

Calcolo del pH di soluzione acquose contenenti acidi e basi deboli, di soluzioni saline, di soluzioni tampone

Calcolo del pH di acidi deboli

Un acido debole non è in grado di ionizzare completamente; per cui, a differenza di quanto avviene negli acidi forti, la concentrazione di ioni idronio è inferiore a quella dell'acido, spesso anche di molto.

Si dimostra che in questo caso, data la concentrazione dell'acido c_A e nota la costante acida della sostanza K_A , il pH di una soluzione di acido debole è pari a:

$$\text{pH} = -\log \sqrt{K_A \cdot c_A}$$



CO-PILOTA

Calcola il pH di una soluzione di acido acetico ottenuta sciogliendo 5 g di sostanza in 300 ml di acqua. $K_{A \text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUZIONE

Come prima cosa, si calcola il valore della massa molare dell'acido CH_3COOH , poi il numero di moli corrispondente a 5 g di questa sostanza e infine la molarità. Poi si applica la formula per calcolare il pH degli acidi deboli:

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 12,01 + 1,01 \cdot 3 + 12,01 + 16,00 + 16,00 + 1,01 = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{5 \text{ g}}{60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,083 \text{ mol}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0,083 \text{ mol}}{0,300 \text{ l}} = 0,28 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log \sqrt{K_A \cdot C_A} = \text{pH} -\log \sqrt{[1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,28]} = 2,65$$

PILOTA TU

La costante di dissociazione acida dell'acido nitroso HNO_2 è pari a $K_{A \text{HNO}_2} = 7,10 \cdot 10^{-4}$. Calcola il pH di una soluzione di acido nitroso ottenuta sciogliendo 10 g di sostanza in 600 ml di acqua.

Calcolo del pH di basi deboli

Una base debole non è in grado di ionizzare completamente, per cui, a differenza di quanto avviene nelle basi forti, la concentrazione di ioni idrossido è inferiore, spesso anche di molto, a quella dell'acido. Si dimostra che in questo caso, data la concentrazione dell'acido C_B e nota la costante basica della sostanza K_B , il pOH di una soluzione di base debole è pari a:

$$\text{pOH} = -\log \sqrt{K_B \cdot C_B}$$

Successivamente, si calcola il pH della soluzione sapendo che:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$



CO-PILOTA >

Calcola il pH di una soluzione di ammoniaca ottenuta sciogliendo 5,00 g di sostanza in 300 ml di acqua. $K_{B\text{NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUZIONE

Come prima cosa, si calcola il valore della massa molare dell'ammoniaca NH_3 , poi il numero di moli corrispondente a 5 g di questa sostanza ed infine la molarità. Poi si applica la formula per calcolare il pH delle basi deboli:

$$M_{\text{NH}_3} = 14,01 + 1,01 \cdot 3 = 17,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{5,00 \text{ g}}{17,04 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,29 \text{ mol}$$

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,29 \text{ mol}}{0,300 \text{ l}} = 0,98 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log \sqrt{K_B \cdot C_B} = -\log \sqrt{[1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,98]} = 2,38$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,38 = 11,62$$

PILOTA TU >

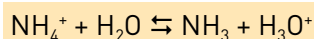
Calcola il pH di una soluzione di ammoniaca ottenuta sciogliendo 0,3 g di sostanza in 800 ml di acqua. $K_{B\text{NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Calcolo del pH di sali acidi

I cationi a carattere acido sono solo quelli provenienti da basi deboli. Lo ione ammonio è il più comune catione acido.

Un sale è acido se il suo catione è l'acido coniugato di una base debole.

La reazione di ionizzazione dello ione ammonio è:



$$K_A = \frac{K_W}{K_{B\text{NH}_3}}$$

dove la sua costante acida è pari al rapporto tra il prodotto ionico dell'acqua e la K_B della sua base coniugata. Nota la concentrazione del sale C_s , e nota la costante basica della base da cui proviene, il pH di un catione acido è dato dalla formula:

$$\text{pH} = -\log \sqrt{\frac{K_W}{K_B} \cdot C_s}$$



CO-PILOTA >

Calcola il pH di una soluzione di cloruro di ammonio 0,5 M. $K_{B\text{NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUZIONE

Applicando la formula relativa al calcolo del pH dei sali acidi, si calcola:

$$\text{pH} = -\log \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14} \cdot 0,5}{1,8 \cdot 10^{-5}}} = 4,78$$

PILOTA TU >

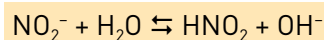
Calcola il pH di una soluzione di cloruro di ammonio ottenuta sciogliendo 5 g di sale in 100 ml di acqua. $K_{B\text{NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Calcolo del pH di sali basici

Gli anioni a carattere basico sono solo quelli provenienti da acidi deboli. Lo ione nitrito, o lo ione acetato sono tra i più comuni anioni basici.

Un sale è basico se il suo anione è la base coniugata di un acido debole.

La reazione di ionizzazione dello ione nitrito, ad esempio, è:



$$K_B = \frac{K_W}{K_{\text{AHNO}_2}}$$

Dove la sua costante basica è pari al rapporto tra il prodotto ionico dell'acqua e la costante acida dell'acido da cui deriva.

Nota la concentrazione del sale C_s , e nota la costante acida della base da cui proviene, il pOH di un anione basico è dato dalla formula:

$$\text{pOH} = -\log \sqrt{\frac{K_W}{K_A} \cdot C_s}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$



Calcola il pH di una soluzione di acetato di sodio 0,5 M. $K_{\text{A}_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUZIONE

Applicando la formula relativa al calcolo del pH dei sali basici, si calcola:

$$\text{pOH} = -\log \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,5} = 4,78$$

$$\text{pH} = 14 - 4,78 = 9,22$$

PILOTA TU

Calcola il pH di una soluzione di nitrito di potassio ottenuta sciogliendo 5 g di sale in 100 ml di acqua. $K_{\text{AHNO}_2} = 7,10 \cdot 10^{-4}$

Soluzioni tampone

Una soluzione tampone è un sistema in grado di mantenere il pH costante a seguito di piccole aggiunte di acidi o di basi forti. Si costituisce un sistema tampone se:

- una soluzione contiene un acido debole e un suo sale in concentrazioni molto simili; per esempio, una soluzione contenente sia acido nitroso HNO_2 che nitrito di sodio NaNO_2 in concentrazioni non troppo diverse tra loro, è un tampone acido;
- una soluzione contiene una base debole e un suo sale in concentrazioni molto simili; per esempio, una soluzione contenente sia ammoniaca NH_3 che cloruro di ammonio NH_4Cl in concentrazioni non troppo diverse tra loro, è un tampone basico.

Al contrario, una soluzione contenente acido cloridrico HCl e cloruro di sodio NaCl non è una soluzione tampone, poiché l'acido cloridrico non è un acido debole, ionizza completamente e non è possibile trovare contemporaneamente in soluzione sia l'acido che il suo sale.

► **Calcolo del pH di una soluzione tampone contenente un acido debole e un suo sale**

Dato un sistema tampone in cui sono note le moli dell'acido n_A e quelle del suo sale n_S , nota la K_A dell'acido, il pH della soluzione è dato dalla formula:

$$\text{pH} = \text{p}K_A - \log \frac{n_A}{n_S}$$

Il miglior tampone è quello in cui i valori di n_A e di n_S sono più simili tra loro.



CO-PILOTA ►

Calcola il pH di una soluzione tampone ottenuta mescolando 5,00 g di acetato di sodio CH_3COONa ($\text{MM} = 82,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) con 200 ml di una soluzione 0,1 M di acido acetico. $K_{\text{ACH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUZIONE

Si calcolano le moli di acetato di sodio:

$$n_S = \frac{5,00 \text{ g}}{82,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,06 \text{ mol}$$

e quelle di acido acetico:

$$n_A = 0,2 \text{ l} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} = 0,02 \text{ mol}$$

Si calcola il pK_A dell'acido acetico:

$$\text{p}K_A = -\log K_{\text{ACH}_3\text{COOH}} = -\log 1,8 \cdot 10^{-5} = 4,74$$

Si applica la formula:

$$\text{pH} = \text{p}K_A - \log \frac{n_A}{n_S} = 4,74 - \log \frac{0,02 \text{ mol}}{0,06 \text{ mol}} = 5,22$$

PILOTA TU ►

Calcola il pH di una soluzione tampone ottenuta mescolando 3 g di nitrito di sodio NaNO_2 con 300 ml di una soluzione 0,05 M di acido nitroso. $K_{\text{AHNO}_2} = 7,10 \cdot 10^{-4}$

► **Calcolo del pH di una soluzione tampone contenente una base debole e un suo sale**

Dato un sistema tampone in cui sono note le moli della base n_B e quelle del suo sale n_S , nota la K_B della base, il pOH della soluzione è dato dalla formula:

$$\text{pOH} = \text{p}K_B - \log \frac{n_S}{n_B}$$

Il miglior tampone è quello in cui i valori di n_B e di n_S sono più simili tra loro.



CO-PILOTA >

Calcola il pH di una soluzione tampone ottenuta mescolando 5,00 g di cloruro di ammonio NH_4Cl ($M = 52,45 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) con 200 ml di una soluzione 0,1 M di ammoniaca. $K_{\text{B NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$

SOLUZIONE

Si calcolano le moli di acetato di sodio:

$$n_{\text{S}} = \frac{5,00\text{g}}{52,45\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,095 \text{ mol}$$

e quelle di ammoniaca:

$$n_{\text{B}} = 0,2 \text{ l} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1} = 0,02 \text{ mol}$$

Si calcola il $\text{p}K_{\text{B}}$ dell'ammoniaca:

$$\text{p}K_{\text{B}} = -\log K_{\text{B NH}_3} = -\log 1,8 \cdot 10^{-5} = 4,74$$

Si applica la formula:

$$\text{pOH} = \text{p}K_{\text{B}} - \log \frac{n_{\text{S}}}{n_{\text{A}}} = 4,74 - \log \frac{0,095 \text{ mol}}{0,02 \text{ mol}} = 4,06 \quad \text{e} \quad \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 9,94$$

PILOTA TU >

Calcola il pH di una soluzione tampone ottenuta mescolando 3 g di nitrito di sodio NaNO_2 con 300 ml di una soluzione 0,05 M di acido nitroso. $K_{\text{A HNO}_2} = 4,5 \cdot 10^{-4}$



CO-PILOTA >

Calcola il pH di una soluzione contenente:

- A** $[\text{OH}^-] = 0,000083 \text{ M}$
- B** $\text{HCl } 0,002 \text{ M}$
- C** $\text{KOH } 0,00005 \text{ M}$
- D** $\text{HClO } 0,002 \text{ M } K_{\text{A HClO}} = 3,0 \cdot 10^{-8}$
- E** $\text{NH}_3 \text{ } 0,00005 \text{ M } K_{\text{B NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$
- F** Una soluzione ottenuta mescolando 20 ml di una soluzione di $\text{HClO } 0,02 \text{ M } K_{\text{A HClO}} = 3,0 \cdot 10^{-8}$ con 3 g di KClO
- G** Una soluzione ottenuta mescolando 30 ml di una soluzione di $\text{NH}_3 \text{ } 0,03 \text{ M } K_{\text{B NH}_3} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ con 4 g di NH_4Cl