

Capitolo 11

Equilibri acido-base (1)

Acidi e basi forti

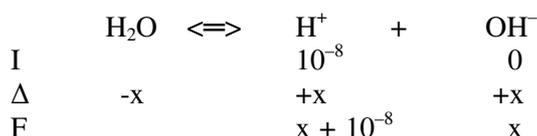
Il pH di acidi (o basi) forti molto diluiti

Consideriamo una soluzione di HCl 10^{-8} M in acqua ultrapura. Qual è il pH della soluzione?

Una risposta immediata sarebbe 8, solo che in tal caso la soluzione risulterebbe basica, il che è abbastanza imbarazzante, visto che si tratta di acqua contenente un acido forte (seppure molto diluito). Dove si nasconde il nocciolo del problema?

Nel fatto che a concentrazioni così basse di acido non si può assolutamente ignorare la dissociazione dell'acqua come fonte di protoni. Ricordiamo infatti che la neutralità dell'acqua ultrapura implica un valore di $[H^+]$ pari a 10^{-7} , del tutto paragonabile (anzi, dieci volte superiore!) a quello di 10^{-8} fornito da HCl, che si dissocia completamente.

Non resta dunque che impostare il nostro abituale schema I-Δ-F applicandolo alla reazione di equilibrio dell'acqua, aggiungendo ai protoni provenienti dall'acido (10^{-8}) quelli da essa liberati (x), che non sono noti in quanto la dissociazione dell'acqua ultrapura deve regredire leggermente a causa degli H^+ provenienti da HCl (vedi principio di Le Châtelier):



Inserendo quindi questi valori nella costante di dissociazione dell'acqua si ottiene:

$$10^{-14} = (x + 10^{-8}) \cdot x$$

da cui, risolvendo l'equazione di secondo grado e accettando, al solito, solo la radice fisicamente significativa, si ottiene:

$$x = 9,5 \cdot 10^{-8} \quad \text{e} \quad [H^+] = x + 10^{-8} = 1,05 \cdot 10^{-7}$$

ovvero: $pH = 6,98$

Si tratta cioè di una soluzione praticamente neutra, ma comunque con pH minore di 7, cioè "acida".

Un'ulteriore osservazione: che pH si otterrebbe con un calcolo semplificato, che trascura l'effetto dell'HCl sulla dissociazione dell'acqua?

In questo caso basta aggiungere gli H⁺ dell'HCl a quelli dell'acqua ultrapura, ottenendo:

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} + 10^{-8} = 1,1 \cdot 10^{-7}$$

ovvero pH = 6,96

In definitiva, il risultato sarebbe stato ugualmente accettabile (entro il limite di 0,02 unità pH).

Come sempre, la stessa situazione si presenta simmetrica nel caso di soluzioni molto diluite di una base forte, con gli ioni OH⁻ al posto degli H⁺. Il pH di una soluzione di NaOH 10⁻⁸M risulterebbe pari a 7,02.