

## QUÍMICA

### TEMA 8: EQUILIBRIOS DE PRECIPITACIÓN

- Junio, Ejercicio C2
- Reserva 1, Ejercicio C4
- Reserva 2, Ejercicio B2
- Reserva 2, Ejercicio C2
- Reserva 3, Ejercicio B5
- Reserva 3, Ejercicio C2
- Reserva 4, Ejercicio C2
- Julio, Ejercicio C2

emestrada

A 25°C, la constante del producto de solubilidad del  $\text{PbSO}_4$  es  $K_s = 1'6 \cdot 10^{-8}$ . Basándose en las reacciones químicas correspondientes, calcule:

a) La solubilidad del  $\text{PbSO}_4$  en agua a 25°C, expresada en  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

b) La masa de  $\text{PbSO}_4$  que se podrá disolver como máximo en 2 L de una disolución acuosa de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  0'01 M a 25°C.

Datos: Masas atómicas relativas:  $\text{Pb} = 207'2$  ;  $\text{S} = 32$  ;  $\text{O} = 16$   $\text{PbSO}_4$

QUÍMICA. 2023. JUNIO. EJERCICIO C2

### R E S O L U C I Ó N

a) El equilibrio de ionización del compuesto es:  $\text{PbSO}_4 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = s \cdot s = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1'6 \cdot 10^{-8}} = 1'26 \cdot 10^{-4} \text{ M} = \\ = 1'26 \cdot 10^{-4} \cdot 303'2 = 0'038 \text{ g/L} = 38'2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

b)

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow 1'6 \cdot 10^{-8} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [0'01] \Rightarrow \\ \Rightarrow s = [\text{Pb}^{2+}] = 1'6 \cdot 10^{-6} \text{ M} = 1'6 \cdot 10^{-6} \cdot 303'2 = 4'85 \cdot 10^{-4} \text{ g/L}$$

Luego, la masa que se puede disolver como máximo en 2 litros es:

$$4'85 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 9'7 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

El producto de solubilidad del  $\text{CaF}_2$  es  $3'5 \cdot 10^{-11}$ . Basándose en la reacción química correspondiente, calcule:

a) Los moles de ión  $\text{F}^-$  que hay en 50 mL de una disolución acuosa saturada de  $\text{CaF}_2$ .

b) La masa de  $\text{NaF}$  que hay que disolver en medio litro de una disolución acuosa que contiene 1 g de  $\text{Ca}^{2+}$  para que empiece a precipitar  $\text{CaF}_2$ .

Datos: masas atómicas relativas  $\text{F} = 19$  ;  $\text{Na} = 23$  ;  $\text{Ca} = 40$ .

QUÍMICA. 2023. RESERVA 1. EJERCICIO C4

### R E S O L U C I Ó N

a) El equilibrio de ionización del compuesto es:  $\text{CaF}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^-$

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 3'5 \cdot 10^{-11} \Rightarrow s = 2'06 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{F}^-] = 2s = 2 \cdot 2'06 \cdot 10^{-4} = 4'12 \cdot 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow \text{moles } \text{F}^- = 4'12 \cdot 10^{-4} \cdot 0'05 = 2'06 \cdot 10^{-5}$$

b)

$$3'5 \cdot 10^{-11} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 = \frac{1}{0'5} \cdot [\text{F}^-]^2 \Rightarrow [\text{F}^-] = 2'64 \cdot 10^{-5}$$

$$2'64 \cdot 10^{-5} = \frac{\text{gr}}{42} \Rightarrow 1'1 \cdot 10^{-3} \text{ g NaF.}$$

Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) En una disolución saturada de  $\text{CaCO}_3$  el valor de  $K_s$  coincide con el valor de  $[\text{Ca}^{2+}]^2$ .
- b) La solubilidad del  $\text{AgCl}$  en agua se puede aumentar añadiendo  $\text{NaCl}$  a la disolución.
- c) Al añadir  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a una disolución acuosa saturada de  $\text{BaSO}_4$  se forma un precipitado.

**QUÍMICA. 2023. RESERVA 2. EJERCICIO B2**

### R E S O L U C I Ó N

a) Verdadera. El equilibrio de ionización del compuesto es:  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = s \cdot s = s^2 = [\text{Ca}^{2+}]^2$$

b) Falsa. El equilibrio de solubilidad es:  $\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$

Al añadir  $\text{NaCl}$ , estamos añadiendo el ión  $\text{Cl}^-$ , entonces el equilibrio, según el principio de Le Chatelier, se desplaza a la izquierda para compensar el aumento de la concentración del ión añadido, con lo cual disminuye la solubilidad.

c) Verdadera. El equilibrio de ionización es:  $\text{BaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

Al añadir  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , estamos añadiendo el ión  $\text{SO}_4^{2-}$ , entonces el equilibrio, según el principio de Le Chatelier, se desplaza a la izquierda para compensar el aumento de la concentración del ión añadido, con lo cual se forma precipitado de  $\text{BaSO}_4$ .

El pH de una disolución acuosa saturada de  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  es 9'9 a  $25^\circ\text{C}$ . Basándose en la reacción química correspondiente, calcule:

a) La solubilidad molar en agua y el producto de solubilidad del  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  a  $25^\circ\text{C}$ .

b) La solubilidad del  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  en una disolución de  $\text{NaOH}$  0'1 M.

**QUÍMICA. 2023. RESERVA 2. EJERCICIO C2**

### R E S O L U C I Ó N

a) El equilibrio de solubilidad es:  $\text{Pb}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^-$ .

$$\text{pH} = 9'9 \Rightarrow \text{pOH} = 4'1 = -\log[\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-4'1} = 7'94 \cdot 10^{-5}$$

Calculamos la solubilidad y el producto de solubilidad

$$[\text{OH}^-] = 7'94 \cdot 10^{-5} = 2s \Rightarrow s = 3'97 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 4 \cdot (3'97 \cdot 10^{-5})^3 = 2'5 \cdot 10^{-13}$$

b)

$$K_{\text{sp}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 \Rightarrow 2'5 \cdot 10^{-13} = s \cdot (0'1)^2 \Rightarrow s = 2'5 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) Al añadir  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a una disolución acuosa saturada de  $\text{CaCO}_3$ , la concentración de iones  $\text{Ca}^{2+}$  disminuye.
- b) En una disolución acuosa saturada de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  se cumple que la concentración de iones  $\text{Al}^{3+}$  es el triple que la concentración de iones  $\text{OH}^-$ .
- c) La solubilidad del  $\text{CaSO}_4$  es mayor en agua pura que en una disolución de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

**QUÍMICA. 2023. RESERVA 3. EJERCICIO B5**

## R E S O L U C I Ó N

a) Verdadera. El equilibrio de ionización del compuesto es:  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

Al añadir  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , estamos añadiendo el ión  $\text{CO}_3^{2-}$ , entonces el equilibrio, según el principio de Le Chatelier, se desplaza a la izquierda para compensar el aumento de la concentración del ión añadido, con lo cual la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  disminuye.

b) Falsa. El equilibrio de solubilidad es:  $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$

$$K_s = [\text{Al}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = s \cdot (3s)^3 = 27s^4$$

La concentración de  $[\text{OH}^-]$  es el triple de la concentración de  $[\text{Al}^{3+}]$ .

c) Verdadera. El equilibrio de ionización es:  $\text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

Al añadir  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , estamos añadiendo el ión  $\text{Ca}^{2+}$ , entonces el equilibrio, según el principio de Le Chatelier, se desplaza a la izquierda para compensar el aumento de la concentración del ión añadido, con lo cual se forma precipitado de  $\text{CaSO}_4$  y disminuye la solubilidad.

A una temperatura determinada, el producto de solubilidad del  $\text{PbCl}_2$  es  $1'6 \cdot 10^{-5}$ . Basándose en las reacciones químicas correspondientes:

a) Calcule la masa disuelta en 200 mL de disolución acuosa saturada de  $\text{PbCl}_2$ .

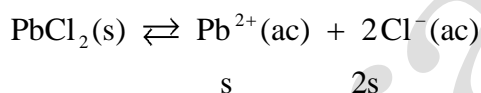
b) Una disolución tiene una concentración 0'05 M de iones  $\text{Pb}^{2+}$ . Calcule cuál debe ser la concentración molar de iones  $\text{Cl}^-$  para que empiece a precipitar  $\text{PbF}_2$ .

Masas atómicas:  $\text{Cl} = 35'5$  ;  $\text{Pb} = 207'2$

QUÍMICA. 2023. RESERVA 3. EJERCICIO C2

### R E S O L U C I Ó N

a) La solubilidad de un compuesto viene determinada por la concentración de soluto en una disolución saturada.



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1'6 \cdot 10^{-5}}{4}} \approx 0'016 \text{ M}$$

$$0'016 \frac{\text{moles}}{\text{L}} \cdot \frac{278'2 \text{ g PbCl}_2}{1 \text{ mol PbCl}_2} = 4'45 \text{ g/L} \cdot 0'2 \text{ L} = 0'89 \text{ g}$$

b)

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2 \Rightarrow 1'6 \cdot 10^{-5} = 0'05 \cdot [\text{Cl}^-]^2 \Rightarrow [\text{Cl}^-] = \sqrt{\frac{1'6 \cdot 10^{-5}}{0'05}} \approx 0'018 \text{ M}$$

A una temperatura determinada, la solubilidad del  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  en agua es de  $1'3 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Basándose en las reacciones químicas correspondientes:

a) Calcule las concentraciones molares de los iones  $\text{OH}^-$  y  $\text{Cr}^{3+}$  en una disolución saturada y el producto de solubilidad.

b) Determine si se formaría precipitado en una disolución acuosa de  $\text{pH} = 8$  en la que la concentración del ion  $\text{Cr}^{3+}$  fuese  $5'77 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ .

Datos: masas atómicas relativas:  $\text{Cr} = 52$  ;  $\text{O} = 16$  ;  $\text{H} = 1$

**QUÍMICA. 2023. RESERVA 4. EJERCICIO C2**

### R E S O L U C I Ó N

a) El equilibrio de solubilidad es:  $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}(\text{ac}) + 3\text{OH}^-(\text{ac})$ . La expresión del producto de solubilidad es:

$$K_s = [\text{Cr}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = s \cdot (3s)^3 = 27s^4 = 27 \cdot \left( \frac{1'3 \cdot 10^{-6}}{103} \right)^4 = 6'85 \cdot 10^{-31}$$

$$[\text{Cr}^{3+}] = s = \left( \frac{1'3 \cdot 10^{-6}}{103} \right) = 1'26 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 3s = 3 \cdot \left( \frac{1'3 \cdot 10^{-6}}{103} \right) = 3'78 \cdot 10^{-8}$$

b)  $[\text{Cr}^{3+}] = 5'77 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

$$\text{pH} = 8 \Rightarrow \text{pOH} = 6 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{Cr}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = 5'77 \cdot 10^{-5} \cdot (10^{-6})^3 = 5'77 \cdot 10^{-23} > K_s \Rightarrow \text{Si precipita}$$



Basándose en las reacciones químicas correspondientes, calcule:

a) El producto de solubilidad del  $\text{CaCO}_3$ , sabiendo que 100 mL de disolución saturada en agua de dicha sal contiene  $6'93 \cdot 10^{-6}$  mol de  $\text{Ca}^{2+}$ .

b) La masa que quedará en el fondo de un recipiente que contiene 250 mL de disolución acuosa saturada de  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  al evaporar el agua de la disolución.

Datos.  $K_s(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 7'7 \cdot 10^{-5}$ ; Masas atómicas relativas  $\text{Ag} = 107'9$ ;  $\text{S} = 32$ ;  $\text{O} = 16$

QUÍMICA. 2023. JULIO. EJERCICIO C2

### R E S O L U C I Ó N

a) El equilibrio de ionización del compuesto es:  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = s \cdot s = s^2 = \left( \frac{6'93 \cdot 10^{-6}}{0'1} \right)^2 = 4'8 \cdot 10^{-9}$$

b) El equilibrio de ionización del compuesto es:  $\text{Ag}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = (2s)^2 \cdot s = 4s^3 = 7'7 \cdot 10^{-5} \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{7'7 \cdot 10^{-5}}{4}} = 0'0268 \frac{\text{moles}}{\text{litro}} \cdot \frac{311'8 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 8'36 \text{ g/L}$$

Luego:

$$0'25 \text{ L disolución} \cdot \frac{8'36 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L disolución}} = 2'09 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4$$