučovací entalpie fenolu při 25 °C je $-165,0 \text{ kJ mol}^{-1}$. Jaká je standardní spalná entalpie za stejné teploty, je-li $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta_f H^0(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,15 \text{ kJ mol}^{-1}$?
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}(\text{s}) + 7 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6 \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
($-3053,6 \text{ kJ mol}^{-1}$)
2. 🏠 Standardní slučovací entalpie bromidu stříbrného při 25 °C je $-100,37 \text{ kJ mol}^{-1}$. Jaká je standardní rozpouštěcí entalpie za stejné teploty, jestliže $\Delta_f H^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 105,58 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta_f H^0(\text{Br}^-, \text{aq}) = -121,55 \text{ kJ mol}^{-1}$? ($84,40 \text{ kJ mol}^{-1}$)
3. 🏠 Při teplotě 25 °C platí: $\Delta_f H^0(\text{AgCl}, \text{s}) = -127,07 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_f H^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 105,58 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta_f H^0(\text{Cl}^-, \text{aq}) = -167,16 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte standardní reakční entalpii reakce
 $\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3(\text{aq})$
($-65,49 \text{ kJ mol}^{-1}$)
4. 🏠 Standardní slučovací entalpie oxidu dusného při 25 °C je $90,25 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte standardní slučovací entalpii chloridu nitrosylu za stejné teploty, jestliže
 $2 \text{NOCl}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta_r H^0 = 75,5 \text{ kJ mol}^{-1}$
($52,5 \text{ kJ mol}^{-1}$)
5. Z následujících údajů určete standardní slučovací entalpii pro diboran, $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$, při teplotě 25 °C:
 $2 \text{B}(\text{s}) + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) \quad \Delta_r H^0 = -2368 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H^0 = -241,8 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H^0 = -1941 \text{ kJ mol}^{-1}$
($-1152 \text{ kJ mol}^{-1}$)

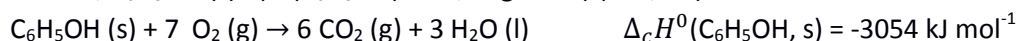
6. 🏠 Víte-li, že standardní spalná entalpie grafitu při teplotě 25 °C je -393,51 kJ mol⁻¹, a standardní spalná entalpie diamantu za stejné teploty je -395,41 kJ mol⁻¹, vypočítejte entalpii přechodu grafit-diamant za stejné teploty. (1,90 kJ mol⁻¹)

7. V kalorimetru bylo při teplotě 25 °C spáleno 2,25 mg anthracenu, C₁₄H₁₀ (s). Teplota v kalorimetru vzrostla o 1,35 °C.

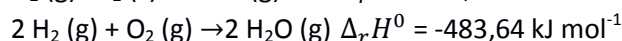
(i) Vypočítejte konstantu kalorimetru. ($\Delta_c H^0(\text{C}_{14}\text{H}_{10}, \text{s}) = -7061 \text{ kJ mol}^{-1}$, $M(\text{C}_{14}\text{H}_{10}) = 172,23 \text{ g mol}^{-1}$) (68,3 J K⁻¹)



(ii) Jak moc se teplota uvnitř kalorimetru zvýší, když v něm za stejných podmínek spálíme 135 mg fenolu, C₆H₅OH (s)? ($M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94,12 \text{ g mol}^{-1}$) (+64,1 K)

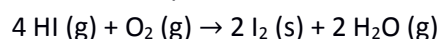


8. Víte-li, že reakce



probíhají při teplotě 25 °C, určete:

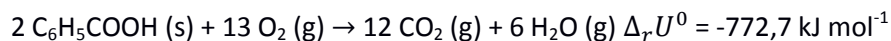
(i) $\Delta_r H^0$ a $\Delta_r U^0$ pro reakci



probíhající při stejné teplotě. (-589,56 kJ mol⁻¹, -582,13 kJ mol⁻¹)

(ii) $\Delta_f H^0$ pro HI (g) a H₂O (g) (26,48 kJ mol⁻¹, -241,82 kJ mol⁻¹)

9. 🏠 Víte-li, že reakce



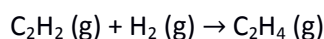
probíhá při teplotě 25 °C, určete $\Delta_r H^0$. (-760,3 kJ mol⁻¹)

10. Standardní slučovací entalpie H₂O (l) při 25 °C je -285,83 kJ mol⁻¹. Platí:

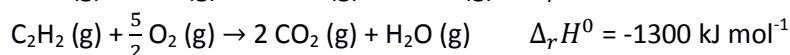
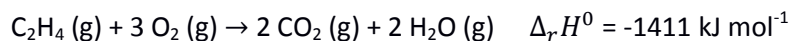
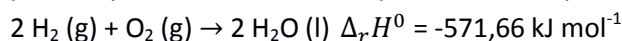
$$\Delta_r C_p^0 = \left(0,06606 - 10,76 \cdot 10^{-6} T + \frac{67}{T^2} \right) [\text{kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}]$$

Vypočítejte standardní reakční entalpii reakce 2 H₂ (g) + O₂ (g) → 2 H₂O (l) při teplotě 100 °C. (-566,93 kJ mol⁻¹)

11. 🏠 Při teplotě 25 °C probíhá reakce



Molární tepelná kapacita za konstantního tlaku $C_{p,m}^0$ 43,56 J K⁻¹ mol⁻¹ pro ethen, 43,93 J K⁻¹ mol⁻¹ pro acetylen a 28,82 J K⁻¹ mol⁻¹ pro vodík. Dále platí



Předpokládejte, že tepelné kapacity jsou v daném teplotním rozsahu konstantní. Vypočítejte

(i) $\Delta_r H^0$ a $\Delta_r U^0$ při teplotě 25 °C. (-175 kJ mol⁻¹, -173 kJ mol⁻¹)

(ii) $\Delta_r H^0$ při teplotě 75 °C. (-176 kJ mol⁻¹)

12. Vypočítejte změnu entropie, je-li energie o velikosti 50 kJ reverzibilně a izotermicky přenesena jako teplo na velký kus železa při teplotě

- (i) 0 °C. (180 J K^{-1})
- (ii) 70 °C. (150 J K^{-1})

13. Entalpie vypařování metanolu je při jeho normální teplotě varu (64,1 °C) $35,27 \text{ kJ mol}^{-1}$. Vypočítejte

- (i) entropii vypařování methanolu při této teplotě, probíhá-li za konstantního tlaku. ($104,6 \text{ J K}^{-1}$)
- (ii) změnu entropie okolí, jestliže se jedná o uzavřený systém. ($-104,6 \text{ J K}^{-1}$)