

# Chemické reakce a jejich zápis

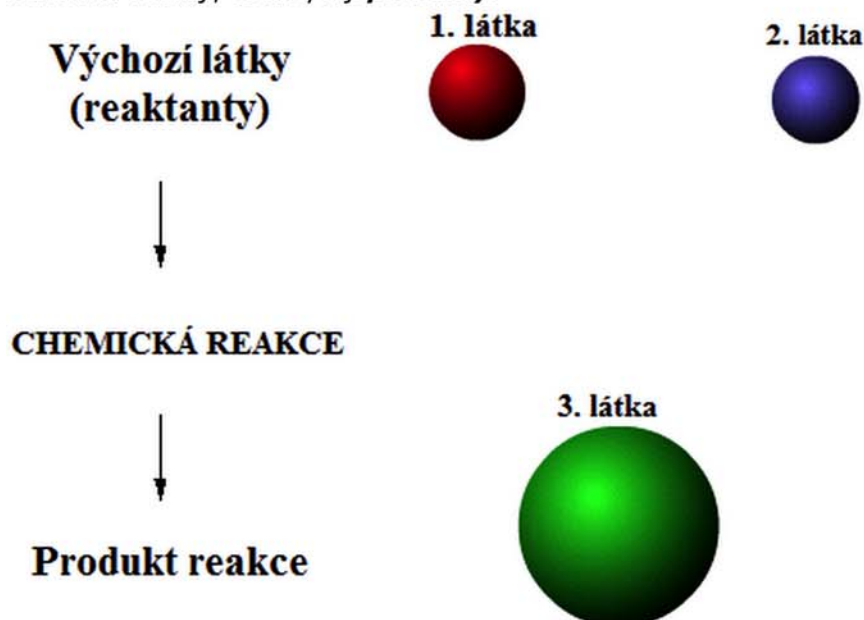
Autor: Mgr. Jaromír JUŘEK

Kopírování a jakékoliv další využití výukového materiálu je povoleno pouze s uvedením odkazu na [www.jarjurek.cz](http://www.jarjurek.cz).

## 1. Chemické reakce

### Chemické reakce a jejich zápisy

**Chemická reakce** je děj, při kterém se mění chemické vlastnosti látek nebo se během ní vytvářejí látky nové. Látkám, které do reakce vstupují, se říká **výchozí látky** neboli **reaktanty**. Látky, které při chemické reakci z reaktantů vznikají, se nazývají **produkty**.



Pro chemické reakce platí zákon zachování hmotnosti: Hmotnost reaktantů se rovná hmotnosti produktů, protože počet atomů se při chemických reakcích nemění.

### Rozdělení reakcí podle druhu přeměny

#### syntéza (slučování)



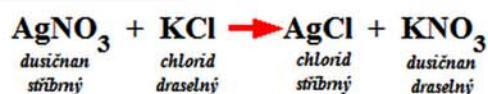
#### rozklad



#### substituce



#### podvojná záměna



### Rozdělení podle tepelných změn při reakci

Exotermická reakce

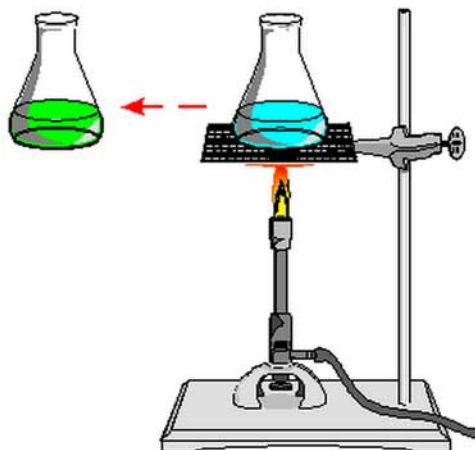
Endotermická reakce

$$\Delta H^\circ < 0$$



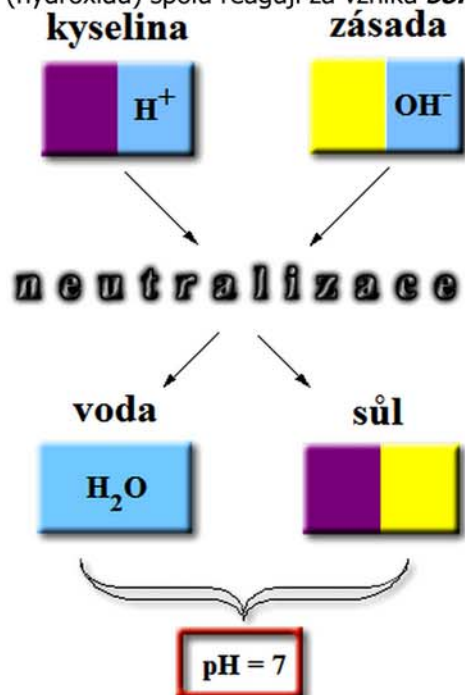
oheň (reakce látek s kyslíkem) =  
nejběžnější exotermická reakce

$$\Delta H^\circ > 0$$



### Reakce podle druhu reagujících látek

**Neutralizace** je reakce kyseliny se zásadou, při které vzniká **sůl a voda**. Stejně množství vodíkových a hydroxidových iontů spolu reaguje za vzniku **neutrálního roztoku** s  $\text{pH} = 7$ , anionty kyseliny s kationty zásady (hydroxidů) spolu reagují za vzniku **solí**.

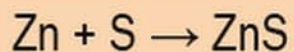


### Příklady, pokusy:

- reakce zinku se sírou:



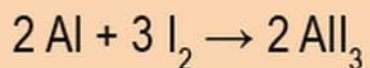
Na hodinovém skle pozorujeme vlastnosti práškového zinku (šedý) a práškové síry (žlutá). Obě látky smícháme v poměru jejich molárních hmotností. V digestoři nasypeme asi 1 malou lžičku směsi na nehořlavou podložku a přiložíme k ní hořící třísku. Při bouřlivé reakci (viz obrázek) vzniká z výchozích látek látka jiná – produkt, bělošedý sulfid zinečnatý. Vyjádřeno chemickou rovnicí



**- katalyzovaná reakce hliníku s jodem**



V digestoři k rozetřené směsi práškového hliníku a jodu přikápneme vodu. Pozorujeme bouřlivý průběh reakce, při které se uvolňují nadbytečné páry jodu:

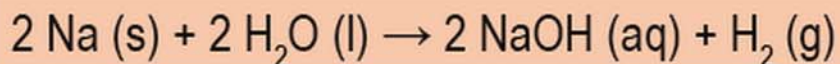


## Chemické rovnice

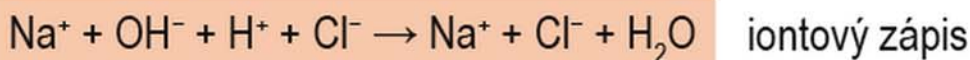
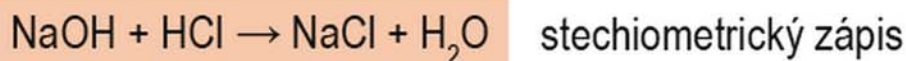
Chemické reakce se popisují chemickými rovnicemi. Chemické látky se v chemických rovnicích zapisují chemickými značkami a chemickými vzorci. Na levé straně chemické rovnice jsou výchozí látky (reaktanty), na pravé straně látky vzniklé (produkty). Průběh reakce se většinou vyznačuje šipkou směřující zleva doprava.

Zápis reakce chemickou rovnicí musí respektovat zákon zachování hmotnosti, a to tak, že na obou stranách chemické rovnice je uveden stejný počet atomů jednotlivých prvků.

Při psaní chemické rovnice ještě někdy vyznačujeme stav látek – (s) označuje pevné (solid = pevný), (l) kapalné (liquid = kapalný) a (g) plynné skupenství (gas = plyn), (aq) značí vodný roztok (aqua = voda). Například:



Chemickou rovnici můžeme zapsat i v tzv. iontové formě, například:

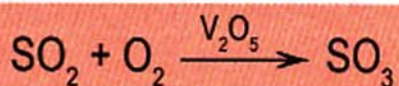


## Chemické rovnice mají:

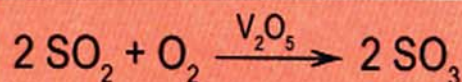
- kvalitativní význam** - tj. udávají, které látky reagují a které látky vznikají
- kvantitativní význam** - tj. udávají poměr látkových množství výchozích látek (reaktantů) a produktů. Tento poměr se vyjadřuje čísly před vzorci chemických látek - stechiometrickými koeficienty.

Při psaní chemické rovnice postupujeme takto:

- Napišeme schéma, ve kterém jsou vzorce (nebo značky) výchozích látek a produktů, popř. údaj o katalyzátoru; např.:

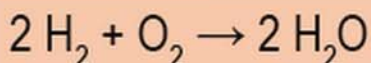


- Doplníme stechiometrické koeficienty tak, aby počet atomů jednotlivých prvků ve výchozích látkách byl stejný jako počet atomů těchto prvků v produktech (tj. aby rovnice odpovídala zákonu zachování hmotnosti):



## Látkové množství

K vyjádření látkového množství (např. atomů, molekul, iontů) se užívá fyzikální veličina látkové množství  $n$ . Jednotkou látkového množství je mol. Jeden mol každé látky obsahuje vždy stejný počet částic (atomů nebo molekul). Je to přibližně  $6 \cdot 10^{23}$  (= 0,6 kvadriliónu) částic. Toto číslo se nazývá Avogadrova konstanta. (Přesněji je mol definován jako takové látkové množství elementárních jedinců – entit, kolik je atomů v 0,012 kg nuklidu  $^{12}\text{C}$ .) Chemické látky reagují a vznikají vždy v takovém poměru svých látkových množství, který je určen poměrem jejich stechiometrických koeficientů v chemické rovnici.



## Molární hmotnost

Fyzikální veličina určená podílem hmotnosti chemické látky  $m$  a jejího látkového množství  $n$  se nazývá molární hmotnost  $M$ .

$$M = \frac{m}{n}$$

V chemii se nejčastěji používá jednotka molární hmotnosti g/mol. Údaje o molárních hmotnostech chemických látek nejčastěji vyhledáváme v tabulkách. Pokud počítáme molární hmotnost sloučeniny, vycházíme z jejího vzorce. Molární hmotnosti prvků (v atomovém stavu) vynásobíme počtem jejich atomů, které uvádí vzorec sloučeniny, a tyto součiny sečteme.

Například:

- molární hmotnost oxidu měďnatého vypočteme

$$\begin{aligned} M(\text{CuO}) &= 1 \cdot M(\text{Cu}) + 1 \cdot M(\text{O}) = \\ &= 1 \cdot 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 79,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

- molární hmotnost vody vypočteme:

$$\begin{aligned} M(\text{H}_2\text{O}) &= 2 \cdot M(\text{H}) + 1 \cdot M(\text{O}) = \\ &= 1 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

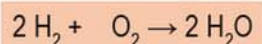
- molární hmotnost glukosy vypočteme:

$$\begin{aligned} M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) &= 6 \cdot M(\text{C}) + 12 \cdot M(\text{H}) + 6 \cdot M(\text{O}) = \\ &= 6 \cdot 12,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 12 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 6 \cdot 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 180,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \end{aligned}$$

Molární hmotnost je důležitou charakteristikou každé chemické látky. Číselně se rovná hmotnosti chemické látky (udané v gramech), je-li látkové množství látky 1 mol.

## Výpočty hmotnosti látek z chemických rovnic

Mezi základní otázky, na které odpovídá chemie, patří problém, kolik čeho při chemických reakcích reaguje a vzniká. Výpočty, které odpovídají na tyto otázky, vycházejí z chemických rovnic. Pro výpočty jsou důležitá čísla uvedená v chemické rovnici před značkami a vzorci chemických látek – stechiometrické koeficienty. Například reakci směsi vodíku s kyslíkem můžeme zapsat pomocí chemické rovnice



s koeficienty                    2,    1,    2,

přičemž koeficient 1 se v rovnici neuvádí.

Výpočet z chemických rovnic můžeme provádět různými způsoby, např. využitím vztahu mezi veličinami nebo úvahou s využitím trojčlenky. Objasníme si obě z uvedených možností.

### Příklad 1:

Vypočítejte hmotnost kyslíku, který reaguje s vodíkem o hmotnosti 1,0 g.

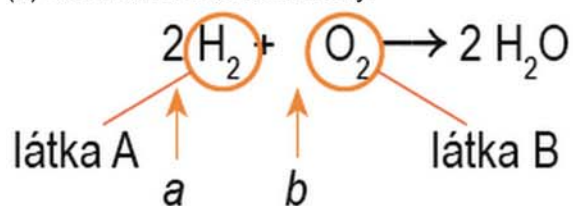
Řešení s využitím vztahu mezi veličinami (vzorce):

$$m(B) = \frac{b}{a} \cdot \frac{M(B)}{M(A)} \cdot m(A)$$

kde  $m(B)$  je hmotnost látky B, jejíž hmotnost počítáme,  
 $m(A)$  je hmotnost látky A, jejíž hmotnost známe,  
 $M(B)$  je molární hmotnost látky B,  
 $M(A)$  je molární hmotnost látky A,  
 $a$  je stechiometrický koeficient u látky A,  
 $b$  je stechiometrický koeficient u látky A.

V řešeném příkladě:

(1) Stechiometrické koeficienty:



(2) Co známe a máme vypočítat:

Látka A	Látka B
$m(A) = m(\text{H}_2) = 1,0 \text{ g}$	$m(B) = m(\text{O}_2) = ?$
$M(A) = M(\text{H}_2) = 2,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$	$M(B) = M(\text{O}_2) = 32,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$
$a = 2$	$b = 1$

(3) Výpočet dosazením do vztahu mezi veličinami:

$$m(B) = \frac{b}{a} \cdot \frac{M(B)}{M(A)} \cdot m(A) = \frac{1}{2} \cdot \frac{32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{2,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 1,0 \text{ g} = 8,0 \text{ g}$$

(4) Odpověď: S vodíkem o hmotnosti 1,0 g reaguje kyslík o hmotnosti 8,0 g.

**Řešení pomocí trojčlenky:**

Úvaha: S  $2 \times 2,0 \text{ g}$  vodíku zreaguje 32 g kyslíku. Máme vypočítat hmotnost kyslíku, který zreaguje s 1,0 g vodíku.

4,0 g H <sub>2</sub> .....	32 g O <sub>2</sub>
1,0 g H <sub>2</sub> .....	x g O <sub>2</sub>

$$x = 32 \text{ g} \cdot \frac{1,0 \text{ g}}{4,0 \text{ g}} = 8,0 \text{ g}$$

Odpověď: S vodíkem o hmotnosti 1,0 g reaguje kyslík o hmotnosti 8,0 g.

**Základní úlohy:**

**Úloha č. 1:**

Amoniak (NH<sub>3</sub>) se vyrábí slučováním dusíku (N<sub>2</sub>) a vodíku (H<sub>2</sub>). Uveďte výchozí látky a produkty této reakce.

**Úloha č. 2:**

Ocelový hřebík o známé hmotnosti ve vlhkém vzduchu zrezavěl. Žádná rez však ještě neodpadla. Porovnejte jeho hmotnost před zrezivěním a po zrezivění.

**Úloha č. 3:**

Velmi důležitá chemická látka (např. pro výrobu kyseliny dusičné a dusíkatých hnojiv) je amoniak  $\text{NH}_3$ . Vyrábí se slučováním vodíku a dusíku ve speciálních zařízeních. Vyberte správnou chemickou rovnici reakce, která při této výrobě probíhá.

- A.  $\text{N} + \text{H} \rightarrow \text{NH}_3$
- B.  $\text{N}_2 + 2 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$
- C.  $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
- D.  $2 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2 \rightarrow 4 \text{NH}_3$

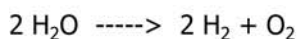
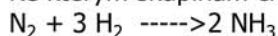
**Úloha č. 4:**

Doplňte schémata tak, abyste průběh dějů vyjádřili chemickými rovnicemi.

- a)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl}$
- b)  $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
- c)  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- d)  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnCl}_2$

**Rozšiřující úlohy:****Úloha č. 1:**

Ke kterým skupinám chemických reakcí můžeme zařadit následující reakce?

**Úloha č. 2:**

Do sklenice s vodou jsme vložili tabletu „šumivého celaskonu“. Hmotnost vzniklého nápoje při porovnání se součtem hmotnosti vody a tablety je

- A. větší,
- B. menší,
- C. stejná,
- D. větší nebo menší (záleží na okolnostech).

**Úloha č. 3:**

Určete látkové množství zreagovaného kyslíku  $\text{O}_2$  a vodíku  $\text{H}_2$ , jestliže při jejich reakci vzniklo

- a) 0,5 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- b) 1,5 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- c) 3 mol  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Úloha č. 4:**

V otevřeném kelímku spálíme na vzduchu hořčík o látkovém množství 0,1 mol, přičemž vznikne oxid hořečnatý  $\text{MgO}$ .

- a) Průběh reakce vyjádřete chemickou rovnicí.
- b) Vypočítejte hmotnosti výchozích látek a produktu

**Úloha č. 5:**

Uhlí dosud těžené v severočeské uhelné pánvi obsahuje průměrně 4 % vázané síry. Vypočítejte hmotnost jedovatého oxidu siřičitého  $\text{SO}_2$ , který by unikl do ovzduší v „neodsířené“ tepelné elektrárně při spálení 1 tuny tohoto uhlí.



## Obsah

### 1. Chemické reakce

2