

## Termini chiave

**Curva di titolazione (per una titolazione acido-base)** un grafico del pH in funzione del volume di acido o di base aggiunto.

**Effetto dello ione in comune** inibizione della ionizzazione di un elettrolita debole per la presenza nella stessa soluzione di un elettrolita forte che contiene uno degli ioni dell'elettrolita debole.

**Equazione di Henderson-Hasselbach** un'equazione che ci permette di calcolare direttamente il pH o il pOH di una soluzione tampone.

Per un tampone acido-sale 
$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{base coniug.}]}{[\text{acido}]}$$

Per un tampone base-sale 
$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{acido coniug.}]}{[\text{base}]}$$

**Indicatore (per una reazione acido-base)** un composto organico che mostra colori diversi in soluzioni di differente acidità; esso viene usato per indicare il punto in cui la reazione tra un acido e una base è completa.

**Punto equivalente** il punto in cui quantità chimicamente equivalenti di acido o di base hanno reagito.

**Punto finale** il punto in cui l'indicatore cambia il suo colore e la titolazione dovrebbe essere fermata.

**Soluzione tampone** una soluzione che si oppone a variazioni di pH quando vengono aggiunti acidi o basi forti. Una soluzione tampone contiene un acido e la sua base coniugata, così che essa può reagire sia con basi che con acidi. Le soluzioni tampone comuni contengono (1) un acido debole ed un sale solubile dell'acido debole oppure (2) una base debole ed un sale solubile della base debole.

**Titolazione** un procedimento mediante il quale una soluzione è aggiunta ad un'altra finché la reazione tra i due soluti è completa; generalmente la concentrazione di una soluzione è nota, l'altra è incognita.

## Esercizi

### Simboli chiave

- Esercizi con ragionamento molecolare
- ▲ Esercizi particolarmente impegnativi

**NOTE** Tutti gli esercizi di questo capitolo assumono una temperatura di 25 °C se non è altrimenti specificato. I valori di  $K_a$  e  $K_b$  si trovano nell'appendice F o vengono dati nell'esercizio.

### Idee di base

1. (a) Qual è la relazione tra pH, pOH e  $\text{p}K_w$ ? (b) Qual è la relazione tra  $K_a$  e  $\text{pH}$ ? (c) Qual è la relazione tra  $K_a$  e pOH?
2. Definire, anche facendo esempi, (a)  $\text{p}K_a$ , (b)  $K_b$ , (c)  $\text{p}K_w$ , (d) pOH
3. ● Dare i nomi e le formule di (a) cinque acidi forti, (b) cinque acidi deboli, (c) quattro basi forti, (d) quattro basi deboli.
4. ● Scrivere le reazioni bilanciate per una reazione acido-base che produca la formazione di ciascuno dei seguenti sali; predire se la soluzione acquosa di ciascun sale è acida, basica o neutra. (a)  $\text{NaNO}_3$ , (b)  $\text{Na}_2\text{S}$ , (c)  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ , (d)  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , (e)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .
5. ● Scrivere le reazioni bilanciate per una reazione acido-base che preveda la formazione di ciascuno dei seguenti sali; predire se la soluzione acquosa di ciascun sale è acida, basica o neutra. (a)  $\text{CaF}_2$ , (b)  $\text{ZnSO}_4$ , (c)  $\text{AsCl}_3$ , (d)  $\text{K}_3\text{PO}_4$ , (e)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .
6. Sotto quali condizioni si può predire che una soluzione neutra è prodotta da una reazione acido-base? (attenzione: questa domanda ha più di una risposta).

### Effetto dello ione in comune e soluzioni tampone

7. ● Quali delle seguenti soluzioni sono dei tamponi? Ciascuna soluzione fu preparata miscelando e diluendo le quantità appropriate dei due soluti per ottenere le concentrazioni indicate. Spiegare il perché. (a)  $\text{HCN}$  0.10 M e  $\text{NaCN}$  0.10 M; (b)  $\text{NaCN}$  0.10 M e  $\text{NaCl}$  0.10 M; (c)  $\text{NH}_3$  0.10 M e  $\text{NH}_4\text{Br}$  0.10 M; (d)  $\text{NaOH}$  0.10 M e  $\text{KOH}$  0.90 M.

8. ● Quali delle seguenti soluzioni sono dei tamponi? Ciascuna soluzione fu preparata miscelando e diluendo le quantità appropriate dei due soluti per ottenere le concentrazioni indicate. Spiegare il perché. (a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  1.0 M e  $\text{NaCH}_2\text{CH}_2\text{COO}$  0.2 M; (b)  $\text{NaOCl}$  0.10 M e  $\text{HOCl}$  0.10 M; (c)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0.10 M e  $\text{NH}_4\text{Br}$  0.90 M; (d)  $\text{NaCl}$  0.10 M e  $\text{HF}$  0.20 M.
9. Quali di queste combinazioni è la migliore per tamponare il pH a circa 9? (a)  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{NaCH}_2\text{COO}$ , (b)  $\text{HCl}/\text{NaCl}$ , (c)  $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ .
10. Calcolare il pH per ciascuna delle seguenti soluzioni tampone. (a)  $\text{HF}$  0.15 M e  $\text{KF}$  0.20 M; (b)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.040 M e  $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  0.025 M.
11. Il  $\text{p}K_a$  di  $\text{HOCl}$  è 7.45. Calcolare il pH di una soluzione che è 0.0222 M in  $\text{HOCl}$  e 0.0444 in  $\text{NaOCl}$ .
12. Calcolare la concentrazione di  $\text{OH}^-$  ed il pH per le seguenti soluzioni tampone. (a)  $\text{NH}_3$  (aq) 0.25 M e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0.15 M; (b)  $\text{NH}_3$  (aq) 0.15 M e  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0.20 M.
13. Calcolare la concentrazione di  $\text{OH}^-$  ed il pH per le seguenti soluzioni tampone. (a)  $\text{NH}_3$  (aq) 0.45 M e  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  0.35 M; (b) anilina,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , 0.10 M e cloruro di anilinio  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$  0.25 M.
14. ▲ Le soluzioni tampone sono estremamente importanti nei fluidi e nel metabolismo del nostro corpo. Scrivere le equazioni ioniche per illustrare l'azione tamponante dei sistemi (a)  $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{NaHCO}_3$  all'interno del sangue e (b)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 / \text{Na}_2\text{HPO}_4$  all'interno delle cellule.
15. Calcolare il rapporto di concentrazioni  $[\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+]$  per una soluzione (a) di pH 9.55 e (b) di pH 9.10.
16. ● Si preparino due soluzioni nel modo seguente. Nella soluzione A contenente 0.50 moli di acetato di potassio si aggiungano 0.25 moli di acido acetico e si diluisca con acqua fino al volume totale di 1 litro. Nella soluzione B contenente 0.25 moli di acetato