

2021 Madrid Q1

$$\begin{array}{l|l} [\text{Sr}^{2+}] = 10^{-3} \text{ M} & K_s(\text{SrSO}_4) = 10^{-7} \\ a) \quad [\text{Ca}^{2+}] = 2 \text{ M} & K_s(\text{CaSO}_4) = 10^{-5} \end{array}$$

Para que precipite el SrSO_4 se debe cumplir:

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{Sr}} = \frac{K_s}{[\text{Sr}^{2+}]_{\text{eq}}} = \frac{K_s}{\frac{[\text{Sr}^{2+}]_0 \cdot V_0}{V_T}} = \frac{10^{-7}}{10^{-3}} \cdot \frac{V_T}{V_0} = 10^{-4} \frac{V_T}{V_0}$$

Análogamente para el CaSO_4 :

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{Ca}} = \frac{K_s}{\frac{[\text{Ca}^{2+}]_0 \cdot V_0}{V_T}} = \frac{10^{-5}}{2} \cdot \frac{V_T}{V_0} = 5 \cdot 10^{-6} \frac{V_T}{V_0}$$

Puesto que $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{Ca}} < [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{Sr}}$, precipita primero el CaSO_4 al necesitar menor concentración de ion sulfato.

$$b) \quad K_s = [\text{Sr}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{eq}} = [\text{Sr}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot \frac{K_s(\text{CaSO}_4)}{[\text{Ca}^{2+}]_{\text{eq}}}$$

$$10^{-7} = \frac{10^{-3} \cdot V_0}{V_T} \cdot \frac{10^{-5}}{\frac{n(\text{Ca}^{2+})_{\text{eq}}}{V_T}}$$

$$n(\text{Ca}^{2+})_{\text{eq}} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-5}}{10^{-7}} \cdot V_0 = \underline{0,1 \cdot V_0 \text{ mol}}$$

$$n(\text{CaSO}_4 \downarrow) = n(\text{Ca}^{2+}) - n(\text{Ca}^{2+})_{\text{eq}} = 2 \cdot V_0 - 0,1 \cdot V_0 = 1,9 V_0$$

$$n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}} = n(\text{CaSO}_4 \downarrow) + [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{eq}} \cdot V_{\text{f}} = 1,9 V_0 + \frac{K_{\text{s}}(\text{CaSO}_4)}{n(\text{Ca}^{2+})_{\text{eq}}} \cdot \frac{V_{\text{f}}}{V_{\text{f}}}$$

$$n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}} = 1,9 V_0 + \frac{10^{-5}}{0,1} \cdot \frac{V_{\text{f}}^2}{V_0} = 1,9 V_0 + 10^{-4} \frac{V_{\text{f}}^2}{V_0}$$

Suponemos que $1,9 V_0 \gg 10^{-4} \frac{V_{\text{f}}^2}{V_0}$

$$n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}} = 1,9 V_0$$

$$V(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}}}{M(\text{Na}_2\text{SO}_4)} = \frac{1,9 V_0}{0,1} = 19 V_0$$

$$V_{\text{f}} = V(\text{Na}_2\text{SO}_4) + V_0 = 19 V_0 + V_0 = 20 V_0$$

Puesto que no se cumple que $19 V_0 \gg 10^{-4} \frac{V_{\text{f}}^2}{V_0}$

$$1,9 V_0 \gg 10^{-4} 20^2 V_0 \rightarrow 1,9 \gg 0,04$$

es necesario hacer un tanteo.

$$n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}} = 1,9 V_0 + 10^{-4} \cdot \frac{(20 V_0)^2}{V_0} = 1,94 V_0$$

$$V(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{1,94 V_0}{0,1} = 19,4 V_0 \rightarrow V_{\text{f}} = 19,4 V_0 + V_0 = 20,4 V_0$$

Tanteamos de nuevo $n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}} = 1,9 V_0 + 10^{-4} \frac{(20,4 V_0)^2}{V_0}$

$$n(\text{SO}_4^{2-})_{\text{T}} = \underline{\underline{1,94 V_0}} \quad \text{Valor correcto}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{eq}} = \frac{n(\text{Ca}^{2+})_{\text{eq}}}{V_{\text{f}}} = \frac{0,1 \cdot V_0}{20,4 V_0} = \boxed{4,90 \cdot 10^{-3} \text{ M}}$$