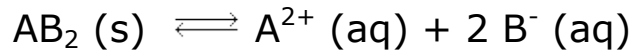


Problemes resolts del tema EQUILIBRI DE SOLUBILITAT (Q2_B2_3)

1. Ordena per ordre creixent de solubilitat les sals següents, tenint en compte el corresponent producte de solubilitat: fluorur de bari, fluorur de calci, fluorur de plom(II). Dades: K_s (BaF₂) = $1,7 \cdot 10^{-6}$; K_s (CaF₂) = $4,0 \cdot 10^{-11}$; K_s (PbF₂) = $4,1 \cdot 10^{-8}$

Resolució:

Es tracta de tres compostos amb igual fórmula general AB₂. Per tant, segons l'equilibri de solubilitat:



La relació entre K_s i la solubilitat (S) serà:

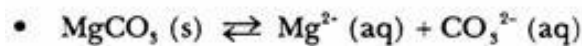
$$K_s = S \cdot (2S)^2 = 4 S^3$$

Per tant, com més gran sigui K_s , major serà la solubilitat:

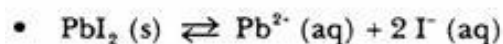


2. Escriu per als compostos següents l'expressió del seu producte de solubilitat: carbonat de magnesi, iodur de plom(II), carbonat d'argent, hidròxid d'alumini, fosfat de calci, clorur de mercuri(I)

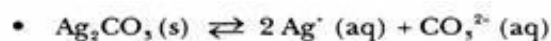
Resolució:



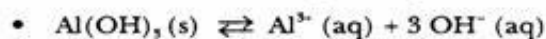
$$K_s = [Mg^{2+}][CO_3^{2-}] = 4,0 \cdot 10^{-5}$$



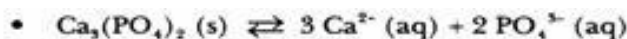
$$K_s = [Pb^{2+}][I^-]^2 = 1,4 \cdot 10^{-8}$$



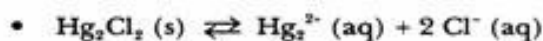
$$K_s = [Ag^+]^2 [CO_3^{2-}] = 8,1 \cdot 10^{-12}$$



$$K_s = [Al^{3+}][OH^-]^3 = 1,8 \cdot 10^{-33}$$



$$K_s = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2 = 1,2 \cdot 10^{-26}$$



$$K_s = [Hg_2^{2+}][Cl^-]^2 = 3,5 \cdot 10^{-18}$$

3. La solubilitat del dicromat d'amoni, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, a 15°C és de 30,8 g en 100 mL d'aigua. Indica si en afegir 250 g de la sal a un litre d'aigua a aquesta temperatura es dissoldrà totalment. Qualifica aquesta solució com a saturada, insaturada o sobresaturada (precipitarà com a sòlid part del compost).

Resolució:

$$S [(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7] = \frac{30,8 \text{ g}}{100 \text{ mL H}_2\text{O}}$$

Calculem la massa de $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ que es pot dissoldre en un litre d'aigua:

$$m_{(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{30,8 \text{ g}_{(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7}}{100 \text{ mL H}_2\text{O}} = 308,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Com que la quantitat que hi hem afegit (250 g) és menor que la solubilitat (308,0 g), a aquesta temperatura sí que es dissoldrà totalment i obtindrem una solució insaturada.

4. El producte iònic, Q , d'una solució aquosa de clorur de plom(II) és $3,9 \cdot 10^{-3}$. Raona si la solució està insaturada, saturada o sobresaturada (precipitarà com a sòlid part del compost). Dades ($K_s(\text{PbCl}_2) = 2,4 \cdot 10^{-4}$)

Resolució:

Com que $Q > K_s$, això implica que la concentració de ions és més gran que la màxima possible. Per tant, la solució està sobresaturada i precipitarà l'excés de PbCl_2 fins que $Q = K_s$

5. La solubilitat molar del sulfat d'argent, Ag_2SO_4 , és $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. Troba el valor del producte de solubilitat d'aquesta sal i la concentració molar dels ions Ag^+ i SO_4^{2-}

$$\text{Sol.: } 1,35 \cdot 10^{-5}; 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ i } 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Resolució:

Equilibri de solubilitat:



El producte de solubilitat serà:

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 [\text{SO}_4^{2-}] = (2S)^2 \cdot S = 4 S^3$$

Substituïm en aquesta expressió la dada de la solubilitat i es determina el valor de K_s :

$$K_s = 4 S^3 = 4 \cdot (1,5 \cdot 10^{-2})^3 = 1,35 \cdot 10^{-5}$$

Troblem la concentració molar de cada ió:

$$[\text{Ag}^+] = 2 S = 2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

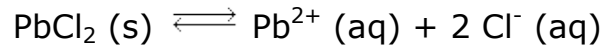
$$[\text{SO}_4^{2-}] = S = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

6. Una solució saturada de clorur de plom(II) conté a 25 °C una concentració d'ions Pb^{2+} de $1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- a) Calcula la concentració d'ions clorur d'aquesta solució.
- b) Calcula el valor de la constant del producte de solubilitat del PbCl_2 a aquesta temperatura.

Sol.: $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$; $1,64 \cdot 10^{-5}$

Resolució:

a) L'equilibri de solubilitat és:



Com que coneixem la concentració de Pb^{2+} , podem determinar la solubilitat S del PbCl_2 , i, a partir d'ella, la concentració de Cl^- , ja que, segons l'estequiometria de la reacció:

$$[\text{Pb}^{2+}] = S = 1,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$[\text{Cl}^-] = 2S = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 3,20 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

b) Amb les dades anteriors, calculem el producte de solubilitat substituint els valors de les concentracions:

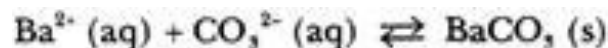
$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$$

$$K_s = 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot (3,20 \cdot 10^{-2})^2 = 1,64 \cdot 10^{-5}$$

7. Es mesclen 20 mL de solució de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 0,10 M amb 50 mL de solució Na_2CO_3 0,10 M. Determina si es produirà una precipitació de carbonat de bari. Dades: $K_s (\text{BaCO}_3) = 2,6 \cdot 10^{-9}$

Resolució:

L'equació iònica neta:



Calculem el nombre de mols de Ba^{2+} i la seva concentració, un cop mesclades les solucions i considerant volums additius:

$$n_{\text{Ba}^{2+}} = 20,0 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,10 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{Ba}^{2+}]_0 = \frac{2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{70,0 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 2,86 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Calculem el nombre de mols de CO_3^{2-} i la seva concentració, un cop mesclades les solucions i considerant volums additius:

$$n_{\text{CO}_3^{2-}} = 500 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{0,10 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}]_0 = \frac{5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{700 \text{ mL}} \cdot \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 7,14 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Calculem el producte iònic i el comparem amb el producte de solubilitat:

$$\begin{aligned} Q &= [\text{Ba}^{2+}]_0 [\text{CO}_3^{2-}]_0 = (2,86 \cdot 10^{-2}) \cdot (7,14 \cdot 10^{-2}) = \\ &= 2,04 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

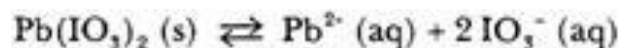
Com que $Q > K_s$, la solució està sobresaturada i precipitarà BaCO_3 , fins que $Q = K_s$.

- 8.** Calcula la solubilitat del $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ en una solució que conté 0,020 mols de KIO_3 per litre de solució.
Dades: $K_s [\text{Pb}(\text{IO}_3)_2] = 3,2 \cdot 10^{-13}$

Sol.: $8,0 \cdot 10^{-10} \text{ M}$.

Resolució:

L'equilibri de solubilitat i expressió de K_s és:



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{IO}_3^-]^2$$

La solubilitat disminuirà (respecte l'aigua pura) perquè ara hi ha ions iodat provinent del iodat de potassi. Aquest és l'anomenat efecte de l'ió comú.



$$[\text{K}^+]_{\text{KIO}_3} = 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad [\text{IO}_3^-]_{\text{KIO}_3} = 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

D'acord amb l'estequiometria de la reacció:

$$[\text{Pb}^{2+}]_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = S \quad [\text{IO}_3^-]_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = 2S$$

En l'equilibri:

$$[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Pb}^{2+}]_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = S$$

$$[\text{IO}_3^-] = [\text{IO}_3^-]_{\text{KIO}_3} + [\text{IO}_3^-]_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = 0,020 + 2S = 0,020$$

(S se suposa negligible enfront de 0,020 mol·L⁻¹.)

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}][\text{IO}_3^-]^2 = S \cdot (0,020)^2 \Rightarrow S = \frac{K_s}{(0,020)^2}$$

$$S = \frac{3,2 \cdot 10^{-13}}{(0,020)^2} = 8,0 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Comprovem la validesa de l'aproximació:

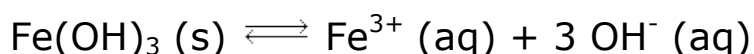
$$\frac{8,0 \cdot 10^{-10}}{0,020} \cdot 100 = 0,000004\% < 5\%$$

La suposició que S és negligible enfront de 0,02 és vàlida (l'error comès és molt petit, molt menor del 5% que seria el màxim admès). Per tant, la solubilitat molar del Pb(IO₃)₂ és **8,0·10⁻¹⁰ M**.

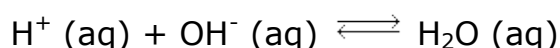
9. Donat l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid de ferro(III), raona com hi influirà l'addició d'àcid clorhídric.

Resolució:

L'equilibri de solubilitat és:



En afegir-hi àcid clorhídric, els ions H⁺ provinents de l'àcid es combinen amb els ions OH⁻ de la solució i es forma aigua (reacció de neutralització):



En disminuir la concentració de OH⁻, l'equilibri de solubilitat de l'hidròxid de ferro (III) es desplaça **cap a la dreta** per a contrarestar aquesta variació, i l'hidròxid es dissol. L'equació global seria:

