

EQUILIBRIOS HETEROXÉNEOS SÓLIDO-LÍQUIDO. SOLUBILIDADE E PRODUTO DE SOLUBILIDADE

EQUILIBRIOS DE PRECIPITACIÓN

Precipitado é a fase sólida dun composto iónico pouco soluble.

O sólido estará en equilibrio cunha disolución moi diluída dos seus ións.



A disolución resultante dicimos que está saturada e a concentración dese soluto denomínase **solubidade** desa substancia

EQUILIBRIOS DE PRECIPITACIÓN

O proceso de disolución prodúcese cando as forzas establecidas entre o disolvente e o soluto son maiores que as forzas que unen ao soluto entre si. Este tipo de interaccións depende dos enlaces que existen no soluto e no disolvente: non todas as substancias se disolven na mesma medida e o disolvente é un factor decisivo. Neste tema centrarémonos nas disolucións acuosas.

Unha disolución é **concentrada** cando hai unha gran cantidade de soluto presente, mentres que se a cantidade é escasa, a disolución é **diluída**. Dependendo da concentración dun soluto a disolución pode ser:

- **Saturada**: contén a máxima cantidade de soluto nunha certa cantidade de disolvente. A disolución non admite máis soluto, ao engadirle máis, este non se dissolve e queda en suspensión ou no fondo do recipiente.
- **Sobresaturada**: a disolución ten maior cantidade de soluto da que o disolvente é capaz de acoller no seu seno, estas son inestables e o exceso de soluto precipita con facilidade, quedando a disolución saturada.
- **Insaturada**: a disolución admite continuar dissolvendo soluto.

Defínese **solubilidade, s** , a cantidade máxima de soluto que se pode disolver a unha temperatura dada, nunha cantidade determinada de disolvente. Sóese expresar en mol/L (moles de soluto / litros de disolución), pero tamén se pode expresar en g/L.

GRADO DE SOLUBILIDADE

As substancias iónicas son solubles en auga, pero non todas teñen a mesma solubilidade. Dependendo da solubilidade, podemos clasificalas en:

- **Solubles** : a súa solubilidade en cantidade de substancia en auga a 25 °C é maior ou igual a 0,1 mol/L.
- **Lixeiramente solubles**: a súa solubilidade en cantidade de substancia en auga a 25 °C está entre 0,001 e 0,1 mol/L.
- **Pouco solubles**: a súa solubilidade en cantidade de substancia en auga a 25 °C é inferior a 0,001 mol/L.

Táboa 4.1 páxina 196

Táboa 5.1 páxina 209

EQUILIBRIO DE SOLUBILIDADE. PRODUCTO DE SOLUBILIDADE



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



$m \cdot s$

$n \cdot s$

$$K_s = (m \cdot s)^m \cdot (n \cdot s)^n$$

s: solubilidad

Ks: produto de solubilidad

A **solubilidad**, **s**, dun composto a unha determinada temperatura é a concentración de cantidade de substancia de dito composto na súa disolución saturada a esa temperatura. Pode expresarse en mol/L (mol de soluto en litro de disolución) ou en g/L.

Un equilibrio de solubilidad é un equilibrio heteroxéneo que se alcanza entre os estados sólido e líquido dun composto nun disolución saturada de dito composto.

A solubilidad dunha sal está relacionada co seu produto de solubilidad, desta forma, cando maior sexa o Ks máis desprazado estará o equilibrio cara á dereita, polo tanto, maior será a concentración dos ións en disolución e maior será a súa solubilidad.

Escribir a expresión para o produto de solubilidad das seguintes sales en función da concentración de cada un dos ións que a forman e en función da solubilidad: $Ba_3(PO_4)_2$; PbI_2 ; $Al(OH)_3$; Ag_2S .

Exercicios

1. Disólvense 0,172 g de ioduro de chumbo (II) en 250 mL de auga a 25 °C, resultando unha disolución saturada.
 - a) Calcular a constante do produto de solubilidade do ioduro de chumbo (II) a esta temperatura.
 - b) Indicar como variará a solubilidade do ioduro de chumbo (II) se se engade ioduro de sodio á disolución.(Sol a) $1,3 \cdot 10^{-8}$)
2. O produto de solubilidade do tetraoxosulfato (VI) de bario (sulfato de bario) é $1,4 \cdot 10^{-9}$. Calcula cantos gramos desta sal se disolverán: a) en 200 mL de auga pura; b) en 200 mL dunha disolución 0,1 M de tetraoxosulfato (VI) de sodio (sulfato de sodio).
(Sol a) $1,7 \cdot 10^{-3}$ g; $6,6 \cdot 10^{-7}$ g)
3. A 25 °C o produto de solubilidade dunha disolución acuosa saturada de difluoruro de bario vale $2,4 \cdot 10^{-5}$. Calcula a) A solubilidade do sal, expresada en g/L. b) A solubilidade do sal, nunha disolución 0,1 M de dicloruro de bario á mesma temperatura, expresada en g/L.
(Sol a) 3,15 g/L; b) 1,35 g/L)

CONDICIÓN DE PRECIPITACIÓN

Cando se mesturan dúas disolucións con ións que poidan dar lugar a un composto insoluble, este formarase ou non, dependendo das concentracións dos ións que forman a substancia insoluble. Cando aparece un sólido este fenómeno denomínase precipitación e a fase sólida que aparece no seo dun líquido denomínase precipitado.

Para saber si se formará un precipitado é preciso definir o produto iónico da mestura.

$$Q = [A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n$$

☯ Se $[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n < K_s$

Non se forma precipitado. A disolución é **insaturada**, sa hai sal non disolta disolverase. O equilibrio de disolución desprazarase cada a dereita.

☯ Se $[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n > K_s$

Fórmase precipitado. A disolución está **sobresaturada**, hai un exceso de soluto disolto que precipitará. O equilibrio de disolución desprázase cara a esquerda.

☯ Se $[A^{n+}]^m \cdot [B^{m-}]^n = K_s$

A disolución está **saturada** e en equilibrio. Non se disolverá nin precipitará soluto.

Exercicios

1. A solubilidade do cromato de prata [tetraoxocromato (VI) de prata] é 0,00435/100 mL. a) Calcular o produto de solubilidade desa sal. b) Deduce si se formará precipitado cando se mesturan 20 mL decromato de sodio [tetraoxocromato (VI) de sodio] 0,8 M con 300 mL de nitrato de prata [trioxonitrato (V) de prata] 0,5 M.
(Sol a) $8,99 \cdot 10^{-12}$)

2. O carbonato de chumbo (II) é unha sal moi pouco soluble na auga cunha $K_s = 1,5 \cdot 10^{-15}$. Calcula: a) A solubilidade do sal. b) Si se mesturan 150 mL dunha disolución de nitrato de chumbo (II) 0,04 M con 50 mL dunha disolución de carbonato de sodio 0,01 M, razoar si precipitará o carbonato de chumbo na recipiente onde se fixo a mestura.
(Sol a) $3,9 \cdot 10^{-8} \text{ M}$)

3. Determinar si é posible disolver completamente 0,1 g de cloruro de prata em 1,0 L de auga. O produto de solubilidade do cloruro de prata é $1,77 \cdot 10^{-10}$. (Sol. Non se pode disolver completamente)

EFFECTO IÓN COMÚN

Denomínase **efecto do ión común** ao descenso da solubidade dun sal ocasionado pola adición de substancias que conteñan algún ión en común con este.

Este efecto pode explicarse segundo o **principio de Le Chatelier**, cando se engade a unha disolución saturada dun sal pouco soluble algún dos ións que resultan da disociación iónica desa sal, o equilibrio oponse a esa modificación despregándose de forma que diminúa a concentración do ión que engadimos, é dicir, cara á esquerda, precipitando sal ata que se recupera o estado de equilibrio.

Exemplo.

Indicar o que lle pasará a unha disolución saturada de cloruro de prata si se lle engade cloruro de sodio, o cloruro de sodio é un sal que se disocia totalmente.

Efecto salino, pode considerarse o oposto ao ión común, unha sal é máis soluble nunha disolución con outras sales que non teñen ningún ión común con ela.

DISOLUCIÓN DE PRECIPITADOS

Algunhas veces a formación de precipitados pode ser un problema en moitas actividades. Por ex., os xabóns en augas duras producen a diminución do diámetro dos tubos pola aparición de precipitados de carbonatos de calcio e magnesio.

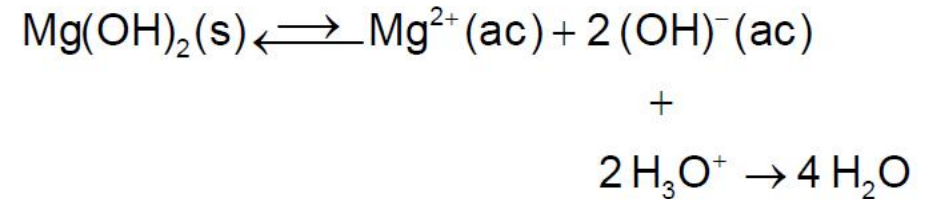
Unha vez formados os precipitados poden **disolverse desprazando o equilibrio de solubilidad cara á dereita**

De forma xeral pódese conseguir facendo que algún dos ións en disolucións sexa retirado da mesma. A forma de facelo dependerá do equilibrio considerado.



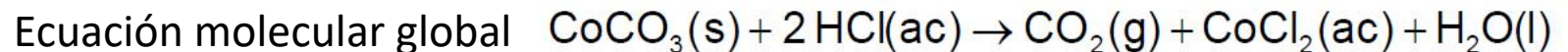
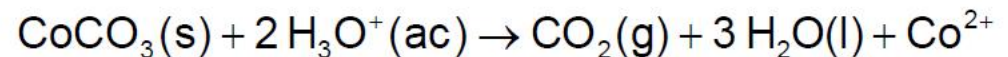
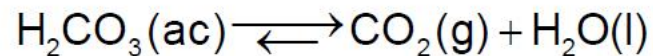
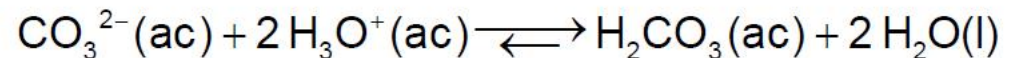
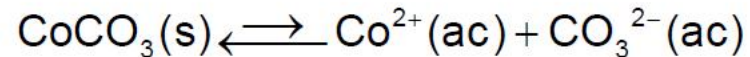
☯ Disolución de hidróxidos

Os hidróxidos insolubles disólvense engadindo un ácido, xa que os OH^- combínanse cos ións H_3O^+ procedentes da ionización do ácido.



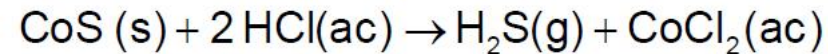
☯ Disolución de sales procedentes de ácidos débiles (carbonatos, sulfuros, cromatos ...)

Disólvense ao engadir un ácido á disolución, este método é especialmente efectivo no caso dos carbonatos, debido a que o ácido carbónico formado é moi inestable e descomponse de forma inmediata dando dióxido de carbono.



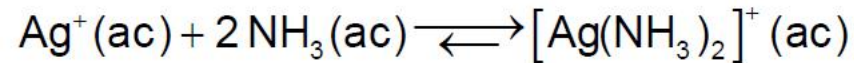
DISOLUCIÓN DE PRECIPITADOS

A maior parte dos sulfuros tamén se disolven en ácidos formando sulfuro de hidróxeno.



🌀 Disolución de sales de prata por formación dun complexo

É a típica disolución do cloruro de prata ao engadir amoníaco, formándose un complexo, así o catión prata é retirado da disolución.



APLICACIÓNS ANALÍTICAS DAS REACCIÓNS DE PRECIPITACIÓN. PRECIPITACIÓN FRACCIONADA

A formación de precipitados ten grande importancia nos procesos industriais para recuperar ións ou para eliminar especies indesexables, tamén é a clave de moitas técnicas de análise cualitativa e cuantitativa para detectar a presenza de ións ou para separalos da disolución na que se atopan.

Cando se tratan de separar ións, de entre varios presentes nunha disolución, é necesario precipitalos selectivamente, esta técnica coñécese como **precipitación fraccionada** e baséase nos diferentes produtos de solubilidade dos sales correspondentes.

A precipitación fraccionada é a técnica na que, mediante a adición dun reactivo a unha disolución, precipita un dos ións presentes deixando o resto en disolución. Para que teña éxito é preciso que haxa unha diferenza significativa na solubilidade das substancias que se formarán, de forma que antes de que apareza o segundo precipitado se consiga a precipitación completa do ión que se quere eliminar.

Exemplo

Tense unha disolución que contén ións cloruro e ioduro con concentracións 0,01 M, engádense nitrato de prata, indicar como se podería separar os ións cloruro dos ioduro.

$$K_s (\text{AgCl}) = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$K_s (\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

Exercicios

Tense unha disolución acuosa de tetraoxocromato (VI) de potasio [cromato de potasio] e de cloruro de sodio, a unhas concentracións de 0,1 mol/L e 0.05 mol/L, respectivamente. Engádese unha disolución de trioxonitrato (V) de prata[nitrato de prata]. Supoñendo que o volume non varía: a) Determinar, mediante os cálculos pertinentes, cal dos dous sales de prata precipitará en primeiro lugar. b) Calcular a concentración do anión do sal máis insoluble ao comezara precipitar o sal que precipita en segundo lugar. Datos: constantes do produto de solubilidade a 25 °C do cromato de prata e do cloruro de prata, respectivamente: $2,0 \cdot 10^{-12}$ e $1,7 \cdot 10^{-10}$. (Sol b) $3,8 \cdot 10^{-5}$ mol/L)