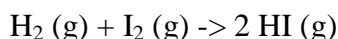


# CHEMICKÁ ROVNOVÁHA

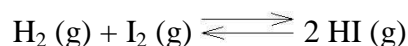
Dlouhou dobu se vědci domnívali, že každá chemická reakce doběhne až do svého konce, tj. do úplné přeměny výchozích látek na produkty. Předpokládali, že například reakce



proběhne až do úplné přeměny vodíku a jodu na jodovodík, že tedy po určitém čase v daném systému již nejsou přítomny molekuly výchozích látek, tj. molekuly vodíku a jodu.

Na základě chaotického pohybu částic se předpokládá, že i vzniklé molekuly jodovodíku se budou též vzájemně srážet a při určitých jejich srážkách vzniknou molekuly výchozích látek, tj. molekuly vodíku a jodu. Tedy, že v systému bude probíhat nejen přímá reakce vedoucí ke vzniku produktů, ale i reakce zpětná, kdy z produktů vznikají výchozí látky.

Takovéto opačné děje zapisujeme jedinou rovnicí:

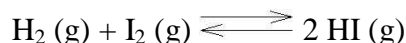


Systém, kde vedle přímé reakce probíhá i reakce zpětná, dospěje po určitém čase do rovnovážného stavu. V tomto stavu se přestane měnit koncentrace výchozích látek a produktů. Proto v rovnovážném stavu má soustava určité, dále již neměnné rovnovážné složení. Například smísíme-li vodík, jod a jodovodík, pak po určitém čase se v této soustavě nebude měnit koncentrace látek, protože soustava je v chemické rovnováze (rovnovážném stavu).

**Chemická rovnováha (rovnovážný stav) je charakterizován tím, že v soustavě je konstantní jak koncentrace výchozích látek, tak produktů.**

## Zákon chemické rovnováhy

Základní zákon chemické rovnováhy odvodili C.M.Guldberg a P.Waage na základě vztahů reakční kinetiky. Odvodíme si tento zákon pro systém:



1. Rychlosti přímé reakce  $v_1$  a zpětné reakce  $v_2$  jsou dány vztahem:

$$\begin{aligned} v_1 &= k_1 \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2] \\ v_2 &= k_2 \cdot [\text{HI}]^2 \end{aligned}$$

2. V chemické rovnováze se nemění koncentrace výchozích látek a produktů a proto:

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ k_1 \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2] &= k_2 \cdot [\text{HI}]^2 \end{aligned}$$

Koncentrace látek v rovnováze označujeme jako **rovnovážné koncentrace**.

3. Úpravou této rovnice dostaneme:

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$$

Tato konstanta odvozená pro rovnovážný stav se nazývá **rovnovážná konstanta**. Z dovození rovnovážné konstanty vyplývá, že chemická rovnováha má povahu dynamickou.

**Rovnovážná konstanta je rovna součinu rovnovážných molárních koncentrací produktů dělenému součinem rovnovážných molárních koncentrací výchozích látek.**

Hodnota rovnovážné konstanty je důležitou charakteristikou rovnovážného stavu. Na jejím základě můžeme usuzovat na složení rovnovážné směsi, tzn. že z poměru zastoupení produktů k výchozím látkám můžeme soudit, v jakém rozsahu se za dané teploty uskutečnila přeměna výchozích látek na produkty.

$K \gg 1 \Rightarrow$  ve směsi převládají produkty, reakce proběhla téměř zcela

$K \sim 1 \Rightarrow$  koncentrace výchozích látek a produktů jsou přibližně stejné

$K \ll 1 \Rightarrow$  reakce téměř neproběhla, ve směsi převládají výchozí látky

### Faktory ovlivňující chemickou rovnováhu

**Rovnovážné koncentrace látek (ať výchozích, či produktů) se mění s porušením chemické rovnováhy, ale vždy tak, aby příslušný poměr jejich součinu zůstal stejný. Pouze se změnou teploty se mění i velikost hodnoty rovnovážné konstanty.**

Na změnu chemické rovnováhy můžeme usuzovat na základě principu akce a reakce, tzn. **Le Chatelierova principu**:

**Porušení rovnováhy vnějším zásahem (akcí) vyvolá děj (reakci), která směřuje ke zrušení účinku tohoto vnějšího zásahu.**

K porušení rovnováhy dojde za následujících podmínek:

1. Do rovnovážné směsi přidáme některou výchozí látku. Tato akce vyvolá reakci, která vede k odstranění přebytečného množství výchozí látky. Začne probíhat reakce přímá.
2. Do rovnovážné směsi přidáme některý produkt. Tato akce vyvolá reakci, která vede k odstranění přebytečného množství produktu. Začne probíhat reakce zpětná.
3. Z rovnovážné směsi odebereme některou výchozí látku. Tato akce vyvolá reakci, která vede ke zvýšení množství výchozí látky. Začne probíhat reakce zpětná.
4. Z rovnovážné směsi odebereme některý produkt. Tato akce vyvolá reakci, která vede ke zvýšení množství produktu. Začne probíhat reakce přímá.
5. Jestliže zvýšíme teplotu rovnovážné směsi, dojde u endotermních reakcí ke spuštění reakce přímé, u exotermních reakcí ke spuštění reakce zpětné.

6. Zvýšíme-li tlak daného systému, proběhne taková reakce, při níž dochází ke zmenšení celkového objemu rovnovážné směsi.
7. Snížíme-li tlak daného systému, proběhne taková reakce, při níž dochází ke zvětšení celkového objemu rovnovážné směsi.

## Cvičení:

- 1) Napište zpětnou reakci pro tyto děje
  - a)  $\text{CO (g)} + \text{NO}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{NO (g)}$
  - b)  $2 \text{NO}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 \text{ (g)}$
- 2) Napište rovnovážné konstanty pro chemické reakce v dobu 1)