

SEC V.	Chemické reakcie, chemické rovnice
SEC V. 4	Chemická rovnováha

Cieľové požiadavky

Obsahový štandard: Chemická rovnováha. Dynamická rovnováha. Rovnovážna koncentrácia látok. Rovnovážna konštanta. Faktory ovplyvňujúce chemickú rovnováhu (koncentrácia, teplota, tlak).

Výkonový štandard

- Napísať vzťah pre výpočet rovnovážnej konštanty pre konkrétnu reakciu
- Zdôvodniť vzťah medzi hodnotou rovnovážnej konštanty priamej a spätnej reakcie.
- Vysvetliť, čo je chemická rovnováha a rovnovážna koncentrácia.
- Vysvetliť význam hodnoty rovnovážnej konštanty a vplyv teploty na jej hodnotu.
- Vysvetliť princíp dynamickej rovnováhy – Gudbergov-Waageho zákon
- Vymenovať faktory ovplyvňujúce chemickú rovnováhu (koncentrácia látok, teplota, tlak).
- Aplikovať vplyv faktorov na rovnovážny stav chemickej reakcie

Chemická rovnováha

- stav v uzavretej sústave,
 - a. so stálou koncentráciou reaktantov a produktov
 - b. s rovnakou rýchlosťou priamej a spätnej reakcie
- má dynamický charakter
- stav, kedy sa zloženie reakčnej sústavy sa nemení

dynamická rovnováha

- rovnováha, pri ktorej sa rýchlosť priamej a spätnej reakcie rovnajú

$$v_1 = v_2$$

- napr. vznik nasýteného roztoku (priama reakcia rozpúšťanie = spätná kryštalizácia)
- napr. vyparovanie kvapaliny v uzavretej nádobe (priama vyparovanie = spätná kondenzácia)

rovnovážna koncentrácia [A]

- koncentrácia látky v rovnovážnom stave je konštantná

$$[A] = \text{konštanta}$$

- závisí od rozpúšťanej látky, rozpúšťadla a teploty

rovnovážna konštanta (K_c)

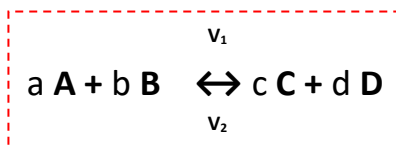
- podiel súčinu číselných hodnôt rovnovážnych koncentrácií produktov umocnených príslušnými stechiometrickými koeficientami a súčinu číselných hodnôt rovnovážnych koncentrácií reaktantov umocnených stechiometrickými koeficientami je konštantný
- bezrozmerné číslo

- udáva stupeň premeny reaktantov na produkty
- charakterizuje rovnovážny stav
- závisí iba od teploty

Veľká hodnota K_c	Nízka hodnota K_c
rovnováha posunutá na stranu produktov	rovnováha posunutá na stranu reaktantov

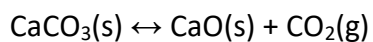
A. Rovnováha v homogénnych sústavách

- látky v rovnakom skupenstve
- **Guldbergov- Waageho zákon chemickej rovnováhy (1867)**- vzťah pre výpočet rovnovážnej konštanty



B. Rovnováha v heterogénnych sústavách

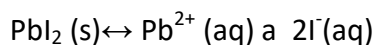
- Látky v rôznych skupenstvách
- a. **Ak v systéme plyny**
 - K_p sa vypočíta pomocou parciálnych tlakov plyných látok (*parciálny tlak tuhých látok konštantný*)



$$K_p = p(\text{CO}_2) \text{ alebo } K_c = [\text{CO}_2]$$

b. Ak v systéme málo rozpustná látka

- K_s sa vypočíta ako súčin rovnovážnych koncentrácií voľných iónov v roztoku



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^{-}]^2$$

Faktory vplyvajúce na chemickú rovnováhu

- Dochádza k posúvaniu chemickej rovnováhy

Princíp akcie reakcie- princíp pohyblivej rovnováhy (Le Chatelier, Braun)

- porušenie rovnováhy vonkajším vplyvom(akciou) vyvoláva dej(reakciu) ktorý smeruje k zrušeniu účinku tohto vplyvu
- určuje smer posunu rovnováhy
- ustáli sa nová rovnováha

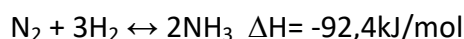
1.koncentrácia	hodnota konštanty sa nemení (<i>mení sa koncentrácia reaktantov aj produktov, pomer produktov a reaktantov je teda rovnaký</i>)
2.teplota	zmena hodnoty konštanty (<i>pri zvýšení teploty pri endotermických reakciách sa hodnota Kc zvýši, pri exotermických zmenší, pomer produktov a reaktantov iný</i>)
3.tlak	vplyv iba v prípade ak sa počet mólov plyných látok mení
4.katalyzátor	znižuje hodnotu E_A (<i>zvýši rýchlosť</i>) priamej aj spätnej reakcie v rovnakej miere, rovnovážne koncentrácie reaktantov a produktov sa nemenia, nespôsobí posun rovnováhy, skracujú čas za aký sa rovnováha vytvorí

faktor	akcia	reakcia
1. tlak	Zníženie tlaku	Zväčšenie koncentrácie v smere väčšieho počtu mólov plynnej látky
	Zvýšenie tlaku	Zväčšenie koncentrácie v smere menšieho počtu mólov plynnej látky
2. teplota	Zníženie teploty	Zväčšenie koncentrácie látok v smere exotermickej reakcie
	Zvýšenie teploty	Zväčšenie koncentrácie látok v smere endotermickej reakcie
3. koncentrácia	Pridanie reaktantu	Zväčšenie koncentrácie produktov
	Odobratie reaktantu	Zväčšenie koncentrácie reaktantov
	Odobratie produktu	Zväčšenie koncentrácie produktov
	Pridanie produktov	Zväčšenie koncentrácie reaktantov
4. katalyzátor	Pridanie katalyzátora	Neovplyvňuje rovnováhu

Význam ovplyvňovania rovnováhy:

- príprava a výroba látok (*väčší výťažok produktov zvolením vhodných podmienok alebo eliminácia nežiadúcich reakcií*)

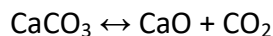
napr.

1. výroba amoniaku

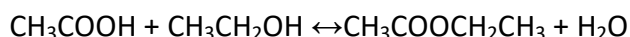
(*pri vysokej teplote posun v smere endotermickej reakcie v smere reaktantov, pri nízkej prebieha veľmi pomaly kvôli veľkej E_A preto využívanie katalyzátora Fe zníži E_A , najvýhodnejšia teplota 900°C a zvýšený tlak 30MPa*)

2. výroba oxidu sírového

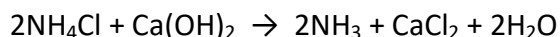
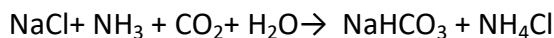
(pri vysokej teplote reakcia posunutá v opačnom smere = rozkladu oxidu, pri nízkej teplote reakcia neprebíha... preto potrebný katalyzátor Pt a 400°C)

3. výroba páleného vápna

(plynný oxid uhličitý uniká a preto posunutá rovnováha v smere tvorby CaO)

4. esterifikácia

(odstránením esteru alebo vody zisk vyššieho výťažku esteru)

5. Solvayov spôsob výroby sódy

- Ak by nebol amoniak $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (protolytická reakcia, rovnováha posunutá smerom k málo disociovaným látkam, výrazne doľava)
- Prítomnosť amoniaku posunie rovnováhu smerom doprava $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$
 $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{Cl}^-$ (málo rozpustný hydrogénuhličitan sodný)