

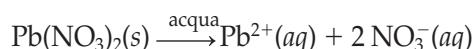
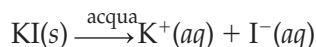
## Approfondimento

# Le reazioni di precipitazione

Può succedere che mescolando due soluzioni elettrolitiche abbia luogo una reazione chimica. Supponiamo per esempio di aver preparato due soluzioni acquose, una di ioduro di potassio, KI, e l'altra di nitrato piomboso,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Versando una soluzione nell'altra si osserva immediatamente la formazione di un solido giallo, segno che è avvenuta una trasformazione chimica.

Il composto solido, poco solubile in acqua, che si forma a seguito del mescolamento di due soluzioni, viene indicato dai chimici con il termine generico di *precipitato*.

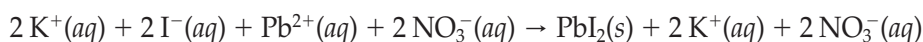
Per poter scrivere l'equazione chimica che è avvenuta occorre individuare qual è il composto solido giallo che si è formato. Per far questo scriviamo le equazioni di dissociazione di ciascun reagente:



Mescolare le due soluzioni significa allora mettere insieme queste quattro specie ioniche, per cui il precipitato che si forma non può che essere un composto costituito da una delle due nuove coppie di ioni  $\text{K}^+$  e  $\text{NO}_3^-$  oppure  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{I}^-$ .

Possiamo escludere la prima, perché sappiamo che il nitrato di potassio ( $\text{KNO}_3$ ) è molto solubile in acqua; di conseguenza, è l'altra coppia di ioni quella responsabile della formazione del precipitato, la cui formula è  $\text{PbI}_2$ .

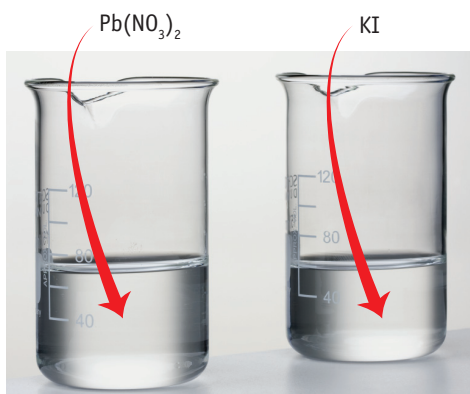
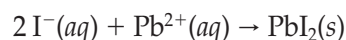
La reazione può essere rappresentata da un'equazione in cui vengono riportati tutti gli ioni presenti in soluzione. Del precipitato si riporta invece la formula molecolare, per sottolineare il fatto che esso non libera ioni a causa della sua bassissima solubilità. Questo modo di rappresentare una reazione chimica prende il nome di *equazione in forma ionica*:



Dato che ogni ione  $\text{Pb}^{2+}$  si lega a 2 ioni  $\text{I}^-$ , abbiamo aggiunto il coefficiente 2 davanti agli ioni derivanti dalla dissociazione di KI. Solo in questo modo la somma delle cariche positive e negative risulta zero sia a sinistra sia a destra della freccia.

A reagire, in realtà, sono solo gli ioni  $\text{I}^-$  e  $\text{Pb}^{2+}$ ; gli altri ioni restano inalterati in soluzione e sono sempre gli stessi, prima e dopo la reazione. Essi sono anche chiamati *ioni spettatori* e si possono «semplificare», proprio come nelle espressioni algebriche.

La reazione che porta alla formazione dello ioduro di piombo può essere quindi rappresentata in un modo più essenziale scrivendo la cosiddetta *equazione in forma ionica semplificata*:



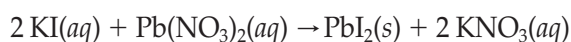
▲ Le soluzioni dei due sali sono entrambe incolori e contengono gli ioni resi liberi in seguito al processo di dissociazione ionica. Versando una soluzione nell'altra si forma una sostanza insolubile di colore giallo.

## Approfondimento

Quest'ultima equazione consente un'importante generalizzazione: tutte le volte che in una soluzione sono presenti sostanze che liberano ioni  $I^-$  e altre che liberano ioni  $Pb^{2+}$ , avviene una reazione che porta alla formazione di  $PbI_2$ .

In generale, possiamo affermare che quando si mescolano soluzioni contenenti ioni si ha una **reazione di precipitazione** solo se si forma un composto praticamente insolubile.

A questo punto, preso atto di ciò che davvero succede a livello particellare, possiamo comprendere il vero significato di questa reazione anche rappresentandola nel modo consueto, scrivendo cioè *l'equazione in forma molecolare*:



### ■ Come individuare il precipitato

Per individuare qual è il precipitato che si ottiene a seguito del mescolamento di due soluzioni occorre sempre considerare le nuove coppie di ioni che si formano. La tabella seguente consente di stabilire la coppia di ioni che dà origine a un composto insolubile. È chiaro anche che gli eventuali prodotti che risultano solubili in acqua restano dissociati in ioni e non possono quindi formare un precipitato.

▼ La tabella riporta gli anioni più comuni e, per ognuno di essi, i cationi con i quali essi formano composti poco solubili. Non compaiono né lo ione nitrato  $NO_3^-$  né lo ione acetato  $CH_3COO^-$ , perché questi formano con tutti i cationi composti solubili.

Ioni negativi (anioni)	Ioni positivi (cationi)	Esempi
cloruro $Cl^-$ bromuro $Br^-$ ioduro $I^-$	$Ag^+$ ; $Pb^{2+}$ ; $Hg_2^{2+}$ ; $Cu^+$	$PbI_2$
cromato $CrO_4^{2-}$	$Ba^{2+}$ ; $Cu^{2+}$ ; $Ag^+$ ; $Hg^{2+}$ ; $Pb^{2+}$	$Ag_2CrO_4$
solfo $SO_4^{2-}$	$Ca^{2+}$ ; $Sr^{2+}$ ; $Ba^{2+}$ ; $Pb^{2+}$ ; $Hg_2^{2+}$	$SrSO_4$
solfo $S^{2-}$	tutti (esclusi gli ioni alcalini, alcalino-terrosi e $NH_4^+$ )	$CoS$
ossidrile $OH^-$	tutti (esclusi gli ioni alcalini, $NH_4^+$ , $Sr^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Ca^{2+}$ )	$Zn(OH)_2$
fosfato $PO_4^{3-}$ carbonato $CO_3^{2-}$ solfito $SO_3^{2-}$	tutti (esclusi gli ioni alcalini e $NH_4^+$ )	$CuSO_3$

Proviamo a utilizzare la tabella per verificare se il mescolamento di due soluzioni ioniche dà luogo a una reazione chimica oppure no.

Supponiamo di mescolare una soluzione acquosa di solfuro di bario ( $BaS$ ) e una di solfato di sodio ( $Na_2SO_4$ ). Gli ioni presenti in soluzione sono i seguenti:  $Ba^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $Na^+$  e  $SO_4^{2-}$ . Dobbiamo individuare la coppia di ioni che forma un precipitato. Le due coppie possibili sono  $Na^+$  e  $S^{2-}$  oppure  $Ba^{2+}$  e  $SO_4^{2-}$ . Dalla tabella si vede che lo ione solfuro forma composti poco solubili con tutti i cationi tranne alcuni, per esempio i metalli alcalini. Dunque il composto  $Na_2S$  è solubile in acqua. Invece lo ione solfato forma composti poco solubili con cinque ioni, tra cui proprio lo ione bario.

Avviene pertanto una reazione chimica la cui equazione scritta in forma ionica è la seguente:

