

Příklady – termodynamika, opakování

FC 3806

Jaro 2021

- 1) a) 7 g kovového hořčíku bylo rozpuštěno v nadbytku kyseliny chlorovodíkové při teplotě 25 °C a normálním tlaku. Vypočítejte práci vykonanou při vzniku vodíku.
- b) Reakcí dvou molů vodíku s jedním molem kyslíku při 100 °C za normálního tlaku vznikají 2 moly vodní páry a uvolní se 484,83 kJ. Vypočítejte ΔH a ΔU této reakce.

① a) 7g kovového hořčíku bylo rozpuštěno v nadbytku kys. chlorovodíkové při teplotě 25°C a normálním tlaku. Vypočítejte práci vykonanou při vzniku vodíku.

$T = 25^\circ\text{C} = 298,15\text{K}$
 $m = 7\text{g}$
 $W = ?$
 $p = 101325\text{Pa}$

$2\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$

$pV = nRT$
 $101325V = \frac{14}{48} \cdot 8,3145 \cdot 298,15$
 $101325V = 723$
 $V = 7,13 \cdot 10^{-3} \text{dm}^3$

$W = p \cdot V$
 $W = 101325 \cdot 7,13 \cdot 10^{-3}$
 $W = \underline{722\text{J}}$

b) Reakcí dvou molů vodíku s jedním molem kyslíku při 100°C za normálního tlaku vznikají 2 moly vodní páry a uvolní se 484,83 kJ. Vypočítejte ΔH a ΔU této reakce.

$\frac{1}{2} \text{H}_2 + \text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

$100^\circ\text{C} = 373,15\text{K}$
 $484,83\text{kJ}$
 $\Delta H = -484,83\text{kJ}$

$pV = nRT$
 $101325 \cdot V = 2 \cdot 8,3145 \cdot 373,15$
 $V = 0,0616 \text{dm}^3$
 $W = 101325 \cdot 0,0616$
 $W = 6241,22\text{J} = 6,24\text{kJ}$

$\Delta U = \Delta H + Q$
 $\Delta U = -484,83 + 6,24$
 $\Delta U = \underline{-478,59\text{kJ}}$

2) i) V exotermické reakci, probíhající za konstantního tlaku, vydala soustava do okolí teplo 50 kJ. Při vzniku produktů vzrostl objem soustavy, přičemž odpovídající velikost práce vykonané soustavou při této expanzi byla 20 kJ. Jaké jsou hodnoty ΔH a ΔU pro tento proces?

ii) V endotermické reakci přijala soustava za konstantního tlaku teplo o hodnotě 30 kJ. Produkty zaujímaly menší objem než výchozí látky, proto vnější síly vykonaly práci 40 kJ, aby došlo k odpovídající kompresi. Jaké jsou hodnoty ΔH a ΔU pro tento proces?

2)i. – teplo se uvolňuje

$p = \text{konst.}$

$Q = -50 \text{ kJ}$

$W = -20 \text{ kJ}$

$V_1 < V_2$

$\Delta U = Q + W$

$\Delta U = -50 - 20$

$\Delta U = -70 \text{ kJ}$

$p = \text{konst. } Q = \Delta M$

$\Delta M = -50 \text{ kJ}$

2)ii

$p = \text{konst.}$

$Q = 30 \text{ kJ}$

$W = 40 \text{ kJ}$

$V_1 > V_2$

$\Delta U = Q + W$

$\Delta U = 30 + 40$

$\Delta U = 70 \text{ kJ}$

$Q = \Delta M$

$\Delta M = 30 \text{ kJ}$

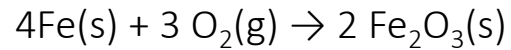
3) a) Vypočítejte výparné teplo 1 gramu vody při 25 °C. Slučovací teplo kapalné vody je $-286,0 \text{ kJ mol}^{-1}$, plynné vody $-242,0 \text{ kJ mol}^{-1}$.

b) Plyn expanduje za konstantního tlaku 60,8 kPa z objemu 2 litry na objem 7 litrů. Jakou práci přitom vykoná?

$$\begin{aligned} \text{b) } p &= 60,8 \text{ kPa} = 60,8 \cdot 10^3 \text{ Pa} \\ V_1 &= 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ V_2 &= 7 \text{ l} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \\ W &= ? \end{aligned}$$

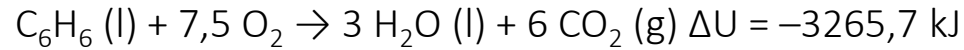
$$W = p \cdot \Delta V = \underline{\underline{304 \text{ J}}}$$

4) a) Určete, kolik tepla se uvolní, nebo je nutné dodat, jestliže reaguje 2,30 g železa s nadbytkem kyslíku?



$$\Delta H = -1\,652\text{ kJ}$$

b) Spalování benzenu lze vyjádřit rovnicí

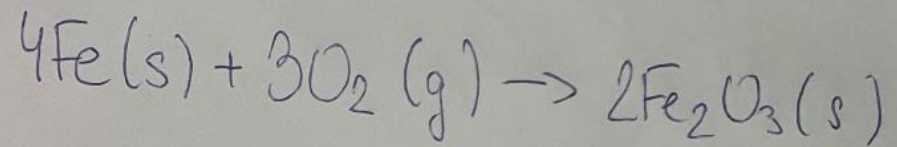


Vypočítejte změnu enthalpie, je-li teplota benzenu 25 °C.

a) $m = 2,30\text{ g Fe}$, nadbytek kyslíku

$$M(4\text{Fe}) = 4 \cdot 55,85 = 223,4\text{ g}$$

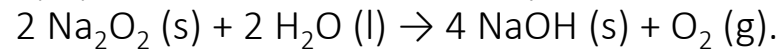
$$\Delta H = -1652\text{ kJ} \rightarrow \text{uvolní se}$$



$$\begin{array}{ccc} \uparrow & 2,30\text{ g} & \dots \dots \dots \times & \uparrow \\ & 223,4\text{ g} & \dots \dots \dots -1652 & \uparrow \\ \hline & & & \end{array}$$

$$X = \frac{2,3 \cdot 1652}{223,4} = \underline{\underline{17,01\text{ kJ}}}$$

5) a) Určete standardní enthalpii reakce



Slučovací teplo $\text{Na}_2\text{O}_2 (\text{s})$ je $-504,93 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\text{H}_2\text{O} (\text{l})$ $-285,96 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\text{NaOH} (\text{s})$ $-827,05 \text{ kJ mol}^{-1}$. Kolik tepla se uvolní rozkladem 25 g Na_2O_2 ?

b) Pro reakci $2 \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{N}_2\text{O} (\text{g})$ $\Delta H = 163,3 \text{ kJ}$ vypočítejte:

a) teplo absorbované při vzniku 6,5 g N_2O ,

b) teplo uvolněné při rozkladu 3,0 g N_2O .

KONTROLA

a)

$$4 \text{NaOH} = -3308,2 \text{ kJ/mol}$$

$$2 \text{Na}_2\text{O}_2 = -1009,86 \text{ kJ/mol}$$

$$2 \text{H}_2\text{O} = -571,92 \text{ kJ/mol}$$

$$4 \text{NaOH} - (2 \text{Na}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}) = -1726,42 \text{ kJ/mol}$$

$M(2 \text{Na}_2\text{O}_2) = 155,96 \text{ g/mol}$

BUD

$$\begin{array}{r} 25 \text{g} \dots x \\ \uparrow \\ 155,96 \dots -1726,42 \uparrow \\ \hline x = \frac{25 \cdot (-1726,42)}{155,96} = -276,74 \text{ kJ/mol} \end{array}$$

NETDO

$$\begin{array}{r} 2 \text{ mol Na}_2\text{O}_2 \dots -1726,42 \text{ kJ/mol} \\ \uparrow 0,320 \dots x \uparrow \\ \hline x = \frac{0,320 \cdot (-1726,42)}{2} = -276,74 \text{ kJ/mol} \end{array}$$

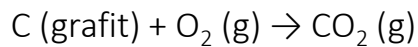
$n = \frac{m}{M} = \frac{25}{77,98} = 0,320$

b)

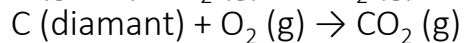
$$\begin{array}{r} 6,5 \text{g} \dots x \\ \uparrow 88 \text{g/mol} \dots 163,3 \text{ kJ/mol} \uparrow \\ \hline x = 12,06 \text{ kJ} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \text{g} \dots x \\ \uparrow 88 \text{g/mol} \dots +163,3 \text{ kJ/mol} \uparrow \\ \hline x = +5,57 \text{ kJ} \end{array}$$

6) a) Vypočítejte teplo reakce, při níž by se diamant za teploty 298,15 K a tlaku 101,325 kPa měnil v grafit, víte-li, že za stejných podmínek jsou tepla reakcí

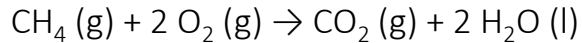


$$\Delta H = -393,77 \text{ kJ mol}^{-1},$$

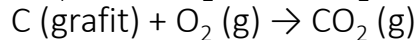


$$\Delta H = -395,65 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

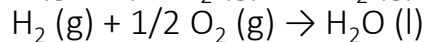
b) Vypočítejte enthalpii reakce $\text{C (grafit)} + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4 (\text{g})$, jsou-li známy následující údaje



$$\Delta H^\circ = -890,95 \text{ kJ mol}^{-1},$$



$$\Delta H^\circ = -393,97 \text{ kJ mol}^{-1},$$



$$\Delta H^\circ = -285,96 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

$\text{C} \rightarrow \text{C}$ (diamant \rightarrow grafit)
 $\text{C (grafit)} + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -393,77 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{C (diamant)} + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -395,65 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_r = \Delta H_{\text{spal. reakt.}} - \Delta H_{\text{spal. produkt.}}$

$\Delta H_r = \Delta H (\text{C-dia}) - \Delta H (\text{C-grafit})$
 $\Delta H_r = -395,65 - (-393,77) = \underline{\underline{-1,88 \text{ kJ mol}^{-1}}}$

$\text{C (grafit)} + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4 (\text{g}) \quad \Delta H = ?$

$\text{CH}_4 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad \Delta H = -890,95 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{C (grafit)} + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H = -393,97 \text{ kJ mol}^{-1}$
 $\text{H}_2 (\text{g}) + 1/2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad \Delta H = -285,96 \text{ kJ mol}^{-1}$

$\Delta H_r = \Delta H_{\text{spal. reakt.}} - \Delta H_{\text{spal. produkt.}}$

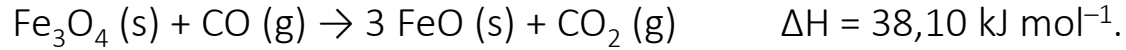
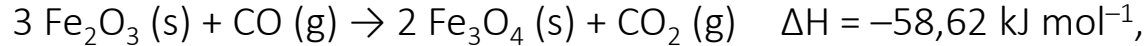
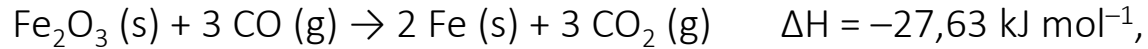
$\Delta H_r = [2(\Delta H(\text{H}_2)) + \Delta H(\text{C})] - (-\Delta H(\text{CH}_4))$

$\Delta H_r = [2 \cdot (-285,96) + (-393,97)] - (-890,95)$

$\Delta H_r = -965,89 + 890,95$

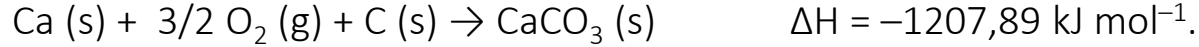
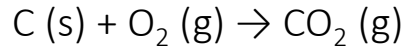
$\Delta H_r = \underline{\underline{-74,94 \text{ kJ mol}^{-1}}}$

7) a) Za použití termochemických rovnic

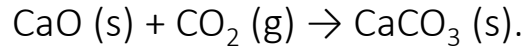


Vypočítejte ΔH reakce $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$.

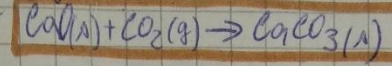
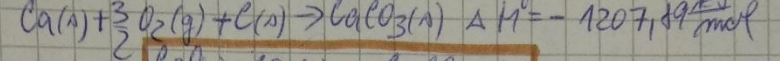
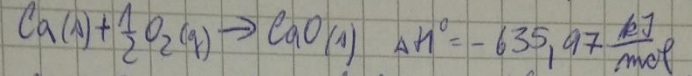
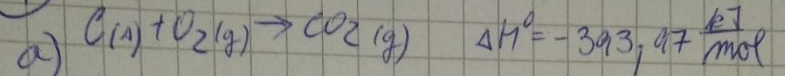
b) Jsou dány termochemické rovnice



Vypočítejte s jejich pomocí reakční teplo reakce



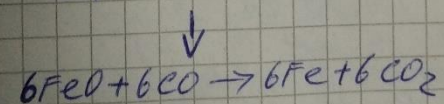
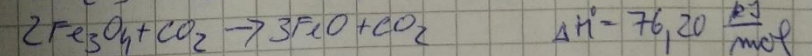
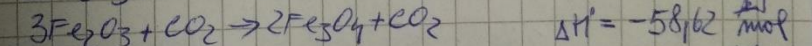
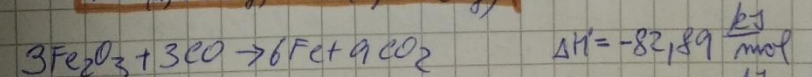
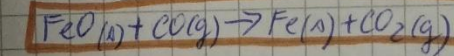
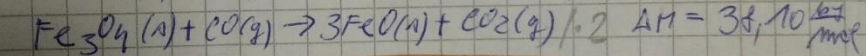
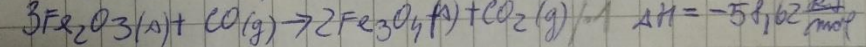
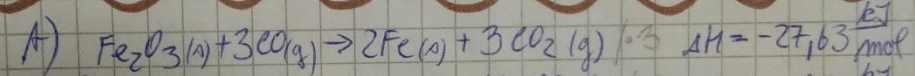
7



$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \Delta H_{\text{mých}}^\circ - \Delta H_{\text{prod.}}^\circ = (\Delta H_{\text{CaO}}^\circ + \Delta H_{\text{CO}_2}^\circ) - \Delta H_{\text{CaCO}_3}^\circ$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = [(-635,97) - (-393,97)] + (-1207,89)$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = 1029,94 - 1207,89 = -177,95 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$



$$\Delta H: -58,62 + 76,20 + x = -82,89$$

$$x = -100,47 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad \text{pro } 6\text{FeO}$$

$$\Delta H_{\text{rxn}}^\circ = \frac{-100,47}{6} = -16,745 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

8a) Vypočítejte standardní Gibbsovu energii oxidace glukózy $C_6H_{12}O_6 (s) + 6 O_2 (g) \rightarrow 6 CO_2 (g) + 6 H_2O (l)$. Standardní Gibbsovy energie jsou pro $C_6H_{12}O_6 (s)$ $-912,72 \text{ kJ mol}^{-1}$, $CO_2 (g)$ $-394,83 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $H_2O (l)$ $-238,65 \text{ kJ mol}^{-1}$.

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G^\circ_{\text{spal}} (\text{produkty}) - \Delta G^\circ_{\text{spal}} (\text{výchozí}) \\ \Delta G^\circ &= [6 \cdot (-238,65) + 6 \cdot (-394,83)] - (-912,72) \\ \Delta G^\circ &= -2888,16 \text{ kJ mol}^{-1}\end{aligned}$$

8b) Bude reakce $2 NO_2 (g) \rightarrow N_2O_4 (g)$ probíhat za standardních podmínek samovolně? $\Delta G^\circ (N_2O_4) = 98,326 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta G^\circ (NO_2) = 51,724 \text{ kJ mol}^{-1}$. Zdůvodněte:

→ Reakce probíhá samovolně, pokud je reakční Gibbsova energie menší než nula.

→ Reakční Gibbsovu energii vypočítám analogicky dle vztahu:

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta G^\circ_{\text{spal}} (\text{produkty}) - \Delta G^\circ_{\text{spal}} (\text{výchozí}) \\ \Delta G^\circ &= 98,326 - 2 \cdot 51,724 \\ \Delta G^\circ &= -5,122 \text{ kJ mol}^{-1}\end{aligned}$$

→ Reakce bude probíhat samovolně, protože $\Delta G^\circ < 0$.

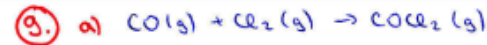
9) a) Je za standardních podmínek uskutečnitelná reakce



Gibbsova energie CO (g) je $-137,37 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\text{COCl}_2 \text{ (g)}$ $-210,64 \text{ kJ mol}^{-1}$.

b) Pro reakci $\text{NO (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{NO}_2 \text{ (g)}$ probíhající při $298,15 \text{ K}$ je $\Delta G^\circ = -34,88 \text{ kJ mol}^{-1}$ a $\Delta H^\circ = -56,56 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Vypočítejte změnu entropie, probíhá-li reakce při $298,15 \text{ K}$.



látkaa	$^\circ G \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$
CO	-137,37
COCl ₂	-210,64

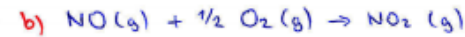
$$\Delta G_r^\circ = -\Delta G_{\text{stuc, vsih}}^\circ + \Delta G_{\text{stuc, prod}}^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -(G_{\text{CO}}^\circ + G_{\text{Cl}_2}^\circ) + (G_{\text{COCl}_2}^\circ)$$

$$\Delta G_r^\circ = -(-137,37 + 0) + (-210,64)$$

$$\Delta G_r^\circ = \underline{\underline{-73,27 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}}$$

Uvedená reakce je za daných podmínek uskutečnitelná. (ΔG_r° má zápornou hodnotu)



$$T = 298,15 \text{ K}$$

$$\Delta G^\circ = -34,88 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -34880 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ = -56,56 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -56560 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S$$

$$-T \cdot \Delta S = \Delta G^\circ - \Delta H^\circ$$

$$\Delta S = -\frac{\Delta G^\circ - \Delta H^\circ}{T}$$

$$\Delta S = -\frac{-34880 - (-56560)}{298,15}$$

$$\Delta S = \underline{\underline{-72,715 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}}$$

Změna entropie je $-72,715 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

10) Pro proces přeměny $\text{H}_2\text{O (s)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)}$ je $\Delta H = 6\,012,2 \text{ J mol}^{-1}$ a $\Delta S = 22,0 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Vypočítejte:

- ΔG tohoto procesu při -10°C . Která forma (led nebo voda) je stabilní při této teplotě?
- ΔG při $+10^\circ\text{C}$. Která forma bude stabilnější při této teplotě?
- teplotu, při níž je $\Delta G = 0$. Jaký je fyzikální význam této teploty?

$$\Delta G = ? \quad \Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

$$\text{a) } \Delta H = 6,012 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta G = 6012,2 - 263,15 \cdot 22$$

$$\Delta S = 22 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}$$

$$\Delta G = 222,9$$

$$T = -10^\circ = 263,15 \text{ K}$$

\rightarrow LED

$$\text{b) } \Delta H = 6,012 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta G = 6012,2 - 283,15 \cdot 22$$

$$\Delta S = 22 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}$$

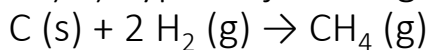
$$\Delta G = -217,1$$

$$T = +10^\circ = 283,15 \text{ K}$$

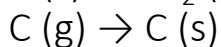
\rightarrow VODA

c) $\Delta G = 0 \rightarrow$ medotočárni k riadmei energ. výměně

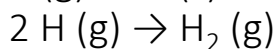
11) a) Vypočítejte energii vazby C-H na základě následujících údajů:



$$\Delta H = -74,94 \text{ kJ mol}^{-1},$$



$$\Delta H = -717,20 \text{ kJ mol}^{-1},$$



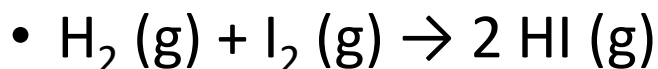
$$\Delta H = -436,26 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

b) Vypočítejte reakční enthalpii vzniku jodovodíku z prvků dle rovnice



I-I (150 kJ mol⁻¹) a H-I (299 kJ mol⁻¹).

- **Výpočet b) části:**



- - *aby mohla vzniknout vazba H-I, musí vazby I-I a H-H zaniknout*
- *k zániku se musí dodat energie 435 kJ/mol a 150 kJ/mol, zároveň se při vzniku H-I uvolní 299 kJ/mol energie*

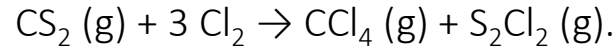
-

- $$\Delta H = E(\text{H-H} + \text{I-I}) - E(\text{H-I})$$
$$\Delta H = (435 + 150) - 2 \cdot 299$$
$$\underline{\underline{\Delta H = -13 \text{ kJ/mol}}}$$

-

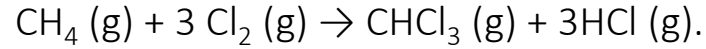
- Reakční enthalpie dle této rovnice je - **13 kJ/mol**.

12) a) Tetrachlormethan se připravuje reakcí sirouhlíku s chlorem



Vypočítejte tepelné zabarvení této reakce, víte-li, že energie jednotlivých vazeb jsou: C=S 481,48 kJ mol⁻¹, Cl-Cl 242,83 kJ mol⁻¹, C-Cl 326,57 kJ mol⁻¹, S-S 205,15 kJ mol⁻¹ a S-Cl 255,39 kJ mol⁻¹.

b) Za pomoci známých vazebných energií vypočítejte teplo reakce, při které se chlorací methanu připravuje chloroform



Energie vazeb jsou: C-H 416,17 kJ mol⁻¹, Cl-Cl 242,83 kJ mol⁻¹, C-Cl 326,57 kJ mol⁻¹ a H-Cl 431,24 kJ mol⁻¹.

$$\begin{aligned} \text{a) } \Delta H_{298}^{\circ} &= \sum_{\text{reaktanty}} \nu \cdot (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{vaz}} - \sum_{\text{produkty}} \nu \cdot (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{vaz}} \\ \Delta H_{298}^{\circ} &= \sum_i (2 \cdot 481,48 + 6 \cdot 242,83) - (4 \cdot 326,57 + 205,15 + 2 \cdot 255,39) \\ \Delta H_{298}^{\circ} &= 397,73 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Reakce bude endotermická.

$$\begin{aligned} \text{b) } \Delta H_{298}^{\circ} &= \sum_{\text{reaktanty}} \nu \cdot (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{vaz}} - \sum_{\text{produkty}} \nu \cdot (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{vaz}} \\ \Delta H_{298}^{\circ} &= (4 \cdot 416,17 + 6 \cdot 242,83) - (416,17 + 3 \cdot 326,57 + 3 \cdot 431,24) \\ \Delta H_{298}^{\circ} &= 432,06 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Reakční teplo bude 432,06 kJ·mol⁻¹.

13) a) Vypočítejte rovnovážnou K_c reakce $\text{CO (g)} + \text{H}_2\text{O (g)} = \text{CO}_2 \text{(g)} + \text{H}_2 \text{(g)}$, jsou-li rovnovážné koncentrace $[\text{H}_2] = [\text{CO}] = 0,004 \text{ mol dm}^{-3}$, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,064 \text{ mol dm}^{-3}$ a $[\text{CO}_2] = 0,016 \text{ mol dm}^{-3}$.

b) Chlorid fosforečný byl v nádobě o obsahu 12 litrů zahřát na $250 \text{ }^\circ\text{C}$. Po ustavení rovnováhy plynná směs obsahovala 0,21 mol PCl_5 , 0,32 mol PCl_3 a 0,32 mol Cl_2 . Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c pro disociaci PCl_5 za teploty $250 \text{ }^\circ\text{C}$.

13, a,

$$K_c = \frac{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{CO}]} = \frac{0,016 \cdot 0,004}{0,064 \cdot 0,004} = \underline{\underline{0,25}}$$

Rovnovážná konstanta je 0,25.

b, $m = V \cdot c$

$$c(\text{PCl}_5) = \frac{0,21}{12} = 0,0175$$
$$c(\text{PCl}_3) = \frac{0,32}{12} = 0,026\bar{6}$$
$$c(\text{Cl}_2) = \frac{0,32}{12} = 0,026\bar{6}$$
$$\text{PCl}_5 \rightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$$
$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{0,026\bar{6} \cdot 0,026\bar{6}}{0,0175} =$$
$$= \underline{\underline{0,0404}}$$

Rovnovážná konstanta je 0,0404.

14) a) Rovnovážná směs $2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) = 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ o objemu 2 litry obsahovala 1 mol H_2S , 0,2 mol H_2 a 0,8 mol S_2 . Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_c .

b) Při reakci $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2 \text{CO}(\text{g})$ je při dosažení rovnováhy parciální tlak oxidu uhelnatého 810,6 kPa a oxidu uhličitého 405,3 kPa. Vypočítejte rovnovážnou konstantu K_p .

a)

$$2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$$

$V = 2 \text{ l}$

$n_{\text{H}_2\text{S}} = 1 \text{ mol}$
 $n_{\text{H}_2} = 0,2 \text{ mol}$
 $n_{\text{S}_2} = 0,8 \text{ mol}$
 $K_c = ?$

$$[\text{H}_2\text{S}] = \frac{n(\text{H}_2\text{S})}{V} = \frac{1}{2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,5$$

$$[\text{H}_2] = \frac{n(\text{H}_2)}{V} = \frac{0,2}{2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,1$$

$$[\text{S}_2] = \frac{n(\text{S}_2)}{V} = \frac{0,8}{2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,4$$

$$K_c = \frac{[\text{H}_2]^2 \cdot [\text{S}_2]}{[\text{H}_2\text{S}]^2}$$

$$K_c = \frac{0,1^2 \cdot 0,4}{0,5^2}$$

$$K_c = \frac{0,004}{0,25}$$

$$K_c = 0,016 = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

b)

$$\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}(\text{g})$$

$p_{\text{CO}} = 810,6 \text{ kPa}$
 $p_{\text{CO}_2} = 405,3 \text{ kPa}$
 $K_p = ?$

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}}^2(\text{CO})}{p_{\text{C}}(\text{C}) \cdot p_{\text{CO}_2}(\text{CO}_2)}$$

$$K_p = \frac{810,6^2}{405,3}$$

$$K_p = 16$$

15) a) V nádobě o objemu 2 litry došlo při zahřívání k částečnému rozkladu fosgenu dle rovnice



V okamžiku dosažení rovnováhy byla koncentrace COCl_2 $0,40 \text{ mol/dm}^3$. Do nádoby byl přidán nový fosgen a po ustanovení nové rovnováhy byla koncentrace COCl_2 $1,6 \text{ mol/dm}^3$. Jak se změnila koncentrace CO? Před zahájením experimentu byl v nádobě pouze fosgen.

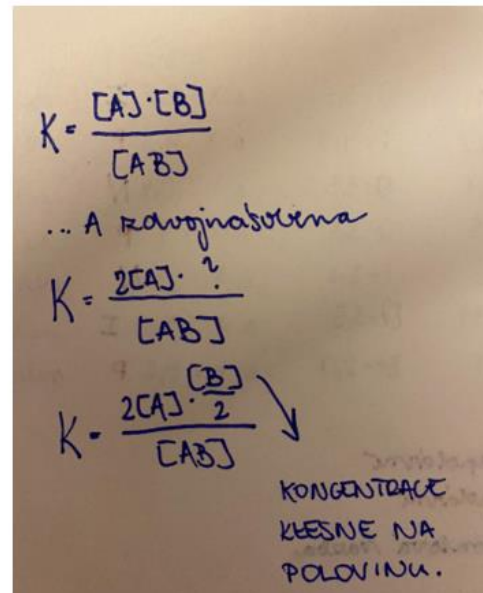
b) V rovnovážném systému $\text{AB} (\text{s}) = \text{A} (\text{g}) + \text{B} (\text{g})$ byla zdvojnásobena rovnovážná koncentrace látky A. Jak se změní koncentrace látky B?

a) Já si s příkladem neporadila, postup jsem alespoň našla a snad někomu pomůže 😊

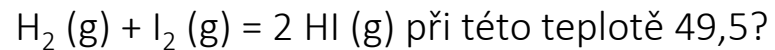
$\text{COCl}_2 = \text{CO} + \text{Cl}_2$; $K_c = \frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{Cl}_2)}{c(\text{COCl}_2)}$ a pro usnadnění $c(\text{CO}) = c(\text{Cl}_2)$ po dosažení
 $K_c = \frac{c(\text{CO})^2}{c(\text{COCl}_2)} = \frac{x^2}{4 \cdot c(\text{COCl}_2)}$; nová koncentrace CO je x a odpovídá 4-násobnému zvýšení původní rovnovážné koncentrace COCl_2 :
 $\frac{c(\text{CO})^2}{c(\text{COCl}_2)} = \frac{x^2}{4 \cdot c(\text{COCl}_2)} \Rightarrow x^2 = 4 \cdot c(\text{COCl}_2) \cdot \frac{c(\text{CO})^2}{c(\text{COCl}_2)} = 4 \cdot c(\text{CO})^2$
 $x = 2 \cdot c(\text{CO})$
V nové rovnováze se koncentrace CO zvýšila 2x.

Tkhle bych to viděl.

b)



16) a) Desetilitrová nádoba, v níž se nachází 0,4 mol jodovodíku, byla zahřáta na 440 °C. Jaká bude koncentrace H_2 , I_2 a HI , je-li rovnovážná konstanta reakce



b) Hodnota rovnovážné konstanty reakce $A(g) + 2 B(l) = 4 C(g)$ je 0,123. Vypočítejte rovnovážnou konstantu obrácené reakce.

16 b) $A(g) + 2 B(l) \rightleftharpoons 4 C(g)$
 $K_c = 0,123$

$4 C \rightleftharpoons A + 2 B$
 $K_c = ?$

$K_c = \frac{[C]^4}{[A][B]^2} = 0,123$

~~$K_c = \frac{[A][B]^2}{[C]^4} = 0,123$~~

$K_c = \frac{1}{1 \cdot [B]^2} = 0,123$

$[B]^2 = \frac{1}{1 \cdot 0,123}$

$[B]^2 = 8,13 \text{ mol/l}$

$K_c = \frac{[A][B]^2}{[C]^4}$

$K_c = \frac{1 \cdot 8,13}{1}$

$K_c = 8,13$

17) a) Amoniak je při teplotě 400 °C a tlaku 1 MPa z 98 % disociován na N₂ a H₂. Vypočítejte K_p této reakce.

b) Rovnovážná konstanta vratné reakce Br₂ (g) = 2 Br (g) je K_c = 8 · 10⁻⁶. Jaká je rovnovážná koncentrace atomárního bromu, je-li koncentrace Br₂ 1 mol dm⁻³?

17. a) $T = 400^\circ\text{C} = 673,15\text{ K}$
 $p = 1\text{ MPa} = 1 \cdot 10^6\text{ Pa}$ $\Rightarrow 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$
 $K_p = ?$

$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$... $V = 1\text{ dm}^3 \Rightarrow n = \frac{10^6 \cdot 0,001}{8,314 \cdot 673,15}$
 $n = 0,1787\text{ mol}$... pro 1 dm^3

2 NH ₃	...	1 mol	;	konvertován	0,02 mol
N ₂	...	0 mol	;	- -	0,49 mol
3 H ₂	...	0 mol	;	- -	1,47 mol

$n(\text{mol}) = 0,02 + 0,49 + 1,47 = 1,98\text{ mol}$

$c(\text{NH}_3) = 0,0018\text{ mol/dm}^3$
 $c(\text{H}_2) = 0,1337\text{ mol/dm}^3$
 $c(\text{N}_2) = 0,0492\text{ mol/dm}^3$

$\Rightarrow p_r(\text{NH}_3) = \frac{10^6 \cdot 0,0018}{0,1787} = 1,007 \cdot 10^4\text{ Pa}$
 $p_r(\text{H}_2) = \frac{10^6 \cdot 0,1337}{0,1787} = 7,426 \cdot 10^5\text{ Pa}$
 $p_r(\text{N}_2) = \frac{10^6 \cdot 0,0492}{0,1787} = 2,743 \cdot 10^5\text{ Pa}$

$K_p = \frac{p_r(\text{N}_2) \cdot p_r(\text{H}_2)^3}{p_r(\text{NH}_3)^2}$

$K_p = \underline{\underline{9,99 \cdot 10^{14}}}$

K_p této reakce je $9,99 \cdot 10^{14}$.

b) $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Br}(\text{g})$
 $K_c = 8 \cdot 10^{-6}$
 $c(\text{Br}_2) = 1\text{ mol/dm}^3$
 $c(\text{Br}) = ?\text{ mol/dm}^3$

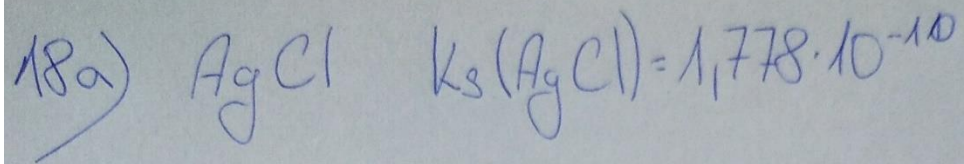
$K_c = \frac{[\text{Br}]^2}{[\text{Br}_2]}$

$8 \cdot 10^{-6} = \frac{[\text{Br}]^2}{1} \Rightarrow [\text{Br}] = \sqrt{8 \cdot 10^{-6}}$
 $[\text{Br}] = \underline{\underline{2,83 \cdot 10^{-3}\text{ mol/dm}^3}}$

Koncentrace atomárního Br je $2,83 \cdot 10^{-3}\text{ mol/l}$.

18) a) Zdánlivý součin rozpustnosti AgCl má hodnotu $1,778 \cdot 10^{-10}$. Určete látkovou koncentraci stříbrných iontů v nasyceném vodném roztoku AgCl.

b) Spálením 0,294 g uhlovodíku vzniklo 0,020 mol oxidu uhličitého. Určete molekulový vzorec uhlovodíku, pokud je jeho relativní hustota ke vzduchu 1,522.



$$K_s(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^-] \cdot [\text{Cl}^+]$$

$$[\text{Ag}^-] = [\text{Cl}^+] = c(\text{AgCl})$$

$$K_s(\text{AgCl}) = c(\text{AgCl}) \cdot c(\text{AgCl}) = c(\text{AgCl})^2$$

$$c(\text{AgCl}) = \sqrt{K_s(\text{AgCl})} = \sqrt{1,778 \cdot 10^{-10}} =$$

$$= 1,333 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

látková koncentrace stříbrných iontů je $1,333 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

19) a) Koncentrace olovnatých iontů v nasyceném vodném roztoku jodidu olovnatého je $1,2096 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$. Určete hodnotu zdánlivého součinu rozpustnosti PbI_2 .

b) Kolik litrů kyslíku se spotřebuje pro shoření 1 g ethanu? Vše měřeno za normálních podmínek.

The image shows a handwritten solution on a piece of paper. It starts with the given concentration $c = 1,2096 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ and asks for the solubility product $K_s = ?$. A horizontal line is drawn below. The next line shows the calculation $1,2096 \cdot 10^{-3} / 2 = 6,048 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Below that, the solubility product is calculated as $K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 = [6,048 \cdot 10^{-4}] \cdot [1,2096 \cdot 10^{-3}]^2 =$. The final result $8,85 \cdot 10^{-10}$ is underlined. At the bottom, it says "Součin rozpustnosti PbI_2 je $8,85 \cdot 10^{-10}$ ".

$$c = 1,2096 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$
$$K_s = ?$$

$$1,2096 \cdot 10^{-3} / 2 = 6,048 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$
$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 = [6,048 \cdot 10^{-4}] \cdot [1,2096 \cdot 10^{-3}]^2 =$$
$$\underline{8,85 \cdot 10^{-10}}$$

Součin rozpustnosti PbI_2 je $8,85 \cdot 10^{-10}$

definujte roztok, nasycený roztok, nenasycený roztok, přesycený roztok, látka rozpouštějící, látka rozpuštěná, rozpouštědlo, elektrolyt, neelektrolyt, potenciální elektrolyt, elektrolytická disociace, disociační stupeň elektrolytu, součin rozpustnosti, zdánlivý součin rozpustnosti.

Roztok – homogenní směs dvou a více látek v kapalném skupenství,

Nasycený roztok – roztok, ve kterém se za dané teploty již další látka nerozpouští

Nenasycený roztok – obsahuje méně látky (rozpuštěné) než roztok nasycený

Přesycený roztok - roztok, ve kterém je rozpuštěné látky více, než odpovídá rovnovážnému nasycení roztoku

Rozpouštědlo – součást roztoku, ve které se rozpouští látka rozpuštěná

Elektrolyt – látka obsahující částice, které jsou schopny vést elektrický proud

Neelektrolyt – látka (směs) nevedoucí elektrický proud

Potenciální elektrolyt – elektrolyt, který vede elektrický proud jen za jistých podmínek

Elektrolytická disociace – dochází při ní k disociaci na aniontovou část a kationtovou část

$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

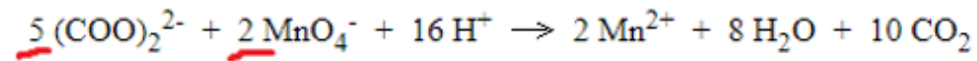
Disociační stupeň elektrolytu – poměr disociovaných molekul a všech rozpuštěných molekul

Součin rozpustnosti – součin koncentrací disociovaných aniontů a kationtů

Zdánlivý součin rozpustnosti - ...

Jaké množství $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ musíme navážit, aby spotřeba roztoku KMnO_4 o koncentraci 0,02 mol/l při titraci v kyselém prostředí činila 25,0 ml? $M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,04 \text{ g/mol}$

Redoxní reakce šťavelanových a manganistanových iontů v kyselém prostředí:



$$n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 5/2 \cdot n(\text{MnO}_4^-) = 5/2 \cdot c(\text{MnO}_4^-) \cdot V(\text{MnO}_4^-) = 5/2 \cdot 0,02 \cdot 0,025$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol C}_2\text{H}_2\text{O}_4$$

$$m((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot 126,04$$

$$m((\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,15755 \text{ g}$$

Musíme navážit 0,157 g.

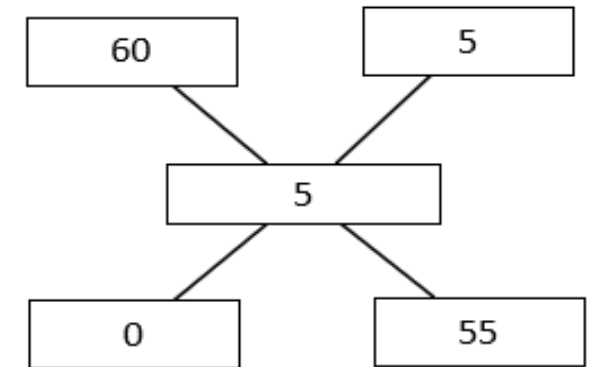
V jakém poměru smísíme 60% H_2SO_4 s vodou, abychom dostali 5% kyselinu?

$$\omega_1 = 60$$

$$\omega_2 = 0$$

$$\omega_3 = 5$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{5-0}{60-5} = \frac{5}{55} = \frac{1}{11}$$



Smíchat v poměru 1 díl kyseliny ku 11 dílům vody.