

Percorso 5

1) Calcolare la concentrazione e il pH di una soluzione di acido solforico (H_2SO_4), sapendo che è stata prodotta sciogliendo **2 g** di anidride solforica (SO_3) in acqua, portando poi il volume della soluzione a **1,6 l**. La massa molecolare dell'anidride solforica (SO_3) è $\text{MM}_{\text{SO}_3} = 80,0632 \text{ g/mol}$ e la costante di dissociazione dell'acido solforico (H_2SO_4) è $\text{Ka}_2 = 1,26 \cdot 10^{-2}$.

2) Calcolare la costante di dissociazione (**Ka**) dell'acido formico (o acido metanoico HCOOH) sapendo che una soluzione **0,1 M** ha un grado di dissociazione $\alpha = 0,0412$.

3) Un acido debole monoprotico (**HA**) ha una costante di dissociazione pari a $\text{Ka} = 4,9 \cdot 10^{-4}$. Calcolare il pH e il grado di dissociazione (α) di due soluzioni una 1 M e l'altra 0,1 M.

4) Del carbonato di calcio (CaCO_3) viene decomposto termicamente, secondo la reazione:



Dopo la decomposizione si ha una perdita di **1,1 g**. lo stesso residuo viene sciolto in acqua portando il volume finale a **5 l**. Calcolare il pH della soluzione finale sapendo che la massa molecolare della CO_2 è $\text{MM} = 44,0095 \text{ g/mol}$.

Soluzioni

1) La reazione è la seguente:



Pertanto la concentrazione dell'acido è:

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2\text{g} / (80,0632\text{g/mol} \cdot 1,6\text{ l}) = 1,561 \cdot 10^{-2}\text{ M}$$

L'acido solforico (H_2SO_4) è un acido bivalente e la prima dissociazione è completa:



Pertanto:

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_1 = [\text{HSO}_4^-] = 1,561 \cdot 10^{-2}\text{ M}$$

La seconda dissociazione è un acido di media forza:



I	$1,561 \cdot 10^{-2}$	$1,561 \cdot 10^{-2}$	-
V	-X	+X	+X
F	$1,561 \cdot 10^{-2} - X$	$1,561 \cdot 10^{-2} + X$	X

Sostituendo i valori nella equazione della costante di equilibrio abbiamo:

$$K_{a_2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{SO}_4^{=}]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{[(1,561 \cdot 10^{-2} + X) \cdot X]}{(1,561 \cdot 10^{-2} - X)} = 1,26 \cdot 10^{-2}$$

Da questa relazione matematica si ricava la seguente equazione di secondo grado:

$$X^2 + 2,821 \cdot 10^{-2}X - 1,97 \cdot 10^{-4} = 0$$

Da cui si ricava la soluzione positiva (la negativa non ha alcun valore fisico):

$$X = [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 5,794 \cdot 10^{-3}\text{ M}$$

Per cui la concentrazione totale degli ioni idronio ($[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{tot}}$) si ricava dalla:

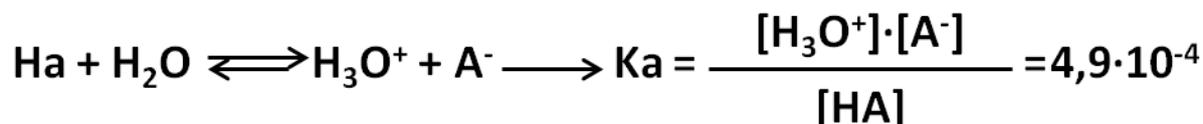
$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{tot}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_1 + [\text{H}_3\text{O}^+]_2 = 1,561 \cdot 10^{-2}\text{ M} + 5,794 \cdot 10^{-3}\text{ M} = 2,141 \cdot 10^{-2}\text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log 2,141 \cdot 10^{-2} = 1,67$$

2) La costante di dissociazione si calcola con la seguente relazione matematica:

$$K_a = \frac{C \cdot \alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{(0,1 \cdot 0,0412^2)}{(1 - 0,0412)} = 1,77 \cdot 10^{-4}$$

3) L'equilibrio di dissociazione dell'acido è il seguente:



Per calcolare la concentrazione degli ioni idronio (H_3O^+) ci serviamo delle seguenti relazioni matematiche:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-K_a + (K_a^2 + 4K_a C_a)^{0,5}}{2} ; \quad \alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a}$$

Per la soluzione 1 M abbiamo:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,189 \cdot 10^{-2} \text{ M}; \text{ pH} = 1,66 \text{ e } \alpha = 2,189 \cdot 10^{-2};$$

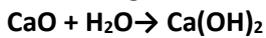
Per la soluzione 0,1 M abbiamo:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,7596 \cdot 10^{-3} \text{ M}; \text{ pH} = 2,17 \text{ e } \alpha = 6,759 \cdot 10^{-2}.$$

4) La perdita di massa corrisponde alla massa dell'anidride carbonica volatilizzata, quindi:

$$n_{\text{CO}_2} = 1,1 \text{ g} / 44,0095 \text{ g/mol} = 2,499 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

essendo il rapporto stechiometrico dei prodotti di reazione **1:1**, le moli di **CO₂** corrispondono alle moli di **CaO** e di conseguenza di **Ca(OH)₂**:



Essendo l'idrossido di calcio bivalente produce due ioni **OH⁻** per ogni molecola di idrossido [**Ca(OH)₂**]. Essendo un elettrolita forte la concentrazione degli ioni ossidrilici sarà:

$$[\text{OH}^-] = (2,499 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 2) / 5 \text{ l} = 9,998 \cdot 10^{-3} \text{ M}, \text{ pertanto il pH} = 12.$$