



Centro de estudios

Luis Vives

SOLUBILIDAD. PRODUCTO DE SOLUBILIDAD

La **solubilidad** de una sustancia en un disolvente es la cantidad máxima de soluto, capaz de disolverse en una cantidad definida de disolvente y formar un sistema estable llamado disolución saturada.

Depende de:

La **temperatura**. Normalmente es mayor a mayor temperatura debido a la mayor energía del cristal para romper uniones entre iones.

Energía reticular. Si la energía de solvatación es mayor que la reticular U se favorece la disolución. A mayor carácter covalente mayor U y por tanto menor solubilidad.

La **entropía**. Al diluirse una sal se produce un sistema más desordenado por lo que aunque energéticamente no esté favorecida la disolución ésta puede llegar a producirse.

Cuando la cantidad de soluto disuelto es inferior a su solubilidad, la disolución se llama **insaturada**.

Si la cantidad de soluto es superior, la disolución se llama **sobresaturada**.

Ej.: Se preparan dos disoluciones. La primera contiene 2'5 gr de cloruro de potasio en 200 cm³ de disolución y la segunda 5 gr también de cloruro de potasio en 500 cm³. ¿Cuál es más saturada?

Se calculan las concentraciones en masa de las disoluciones:

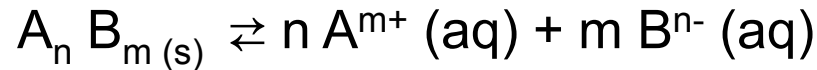
$$\text{Disolución A: } C = \frac{m_s}{V_{(L)}} = \frac{2'5 \text{ gr}}{0'2L} = 12'5 \text{ gr/L}$$

$$\text{Disolución B: } C = \frac{m_s}{V_{(L)}} = \frac{5 \text{ gr}}{0'5L} = 10 \text{ gr/L}$$

Luego la más concentrada es la primera disolución porque tiene más cantidad de soluto en un litro de disolución, por lo tanto está más saturada

Producto de solubilidad (KS o PS)

Disponemos de una sal:



Su producto de solubilidad corresponde a la expresión:

$$K_s = [A^{m+}]^n [B^{n-}]^m$$

De manera que:

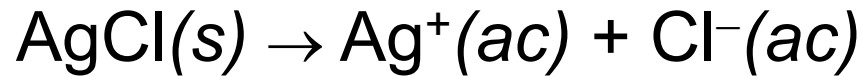
- Si la disolución **es insaturada**, el valor de $[A^{m+}]^n [B^{n-}]^m$, llamado también **producto iónico**, es inferior a la K_s , y por tanto, no existe equilibrio entre los iones en disolución y el sólido sin disolver. En este caso no se forma precipitado.

- Si $[A^{m+}]^n [B^{n-}]^m$ es mayor que K_s , el sistema no está en equilibrio y se produce la precipitación.

La disolución en este caso está **sobresaturada**.

- Si el producto iónico es igual a K_s , la disolución es **saturada**.

Deduce si se formará precipitado de cloruro de plata cuyo $K_S = 1,7 \times 10^{-10}$ a 25°C al añadir a 250 cm^3 de cloruro de sodio $0,02 \text{ M}$ 50 cm^3 de nitrato de plata $0,5 \text{ M}$.



$$K_S = [\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-] = s^2$$

$$n(\text{Cl}^-) = 0,25 \text{ L} \times 0,02 \text{ mol/L} = 0,005 \text{ mol}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{0,005 \text{ mol}}{0,25 \text{ L} + 0,05 \text{ L}} = 0,0167 \text{ M}$$

$$n(\text{Ag}^+) = 0,05 \text{ L} \times 0,5 \text{ mol/L} = 0,025 \text{ mol}$$

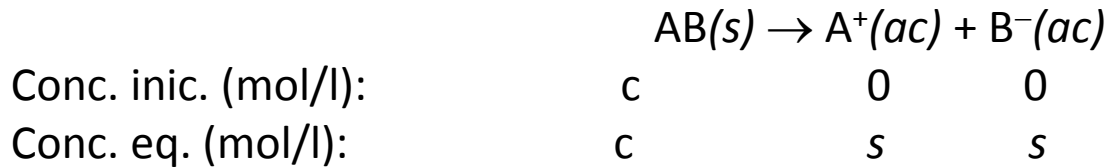
$$[\text{Ag}^+] = \frac{0,025 \text{ mol}}{0,25 \text{ L} + 0,05 \text{ L}} = 0,0833 \text{ M}$$

$$[\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-] = 0,0167 \text{ M} \times 0,0833 \text{ M} = 1,39 \times 10^{-3} \text{ M}^2$$

Como $[\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-] > K_S$ entonces **precipitará**.

Producto de solubilidad (KS o PS)

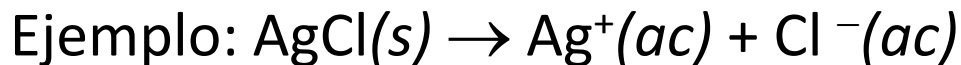
En un electrolito de tipo AB el equilibrio de solubilidad viene determinado por:



La concentración del sólido permanece constante.

Y la constante de equilibrio tiene la expresión:

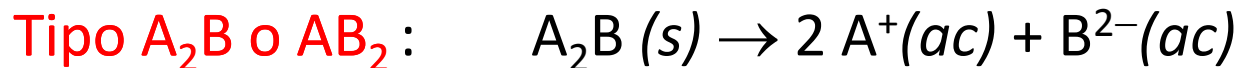
$$K_S = s \times s = s^2 \quad \Rightarrow \quad s = \sqrt{K_S}$$



$$K_S = [Ag^+] \times [Cl^-] = s^2$$

“s” es la solubilidad de la sal.

Producto de solubilidad en otro tipo de electrolito



Conc. inic. (mol/l): c 0 0

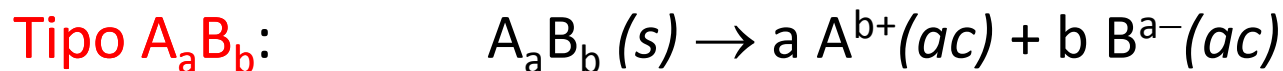
Conc. eq. (mol/l): c 2s s

Y la constante de equilibrio tiene la expresión:

$$K_S = (2s)^2 \times s = 4s^3$$

\Rightarrow

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_S}{4}}$$



Conc. inic. (mol/l): c 0 0

Conc. eq. (mol/l): c as bs

$$K_S = (as)^a \times (bs)^b = a^a b^b s^{a+b}$$

\Rightarrow

$$s = \sqrt[a+b]{\frac{K_S}{a^a b^b}}$$

EJERCICIO 6 DEL TEMA

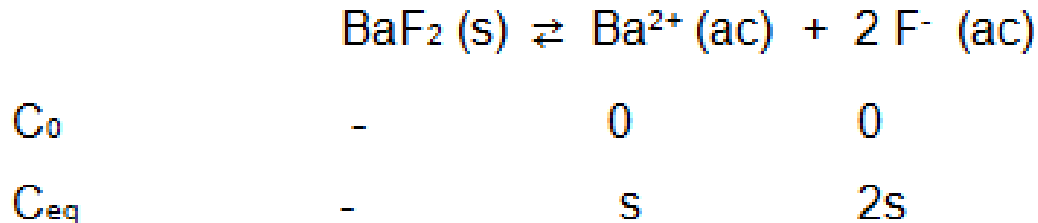
A 25°C, el producto de solubilidad de una disolución acuosa saturada de difluoruro de bario vale $2'4 \cdot 10^{-5}$.

Calcula:

a) La solubilidad de la sal, expresada en gr/L

b) La solubilidad de la sal en una disolución 0'1 M de dicloruro de bario a la misma temperatura expresada en gr/L.

a) Es un ejercicio de solubilidad, donde s es la solubilidad de agua pura de BaF_2 expresada en mol/l

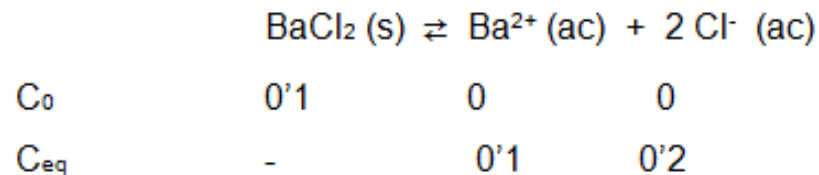


$$K_s = [\text{Ba}^{2+}] [\text{F}^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 \rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = 0'018 \text{ mol/l}$$

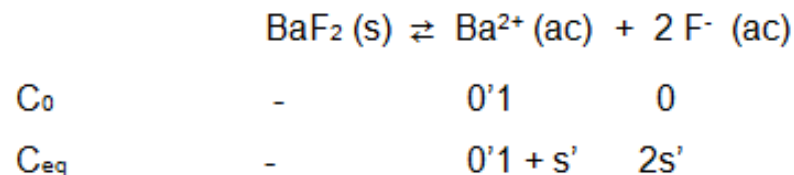
Para expresarlo en gr/l, lo único que tenemos que hacer es multiplicar por su masa molecular:

$$K_s = 0'018 \text{ mol/l} \cdot 175'3 \text{ gr/mol} = 3'16 \text{ g/l}$$

b) En este caso se comprueba el efecto del **ion común**, ya que utilizamos la disolución del cloruro de bario que contiene bario como en el caso anterior



Si llamamos **s'** a la solubilidad del BaF_2 en disolución 0'1 M de BaCl_2



$$K_s = [\text{Ba}^{2+}] [\text{F}^-]^2 = (0'1 + s')(2s')^2 = 2'4 \cdot 10^{-5} \text{ la cte es la misma ya que se mantiene la misma } T^a$$

Por otro lado, s' es muy pequeña respecto a $0'1$ (la constante de equilibrio es muy pequeña) y podemos despreciarla frente a $0'1 \rightarrow$

$$0'1 + s' = 0'1$$

Y por tanto:

$$0'1 \cdot (2s)^2 = 2'4 \cdot 10^{-5} \rightarrow 0'4 s'^2 = 2'4 \cdot 10^{-5} \rightarrow$$

$$s' = 7'75 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$\text{En gr/L} \rightarrow 7'75 \cdot 10^{-3} \text{ mol /L} \cdot 175 \text{ gr/mol} = 1'36 \text{ gr/L}$$

EL EFECTO DEL IÓN COMÚN PRODUCE UNA DISMINUCIÓN DE LA SOLUBILIDAD DE LA SAL

EJERCICIOS PARA HACER

1.-La solubilidad del hidróxido de cobre (II) en agua es $9,75 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

- Escriba el equilibrio de solubilidad del hidróxido de cobre (II) en agua.
- Calcule su solubilidad molar.
- Calcule el producto de solubilidad del hidróxido de cobre (II).
- Justifique cómo varía la solubilidad del hidróxido de cobre (II) si se añade una disolución de hidróxido de sodio.

Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Cu = 63,5.

2.-Se dispone de una disolución que contiene iones yoduro e iones sulfuro. A esa disolución se le añade gota a gota una disolución de nitrato de plomo (II).

- Escriba los equilibrios de solubilidad de las dos sales de plomo (II).
- Calcule las solubilidades molares de ambas sales.
- ¿Qué ocurrirá si a una disolución saturada de sulfuro de plomo (II) se le añade un exceso de disolución de nitrato de plomo (II)? Razone su respuesta.

Datos. $K_s(\text{yoduro de plomo(II)}) = 1,0 \times 10^{-8}$; $K_s(\text{sulfuro de plomo(II)}) = 4,0 \times 10^{-29}$