

## Cz. XI - Iloczyn rozpuszczalności związków trudno rozpuszczalnych

Iloczyn rozpuszczalności przyjęto oznaczać  $I_r$  lub  $K_{so}$

- nie ma związków nierozpuszczalnych, jeżeli jest to związek jonowy to rozpuszczając się rozpada się na jony;

- stała równowagi dysocjacji jest wprost proporcjonalna do iloczynu molowych stężeń jonowych stężenia molowego substancji, która nie uległa dysocjacji, dla substancji trudno rozpuszczalnych stężenia molowe postaci zdysocjowanej jest bardzo małe, więc można przyjąć, że stężenie związku w postaci nierozpuszczonej jest stałe (niezmienne), stąd wzór na iloczyn rozpuszczalności przyjmuje postać uproszczoną:

$MenRm \leftrightarrow nMe^{m+} + mR^{n-}$  to  $K_{so} = [nMe^{m+}]^n \times [mR^{n-}]^m$  (w nawiasach podano stężenia molowe jonów).

- np.  $Ca_3(PO_4)_2 \leftrightarrow 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$ , to  $K_{so} = [Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$

*Kiedy z roztworu wytrąci się osad, a kiedy osad się nie wytrąci?*

- Jeżeli iloczyn jonowy dla określonego roztworu jest mniejszy od iloczynu rozpuszczalności ( $K_{so}$ ) dla danego związku chemicznego, to osad się nie wytrąci
- Jeżeli iloczyn jonowy dla określonego roztworu jest większy od iloczynu rozpuszczalności ( $K_{so}$ ) dla danego związku chemicznego, to osad się wytrąci

Przykładowe zadanie 1 : Na podstawie danych  $K_{so}(BaCO_3) = 8 \times 10^{-9}$ ,  $K_{so}(Ag_2CO_3) = 6 \times 10^{-12}$  określ, która sól jest lepiej rozpuszczalna w wodzie, wykonaj odpowiednie obliczenia.

$BaCO_3 \leftrightarrow Ba^{2+} + CO_3^{2-}$ , to  $8 \times 10^{-8} = [1Ba^{2+}] \times [1CO_3^{2-}]$ ,

$8 \times 10^{-8} = [X] \times [X]$ ,  $8 \times 10^{-8} = X^2$ ,  $X = \sqrt{8 \times 10^{-8}} = 8,9 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ .

$(Ag_2CO_3) \leftrightarrow 2Ag^+ + CO_3^{2-}$ , to  $6 \times 10^{-12} = [2Ag^+]^2 \times [CO_3^{2-}] = 4X^3$ ,  $X^3 = 6 \times 10^{-12} : 4$

$$X = \sqrt[3]{\frac{6 \times 10^{-12}}{4}} = 1,14 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

Obliczenie masy rozpuszczonej soli w  $1 \text{ dm}^3$  wody:

$M_{(BaCO_3)} = 197 \text{ g/mol}$ ,  $M_{(Ag_2CO_3)} = 276 \text{ g/mol}$

$m_{(BaCO_3)} = 1 \text{ dm}^3 \times 8,9 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \times 197 \text{ g/mol} = 0,018 \text{ g}$

$m_{(Ag_2CO_3)} = 1 \text{ dm}^3 \times 1,14 \times 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \times 276 \text{ g/mol} = 0,03 \text{ g}$ .

Odp. Solą lepiej rozpuszczalną w wodzie jest węglan(IV) srebra. Powyższy wniosek można również wysnuć po stężeniu jonów w roztworze stężenie jonów węglanu(IV) srebra jest większe niż stężeniu jonów węglanu(IV) baru.

**Zadanie do samodzielnego rozwiązania**

1. Oblicz ile gramów siarczanu(VI) baru rozpuści się w 1dm<sup>3</sup> wody, jeżeli  $K_{so} = 1,1 \times 10^{-10}$ .

**Przykładowe zadanie 2:** Do 200cm<sup>3</sup> roztworu Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> o stężeniu 0,01mol/dm<sup>3</sup> dodano 800cm<sup>3</sup> roztworu KI o stężeniu 0,01mol/dm<sup>3</sup>. Czy w wyniku reakcji dojdzie do wytrącenia osadu PbI<sub>2</sub>, jeżeli  $K_{so} = 2,4 \times 10^{-8}$  :  $\text{Pb(NO}_3)_2 + 2\text{KI} \leftrightarrow \text{PbI}_2 + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$

**Metoda rozwiązania :**

- obliczenie objętości roztworu po połączeniu obu roztworów

$$V_r = 200 \text{ cm}^3 + 800 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$$

- obliczenie stężenia molowego jonów I<sup>-</sup> i jonów Pb<sup>2+</sup>,

$$1 \text{ dm}^3 (0,01 \text{ M}) \text{ ----- } 0,01 \text{ mol (Pb}^{2+})$$

$$0,2 \text{ dm}^3 \text{ ----- } x$$

$$x = 0,002 \text{ mola,}$$

$$1 \text{ dm}^3 (0,01 \text{ M}) \text{ ----- } 0,01 \text{ mol (I}^-)$$

$$0,8 \text{ dm}^3 \text{ ----- } x$$

$$x = 0,008 \text{ mola}$$

- ponieważ  $V_r = 1 \text{ dm}^3$  to stężenia molowe wynoszą odpowiednio;

$$C_m(\text{I}^-) = 0,008 \text{ mol/dm}^3, C_m(\text{Pb}^{2+}) = 0,002 \text{ mol/dm}^3.$$

- jonów Pb jest 4-rokrotnie mniej, więc masa powstałego jodku ołowiu(II) będzie wynikała z jego stężenia w roztworze, czyli powstanie  $0,002 \text{ mola} = 2 \times 10^{-3} \text{ mola}$ .

- obliczenie iloczynu jonowego: Pb<sup>2+</sup> i I<sup>-</sup>, w obliczeniu należy uwzględnić wszystkie jony jodkowe, ponieważ ich obecność w roztworze ogranicza przejście jonów jodkowych z jodku ołowiu.

$$I = [\text{Pb}^{2+}] \times [\text{I}^-]^2 = 0,002 \times (0,008)^2 = 0,000000128 = 1,28 \times 10^{-7}.$$

**Odp.** Osad jodku ołowiu wytrąci się, ponieważ iloczyn jonowy roztworu jest większy od iloczynu rozpuszczalności tej soli.

**Oblicz ile gramów tego osadu się wytrąci.**

- jonów Pb jest 4-rokrotnie mniej, więc masa powstałego jodku ołowiu(II) będzie wynikała z ich stężenia w roztworze, czyli powstanie 0,002mola.

$$m = n \times M = 0,002 \text{ mola} \times 461 \text{ g/mol} = 0,992 \text{ g}$$

- Obliczenie liczby moli jodku ołowiu który przejdzie do roztworu



$$X = \sqrt[3]{\frac{2,4 \times 10^{-8}}{4}} = 1,82 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

- obliczenie liczby moli, która pozostanie nierozpuszczona

$$n = 2 \times 10^{-3} \text{ mola} - 1,82 \times 10^{-3} \text{ mola} = 0,18 \times 10^{-3} \text{ mola},$$

- obliczenie masy nierozpuszczonej (strąconej masy)

$$m = 0,18 \times 10^{-3} \text{ mola} \times 461 \text{ g/mol} = 0,08298 \text{ g}$$