
Oplosbaarheidsproducten

Bereken hoeveel gram van de volgende zouten oplost in $1,0 \text{ dm}^3$ water.

- 1 zilverchloride
- 2 loodhydroxide
- 3 aluminiumhydroxide

Bereken hoeveel gram van de volgende zouten oplost in $2,0 \text{ dm}^3$ water.

- 4 calciumhydroxide
- 5 calciumfluoride

Loodjodide

Bij een bepaalde temperatuur bevat 150 mL van een verzadigde oplossing van loodjodide precies $93,2 \text{ mg}$ van dit zout (er is dus precies $93,2 \text{ mg PbI}_2$ opgelost).

- 6 Bereken het oplosbaarheidsproduct van loodjodide en controleer je antwoord met Binas.

Zilverzouten

Eén dm^3 water bevat $1,0 \text{ mmol}$ natriumchloride en $1,0 \text{ mmol}$ natriumchromaat. Er wordt langzaam een oplossing van zilvernitraat toegevoegd met een concentratie van $1,0 \text{ M}$. We nemen aan dat het totale volume niet verandert.

- 7 Leg aan de hand van de oplosbaarheidsproducten uit welk zout het eerste een vaste stof zal vormen; zilverchloride of zilverchromaat.
- 8 Bereken hoeveel mL zilvernitraatoplossing kan worden toegevoegd zonder dat er een troebeling ontstaat.
- 9 Bereken hoeveel mL zilvernitraatoplossing moet worden toegevoegd om één zilverzout zo volledig mogelijk een vaste stof te laten worden.

Uitwerkingen



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

Stel $[\text{Ag}^+] = x$, dan is $[\text{Cl}^-] = x$. Invullen in evenwichtsvoorwaarde geeft:

$$x^2 = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

$$x = 1,34 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{Ag}^+] = x = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

In $1,0 \text{ dm}^3$ oplossing is dus opgelost:

$$\text{AgCl: } n = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$M = 143,32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m = n \cdot M = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g AgCl}$$



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 1,4 \cdot 10^{-20}$$

Stel $[\text{Pb}^{2+}] = x$, dan is $[\text{OH}^-] = 2x$. Let op bij het invullen in evenw.vw:

$$x \cdot (2x)^2 = 4x^3 = 1,4 \cdot 10^{-20}$$

$$x = 1,52 \cdot 10^{-7}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = x = 1,52 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

In $1,0 \text{ dm}^3$ oplossing is dus opgelost:

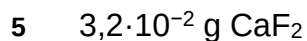
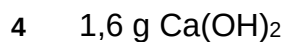
$$\text{Pb(OH)}_2: n = 1,52 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$$

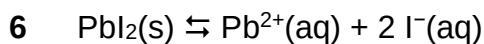
$$M = 241,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m = n \cdot M = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ g}$$

3 Op dezelfde manier als bij opgave 1 en 2. Let wel op de coëfficiënten en machten. Hier kom je uit op $27x^4 = 3 \cdot 10^{-34}$

Uiteindelijke antwoord: $1 \cdot 10^{-7} \text{ g Al(OH)}_3$ (één sign cijfer)





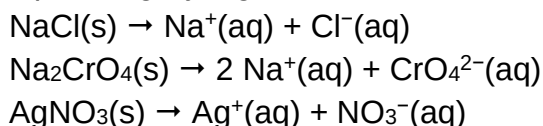
$$\begin{aligned}\text{PbI}_2: \quad m &= 93,2 \text{ mg} = 0,0932 \text{ g} \\ M &= 461,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ n &= \frac{m}{M} = \frac{0,0932}{461,0} = 2,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pb}^{2+}: \quad n &= 2,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (1 : 1) \\ V &= 150 \text{ mL} = 150 \cdot 10^{-3} \text{ L} \\ [\text{Pb}^{2+}] &= 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ M}\end{aligned}$$

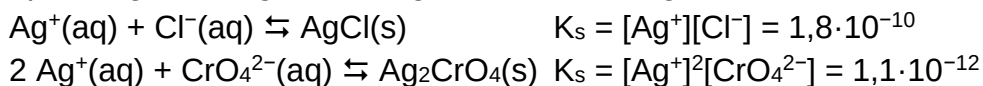
$$\text{I}^{-}: \quad [\text{I}^{-}] = 2,70 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad (1 : 2)$$

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^{-}]^2 = 1,35 \cdot 10^{-3} \cdot (2,70 \cdot 10^{-3})^2 = 9,79 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$$

7 Oplosvergelijkingen van natriumchloride, natriumchromaat en zilvernitraat:



De zilverionen zullen een vaste stof vormen met Cl^{-} en CrO_4^{2-} zodra de oplossing verzadigd is. Dan gelden dus de volgende evenwichten:



De Cl^{-} en CrO_4^{2-} concentraties zijn bekend:

$$\begin{aligned}[\text{Cl}^{-}] &= 10^{-3} / 1,0 = 10^{-3} \text{ M} \\ [\text{CrO}_4^{2-}] &= 10^{-3} / 1,0 = 10^{-3} \text{ M}\end{aligned}$$

Als die concentraties worden ingevuld in de evenwichtsvoorwaarden, kunnen de "grensconcentraties" van Ag^{+} worden uitgerekend waarbij de zilverzouten een vaste stof vormen.

Voor zilverchloride:

$$[\text{Ag}^{+}][\text{Cl}^{-}] = [\text{Ag}^{+}] \cdot 10^{-3} = 1,8 \cdot 10^{-10} \quad \Rightarrow \quad [\text{Ag}^{+}]_{\text{grens}} = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

Voor zilverchromaat:

$$[\text{Ag}^{+}]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = [\text{Ag}^{+}]^2 \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-12} \quad \Rightarrow \quad [\text{Ag}^{+}]_{\text{grens}} = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

De grensconcentratie Ag^{+} ligt voor zilverchloride veel lager, dus zilverchloride zal het eerst neerslaan.

- 8 Troebeling treedt op zodra de grensconcentratie Ag^+ is bereikt voor zilverchloride. Er ontstaat dus een vaste stof zodra $[\text{Ag}^+] = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ M}$. De zilverionen worden toegevoegd door de zilvernitraatoplossing:
 $\text{AgNO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

Er mag worden aangenomen dat toevoegen van het zilvernitraat het volume niet verandert, dus:

$$\begin{aligned}\text{Ag}^+: \quad [\text{Ag}^+] &= 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ M} \\ V &= 1,0 \text{ L} \\ n &= [\text{Ag}^+] \cdot V = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{AgNO}_3: \quad n &= 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \quad (1 : 1) \\ \text{conc} &= 1,0 \text{ M} \\ V &= n / \text{conc} = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ L} = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mL}\end{aligned}$$

- 9 Het zilverchloride moet een vaste stof worden. AgCl zal volledig zijn vast zijn als er nog CrO_4^{2-} in de oplossing zit. AgCl wordt namelijk het eerst vast. Er is $1,0 \text{ mmol Cl}^-$, dus is er $1,0 \text{ mmol Ag}^+$ nodig. Die Ag^+ komt uit de $1,0 \text{ M AgNO}_3$ -oplossing, dus nodig:
 $V = n / \text{conc} = 1,0 \cdot 10^{-3} / 1,0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 1,0 \text{ mL}$