

# Poznámky k seminářům z obecné chemie

Zdeněk Moravec, hugo@chemi.muni.cz

9. prosince 2024

# Obsah

<b>1</b>	<b>Termodynamika</b>	<b>3</b>
1.1	Zákony termodynamiky . . . . .	3
1.2	Termochemie . . . . .	4
1.3	Hessův zákon . . . . .	5
<b>2</b>	<b>pH</b>	<b>6</b>
2.1	Vzorce . . . . .	6
2.2	Iontový součin vody . . . . .	6
2.3	Silné kyseliny a zásady . . . . .	7
2.4	Slabé kyseliny a zásady . . . . .	8
2.5	Soli . . . . .	8
2.5.1	Sůl silné kyseliny a silné zásady . . . . .	8
2.6	Pufry . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Krystaly</b>	<b>9</b>

# 1 Termodynamika

## 1.1 Zákony termodynamiky

**Termodynamika** je obor fyziky, který se zabývá procesy a vlastnostmi látek a polí spojených s teplem a tepelnými jevy; je součástí termiky. Vychází přitom z obecných principů přeměny energie, které jsou popsány čtyřmi termodynamickými zákony (z historických důvodů číslovány nultý až třetí):

### Nultý zákon TD

Jsou-li dvě a více těles v termodynamické rovnováze s tělesem dalším, pak jsou všechna tato tělesa v rovnováze.

### První zákon TD

Celkové množství energie (všech druhů) izolované soustavy zůstává zachováno.

Nelze sestavit stroj, který by trvale dodával mechanickou energii, aniž by spotřeboval odpovídající množství energie jiného druhu.

### Druhý zákon TD

Teplo nemůže při styku dvou těles různých teplot samovolně přecházet z tělesa chladnějšího na těleso teplejší.

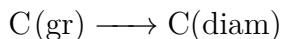
Nelze sestavit periodicky pracující tepelný stroj, který by trvale konal práci pouze tím, že by ochlazoval jedno těleso, a k žádné další změně v okolí by nedocházelo.

### Třetí zákon TD

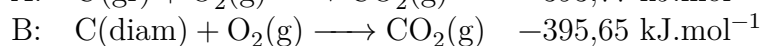
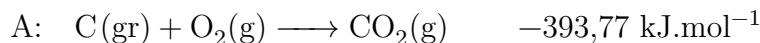
Při absolutní nulové teplotě je entropie čisté látky pevného nebo kapalného skupenství rovna nule.

## 1.2 Termochemie

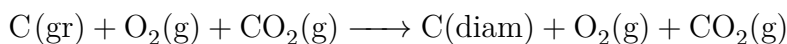
*Vypočítejte reakční entalpii přeměny grafitu na diamant:*



jestliže znáte entalpie reakcí:



Jelikož nás zajímá přeměna grafitu na diamant, vezmeme entalpii spalování grafitu a od ní odečteme entalpii spalování diamantu: **A–B**



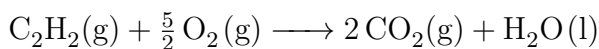
Entalpii tedy vypočítáme:

$$\Delta H_r = -393,77 - (-395,65) = 1,88 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

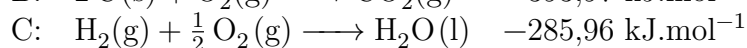
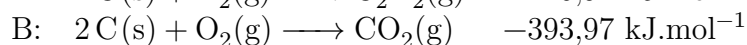
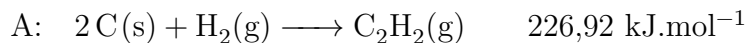
**Entalpie přeměny grafitu na diamant bude 1,88 kJ.mol<sup>-1</sup>**

---

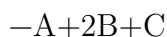
*Vypočítejte entalpii spalování acetylenu:*



jestliže znáte entalpie reakcí:



Zadanou rovnici získáme následující kombinací známých reakcí:



Entalpii tedy vypočítáme:

$$\Delta H_r = -226,92 - 2.393,7 - 285,96 = -1300,82 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

**Entalpie zadané reakce bude -1300,82 kJ.mol<sup>-1</sup>**

### 1.3 Hessův zákon

## 2 pH

### 2.1 Vzorce

Silná kyselina  $\text{pH} = -\log c$

Silná zásada  $\text{pH} = 14 + \log c$

Slabá kyselina  $\text{pH} = \frac{1}{2}\text{p}K_A - \frac{1}{2}\log c$

Slabá zásada  $\text{pH} = 14 + \frac{1}{2}\log c - \frac{1}{2}\text{p}K_B$

Sůl slabé k a silné z  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}\log c + \frac{1}{2}\text{p}K_A$

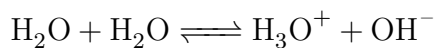
Sůl silné k a slabé z  $\text{pH} = 7 - \frac{1}{2}\log c - \frac{1}{2}\text{p}K_B$

Sůl slabé k a slabé z  $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}\text{p}K_A - \frac{1}{2}\text{p}K_B$

Pufr – kyselina  $\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

Pufr – zásada  $\text{pH} = 14 - \text{p}K_B - \log \frac{[B^+]}{[BOH]}$

### 2.2 Iontový součin vody



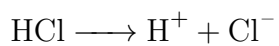
$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$\text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

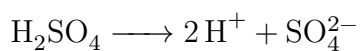
## 2.3 Silné kyseliny a zásady

*Vypočítej pH kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,3 M.*



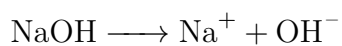
$$\text{pH} = -\log c = -\log 0,3 = 0,52$$

*Vypočítej pH kyseliny sírové o koncentraci 0,3 M.*



$$\text{pH} = -\log c = -\log (2 \times 0,3) = 0,22$$

*Vypočítej pH hydroxidu sodného o koncentraci 0,3 M.*

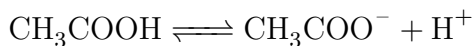


$$\text{pOH} = -\log c = -\log 0,3 = 0,52$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0,52 = 13,48$$

## 2.4 Slabé kyseliny a zásady

*Jaké je pH 0,2 M kyseliny octové,  $pK_a = 4,76$ ?*



$$K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-4.76} = 0,000017$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x \cdot x}{0,2-x}$$

Dosadíme za  $K_a$  a upravíme získaný výraz, čímž dostaneme kvadratickou rovnici:

$$x^2 + 0,000017x - 0,0000034 = 0$$

Kvadratickou rovnici vyřešíme pomocí diskriminantu:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{-0,000017 \pm \sqrt{0,000017^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-0,0000034)}}{2 \cdot 1}$$

Ze dvou vypočítaných kořenů zvolíme ten kladný, koncentrace totiž nemůže být záporná.

$$x = 0,001835$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0,001835 = 2,736$$

$$\textbf{Zjednodušený výpočet } K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x \cdot x}{0,2}$$

Dosadíme za  $K_a$  a upravíme získaný výraz, čímž dostaneme kvadratickou rovnici:

$$x^2 - 0,0000034 = 0$$

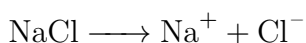
$$x = \pm \sqrt{0,0000034}$$

$$x = 0,001844$$

$$\text{pH} = -\log 0,001844 = 2,734$$

## 2.5 Soli

### 2.5.1 Sůl silné kyseliny a silné zásady



Při disociaci nedochází ke vzniku  $\text{H}^+$ , ani  $\text{OH}^-$  iontů, hodnota pH tedy není ovlivněna.

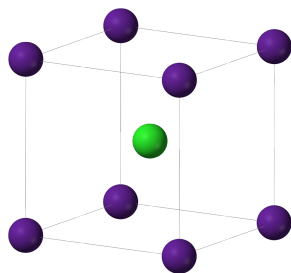
## 2.6 Pufry



### 3 Krystaly

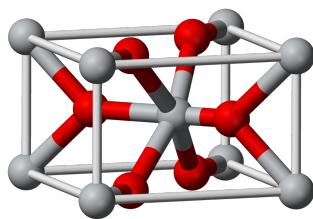
V elementární buňce rozlišujeme čtyři typy poloh:

1. Poloha uvnitř buňky, atom patří celý do jediné buňky
2. Poloha ve středu stěny, atom je sdílen dvěma buňkami. V konkrétní buňce je umístěna polovina atomu.
3. Poloha ve středu hrany, atom je sdílen čtyřmi buňkami. V konkrétní buňce je umístěna čtvrtina atomu.
4. Poloha ve vrcholu buňky, atom je sdílen osmi buňkami. V konkrétní buňce je umístěna osmina atomu.



Obrázek 1: Krystalová struktura chloridu cesného.<sup>1</sup>

Např. chlorid cesný obsahuje cesný ion ve středu kubické buňky a osm chloridových aniontů v jejích vrcholech. Cesný kation patří do krystalové buňky celý a každý chlorid tam spadá  $\frac{1}{8}$ , tzn. vzorec je  $\text{CsCl}_{8 \times \frac{1}{8}} = \text{CsCl}$ .



Obrázek 2: Krystalová struktura oxidu titaničitého.<sup>2</sup>

1. Ti: šedé,  $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$
2. O: červené,  $2 \times 1 + 4 \times \frac{1}{2} = 4$

---

<sup>1</sup>Zdroj: Benjah-bmm27/ Commons

<sup>2</sup>Zdroj: Ben Mills/ Commons