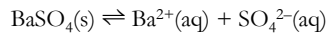


PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

HETEROGENA RAVNOTEŽA

■ sistem čvrsto-tečno

- Ravnoteža u zasićenom rastvoru slabo (teško) rastvornog elektrolita.
- Elektrolit je praktično nerastvoran u vodi, koncentracije jona u zasićenom rastvoru su veoma niske.
- Ravnoteža se uspostavlja između slabo rastvorne supstance u obliku taloga i jona u zasićenom rastvoru:



- Konstanta ravnoteže u zasićenom rastvoru slabo rastvornog elektrolita je **proizvod rastvorljivosti**:

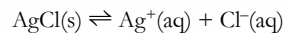
$$K_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

- Vrednost K_s je konstantna za određenu temperaturu.

$$K_s(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10} \quad \text{na } 25^\circ \text{C}$$

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

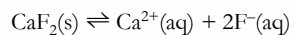
IZRAZ ZA PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI



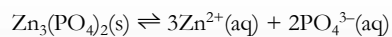
$$K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,8 \cdot 10^{-10}$$



$$K_s = [\text{Ag}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}] = 8,1 \cdot 10^{-12}$$



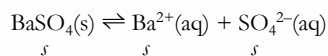
$$K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = 3,9 \cdot 10^{-11}$$



$$K_s = [\text{Zn}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2 = 9,1 \cdot 10^{-33}$$

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

RASTVORLJIVOST



❖ Rastvorljivost BaSO_4 u vodi: $c(\text{BaSO}_4) = s = [\text{Ba}^{2+}] = [\text{SO}_4^{2-}]$

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = s \cdot s = s^2 = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-10}} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

❖ Količina BaSO_4 u 1 dm³ rastvora: $n(\text{BaSO}_4) = c(\text{BaSO}_4)V = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

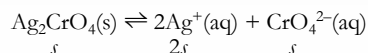
❖ Masa BaSO_4 u 1 dm³ rastvora: $m(\text{BaSO}_4) = nM = 0,0025 \text{ g} = 2,5 \text{ mg}$



$\text{BaSO}_4(\text{s})$

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

RASTVORLJIVOST



❖ Rastvorljivost Ag_2CrO_4 u vodi: $c(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = s = \frac{[\text{Ag}^+]}{2} = [\text{CrO}_4^{2-}]$

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \cdot s = 4s^3 = 9,0 \cdot 10^{-12}$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{9,0 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

❖ Količina Ag_2CrO_4 u 1 dm³ rastvora: $n(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)V = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

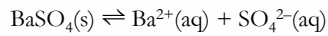
❖ Masa Ag_2CrO_4 u 1 dm³ rastvora: $m(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = nM = 0,043 \text{ g} = 43 \text{ mg}$



$\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

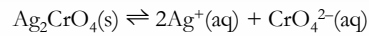
RASTVORLJIVOST



$$K_s = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$c(\text{BaSO}_4) = s = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

Masa BaSO_4 u 1 dm^3 rastvora: 2,5 mg



$$K_s = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = 9,0 \cdot 10^{-12}$$

$$c(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = s = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

Masa Ag_2CrO_4 u 1 dm^3 rastvora: 43 mg

Rastvorljivost elektrolita može se upoređivati na osnovu vrednosti K_s samo za elektrolite koji sadrže isti broj jona.

$$K_s(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

$$K_s(\text{AgBr}) = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 3,3 \cdot 10^{-13}$$

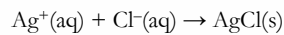
$$K_s(\text{AgI}) = [\text{Ag}^+][\text{I}^-] = 1,5 \cdot 10^{-16}$$

rastvorljivost
opada

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

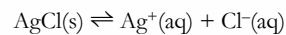
STVARANJE TALOGA

- Vrednost K_s se koristi za predviđanje da li će doći do pojave taloga kada se pomešaju dva rastvora.



$$Q = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Reakcioni količnik

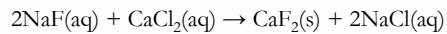


$$K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

$Q < K_s$	ne dolazi do taloženja (rastvor je nezasićen)
$Q = K_s$	rastvor je zasićen
$Q > K_s$	dolazi do taloženja

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

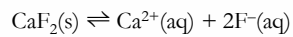
STVARANJE TALOGA



$$\diamond [\text{Ca}^{2+}] = [\text{F}^-] = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = (1,0 \cdot 10^{-4})^3 = 1,0 \cdot 10^{-12}$$

$$Q < K_s \Rightarrow \text{ne dolazi do taloženja } \text{CaF}_2$$



$$K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = 3,9 \cdot 10^{-11}$$

$$\diamond [\text{Ca}^{2+}] = [\text{F}^-] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

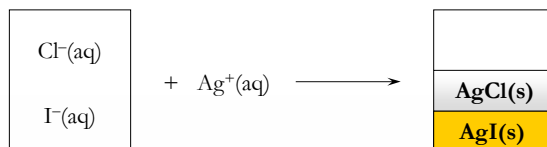
$$Q = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = (1,0 \cdot 10^{-3})^3 = 1,0 \cdot 10^{-9}$$

$$Q > K_s \Rightarrow \text{dolazi do taloženja } \text{CaF}_2$$

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

SELEKTIVNO TALOŽENJE

- Dva jona u rastvoru se mogu razdvojiti ako se doda supstanca koja će dovesti do taloženja jednog od njih.
- Prvo se taloži manje (teže) rastvorno jedinjenje, sa manjom vrednošću K_s .



$$K_s(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

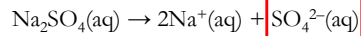
$$K_s(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}$$

AgI je manje rastvoran od $\text{AgCl} \Rightarrow$ pre se taloži

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

HETEROGENA RAVNOTEŽA

- ♦ uticaj promene koncentracije jona
- Le Šatelijski princip



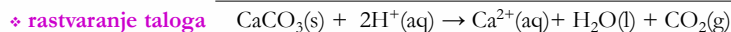
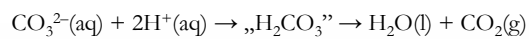
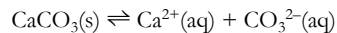
- Dodatak **rastvora koji sadrži istoimeni jon** dovodi do povećanja koncentracije tog jona, zbog čega se položaj heterogene ravnoteže pomera u levu stranu, smanjuje se rastvorljivost i pospešuje taloženje slabo rastvornog elektrolita.
- „**Uticaj zajedničkog jona**” dovodi do smanjenja rastvorljivosti slabo rastvornog elektrolita:
 - Jonska supstanca je bolje rastvorna u vodi nego u rastvoru koji sadrži istoimeni (zajednički) jon.

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

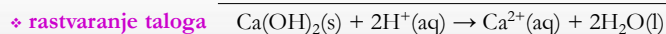
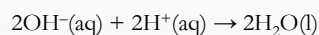
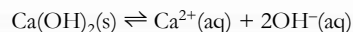
HETEROGENA RAVNOTEŽA

- Dodatak **jake kiseline** dovodi do smanjenja koncentracije jona u zasićenom rastvoru zbog čega se položaj heterogene ravnoteže pomera u desnu stranu i rastvara talog slabo rastvornog elektrolita:

- Jaka kiselina „istiskuje” slabiju iz njenih soli. Uvek je favorizovano nastajanje slabije kiseline (slabo jonizovanog jedinjenja).



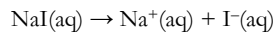
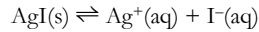
- Jaka kiselina reaguje sa slabo rastvornom bazom. U reakciji neutralizacije nastaje voda (slabo jonizovano jedinjenje).



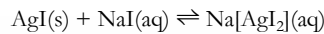
PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

HETEROGENA RAVNOTEŽA

- Dodatak *rastvora koji sadrži jon (ili molekul) koji sa katjonom gradi stabilan kompleks* dovodi do smanjenja koncentracije katjona u zasićenom rastvoru zbog čega se položaj heterogene ravnoteže pomera u desnu stranu i rastvara talog slabo rastvornog elektrolita:



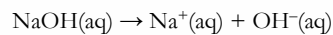
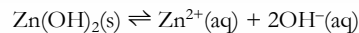
❖ rastvaranje taloga



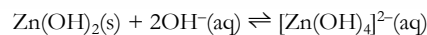
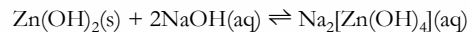
- Povećanje $[\text{I}^-]$ **ne** dovodi do pomeranja položaja heterogene ravnoteže u levu stranu i taloženja AgI. Dolazi do pomeranja položaja ravnoteže u desnu stranu i rastvaranja taloga AgI usled stvaranja stabilnog kompleksa $[\text{AgI}_2]^-$.

PROIZVOD RASTVORLJIVOSTI

HETEROGENA RAVNOTEŽA



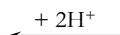
❖ rastvaranje taloga



- Dodatak NaOH dovodi do pomeranja položaja heterogene ravnoteže u desnu stranu i rastvaranja taloga Zn(OH)_2 usled stvaranja stabilnog kompleksa $[\text{Zn(OH)}_4]^{2-}$.



$\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$



$\text{Zn(OH)}_2(\text{s})$



$[\text{Zn(OH)}_4]^{2-}(\text{aq})$

Zn(OH)_2 je amfoteran