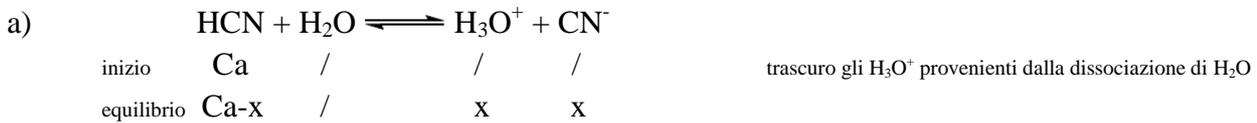


## Soluzione preliminare del problema 11

(Proponiamo 2 soluzioni la prima di Lorizio-Recchia-Secondo, la seconda di Luca Zucchini)

### Problema 11) Acido cianidrico (1<sup>a</sup> soluzione)



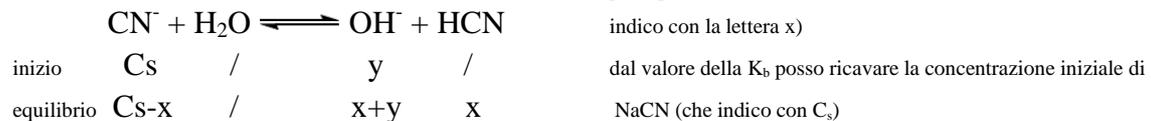
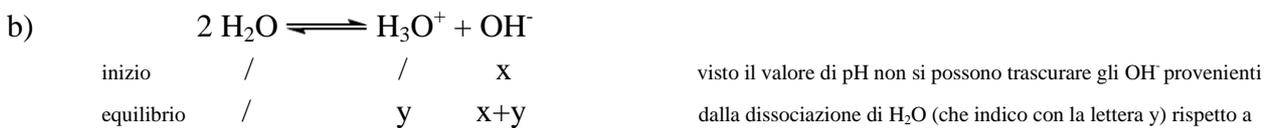
$$K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = \frac{x^2}{(\text{Ca}-x)} \approx \frac{x^2}{\text{Ca}}$$

trascuro x rispetto Ca

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot \text{Ca}} = \sqrt{4.93 \cdot 10^{-10} \cdot 1.00} = 2.22 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

(le approssimazioni precedenti sono valide)

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log_{10} 2.22 \cdot 10^{-5} = 4.65$$



$$y = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7.40} = 3.98 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$(x+y) = [\text{OH}^-] = 10^{-(14.00-7.40)} = 2.512 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$x = [\text{HCN}] = 2.512 \cdot 10^{-7} \text{ M} - 3.98 \cdot 10^{-8} \text{ M} = 2.114 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

quindi

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{[\text{HCN}][\text{OH}^-]}{[\text{CN}^-]} = \frac{x \cdot (x+y)}{C_s - x} \Rightarrow C_s = \frac{K_a \cdot x \cdot (x+y)}{K_w} + x$$

$$C_s = \frac{4.93 \cdot 10^{-10} \cdot 2.114 \cdot 10^{-7} \cdot 2.512 \cdot 10^{-7}}{1.00 \cdot 10^{-14}} + 2.114 \cdot 10^{-7} = 2.140 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$m = n \cdot \text{MM} = C_s \cdot V \cdot \text{MM} = 2.140 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L} / 10 \text{ L} / 49.01 \text{ g/mol} = 1.05 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0.105 \text{ mg}$$

$$[\text{CN}^-] = C_s - x = 2.140 \cdot 10^{-7} \text{ M} - 2.114 \cdot 10^{-7} \text{ M} = 2.6 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

$$[\text{Na}^+] = C_s = 2.140 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

Soluzione proposta da  
Lorizio-Recchia-Secondo  
Allievi dell'ITIS Dell'Erba di Castellana Grotte

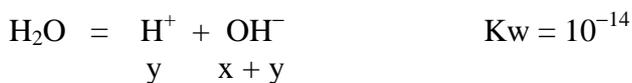
**Problema 11) Acido cianidrico** (2<sup>a</sup> soluzione)

a) Considerando la dissociazione :



All'equilibrio avremo  $\text{HCN} = C-x$ ,  $\text{H}^+ = \text{CN}^- = x$   $K_a = x^2 / (C-x)$  trascurando la  $x$  al denominatore, otteniamo  $[\text{H}^+] = (K_a C)^{0.5} = 2.22 \cdot 10^{-5}$  da cui  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = 4.65$

b) Abbiamo a che fare con un pH prossimo alla neutralità (7.40) e quindi con una concentrazione di ioni (in particolare  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$ ) molto bassa. Mentre nell'esercizio precedente l'idrolisi dell'acqua è stata trascurata, qui ne dobbiamo tenere conto e quindi impostiamo un sistema:



dove ho indicato con  $y$  la quantità di  $\text{OH}^-$  proveniente dall'acqua e con  $x$  la quantità proveniente dall'idrolisi basica del cianuro.

$$\begin{array}{l} \text{Calcolo :} \\ y = 10^{-7.40} = 3.981 \cdot 10^{-8} \quad (\text{H}^+) \\ x + y = 10^{-(14-7.4)} = 2.512 \cdot 10^{-7} \quad \text{da cui ricavo} \quad x = 2.11378 \cdot 10^{-7} \end{array}$$

Adesso, considero la reazione di idrolisi basica del cianuro

$$\begin{array}{l} K_b = x(x+y) / (C-x) \\ C = (x(x+y) / K_b) + x \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ottengo:} \\ C = 2.140 \cdot 10^{-7}. \end{array}$$

Tutti i dati che ho calcolato sono in concentrazioni molari, e riassumendo:

$$\begin{array}{l} [\text{H}^+] = 3.981 \cdot 10^{-8}; \quad [\text{OH}^-] = 2.512 \cdot 10^{-7}; \quad [\text{HCN}] = 2.11378 \cdot 10^{-7}; \\ [\text{CN}^-] = 2.62 \cdot 10^{-9}; \quad [\text{Na}^+] = 2.140 \cdot 10^{-7}. \end{array}$$

In 10 L abbiamo introdotto quindi  $2.140 \cdot 10^{-7} \cdot 10 = 2.140 \cdot 10^{-6}$  moli di NaCN che corrispondono a  $1.05 \cdot 10^{-4}$  g di NaCN.

Il calcolo svolto è privo di qualsiasi tipo di approssimazione, per verificare il risultato potremmo fare il bilancio di carica e vedremmo che viene soddisfatto. Inoltre, viste le basse concentrazioni, è più che lecito trascurare i coefficienti di attività.

Soluzione proposta da

Luca Zucchini

medaglia di bronzo alle olimpiadi IChO 2008