

**EQUILIBRI ETEROGENEI IN SOLUZIONE
ACQUOSA:
SALI POCO SOLUBILI**

Equilibri eterogenei in soluzione acquosa



$$K_{eq} = \frac{[M^{u+}]^m [X^{v-}]^n}{M_m X_n}$$



$$K_{ps} = [M^{u+}]^m [X^{v-}]^n$$

Prodotto di solubilità: prodotto delle concentrazioni molari degli ioni, in una soluzione satura, ognuna elevata al proprio coefficiente stechiometrico

Tabella 12.1

Prodotti di solubilità a 25 °C di alcuni composti poco solubili.

<i>Fluoruri</i>	
MgF ₂	5,2·10 ⁻¹¹
CaF ₂	3,4·10 ⁻¹¹
SrF ₂	4,3·10 ⁻⁹
BaF ₂	1,8·10 ⁻⁷
<i>Fosfati</i>	
Ba ₃ (PO ₄) ₂	6,0·10 ⁻³⁹
Ca ₃ (PO ₄) ₂	2,5·10 ⁻³³
Sr ₃ (PO ₄) ₂	1,0·10 ⁻³¹
AlPO ₄	9,8·10 ⁻²¹
<i>Cloruri</i>	
Hg ₂ Cl ₂	1,4·10 ⁻¹⁸
AgCl	1,7·10 ⁻¹⁰
PbCl ₂	1,7·10 ⁻⁵
<i>Idrossidi</i>	
Fe(OH) ₃	2,8·10 ⁻³⁹
Al(OH) ₃	1,0·10 ⁻³³
Zn(OH) ₂	3,0·10 ⁻¹⁷
Fe(OH) ₂	4,9·10 ⁻¹⁷
Mn(OH) ₂	4,6·10 ⁻¹⁴
Mg(OH) ₂	5,6·10 ⁻¹²
<i>Bromuri</i>	
Hg ₂ Br ₂	6,4·10 ⁻²³
AgBr	5,3·10 ⁻¹³
PbBr ₂	6,6·10 ⁻⁶
<i>Ioduri</i>	
Hg ₂ I ₂	2,9·10 ⁻²⁹
Agl	8,5·10 ⁻¹⁷
PbI ₂	9,8·10 ⁻⁹
<i>Solfuri</i>	
HgS	1,6·10 ⁻⁵²
Ag ₂ S	6,3·10 ⁻⁵¹
CuS	8,5·10 ⁻³⁶
PbS	8,8·10 ⁻²⁹
SnS	1,3·10 ⁻²⁷
CdS	8,0·10 ⁻²⁷
ZnS	1,6·10 ⁻²⁴
NiS	2,0·10 ⁻²¹
CoS	5,9·10 ⁻²¹
FeS	6,3·10 ⁻¹⁸
MnS	2,5·10 ⁻¹⁴
<i>Carbonati</i>	
SrCO ₃	5,6·10 ⁻¹⁰
BaCO ₃	2,6·10 ⁻⁹
CaCO ₃	3,4·10 ⁻⁹
MgCO ₃	6,8·10 ⁻⁶
<i>Solfati</i>	
BaSO ₄	1,1·10 ⁻¹⁰
PbSO ₄	2,5·10 ⁻⁸
SrSO ₄	3,4·10 ⁻⁷
CaSO ₄	4,9·10 ⁻⁵
<i>Cromati</i>	
PbCrO ₄	1,8·10 ⁻¹⁴
Ag ₂ CrO ₄	1,1·10 ⁻¹²
BaCrO ₄	1,2·10 ⁻¹⁰

AgCl

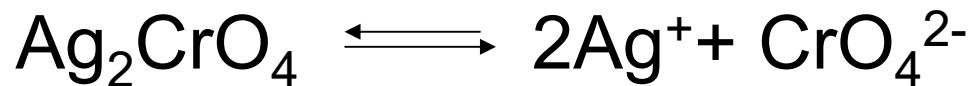


$$K_{ps} = [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] = 1.7 \times 10^{-10}$$

$$s_{[\text{AgCl}]} = [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = (1.7 \times 10^{-10})^{1/2}$$

$$s_{[\text{AgCl}]} = 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Ag₂CrO₄



$$K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = 1.1 \times 10^{-12}$$

$$s_{[\text{Ag}_2\text{CrO}_4]} = 1/2[\text{Ag}^+] = [\text{CrO}_4^{2-}]$$

$$[\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \times s = 4s^3 = 1.1 \times 10^{-12}$$

$$s_{[\text{Ag}_2\text{CrO}_4]} = (1/4 \times 1.1 \times 10^{-12})^{1/3} = 6.5 \times 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

Effetto dello ione a comune



$$[\text{AgNO}_3] = 0.01\text{M}$$

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] = 1.7 \times 10^{-10}$$

$$[\text{Ag}^+]_T = [\text{Ag}^+]_{\text{AgNO}_3} + [\text{Ag}^+]_{\text{AgCl}} \approx [\text{Ag}^+]_{\text{AgNO}_3} = 0.01\text{M}$$

$$s = [\text{Cl}^-] = \frac{K_{ps}}{[\text{Ag}^+]} = \frac{1.7 \times 10^{-10}}{10^{-2}} = 1.7 \times 10^{-8}$$

$s = 1.7 \times 10^{-8}$ (in soluzione di AgNO_3 0.01M a 25°C)

$s = 1.3 \times 10^{-5}$ (in H_2O a 25°C)

$$[\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] \leq K_{ps}$$

Precipitazione selettiva

$$[\text{Pb}^{2+}] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Ag}^+] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 = 1.7 \times 10^{-5}$$

$$K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+] [\text{Cl}^-] = 1.7 \times 10^{-10}$$

$$[\text{Cl}^-] \leq (K_{\text{ps}} / [\text{Pb}^{2+}])^{1/2} = \left(\frac{1.7 \times 10^{-5}}{10^{-2}} \right)^{1/2} = 4.1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{Ag}^+] = \frac{1.7 \times 10^{-10}}{4.1 \times 10^{-2}} = 4.1 \times 10^{-9} \text{ M} < 1.0 \times 10^{-5}$$

quindi
trascurabile

Esercizi

- Il prodotto di solubilità di Fe(OH)_2 è 4.87×10^{-17} a 25°C. Calcolare la solubilità in g/dm³ dell'idrossido.
- Una soluzione satura di Ca(OH)_2 ha un pH = 12.32. Calcolare la solubilità e il prodotto di solubilità dell'idrossido.
- Quale deve essere la concentrazione dello ione Ag^+ in soluzione per precipitare Ag_2S da una soluzione satura di H_2S ($[\text{H}_2\text{S}] = 0.10 \text{ M}$) il cui pH è 2.00. $K_{\text{ps Ag}_2\text{S}} = 6.69 \times 10^{-50}$, $K_a \text{ H}_2\text{S} = 1.1 \times 10^{-20}$
- Calcolare la minima concentrazione di NH_4Cl in soluzione che impedisce la precipitazione di Mg(OH)_2 da una soluzione $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ di Mg^{2+} e 0.01 M di NH_3 . $K_{\text{ps Mg(OH)}_2} = 5.62 \times 10^{-12}$; $K_b \text{ NH}_3 = 1.85 \times 10^{-5}$.
- 1.00 g di ZnS sono sospesi in acqua e la sospensione portata a 1.00 dm³. Calcolare il pH a cui occorre portare la soluzione (facendoci gorgogliare HCl gassoso) per ridisciogliere completamente il solido. $K_{\text{ps ZnS}} = 2.93 \times 10^{-20}$; $K_{\text{at H}_2\text{S}} = 1.1 \times 10^{-20}$.