

2021 JULIO COINCIDENTE A.4

Teniendo en cuenta que el producto de solubilidad del carbonato de bario es $5,0 \times 10^{-9}$ y la solubilidad del sulfato de bario es de $2,45 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, conteste a las siguientes cuestiones:

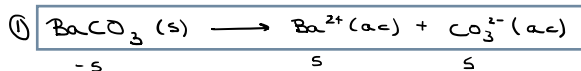
a) Formule los equilibrios de disociación, especificando el estado de cada especie, y exprese el producto de solubilidad de cada sal en función de su solubilidad.

b) Calcule cuál de los dos compuestos tiene menor solubilidad molar en agua.

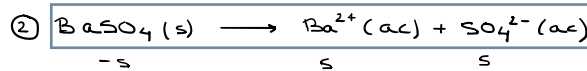
c) Razone el efecto que produce la adición de nitrato de bario sobre cada una de las disoluciones saturadas de estas sales.

Datos. Masas atómicas: O = 16,0; S = 32,1; Ba = 137,3

a) $K_s(\text{BaCO}_3) = 5 \cdot 10^{-9}$; $K_s(\text{BaSO}_4) = 2'45 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$.



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

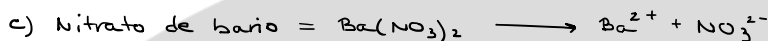


$K_s = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow K_s = s \cdot s \Rightarrow K_s = s^2$

b) ① $K_s = s^2 \Rightarrow s^2 = 5 \cdot 10^{-9} \Rightarrow s = \sqrt{5 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow s = 7'07 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ solubilidad del carbonato de bario.

② $K_s(\text{BaSO}_4) = \frac{2'45 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{233'3 \text{ g}} = 1'05 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \Rightarrow 1'05 \cdot 10^{-5} = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{1'05 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow s = 3'24 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

$M(\text{BaSO}_4) = 1 \cdot 137'3 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 233'3 \text{ g/L}$



Al añadir nitrato de bario a las disoluciones se está aumentando la concentración del Ba^{2+} . Para contrarrestar este aumento, según el principio de Le Chatelier, el equilibrio se desplaza hacia el reactivo, precipitando, así, la sal. Por tanto, precipitan tanto BaCO_3 como BaSO_4 . A esto se le llama efecto del ion común. Disminuye la solubilidad.

2021 JUNIO A.3

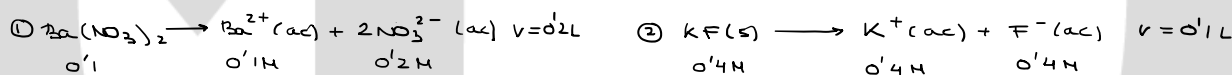
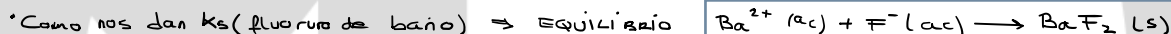
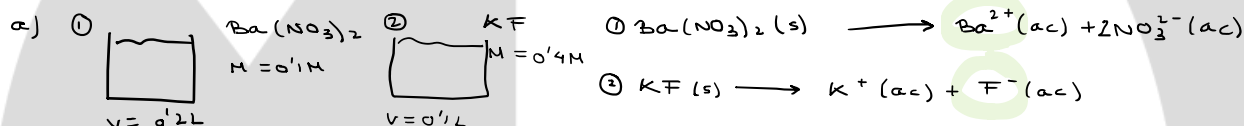
Se mezclan 0,200 L de disolución de nitrato de bario 0,100 M con 0,100 L de disolución de fluoruro de potasio 0,400 M. Considere los volúmenes aditivos.

a) Escriba el equilibrio de solubilidad que tiene lugar, detallando el estado de todas las especies.

b) Justifique numéricamente la precipitación del fluoruro de bario.

c) Explique si aumenta, disminuye o no varía la solubilidad del fluoruro de bario cuando se le añade una disolución de ácido fluorhídrico.

Dato. $K_s(\text{fluoruro de bario}) = 1,0 \times 10^{-6}$.



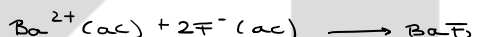
• Calculamos moles de Ba^{2+} : $n = \frac{M}{V}$

$\Rightarrow 0'1 = \frac{n}{0'2} \Rightarrow n_{\text{Ba}^{2+}} = 0'1 \cdot 0'2 = 0'02 \text{ moles}$

• Calculamos moles de F^- : $n = \frac{M}{V}$

$\Rightarrow 0'4 = \frac{n}{0'1} \Rightarrow n_{\text{F}^-} = 0'4 \cdot 0'1 = 0'04 \text{ moles}$

• Como queremos formar BaF_2 , necesitamos juntar Ba^{2+} con F^- :



$[]$ $6'67 \cdot 10^{-2}$ $0'133$

$K_s' = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^-] = 6'67 \cdot 10^{-2} \cdot 0'133 = 8'87 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

↓
La comparamos con $K_s(\text{BaF}_2) = 1 \cdot 10^{-6} \Rightarrow K_s' > K_s$

• La reacción no está en equilibrio. La K_s' debe disminuir para llegar al valor de K_s . Para que disminuya, deben disminuir la concentración de los iones, así que la sal (BaF_2) precipitará.

• Sacamos las nuevas concentración porque el volumen varía: $V_T = V_1 + V_2 = 0'2 + 0'1 = 0'3 \text{ L}$

$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{0'02}{0'3} = 6'67 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

$[\text{F}^-] = \frac{0'04}{0'3} = 0'133 \text{ mol/L}$

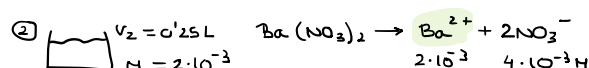
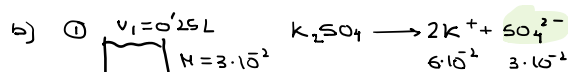
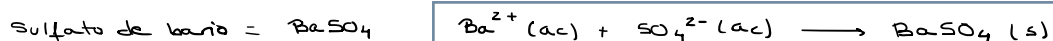
c) Si añadimos HF formará H^+ y F^- . Así que estaríamos aumentando la concentración del ion F^- . Según el principio de Le Chatelier, para contrarrestar ese aumento, el equilibrio se desplazará a la formación de la sal (BaF_2), precipitando la sal. A esto se le llama efecto del ion común.

2020 SEPTIEMBRE A.3

Se mezclan 0,250 L de disolución de sulfato de potasio $3,00 \times 10^{-2}$ M con 0,250 L de disolución de nitrato de bario $2,00 \times 10^{-3}$ M. Considere los volúmenes aditivos.

- a) Escriba el equilibrio de solubilidad que tiene lugar.
b) Justifique numéricamente si se forma algún precipitado.
c) Explique cómo varía la solubilidad del sulfato de bario cuando se le añade una disolución de sulfato de amonio.
Dato: K_s (sulfato de bario) = $1,1 \times 10^{-10}$.

a) Como dan K_s (sulfato de bario), ese es el equilibrio que escribiremos:



• Sacamos moles del SO_4^{2-} : $N = \frac{n}{V}$

$$3 \cdot 10^{-2} = \frac{n}{0,25} \Rightarrow n = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

• Sacamos moles del Ba^{2+} : $N = \frac{n}{V}$

$$2 \cdot 10^{-2} = \frac{n}{0,5} \Rightarrow n = 5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

- Al unir las dos disoluciones $V_T = V_1 + V_2 = 0.5 \text{ L}$. Ahora sacamos las nuevas concentraciones del SO_4^{2-} y Ba^{2+}

$$[SO_4^{2-}] = \frac{7,5 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ M} \quad [Ba^{2+}] = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

• $K_5' = [Ba^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 1 \cdot 10^{-2} \cdot 1'5 \cdot 10^{-2} = 1'5 \cdot 10^{-4} M$, Lo comparamos con $K_5 = 1'1 \cdot 10^{-10}$

Como $K_{s'} > K_s$, la reacción no está en equilibrio. $K_{s'}$ debe disminuir, por lo que la reacción irá hacia el lado en el que disminuya la concentración de iones, haciendo que precipite la sal.

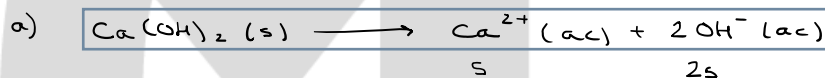
c) Si añadimos $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ forma NH_4^+ y SO_4^{2-} . Así que estaríamos aumentando la concentración del ion SO_4^{2-} . según el principio de Le Chatelier, para contrarrestar ese aumento, el equilibrio se desplazará a la formación de la sal (BaSO_4), precipitando la sal. A esto se le llama efecto del ion común.

2020 JULIO B.3

Una disolución saturada de hidróxido de calcio presenta una solubilidad de $0,96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

- a) Formule el equilibrio de solubilidad, indicando el estado de cada especie.
b) Calcule el producto de solubilidad del hidróxido de calcio.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Ca = 40,1.



$$b) M_m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1 \cdot 40'1 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1 = 74'1 \text{ g/mol}$$

$$s(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{0,96 \text{ g}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{74,1 \text{ g}} = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$K_s(\text{Ca}(\text{OH})_2) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 \Rightarrow K_s = s \cdot (2s)^2 \Rightarrow K_s = 4 \cdot s^3 \Rightarrow K_s = 4 \cdot (1'3 \cdot 10^{-3})^3$$

$$\Rightarrow K_s = 8'788 \cdot 10^{-6}$$

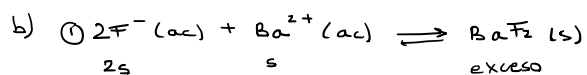
2020 MODELO B.5

Una disolución contiene iones fluoruro y sulfato en concentración de $10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ de cada ion. A dicha disolución se añade progresivamente otra que contiene iones bario.

- Escriba los equilibrios de solubilidad de cada sal.
- Calcule la solubilidad de cada una de ellas en g L^{-1} .
- Calcule la concentración de iones bario que debe haber en la disolución para que empiece a precipitar cada sal.
- Indique, razonadamente, cuál será el orden de precipitación.

Datos. K_s (fluoruro de bario) = 2×10^{-6} ; K_s (sulfato de bario) = 10^{-10} . Masas atómicas: O = 16,0; F = 19,0; S = 32,0; Ba = 137,3.





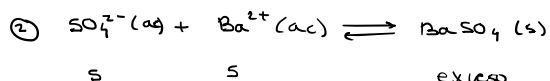
$$K_s(BaF_2) = 2 \cdot 10^{-6} \Rightarrow K_s = [F^{-}]^2 \cdot [Ba^{2+}]$$

$$\Rightarrow K_s = (2s)^2 \cdot s \Rightarrow K_s = 4s^3 \Rightarrow 2 \cdot 10^{-6} = 4s^3$$

$$\Rightarrow s^3 = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{4} \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-6}}{4}} = 7.94 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

• $M_m(BaF_2) = 1 \cdot 137.3 + 2 \cdot 19 = 175 \text{ g/mol}$

• $s = \frac{7.94 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{L} \cdot \frac{175}{1 \text{ mol}} = \boxed{1.39 \text{ g/L}}$

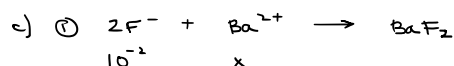


$$K_s(BaSO_4) = 10^{-10} \Rightarrow K_s = [SO_4^{2-}] \cdot [Ba^{2+}]$$

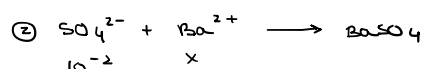
$$\Rightarrow K_s = s \cdot s \Rightarrow K_s = s^2 \Rightarrow s^2 = 10^{-10} \Rightarrow s = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

• $M_m(BaSO_4) = 1 \cdot 137.3 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 233.3 \text{ g/mol}$

• $s = \frac{10^{-5} \text{ mol}}{L} \cdot \frac{233.3 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = \boxed{2.33 \cdot 10^{-3} \text{ g/mol}}$



• $K_s = [F^{-}]^2 \cdot [Ba^{2+}] \Rightarrow 2 \cdot 10^{-6} = (10^{-2})^2 \cdot [Ba^{2+}]$
 $\Rightarrow [Ba^{2+}] = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{10^{-4}} \Rightarrow \boxed{[Ba^{2+}] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}}$



• $K_s = [SO_4^{2-}] \cdot [Ba^{2+}] \Rightarrow 10^{-10} = 10^{-2} \cdot [Ba^{2+}]$
 $\Rightarrow [Ba^{2+}] = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = \boxed{10^{-8} \text{ M}}$

d) Aquel que tenga un producto de solubilidad (K_s) menor, será el que comienza a precipitar antes. Como $K_s(BaSO_4) < K_s(BaF_2)$, precipita antes el $BaSO_4$. Como se puede observar en el apartado c), para el $BaSO_4$ se necesita menos cantidad de Ba^{2+} .