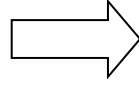


SOLUZIONI TAMPONE

Una soluzione tampone è una soluzione che contiene quantità paragonabili (dello stesso ordine di grandezza) di un acido debole e della sua base coniugata o di una base debole e del suo acido coniugato.

Il pH di una soluzione tampone dipende solo dal valore di K_a o K_b e dal rapporto tra le concentrazioni stechiometriche dell'acido/base e della base/acido coniugata



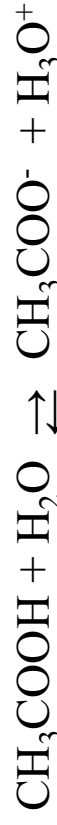
- Il pH di una soluzione tampone varia in modo poco apprezzabile per “piccole” aggiunte di acidi o di basi forti
- Il pH non varia al variare della diluizione

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

1

Es: consideriamo una soluzione contenente acido acetico (CH_3COOH) e acetato di sodio (CH_3COONa).

Deve valere l'equazione:



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Considerando la debole acidità di CH_3COOH e la presenza in soluzione dello ione CH_3COO^- nell'espressione della K_a si può considerare

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} &= [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{iniziale}} \\ [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} &= [\text{CH}_3\text{COONa}]_{\text{iniziale}} \end{aligned}$$

$$\rightleftharpoons [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$\rightleftharpoons \text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

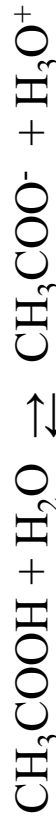
equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

2

ESERCIZIO 1

Calcolare il pH di una soluzione 0,05 M di CH_3COOH e 0,075 M di CH_3COONa .

$$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{iniziale}} = 0,05 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COONa}]_{\text{iniziale}} = 0,075 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_a = \frac{0,075 [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,05} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightleftharpoons [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,05}{0,075} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,2 \cdot 10^{-5} = 4,92$$

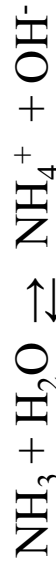
equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

3

ESERCIZIO 2

Calcolare il pH di una soluzione 0,32 M di NH_3 e 0,21 M di NH_4Cl .

$$K_b = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{NH}_3]_{\text{eq}} = [\text{NH}_3]_{\text{iniziale}} = 0,32 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}} = [\text{NH}_4\text{Cl}]_{\text{iniziale}} = 0,21 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_b = \frac{0,21 [\text{OH}^-]}{0,32} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightleftharpoons [\text{OH}^-] = \frac{1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 0,32}{0,21} = 2,82 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 2,82 \cdot 10^{-5} = 4,55$$

$$\text{pH} = 14 - 4,55 = 9,45$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

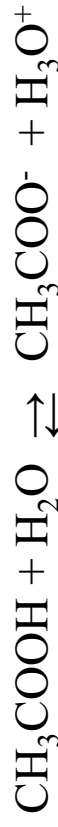
4

ESERCIZIO 3

10 g di CH_3COONa sono sciolti in una soluzione di acido acetico e il volume è portato ad 1 l. La concentrazione dell'acido nella soluzione finale è

0,22 M. Calcolare il pH della soluzione.

$$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 10 \text{ g} / 82 \text{ (g/mol)} = 0,122 \text{ mol}$$

$$[\text{CH}_3\text{COONa}] = 0,122 \text{ mol} / 1 \text{ l} = 0,122 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{iniziale}} = 0,22 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COONa}]_{\text{iniziale}} = 0,122 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_a = \frac{0,122 [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,22} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightleftharpoons [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,22}{0,122} = 3,24 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 3,24 \cdot 10^{-5} = 4,49$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

5

ESERCIZIO 4

107 ml di una soluzione di NH_3 0,1 M sono mescolati a 593 ml di una soluzione di NH_4Cl 0,1 M. Calcolare il pH della soluzione risultante.

$$K_b = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$

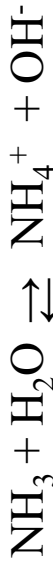
$$n_{\text{NH}_3} = 0,107 \text{ l} \cdot 0,1 \text{ mol/l} = 0,0107 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NH}_4^+} = n_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,593 \text{ l} = 0,0593 \text{ mol}$$

$$V = 0,107 + 0,593 = 0,7 \text{ l}$$

$$[\text{NH}_3] = 0,0107 \text{ mol} / 0,7 \text{ l} = 0,0153 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 0,0593 \text{ mol} / 0,7 \text{ l} = 0,0847 \text{ M}$$



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{NH}_3]_{\text{eq}} = [\text{NH}_3]_{\text{iniziale}} = 0,0153 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{iniziale}} = 0,0847 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_b = \frac{0,0847 [\text{OH}^-]}{0,0153} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

6

$$\Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0153}{0,0847} = 3,34 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 3,34 \cdot 10^{-6} = 5,48$$

$$\text{pH} = 14 - 5,48 = 8,52$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

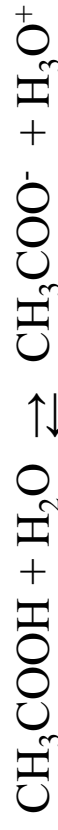
7

ESERCIZIO 5

Calcolare il pH di una soluzione 0,25 M di CH_3COOH e 0,35 M di CH_3COONa .

Calcolare inoltre la variazione di pH che si ha se ad 1 l della soluzione tampone sono aggiunte 0,00625 moli di NaOH o 0,00625 moli di HCl.

$$K_a (\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{iniziale}} = 0,25 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COONa}]_{\text{iniziale}} = 0,35 \text{ M}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{0,35 [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,25} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,25}{0,35} = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,28 \cdot 10^{-5} = 4,89$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

8

Aggiungiamo 0,00625 moli di NaOH cioè 0,00625 moli di OH⁻. La reazione che avviene è:



reazione tra acido debole e base forte: è quantitativa

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,25 \text{ mol/l} \cdot 1 \text{ l} = 0,25 \text{ mol}$$

0,00625 moli di OH⁻ sono neutralizzate da 0,00625 moli di CH₃COOH portando alla formazione di 0,00625 moli di CH₃COO⁻.

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} &= (0,25 - 0,00625) \text{ M} \\ [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} &= (0,35 + 0,00625) \text{ M} \end{aligned}$$

$$\rightleftharpoons K_a = \frac{(0,35+0,00625) [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,25-0,00625} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot (0,25-0,00625)}{0,35+0,00625} = 1,23 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,23 \cdot 10^{-5} = 4,91$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

9

Aggiungiamo 0,00625 moli di HCl cioè 0,00625 moli di H⁺. La reazione che avviene è:



reazione tra base debole e acido forte: è quantitativa

$$n_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 0,35 \text{ mol/l} \cdot 1 \text{ l} = 0,35 \text{ mol}$$

0,00625 moli di H⁺ sono neutralizzate da 0,00625 moli di CH₃COO⁻ portando alla formazione di 0,00625 moli di CH₃COOH.

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} &= (0,25 + 0,00625) \text{ M} \\ [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} &= (0,35 - 0,00625) \text{ M} \end{aligned}$$

$$\rightleftharpoons K_a = \frac{(0,35-0,00625) [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,25+0,00625} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot (0,25+0,00625)}{0,35-0,00625} = 1,34 \cdot 10^{-5}$$

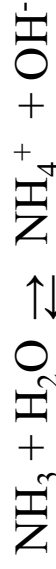
$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,34 \cdot 10^{-5} = 4,87$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

10

ESERCIZIO 6

0,50 g di NaOH sono sciolti in 1 dm³ di una soluzione 0,25 M di NH₃ (K_b NH₃ = $1,85 \cdot 10^{-5}$ mol/l) e 0,200 M di (NH₄)₂SO₄. Calcolare la variazione di pH.



$$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[NH_3]_{eq} = [NH_3]_{iniziale} = 0,25 \text{ M}$$

$$[NH_4^+]_{eq} = 2 [(NH_4)_2SO_4]_{iniziale} = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_b = \frac{0,4 [OH^-]}{0,25} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightleftharpoons [OH^-] = \frac{1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 0,25}{0,4} = 1,16 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 1,16 \cdot 10^{-5} = 4,94$$

$$pH = 14 - 4,94 = 9,06$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

11

Aggiungiamo 0,5 g di NaOH cioè 0,5 g / 40(g/mol) = 0,0125 moli di NaOH cioè 0,0125 moli di OH⁻. La reazione che avviene è:



reazione tra acido debole e base forte: è quantitativa

$$n_{NH_4^+} = 0,4 \text{ mol/l} \cdot 1 \text{ l} = 0,4 \text{ mol}$$

0,0125 moli di OH⁻ sono neutralizzate da 0,0125 moli di NH₄⁺ portando alla formazione di 0,0125 moli di NH₃.

$$[NH_3]_{eq} = (0,25 + 0,0125) \text{ M}$$

$$[NH_4^+]_{eq} = (0,4 - 0,0125) \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_b = \frac{(0,4 - 0,0125) [OH^-]}{0,25 + 0,0125} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

$$[OH^-] = \frac{1,85 \cdot 10^{-5} \cdot (0,25 + 0,0125)}{0,4 - 0,0125} = 1,25 \cdot 10^{-5}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 1,25 \cdot 10^{-5} = 4,9$$

$$pH = 14 - 4,9 = 9,1$$

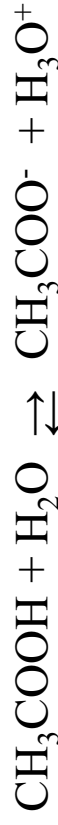
equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

12

ESERCIZIO 7

30 cm³ di HCl 0,151 M sono aggiunti a 125 cm³ di una soluzione 0,225 M di CH₃COONa e 0,202 M di CH₃COOH.

Calcolare di quanto varia il pH della soluzione per l'aggiunta dell'acido. $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ mol/l



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{iniziale}} = 0,202 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = [\text{CH}_3\text{COONa}]_{\text{iniziale}} = 0,225 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_a = \frac{0,225 [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,202} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightleftharpoons [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,202}{0,225} = 1,62 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,62 \cdot 10^{-5} = 4,79$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

13

Aggiungiamo 0,03 l di HCl 0,151 M = 0,03 l · 0,151 mol/l = 0,00453 moli di HCl cioè 0,00453 moli di H⁺.

La reazione che avviene è:



reazione tra base debole e acido forte: è quantitativa

$$n_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 0,225 \text{ mol/l} \cdot 0,125 \text{ l} = 0,0281 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,202 \text{ mol/l} \cdot 0,125 \text{ l} = 0,0252 \text{ mol}$$

0,00453 moli di H⁺ sono neutralizzate da 0,00453 moli di CH₃COO⁻ portando alla formazione di 0,00453 moli di CH₃COOH.

$$V = 0,03 + 0,125 = 0,155 \text{ l}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = (0,0252 + 0,00453) \text{ mol} / 0,155 \text{ l} = 0,192 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = (0,0281 - 0,00453) \text{ mol} / 0,155 \text{ l} = 0,152 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_a = \frac{0,152 [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,192} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,192}{0,152} = 2,27 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2,27 \cdot 10^{-5} = 4,64$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

14

ESERCIZIO 8

0,15 g di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sono aggiunti a 0,1 l di una soluzione acquosa di CH_3COOH 0,065 M. Calcolare il pH della soluzione risultante.

$$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$



$$n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 0,15 \text{ g} / 74,09 \text{ g/mol} = 0,002$$

$$\Rightarrow n_{\text{OH}^-} = 2 n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 2 \cdot 0,002 = 0,004 \text{ mol}$$

La reazione che avviene è:



reazione tra acido debole e base forte: è quantitativa

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,065 \text{ mol/l} \cdot 0,1 \text{ l} = 0,0065 \text{ mol}$$

0,004 moli di OH^- sono neutralizzate da 0,004 moli di CH_3COOH portando alla formazione di 0,004 moli di CH_3COO^- .

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

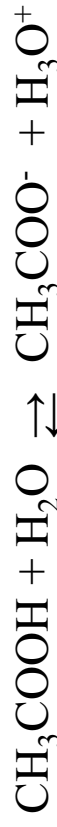
15

In definitiva in soluzione si hanno:

$$0,004 \text{ moli di } \text{CH}_3\text{COO}^-$$

$$0,0065 - 0,004 = 0,0025 \text{ moli di } \text{CH}_3\text{COOH}$$

si tratta di una soluzione tampone



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} = 0,0025 \text{ mol} / 0,1 \text{ l} = 0,025 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} = 0,004 \text{ mol} / 0,1 \text{ l} = 0,04 \text{ M}$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{0,04 [\text{H}_3\text{O}^+]}{0,025} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,025}{0,04} = 1,125 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,125 \cdot 10^{-5} = 4,95$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

16

ESERCIZIO 9

0,385 l di una soluzione 0,121 M di HCl sono aggiunti a 0,615 l di una soluzione 0,089 M di NH_3 .

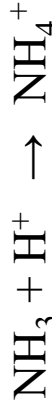
Il volume finale è 1 l. Calcolare il pH della soluzione risultante. $K_b = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

$$n_{\text{HCl}} = 0,385 \text{ l} \cdot 0,121 \text{ mol/l} = 0,0466 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}^+} = n_{\text{HCl}} = 0,0466 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 0,089 \text{ mol/l} \cdot 0,615 \text{ l} = 0,0547 \text{ mol}$$

La reazione che avviene è:



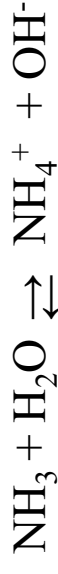
reazione tra base debole e acido forte: è quantitativa

0,0466 moli di H^+ reagiscono con 0,0466 moli di NH_3 dando luogo a 0,0466 moli di NH_4^+ . Al termine della reazione in soluzione si hanno 0,0466 moli di NH_4^+ e 0,0547-0,0466 = 0,00813 moli di NH_3

si tratta di una soluzione tampone

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

17



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$V = 0,385 + 0,615 = 1 \text{ l}$$

$$[\text{NH}_3]_{\text{eq}} = 0,00813 \text{ mol} / 1 \text{ l} = 0,00813 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}} = 0,0466 \text{ mol} / 1 \text{ l} = 0,0466 \text{ M}$$

$$\rightleftharpoons K_b = \frac{0,0466 [\text{OH}^-]}{0,00813} = 1,85 \cdot 10^{-5}$$

$$\rightleftharpoons [\text{OH}^-] = \frac{1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 0,00813}{0,0466} = 3,23 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 3,23 \cdot 10^{-6} = 5,49$$

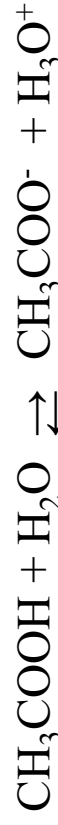
$$\text{pH} = 14 - 5,49 = 8,51$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

18

ESERCIZIO 10

Si calcoli in che rapporto debbono essere le concentrazioni di CH_3COOK e CH_3COOH ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$) per avere una soluzione tampone a pH 5,5.



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Vogliamo che pH = 5,5

$$\Rightarrow -\log [\text{H}^+] = 5,5$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5,5} = 3,16 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

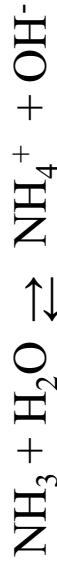
$$= \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{3,16 \cdot 10^{-6}} = 5,7$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

19

ESERCIZIO 11

Calcolare quanti g di cloruro di ammonio occorre sciogliere in 100 cm^3 di una soluzione $0,15 \text{ M}$ di ammoniaca ($K_b = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$) per ottenere una soluzione tampone a pH 9,5. Si ammetta che il volume della soluzione resti invariato dopo l'aggiunta del sale.



$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Vogliamo che pH = 9,5

$$\Rightarrow \text{pOH} = 14 - 9,5 = 4,5$$

$$-\log [\text{OH}^-] = 4,5$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-4,5} = 3,16 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{[\text{OH}^-]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{3,16 \cdot 10^{-5}} = 0,57$$

equilibrio chimico in
soluzione: tamponi

20

$$[\text{NH}_3] = 0,15 \text{ M}$$

$$\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = 0,57$$

$$\Rightarrow [\text{NH}_4^+] = 0,57 \cdot 0,15 \text{ M} = 0,0855 \text{ M}$$

Quanti g di NH_4Cl occorre aggiungere in 0,1 l della soluzione di NH_3 per avere $[\text{NH}_4^+] = 0,0855 \text{ M}$?

$$n_{\text{NH}_4^+} = 0,0855 \text{ mol/l} \cdot 0,1 \text{ l} = 0,00855 \text{ mol} = n_{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{ che occorre aggiungere}$$

$$\Rightarrow g_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0,00855 \text{ mol} \cdot 53,45 \text{ g/mol} = 0,46 \text{ g}$$