

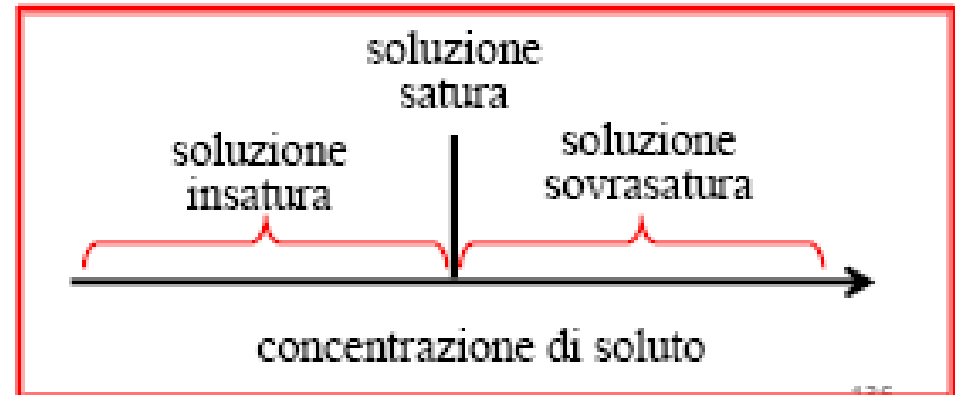
# LA SOLUBILITA'

La **solubilità** rappresenta la **quantità massima di soluto** che si può sciogliere in un dato **solvente** ad una data **temperatura**.

Quando in soluzione, ad una data temperatura, è stata sciolta la massima quantità possibile di soluto, si dice che **la soluzione è satura**.

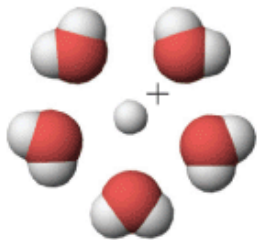
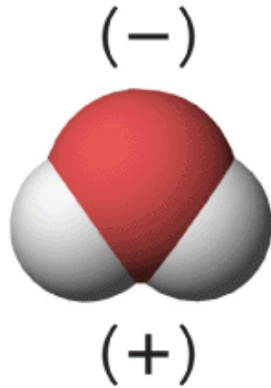
La **solubilità** rappresenta la **concentrazione di soluto** nella **soluzione satura**.

**Solubilità** = quantità in grammi di composto disciolto in un dato volume di soluzione (g/L)

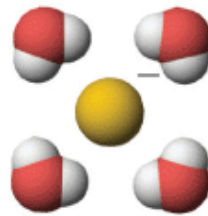


# LA SOLUBILITA': L'ACQUA COME SOLVENTE DEI COMPOSTI IONICI

Una molecola d'acqua ha un'estremità carica positivamente (gli atomi di idrogeno) e l'altra carica negativamente (l'atomo di ossigeno). Queste cariche permettono alle molecole d'acqua di interagire con gli ioni positivi e negativi nelle soluzioni acquose.



L'acqua che circonda un catione



L'acqua che circonda un anione

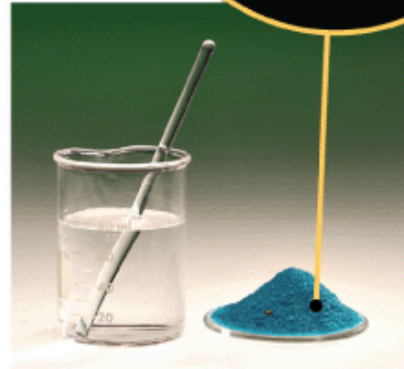
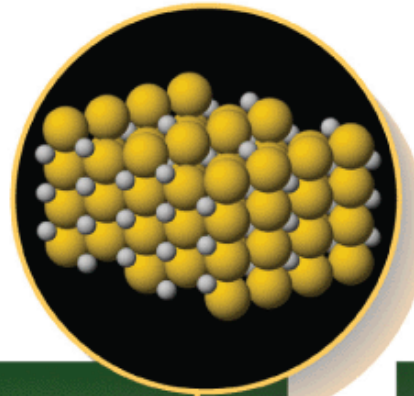
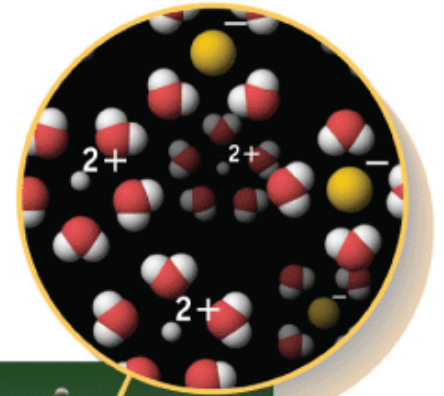


Foto: Charles D. Winters

All'acqua viene aggiunto del cloruro di rame. Le interazioni tra l'acqua e gli ioni  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$  permettono la solubilizzazione del solido.



Gli ioni adesso sono circondati da molecole d'acqua.

# LA SOLUBILITA': LINEE GUIDA

## COMPOSTI SOLUBILI

Quasi tutti i sali di  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$

Sali dei nitrati,  $\text{NO}_3^-$   
clorati,  $\text{ClO}_3^-$   
perclorati,  $\text{ClO}_4^-$   
acetati,  $\text{CH}_3\text{CO}_2^-$

## ECCEZIONI

Quasi tutti i sali di  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$

Alogenuri di  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$

Composti contenenti  $\text{F}^-$

Fluoruri di  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$

Sali dei solfati,  $\text{SO}_4^{2-}$

Solfati di  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$

## COMPOSTI INSOLUBILI

La maggior parte dei carbonati,  $\text{CO}_3^{2-}$   
fosfati,  $\text{PO}_4^{3-}$   
ossalati,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   
cromati,  $\text{CrO}_4^{2-}$   
solfuri,  $\text{S}^{2-}$

## ECCEZIONI

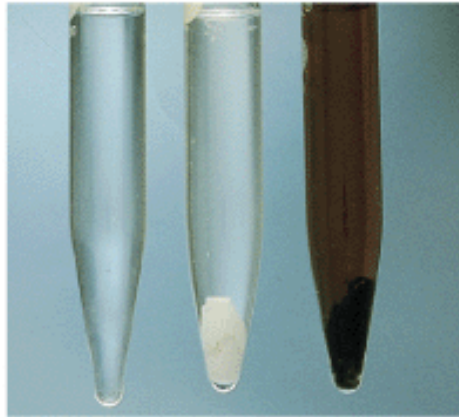
Sali di  $\text{NH}_4^+$  e dei cationi dei metalli alcalini

La maggior parte degli ossidi ed idrossidi dei metalli

Idrossidi di metalli alcalini e  $\text{Ba}(\text{OH})_2$

# LA SOLUBILITA': LINEE GUIDA

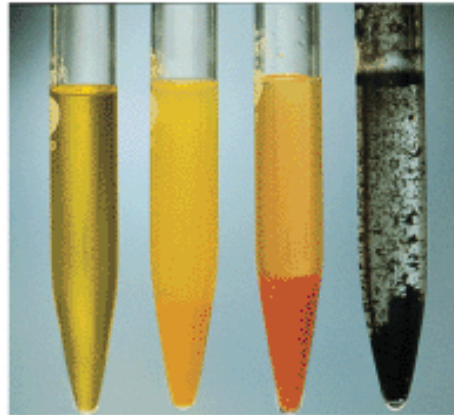
## COMPOSTI DELL'ARGENTO



AgNO<sub>3</sub> AgCl AgOH

**(a)** I nitrati sono generalmente solubili, così come i cloruri (eccetto AgCl). Gli idrossidi sono generalmente insolubili.

## SOLFURI



(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S CdS Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> PbS

**(b)** I solfuri sono generalmente insolubili (ad eccezione dei sali di NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ed Na<sup>+</sup>).

## IDROSSIDI

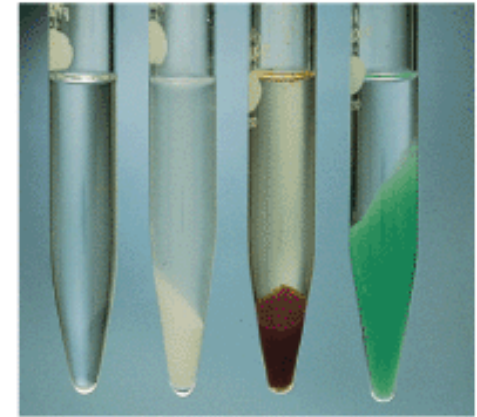


Foto: Charles D. Winters

NaOH Ca(OH)<sub>2</sub> Fe(OH)<sub>3</sub> Ni(OH)<sub>2</sub>

**(c)** Gli idrossidi sono generalmente insolubili, eccetto quando il catione è un metallo del gruppo IA.

# LE REAZIONI DI PRECIPITAZIONE

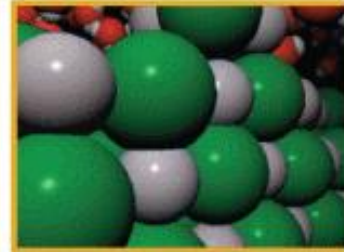
## Precipitazione di AgCl



(b) Inizialmente gli ioni argento  $\text{Ag}^+$  (colore argentato) e cloruro  $\text{Cl}^-$  (verde) sono distanti tra loro.



(c) Ioni  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Cl}^-$  si avvicinano e formano coppie di ioni.



(d) Man mano che più ioni  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Cl}^-$  si avvicinano tra loro, si forma un precipitato di AgCl.



Charles D. Winters

(a)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  e  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  formano  $\text{PbCrO}_4$  giallo insolubile e  $\text{KNO}_3$  solubile.



(b)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  e  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  formano  $\text{PbS}$  nero insolubile e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  solubile.



(c)  $\text{FeCl}_3$  ed  $\text{NaOH}$  formano  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  rosso insolubile ed  $\text{NaCl}$  solubile.



(d)  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  formano  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  rosso insolubile e  $\text{KNO}_3$  solubile.

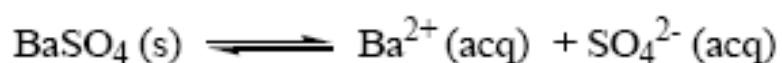
# LA SOLUBILITA'

## IL PRODOTTO DI SOLUBILITA' $K_{ps}$

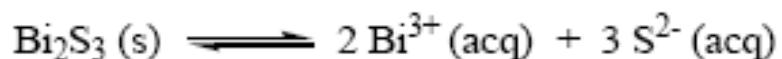
Prodotto di  
solubilità



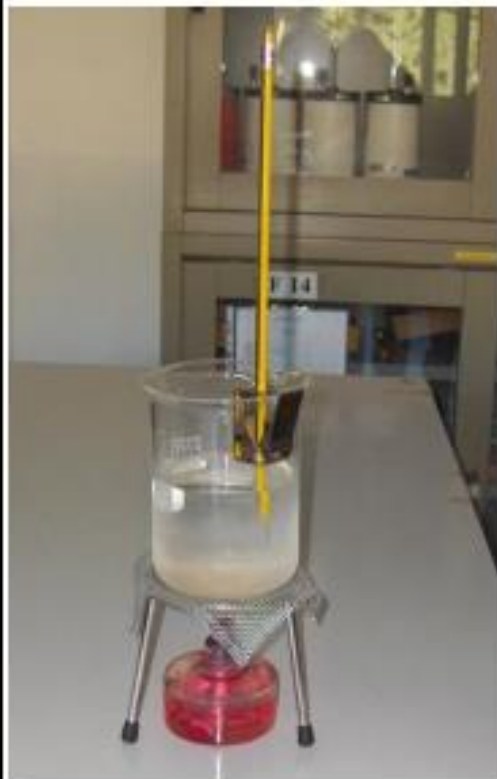
costante di equilibrio relativa all'equilibrio tra un sale indisciolto e i suoi ioni nella soluzione satura



$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$



$$K_{ps} = [\text{Bi}^{3+}]^2[\text{S}^{2-}]^3$$



**soluzione SATURA**

*Il prodotto di solubilità è costante a temperatura costante per una soluzione satura del composto ed è dato dal prodotto delle concentrazioni dei suoi ioni costituenti, ciascuna elevata all'esponente corrispondente al numero di ioni presenti nella formula del composto.*

## IL PRODOTTO DI SOLUBILITA' $K_{ps}$

**Tabella 16.1** Costanti del prodotto di solubilità a 25 °C

		$K_{ps}$			$K_{ps}$
Acetati	$AgC_2H_3O_2$	$1.9 \times 10^{-3}$	Idrossidi	$Al(OH)_3$	$2 \times 10^{-31}$
Bromuri	$AgBr$	$5 \times 10^{-13}$		$Ca(OH)_2$	$4.0 \times 10^{-6}$
	$Hg_2Br_2$	$6 \times 10^{-23}$		$Fe(OH)_2$	$5 \times 10^{-17}$
	$PbBr_2$	$6.6 \times 10^{-6}$		$Fe(OH)_3$	$3 \times 10^{-39}$
Carbonati	$Ag_2CO_3$	$8 \times 10^{-12}$		$Mg(OH)_2$	$6 \times 10^{-12}$
	$BaCO_3$	$2.6 \times 10^{-9}$		$Tl(OH)_3$	$2 \times 10^{-44}$
	$CaCO_3$	$4.9 \times 10^{-9}$		$Zn(OH)_2$	$4 \times 10^{-17}$
	$MgCO_3$	$6.8 \times 10^{-6}$	Ioduri	$AgI$	$1 \times 10^{-16}$
	$PbCO_3$	$1 \times 10^{-13}$		$Hg_2I_2$	$5 \times 10^{-29}$
	$SrCO_3$	$5.6 \times 10^{-10}$		$PbI_2$	$8.4 \times 10^{-9}$
Cloruri	$AgCl$	$1.8 \times 10^{-10}$	Fosfati	$Ag_3PO_4$	$1 \times 10^{-16}$
	$Hg_2Cl_2$	$1 \times 10^{-18}$		$AlPO_4$	$1 \times 10^{-20}$
	$PbCl_2$	$1.7 \times 10^{-5}$		$Ca_3(PO_4)_2$	$1 \times 10^{-33}$
Cromati	$Ag_2CrO_4$	$1 \times 10^{-12}$		$Mg_3(PO_4)_2$	$1 \times 10^{-24}$
	$BaCrO_4$	$1.2 \times 10^{-10}$	Solfati	$BaSO_4$	$1.1 \times 10^{-10}$
	$PbCrO_4$	$2 \times 10^{-14}$		$CaSO_4$	$7.1 \times 10^{-5}$
	$SrCrO_4$	$3.6 \times 10^{-5}$		$PbSO_4$	$1.8 \times 10^{-8}$
Fluoruri	$BaF_2$	$1.8 \times 10^{-7}$		$SrSO_4$	$3.4 \times 10^{-7}$
	$CaF_2$	$1.5 \times 10^{-10}$			
	$MgF_2$	$7 \times 10^{-11}$			
	$PbF_2$	$7.1 \times 10^{-7}$			



# IL PRODOTTO DI SOLUBILITA' $K_{ps}$

**TABELLA 18.2** Alcuni comuni composti poco solubili e valore dei loro  $K_{ps}$  \*

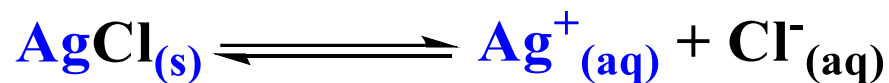
Formula	Nome	$K_{ps}$ (25 °C)	Nome comune/Usò
$\text{CaCO}_3$	Carbonato di calcio	$3.4 \times 10^{-9}$	Calcite, spato d'Islanda
$\text{MnCO}_3$	Carbonato di Manganese(II)	$2.3 \times 10^{-11}$	Rodocrosite (forma cristalli di colore rosa)
$\text{FeCO}_3$	Carbonato di ferro(II)	$3.1 \times 10^{-11}$	Siderite
$\text{CaF}_2$	Fluoruro di calcio	$5.3 \times 10^{-11}$	Fluorite (da cui si prepara HF ed altri fluoruri inorganici)
$\text{AgCl}$	Cloruro di argento	$1.8 \times 10^{-10}$	Clorargite
$\text{AgBr}$	Bromuro di argento	$5.4 \times 10^{-13}$	Usato in pellicole fotografiche
$\text{CaSO}_4$	Solfato di calcio	$4.9 \times 10^{-5}$	La forma idrata è comunemente chiamata gesso
$\text{BaSO}_4$	Solfato di bario	$1.1 \times 10^{-10}$	Barite (usata nei "fanghi di circolazione" delle trivellazioni e come componente di pitture)
$\text{SrSO}_4$	Solfato di stronzio	$3.4 \times 10^{-7}$	Celestite
$\text{Ca(OH)}_2$	Idrossido di calcio	$5.5 \times 10^{-5}$	Calce spenta

\* I valori in questa tavola sono derivati da *Handbook of Chemistry and Physics* di Lange, 15ª ed., NY, McGraw-Hill Publisher, New York, 1999. Ulteriori valori di  $K_{ps}$  sono riportati nell'Appendice J.

**Dal valore del  $K_{ps}$  si può calcolare la solubilità del sale.**



# LA SOLUBILITÀ



$K_{ps} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$  all'equilibrio  
*È una costante*

$Q_{ps} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$  istantanee  
*Può assumere qualsiasi valore*

$Q_{ps} < K_{ps}$ : soluzione **INSATURA**

$Q_{ps} > K_{ps}$ : soluzione **SOVRASATURA**

$Q_{ps} = K_{ps}$ : soluzione **SATURA**

