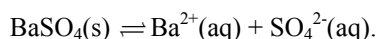


V RAČUNSKO VEŽBE

RAVNOTEŽE U RASTVORIMA TEŠKO RASTVORLJIVIH SOLI

HETEROGENE RAVNOTEŽE

U rastvorima teško rastvorljivih soli uspostavlja se ravnoteža između čvrste i tečne faze i ravnoteža između molekula i jona u rastvoru. Na primer, u zasićenom rastvoru teško rastvorljive soli BaSO₄ uspostavlja se ravnoteža:



Heterogene ravnoteže definisane su konstantom ravnoteže, *K*. Uvažavajući da je koncentracija čvrste faze jedinična, konstanta ima oblik:

$$K(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}].$$

Konstanta ravnoteže teško rastvorljivog jedinjenja jednaka je proizvodu koncentracija jona koji grade talog. Koncentracije tih jona predstavljaju rastvorljivost, *R*, teško rastvorljive soli na određenoj temperaturi (u mol/dm³), te se ova konstanta naziva **proizvod rastvorljivosti**.

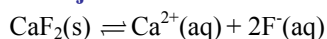
Proizvod rastvorljivosti omogućava izračunavanje velikog broja veličina bitnih za proces taloženja, rastvaranja, povećanje i smanjenje rastvorljivosti. Najvažnija pitanja su:

- **određivanje rastvorljivosti, odnosno proizvoda rastvorljivosti,**
- **da li će doći do taloženja i**
- **kada je taloženje (praktično) potpuno.**

ODNOS RASTVORLJIVOSTI I PROIZVODA RASTVORLJIVOSTI

1. Rastvorljivost CaF₂ u vodi na 25 °C iznosi 1,7·10⁻³ g u 100,0 cm³. Izračunati proizvod rastvorljivosti.
Podatak: M(CaF₂)=78,08 g/mol

Rešenje:

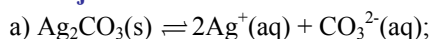


$$K(\text{CaF}_2) = 4,3 \cdot 10^{-8}$$

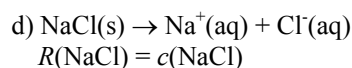
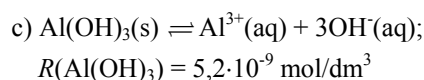
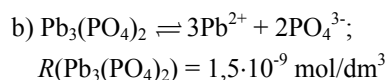
2. Izračunati rastvorljivost u vodi, *R*, sledećih jedinjenja:
 - a) Ag₂CO₃;
 - b) Pb₃(PO₄)₂;
 - c) Al(OH)₃;
 - d) NaCl;

Podaci: K(Ag₂CO₃)=8,2·10⁻¹²; K(Pb₃(PO₄)₂)=8,0·10⁻⁴³; K(Al(OH)₃)=2,0·10⁻³²;

Rešenje:



$$R(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

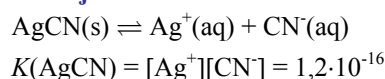


TALOŽENJE TEŠKO RASTVORLJIVIH TALOGA

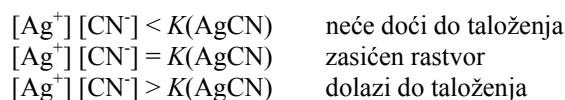
3. Da li će doći do taloženja AgCN ako se pomešaju jednake zapremine rastvora AgNO₃ koncentracije 1,00·10⁻² mol/dm³ i rastvora KCN koncentracije 1,00·10⁻² mol/dm³?
 Podatak: $K(\text{AgCN}) = 1,2 \cdot 10^{-16}$

Do taloženja dolazi ako je proizvod koncentracija jona koji grade talog, veći od proizvoda rastvorljivosti!

Rešenje:



Do taloženja dolazi ako je proizvod koncentracija jona koji grade talog, veći od proizvoda rastvorljivosti!



Prekoračen je proizvod rastvorljivosti i dolazi do taloženja.

4. Pri kojoj koncentraciji CN⁻-jona dolazi do potpunog (kvantitativnog) taloženja Ag⁺-jona iz rastvora u obliku AgCN?
 Podaci: $K(\text{AgCN}) = 1,2 \cdot 10^{-16}$

Kriterijum za kvantitativno taloženje nekog jona jeste koncentracija jona u rastvoru posle taloženja, koja ne sme da bude veća od 1,0·10⁻⁶ mol/dm³.

Rešenje: Kriterijum za kvantitativno taloženje nekog jona jeste koncentracija jona u rastvoru posle taloženja, koja ne sme da bude veća od 1,0·10⁻⁶ mol/dm³.

$[\text{Ag}^+] = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$;

$K(\text{AgCN}) = [\text{Ag}^+][\text{CN}^-]; \quad [\text{CN}^-] = \frac{K(\text{AgCN})}{[\text{Ag}^+]} = \frac{1,2 \cdot 10^{-16}}{1,0 \cdot 10^{-6}} = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$

5. Izračunati maksimalnu koncentraciju Mg^{2+} -jona u rastvoru koji sadrži: NH_3 koncentracije $5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ i rastvor NH_4^+ -jona iste koncentracije (pufer!), a da pri tome ne dođe do taloženja $Mg(OH)_2$?
Podaci: $K(Mg(OH)_2) = 6,0 \cdot 10^{-12}$; $K(NH_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Rešenje:

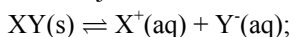
$$[Mg^{2+}] = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

UTICAJI NA RASTVORLJIVOST

UTICAJI NA RASTVORLJIVOST: UTICAJ ZAJEDNIČKOG JONA

U zasićenom rastvoru teško rastvorljive soli, XY, koncentracije jona, X^+ i Y^- , koji su u ravnoteži sa talogom je konstantna i definisana proizvodom rastvorljivosti. Ukoliko se u rastvor dodaju rastvorne soli, koje imaju neke od jona iste kao talog, uspostaviće se nova ravnoteža, u kojoj će se koncentracija jona, koji reprezentuju rastvorljivost taloga, smanjiti (Le Šateljov princip).

- a) Rastvorljivost u vodi:

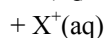
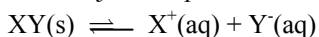


$$K(XY) = [X^+][Y^-]$$

$$[X^+] = [Y^-] = R$$

$$R = \sqrt{K}$$

- b) Rastvorljivost u prisustvu soli koja ima zajednički jon sa teško rastvorljivim talogom:



$$K(XY) = [X^+][Y^-]$$

$$[X^+] \neq [Y^-]$$

$$[Y^-] = R$$

$$R = \frac{K}{[X^+]}$$

Uticaj zajedničkog jona na **smanjenje rastvorljivosti** taloga je od značaja za gravimetrijska taloženja i taložne reakcije u volumetriji.

6. Izračunati rastvorljivost taloga $BaSO_4$:

a) u čistoj vodi,

b) u rastvoru Na_2SO_4 koncentracije $0,010 \text{ mol/dm}^3$.

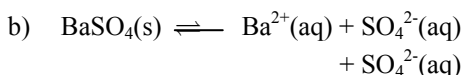
Podatak: $K(BaSO_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$

Rešenje:



$$K(BaSO_4) = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = R^2; \quad [Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = R; \quad R = \sqrt{K(BaSO_4)}$$

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



Zajednički jon, SO_4^{2-} -jon smanjuje rastvorljivost taloga BaSO_4 .

$$K(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{ukupno}} = [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{BaSO}_4} + [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{Na}_2\text{SO}_4}; [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{BaSO}_4} \ll [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$$

$$[\text{Ba}^{2+}] = R$$

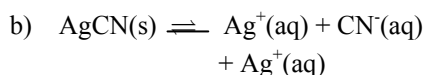
$$R = \frac{K(\text{BaSO}_4)}{[\text{SO}_4^{2-}]} = \frac{1,1 \cdot 10^{-10}}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

Rastvorljivost je smanjena 1000 puta.

7. Kolika je rastvorljivost (u mol/dm^3) taloga AgCN : a) u destilovanoj vodi, b) u rastvoru AgNO_3 koncentracije $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$?
Podatak: $K(\text{AgCN}) = 1,2 \cdot 10^{-16}$

Rešenje:

a) $R = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$ ✓



$$K(\text{AgCN}) = [\text{Ag}^+][\text{CN}^-]$$

$$R = [\text{CN}^-] \neq [\text{Ag}^+]$$

$$R = 1,6 \cdot 10^{-14} \text{ mol/dm}^3$$

Domaći zadatak

1. Analizom je utvrđeno da uzorak vode sadrži $131 \text{ mg/dm}^3 \text{ CaSO}_4$. Ako voda ključa u čajniku, izračunati zapreminu vode koja mora da ispari da bi došlo do taloženja CaSO_4 . Pretpostaviti da se $K(\text{CaSO}_4)$ ne menja od 25 do 100 °C.

Podaci: $K(\text{CaSO}_4) = 2,4 \cdot 10^{-5}$; $M(\text{CaSO}_4) = 136,1 \text{ g/mol}$

Rešenje: Prvobitna zapremina mora da se smanji na 19,6%, odnosno mora da ispari 80,4 % vode!

2. Pomešane su jednake zapremine rastvora MgSO_4 i NH_3 , istih koncentracija $0,200 \text{ mol/dm}^3$. Da li će doći do taloženja?

Podaci: $K(\text{Mg(OH)}_2) = 1,8 \cdot 10^{-11}$; $K(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Rešenje: Prekoračen je proizvod rastvorljivosti i dolazi do taloženja.