

### 3. Termochemie – procvičování

K nastudování: Peter Atkins, Fyzikální chemie, kapitola 2.2 – Termochemie; soubor integraly.jpg

Konstanty:

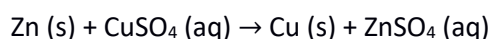
Molární plynová konstanta  $R = 8,314472 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Příklady:

1. Standardní slučovací entalpie AgCl při 25 °C je  $-127,07 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Jaká je standardní rozpouštěcí entalpie za stejné teploty, je-li  $\Delta_f H^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 105,58 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{Cl}^-, \text{aq}) = -167,16 \text{ kJ mol}^{-1}$ ? ( $65,49 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

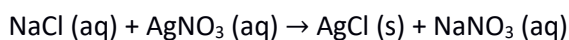
2. Standardní slučovací entalpie AgBr při 25 °C je  $-100,37 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Jaká je standardní rozpouštěcí entalpie za stejné teploty, je-li  $\Delta_f H^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 105,58 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{Br}^-, \text{aq}) = -121,55 \text{ kJ mol}^{-1}$ ? ( $84,40 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

3. Při 25 °C platí:  $\Delta_f H^0(\text{Cu}^{2+}, \text{aq}) = 64,77 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{Zn}^{2+}, \text{aq}) = -153,89 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Vypočítejte standardní reakční entalpii reakce



( $-218,66 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

4. Při teplotě 25 °C platí:  $\Delta_f H^0(\text{AgCl, s}) = -127,07 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^0(\text{Ag}^+, \text{aq}) = 105,58 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{Cl}^-, \text{aq}) = -167,16 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Vypočítejte standardní reakční entalpii reakce



( $-65,49 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

5. Standardní enthalpie rozkladu  $\text{H}_3\text{NSO}_2$  na amoniak při 25 °C a oxid siřičitý je  $40 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Vypočítejte standardní slučovací entalpii  $\text{H}_3\text{NSO}_2$ , jestliže  $\Delta_f H^0(\text{NH}_3, \text{g}) = -46,11 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{SO}_2, \text{g}) = -296,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ ? ( $-382,94 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

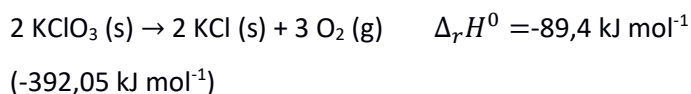
6. Při 25 °C platí:  $\Delta_f H^0(\text{NaOH, s}) = -425,61 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_f H^0(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Dále platí  $\text{NaOH (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \text{ (s)}$   $\Delta_r H^0 = -127,5 \text{ kJ mol}^{-1}$

Vypočítejte standardní slučovací entalpii hydrogenuhličitanu sodného. ( $-946,62 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

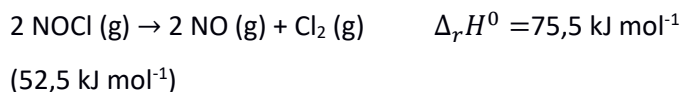
7. Standardní slučovací entalpie ethylbenzenu při 25 °C je  $-12,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Jaká je standardní spalná entalpie za stejné teploty, je-li  $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O, l}) = -285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$ ? ( $-4564,73 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

8. Standardní slučovací entalpie fenolu při 25 °C je  $-165,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Jaká je standardní spalná entalpie za stejné teploty, je-li  $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O, l}) = -285,83 \text{ kJ mol}^{-1}$  a  $\Delta_f H^0(\text{CO}_2, \text{g}) = -393,51 \text{ kJ mol}^{-1}$ ? ( $-3053,6 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

9. Standardní slučovací entalpie chloridu draselného při 25 °C je -436,75 kJ mol<sup>-1</sup>. Vypočítejte standardní slučovací entalpii chlorečnanu draselného za stejné teploty, jestliže



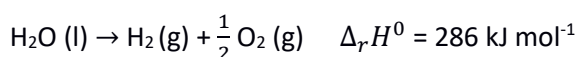
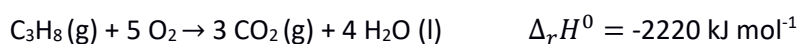
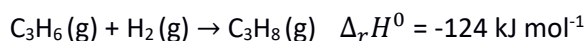
10. Standardní slučovací entalpie oxidu dusnatého při 25 °C je 90,25 kJ mol<sup>-1</sup>. Vypočítejte standardní slučovací entalpii chloridu nitrosylu za stejné teploty, jestliže



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

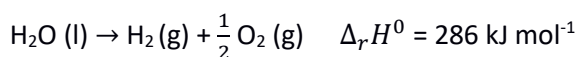
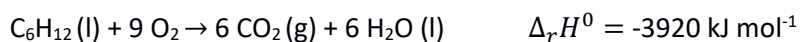
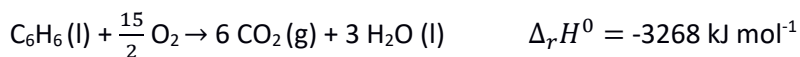
12. Z následujících údajů určete standardní enthalpii spalování propenu při teplotě 25 °C.

(-2058 kJ mol<sup>-1</sup>)



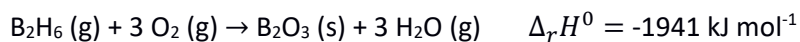
13. Z následujících údajů určete standardní reakční enthalpii hydrogenace benzenu při teplotě 25 °C.

(-206 kJ mol<sup>-1</sup>)

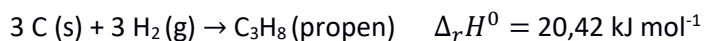
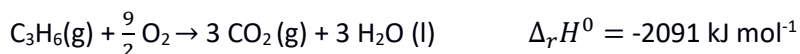
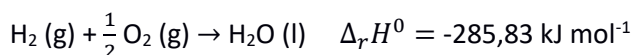


14. Z následujících údajů určete standardní slučovací entalpii pro diboran, B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (g), při teplotě 25 °C.

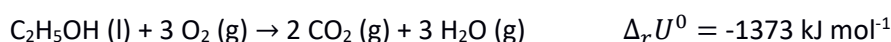
(-1152 kJ mol<sup>-1</sup>)



15. Z následujících údajů určete standardní enthalpii izomerizace cyklopropanu na propen při teplotě 25 °C. (-32,56 kJ mol<sup>-1</sup>)

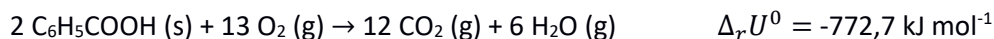


16. Víte-li, že reakce



probíhá při teplotě 25 °C, určete  $\Delta_r H^0$ . (-1368 kJ mol<sup>-1</sup>)

17. Víte-li, že reakce



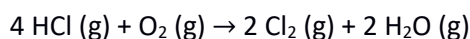
probíhá při teplotě 25 °C, určete  $\Delta_r H^0$ . (-760,3 kJ mol<sup>-1</sup>)

18. Víte-li, že reakce



probíhají při teplotě 25 °C, určete:

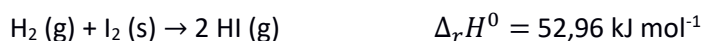
(i)  $\Delta_r H^0$  a  $\Delta_r U^0$  pro reakci



probíhající při stejné teplotě. ( $\Delta_r H^0 = -114,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_r U^0 = -111,92 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

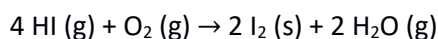
(ii)  $\Delta_f H^0$  pro HCl (g) a H<sub>2</sub>O (g). ( $\Delta_f H^0(\text{HCl}, \text{g}) = -92,31 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,82 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

19. Víte-li, že reakce



probíhají při teplotě 25 °C, určete:

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



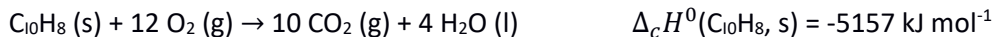
probíhající při stejné teplotě. ( $\Delta_r H^0 = -589,56 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_r U^0 = -582,13 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

(ii)  $\Delta_f H^0$  pro HI (g) a H<sub>2</sub>O (g). ( $\Delta_f H^0(\text{HI}, \text{g}) = 26,48 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,82 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

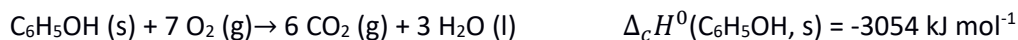
20. V kalorimetru bylo při teplotě 25 °C spáleno 120 mg naftalenu ( $M(\text{C}_{10}\text{H}_8) = 128,18 \text{ g mol}^{-1}$ ).

Teplota v kalorimetru vzrostla o 3,05 °C.

(i) Vypočítejte konstantu kalorimetru. (1,57 J K<sup>-1</sup>)



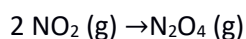
(ii) Jak moc se teplota uvnitř kalorimetru zvýší, když v něm za stejných podmínek spálíme 10 mg fenolu ( $M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94,12 \text{ g mol}^{-1}$ )? (+0,207 K)



21. Standardní slučovací enthalpie vodní páry při 25 °C je -241,82 kJ mol<sup>-1</sup>. Vypočítejte její hodnotu při 100 °C, znáte-li tyto hodnoty molárních tepelných kapacit při konstantním tlaku: H<sub>2</sub>O (g): 33,58 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, H<sub>2</sub> (g): 28,84 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, O<sub>2</sub> (g): 29,37 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>. Předpokládejte, že molární tepelné kapacity při konstantním tlaku nezávisí na teplotě. (-242,6 kJ mol<sup>-1</sup>)

22. Standardní slučovací enthalpie cyklohexanu při 25 °C je -156 kJ mol<sup>-1</sup>. Vypočítejte její hodnotu při 127 °C, znáte-li tyto hodnoty molárních tepelných kapacit při konstantním tlaku: cyklohexan (l): 156,5 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, H<sub>2</sub> (g): 28,84 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>, C (s): 8,527 J K<sup>-1</sup> mol<sup>-1</sup>. Předpokládejte, že molární tepelné kapacity při konstantním tlaku nezávisí na teplotě. (-163 kJ mol<sup>-1</sup>)

23. Pro reakci



vypočítejte standardní reakční entalpii při teplotě 100 °C, jestliže při teplotě 25 °C platí:

$$\Delta_f H^0(\text{NO}_2, \text{g}) = 33,18 \text{ kJ mol}^{-1}, \Delta_f H^0(\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 9,16 \text{ kJ mol}^{-1}, C_{p,m}^0(\text{NO}_2, \text{g}) = 37,2 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}, \\ C_{p,m}^0(\text{N}_2\text{O}_4, \text{g}) = 77,28 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ (-56,984 kJ mol}^{-1}\text{)}$$

24. Pro reakci C (grafit) + H<sub>2</sub>O (g) → CO (g) + H<sub>2</sub> (g) při 25 °C platí:  $\Delta_f H^0(\text{CO}, \text{g}) = -110,53 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,82 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $C_{p,m}^0(\text{grafit}) = 8,527 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $C_{p,m}^0(\text{CO}, \text{g}) = 29,14 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $C_{p,m}^0(\text{H}_2, \text{g}) = 28,824 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ,  $C_{p,m}^0(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = 33,58 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Předpokládejte, že tepelné kapacity jsou v daném teplotním rozsahu konstantní. Vypočítejte  $\Delta_r H^0$  a  $\Delta_r U^0$  při teplotě

(i) 25 °C. ( $\Delta_r H^0 = 131,29 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_r U^0 = 128,81 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

(ii) 105 °C. ( $\Delta_r H^0 = 132,56 \text{ kJ mol}^{-1}$ ;  $\Delta_r U^0 = 129,42 \text{ kJ mol}^{-1}$ )

25. Standardní slučovací enthalpie H<sub>2</sub>O (l) při 25 °C je -285,83 kJ mol<sup>-1</sup>. 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 H<sub>2</sub> (g) + O<sub>2</sub> (g) → 2 H<sub>2</sub>O (l) při teplotě 100 °C. (-566,93 kJ mol<sup>-1</sup>)

26. Při teplotě 25 °C je slučovací enthalpie MgCl<sub>2</sub> (s) -641,32 kJ mol<sup>-1</sup>, sublimační enthalpie Mg (s) 167,2 kJ mol<sup>-1</sup>, disociační enthalpie Cl<sub>2</sub> (g) 241,6 kJ mol<sup>-1</sup>, první a druhá ionizační energie Mg (g) 737,73 kJ mol<sup>-1</sup> a 1450,66 kJ mol<sup>-1</sup>, elektronová afinita Cl (g) -364,71 kJ mol<sup>-1</sup>, hydratační enthalpie Cl<sup>-</sup> (g) -383,7 kJ mol<sup>-1</sup> a enthalpie rozpouštění MgCl<sub>2</sub> (s) -150,5 kJ mol<sup>-1</sup>. Vypočítejte hydratační enthalpii Mg<sup>2+</sup> (g). (-1892,19 kJ mol<sup>-1</sup>)