

## 5. CHEMICKÉ REAKCE

Je děj při kterém v molekulách reagujících látek dochází k zániku některých vazeb a ke vzniku vazeb nových.

Produkty reakce mají jiné chemické a fyzikální vlastnosti než výchozí.

### KLASIFIKACE CHEMICKÝCH REAKCÍ

#### a) Podle vnějších změn

- **Reakce skládání = SYNTÉZY** – z jednodušších -> složitější  
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$                        $\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$
- **Rozkladné reakce** – štěpení složitějších látek na jednodušší  
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$                $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
- **Substituční = vytěšňovací reakce** – nahrazení jiným atomem nebo skupinou  
 $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$                $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$
- **Reakce podvojně záměny = KONVERZE** – výměna atomů mezi slož. Molekulami
  - Reakce neutralizační – kyselina + zásada = sůl + voda  
 $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
  - Reakce srážecí – produkt je rozp. Sloučenina vyloučená jako sraženina  
 $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
  - Vytěšňování slabší kyseliny z její soli silnější kyselinou  
 $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$

#### b) Podle skupenského stavu reaktantů

- **Homogenní reakce** – všechny reaktanty ve stejném skupenství  
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$   
 $\text{KOH}(\text{aq}) + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{KNO}_3(\text{aq})$
- **Heterogenní reakce** – reakce probíhá na rozhraní dvou skupenství  
 $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$   
 $2\text{KOH}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

#### c) Podle přenášení částic

- **Acidobazické děje** – kys. a zásada, založeno na výměně protonů  
 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- **Oxidačně redukční reakce** – přenos elektronů => změna oxid. Čísel  
 $\text{Zn}^0 + \text{S}^0 \rightarrow \text{ZnS}$
- **Koordinační reakce** – tvorba koordinačně – kovalentní vazby  
 $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

#### d) Podle tepelného zabarvení

- Exotermní reakce – v průběhu reakce se teplo uvolňuje
- Endotermní reakce – teplo se spotřebovává

### CHEMICKÉ ROVNICE

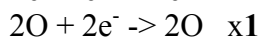
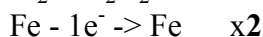
- Zápis chemické reakce

- Chemické reakce vycházejí ze zákona zachování hmotnosti = součet hmotností reaktantů se rovná součtu hmotností produktů
- Počty atomů určitého druhu musí být na obou stranách rce shodné

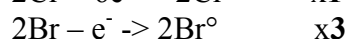
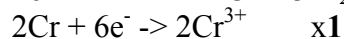
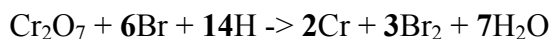
**REDOXNÍ RCE** – zahrnují současně oxidační a redukční reakci

- **Oxidace** – reakce, při které se zvyšuje oxidační číslo uvolňováním elektronů
  - **Redukce** – reakce, při které se snižuje oxidační číslo přibíráním elektronů  
Tyto děje probíhají současně.
  - **Oxidační činidlo** – je látka, která dokáže jiné látky odebrat elektrony, tím je oxidovat a sebe samo redukuje
  - **Redukční činidlo** – dodává do systému elektrony, kterými se některá z přítomných látek redukuje, sebe samo oxiduje
- $$\text{Zn}^0 + \text{S}^0 \rightarrow \text{ZnS}$$
- $$\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn} \dots \text{redukční činidlo}$$
- $$\text{S}^0 \rightarrow \text{S} \dots \text{oxidační činidlo}$$

Př.  $2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

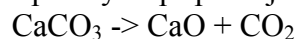


Úprava redoxních rovnic v iontovém tvaru:



## VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC

1. Vypočítejte kolik g uhličitanu vápenatého je nutno navážít pro přípravu 80 g CaO.  
(Oxid vápenatý se připravuje termickým rozkladem  $\text{CaCO}_3$ )



$$100,1 \dots \dots 56,1$$

$$\underline{x \dots \dots 80 \text{ g}}$$

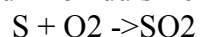
$$x = (80 \cdot 100,1) / 56,1$$

$$\underline{x = 142,7 \text{ g CaCO}_3}$$

$$\text{Mr}(\text{CaCO}_3) = 100,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Mr}(\text{CaO}) = 56,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2. Kolik  $\text{dm}^3$  oxidu siřičitého vznikne spálením 50 kg síry?



$$32,1 \dots \dots 22,4 \text{ dm}^3$$

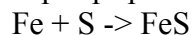
$$50000 \dots \dots x \text{ dm}^3$$

$$\underline{x = 34,9 \cdot 10^3 \text{ dm}^3}$$

$$\text{Mr}(\text{S}) = 32,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Vm}(\text{SO}_2) = 22,4 \text{ dm}^3$$

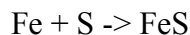
3. Sulfid železnatý je možno připravit přímou reakcí z prvků. Jaká musí být navážka síry a železa pro přípravu 120 g  $\text{FeS}$ ?



$$55,8 \dots \dots 32,1$$

$$\underline{x \text{ g} \dots \dots 120 \text{ g}}$$

$$\underline{x = 76,2 \text{ g Fe}}$$



$$32,1 \dots \dots 55,8$$

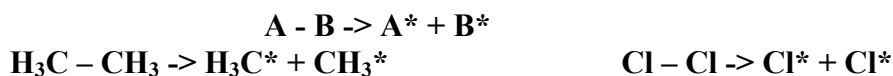
$$\underline{x \text{ g} \dots \dots 120 \text{ g}}$$

$$\underline{x = 43,8 \text{ g S}}$$

## ORGANICKÉ REAKCE

- a. Podle způsobu zániku původních vazeb

- **Homolytické reakce** – dochází k synutickému? štěpení vazby mezi atomy prvků se stejnou, příp. velmi podobnou hodnotou elektronegativity.  
= **HOMOLÝZA** – výsledkem jsou **radikály** (reakt. částice s nepravými elektr.)



- **Heterolytické reakce** – dochází k přesunu celého elektron. Páru k jednomu z vazebných partnerů  
= **HETEROLÝZA** – vznikající částice nesoucí el. náboj = **elektrofil** (částice s kladným nábojem)  $\text{A} - \text{B} \rightarrow \text{A}^+ + \text{B}^-$   
= **nukleofil** (částice se záporným nábojem)

## b. Podle charakteru přeměn na substrátu

- **Substituce** – náhrada atomu nebo atomových skupin substrátu jiným atomem nebo skupinou
  - **Radikálová** – činidlem je radikál
  - **Elektrofilní** – činidlem je elektrofil
  - **Nukleofilní** – činidlem je nukleofil
- **Eliminace** – vzniká násobná vazba + jednoduchá molekula
  - **Dehydratace** – odštěpují se molekuly vody
  - **Dehydrogenace** – odštěpují se molekuly vodíku
  - **Dehydrohalogenace** – odštěpují se molekuly halogenvodíku
- **Adice** – násobnost vazby se snižuje (2  $\rightarrow$  1, 3  $\rightarrow$  2)
  - **Elektrofilní adice** – elektrofilní činidlo reaguje s  $\pi$ -elektrony násobných vazeb
  - **Nukleofilní adice** – nukleofilní činidlo se aduje na uhlík ve vazbě nesoucí částečný kladný náboj
- **Přesmyk** – dochází k přeskupení atomů uvnitř molekuly

## Hydratace X Hydrogenace

- a) **hydratace** – látka přijímá vodu
- b) **Hydrogenace** – přidávání vodíku

## Nitrace

- navázání nitro skupiny na organický zbytek
- nitrační směs:  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

## Halogenace

- začlenění halogenu do reakce
- fluorace, chlorace, bromace, jodace

### **Sulfonace**

- zavádění do organické sloučeniny sulfo skupinu  $\text{SO}_3\text{H}$  působením  $\text{H}_2\text{SO}_4$  nebo kyseliny chlorosulfonové

### **Polymerace**

- mnohokrát opakovaná adice, z monomeru (alkenu) vzniká polymer a zaniká dvojná vazba  
- vznik plastů

### **Neutralizace**

- v roztocích kyselin se podle At vyskytují kationy  $\text{H}^+$  a v roztocích zásad anionty  $\text{OH}^-$   
- k:  $\text{HCl} \Rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ ; z:  $\text{KOH} \Rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$   
- vzájemnou reakcí iontů  $\text{H}^+$  a  $\text{OH}^-$  vzniká voda  
- reakcí kationu kovu s anionem kyseliny vzniká sůl  
- vzájemná reakce kyseliny se zásadou se nazývá neutralizace, produktem reakce je voda a sůl dané kyseliny

### **Esterifikace**

- reakce karboxylové kyseliny a alkoholu  
- alkohol se aduje na částečný kladný uhlíkový atom karboxylu za vzniku steru a vody

### **Haber-Boschova syntéza**

- průmyslová reakce, při které se vyrábí amoniak z vzdušného dusíku  
- umělé hnojení

### **Wurtzová syntéza**

- syntéza dvou uhlovodíků z halogen derivátu za pomoci sodíku

### **Solvayova proces**

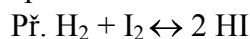
- vyrábí se soda (uhličitan sodný)  
- přeměna chloridu sodného na uhličitan pomocí amoniaku

## **CHEMICKÁ ROVNOVÁHA**

- stav, ve kterém chemické soustava nemění dále své složení, pokud se nezmění vnější podmínky

### Zvratná reakce

- reakce při níž současně s přímou chemickou reakcí probíhá i reakce zpětná



### Rovnovážná konstanta

Guldberg-Waagův zákon

„Reakce vyjádřená jako součin číselných hodnot rovnovážných látkových koncentrací produktů, umocněných příslušnými stechiometrickými koeficienty, dělený součinem číselných hodnot rovnovážných látkových koncentrací výchozích látek, umocněných příslušnými stechiometrickými koeficienty.“

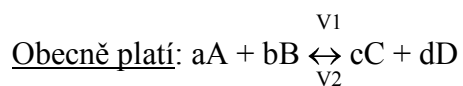
$$K_c = \frac{[\text{C}]^c \cdot [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b}$$

$K_c$  ... rovnovážná konstanta

$[\text{A}]$ ,  $[\text{B}]$  ... rovnovážné konstanty výchozích látek

$[\text{C}]$ ,  $[\text{D}]$  ... rovnovážné konstanty produktů

A, b, c, d.....stechiometrické koeficienty



### **Ovlivňování rovnovážného složení soustavy**

- Le Chatelier-Braunův princip – „akce a reakce“ – je porušením chemické rovnováhy vnějším zásahem – AKCÍ vyvolán děj – REAKCE, který vede ke zrušení účinků tohoto vnějšího zásahu

### **Chemickou rovnováhu může ovlivnit:**

- Tlak:

- zvýšení tlaku vede k reakci ve směru zmenšení látkového množství složek
- snížení tlaku vede k reakci ve směru zvýšení látkového množství složek

- Teplota:

- zvýšení teploty podpoří reakci, při níž se teplo spotřebovává (endotermická reakce)
- snižování teploty podpoří reakci, při níž se teplo uvolňuje (exotermická reakce)

- Koncentrace:

- přidáním výchozích látek bude po určitou dobu probíhat reakce přímá
- přidáním produktů bude probíhat reakce zpětná