

Bereken de molaire oplosbaarheid van BaSO₄ in 1,00 L 2,0 mol/L HCl, rekening houdend met het feit dat in zuur milieu het SO₄²⁻-ion een proton kan opnemen.

$$K_s(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

$$K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-2}$$

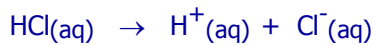
Oplossing

BaSO₄ is weinig oplosbaar in water, maar elk deeltje dat oplost dissocieert:

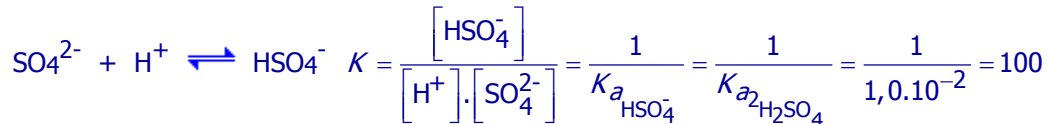


Voor elk deeltje dat oplost ontstaat er dus in de oplossing 1 Ba²⁺-ion en 1 SO₄²⁻-ion.

HCl is een sterk zuur dat in waterige oplossing volledig ioniseert:



Het SO₄²⁻-ion dat bij het oplossen van BaSO₄ vrijkomt kan met het H⁺-ion reageren:



De oplosbaarheid van BaSO₄ is gelijk aan [Ba²⁺]_{vo} (elk opgelost BaSO₄-deeltje heeft een Ba²⁺-ion afgesplitst).

$$S_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}]_{\text{vo}}$$

Bij oplossen van BaSO₄ **in water** kunnen we ook stellen dat $S_{\text{BaSO}_4} = [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vo}}$, maar vermits in dit

geval **sommige** SO₄²⁻-ionen zullen reageren met H⁺-ionen en HSO₄⁻-ionen zullen vormen, is deze gelijkheid hier niet meer geldig.

We kunnen hier wel stellen dat $S_{\text{BaSO}_4} = [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vo}} + [\text{HSO}_4^-]_{\text{vo}}$.

Dus:

$$\begin{aligned}
 S_{\text{BaSO}_4} &= [\text{Ba}^{2+}]_{\text{vo}} \\
 &= [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vo}} + [\text{HSO}_4^-]_{\text{vo}} \\
 &= [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vo}} + \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vo}}}{K_{a_2\text{H}_2\text{SO}_4}} \\
 &= [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{vo}} \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a_2\text{H}_2\text{SO}_4}} \right) \\
 &= \frac{K_{S_{\text{BaSO}_4}}}{[\text{Ba}^{2+}]_{\text{vo}}} \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a_2\text{H}_2\text{SO}_4}} \right)
 \end{aligned}$$

Hieruit volgt dat

$$\begin{aligned}
 [\text{Ba}^{2+}]_{\text{vo}}^2 &= K_{S_{\text{BaSO}_4}} \cdot \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a_2\text{H}_2\text{SO}_4}} \right) \\
 &= 1,1 \cdot 10^{-10} \cdot \left(1 + \frac{2 * \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right)}{1,0 \cdot 10^{-2}} \right) \\
 &= 2,21 \cdot 10^{-8}
 \end{aligned}$$

en dus

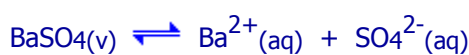
$$S_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}]_{\text{vo}} = \sqrt{2,21 \cdot 10^{-8}} = \mathbf{1,49 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}}}$$

*

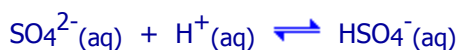
Strikt genomen is de concentratie van H^+ niet meer gelijk aan de oorspronkelijke concentratie (2 mol/L), want enkele H^+ -ionen hebben met sulfaationen gereageerd. Dit aantal is echter klein vermits het evenwicht niet volledig rechts ligt:



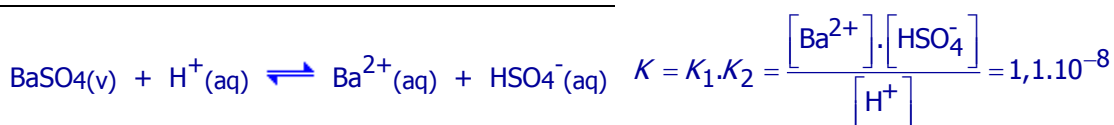
Wil je toch volledig exact tewerkgaan (wat echt niet nodig is), dan kan dat als volgt:



$$K_1 = K_{S_{\text{BaSO}_4}} = 1,1 \cdot 10^{-10}$$



$$K_2 = \frac{1}{K_{a_{\text{HSO}_4^-}}} = \frac{1}{K_{a_2\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{1}{1,0 \cdot 10^{-2}} = 100$$





| mol/L | BaSO ₄ (v) | H ⁺ (aq) | Ba ²⁺ (aq) | HSO ₄ ⁻ (aq) |
|-----------|-----------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Begin | | 2 | 0 | 0 |
| Δ | (- x) | - x | + x | + x |
| Evenwicht | | 2 - x | x | x |

$$K = K_1 \cdot K_2 = \frac{[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{HSO}_4^-]}{[\text{H}^+]} = 1,1 \cdot 10^{-8}$$

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

$$\Rightarrow x = 1,48 \cdot 10^{-4}$$

Deze x is de gevraagde oplosbaarheid. De afwijking t.o.v. de vorige waarde is te verwaarlozen. Deze uitgebreide werkwijze is dus niet nodig.