

Capitolo 17 Acidi e basi si scambiano protoni

Hai capito?

- pag. 378** a) Si dissocia; base; $\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$; b) si ionizza; acido; $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$; c) si ionizza; acido; $\text{HClO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}_4^-$; d) si dissocia; base; $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- pag. 381** ■ a) NO_3^- ; b) HClO_4 ; c) H_2O ; d) HS^- ; e) HS^- ; f) H_3O^+ . Sostanze anfiprotiche: H_2O , HS^- .
■ a) $\text{Br}^- + \text{H}_3\text{O}^+$; acido₁ + base₂ → base₁ + acido₂
b) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$; base₁ + acido₂ → acido₁ + base₂
c) $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$; acido₁ + base₂ → base₁ + acido₂
- pag. 382** Il fluoro atomico non ha il livello di valenza completo.
- pag. 384** ■ $2,2 \cdot 10^{-13}$ M; la soluzione è acida.
■ Poiché gli ioni H^+ compaiono tra i prodotti della reazione, l'equilibrio si sposterà a sinistra e diminuirà la concentrazione degli ioni OH^- ; l'equilibrio si sposta sempre a sinistra e la concentrazione degli ioni H^+ diminuirà.
- pag. 385** ■ Acida, acida, basica, basica, acida, basica.
■ B
- pag. 386** ■ 1,30
■ 10,43
- pag. 389** ■ HNO_3 in acqua è ionizzato al 100%.
■ A: il volume non influenza l'acidità della soluzione.
- pag. 390** $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; $K_b = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]}$; $\text{B}_1 + \text{A}_2 \rightleftharpoons \text{A}_1 + \text{B}_2$
- pag. 391** a) 3,80; b) 12,10
- pag. 393** Rosso.
- pag. 395** ■ 0,042 M
■ Ogni mole di H_2SO_4 libera 2 mol di ioni H^+ , quindi $2 \cdot n_{\text{H}^+} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4}$
■ 150 mL
- pag. 396** ■ Solfato di alluminio.
■ Perché in acqua subisce un'idrolisi basica: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$.
- pag. 398** ■ L'aumento di CO_2 disciolta causa un aumento di acido carbonico e sposta verso sinistra l'equilibrio del sistema tampone aumentando la concentrazione di ioni H^+ .
■ b; c

Quesiti e problemi

- 1** Lavoisier pensava che gli acidi fossero composti binari dell'ossigeno.
- 2** Ad Arrhenius; nel 1884.
- 4** a) Acidi monoprotici: HCl , HClO_3 ; b) acidi diprotici: H_2CO_3 , H_2S , H_2SO_3 ; acidi triprotici: H_3AsO_4 .
- 5** Reazione di ionizzazione. No, le basi dei metalli alcalini e alcalino-terrosi si dissociano, le basi in cui i legami sono covalenti polari si ionizzano.
- 6** $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$; $\text{HSO}_4^- \rightarrow \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- 7** La densità è il rapporto tra la quantità di carica e la superficie della sfera, che è molto piccola, dato il raggio dello ione.
- 8** H^+ si unisce a H_2O con legame dativo.
- 9** a) F; b) V; c) F; d) F
- 10** a) Arrhenius; b) Brønsted; c) Brønsted; d) Brønsted; e) Brønsted; f) Arrhenius.

11

Acido coniugato	Base coniugata
HI	I^-
HS^-	S^{2-}
NH_4^+	NH_3
HNO_3	NO_3^-
HCl	Cl^-
HSO_4^-	SO_4^{2-}
H_2SO_4	HSO_4^-

- 12 a) $K^+ + OH^- + NH_4^+ + Cl^- \rightarrow K^+ + Cl^- + NH_3 + H^+ + OH^-$
 $\uparrow_{B_1} \quad \uparrow_{A_2} \quad \uparrow_{B_2} \quad \uparrow_{A_1}$
- b) $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
 $\uparrow_{A_1} \quad \uparrow_{B_2} \quad \uparrow_{A_2} \quad \uparrow_{B_1}$
- c) $NH_2^- + H_2O \rightarrow NH_3 + OH^-$
 $\uparrow_{B_1} \quad \uparrow_{A_2} \quad \uparrow_{A_1} \quad \uparrow_{B_2}$
- d) $H_2SO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + HSO_4^-$
 $\uparrow_{A_1} \quad \uparrow_{B_2} \quad \uparrow_{A_2} \quad \uparrow_{B_1}$
- $HSO_4^- + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + SO_4^{2-}$
 $\uparrow_{A_1} \quad \uparrow_{B_2} \quad \uparrow_{A_2} \quad \uparrow_{B_1}$

13

Acido coniugato	Sostanza	Base coniugata
H ₂ S	HS ⁻	S ²⁻
NH ₄ ⁺	NH ₃	NH ₂ ⁻
H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻
H ₃ PO ₃	H ₂ PO ₃ ⁻	HPO ₃ ²⁻
H ₃ O ⁺	H ₂ O	OH ⁻

- 14 Si è formato NH₄Cl_(s) a seguito della reazione HCl_(g) + NH_{3(g)} → NH₄Cl_(s).
- 15 \square ; \square ; \square ; possono sia cedere sia acquistare un protone.
- 16 a) H⁺; b) OH⁻; c) un acido, una base; d) accettare, da; e) scioglierla, in; f) una base, elettroni, dativo; g) un acido, elettroni, dativo.
- 17 a) A: H⁺; B: PH₃; b) A: Cu²⁺; B: NH₃; c) A: FeCl₃; B: Cl⁻; d) A: BF₃; B: NH₃
- 18 \square
- 19 Il comportamento «assoluto» secondo Arrhenius si deve al fatto che gli acidi e le basi sono tali in una sola situazione: in soluzione acquosa. Per Brønsted e Lowry, possono avere comportamenti diversi a seconda della specie chimica con cui interagiscono (es. NH₃). Anche secondo Lewis il comportamento è «assoluto»: per esempio, l'acido non è HSO₄⁻, ma il protone H⁺, che non potrà mai essere una base, a differenza di HSO₄⁻.
- 20 a) B; b) B; c) A; d) A
- 21 È la costante di equilibrio della reazione di autoionizzazione dell'acqua.
- 22 Una soluzione è neutra quando [H⁺] = [OH⁻].
- 23 In ambiente acido [H⁺] > [OH⁻]; in ambiente basico [OH⁻] > [H⁺].
- 24 a) Basico; b) acido; c) acido; d) neutro; e) acido; f) basico.

25

K _w	[H ⁺]	[OH ⁻]
1,00 · 10 ⁻¹⁴	1,00 · 10 ⁻² mol/L	1,00 · 10 ⁻¹² mol/L
1,00 · 10 ⁻¹⁴	1,00 · 10 ⁻⁸ mol/L	1,00 · 10 ⁻⁶ mol/L
1,00 · 10 ⁻¹⁴	1,00 · 10 ⁻⁶ mol/L	1,00 · 10 ⁻⁸ mol/L
1,00 · 10 ⁻¹⁴	6,8 · 10 ⁻⁶ mol/L	1,46 · 10 ⁻⁹ mol/L
1,00 · 10 ⁻¹⁴	1,92 · 10 ⁻³ mol/L	5,21 · 10 ⁻¹² mol/L

- 26 0,1 M; 10⁻¹⁴ M
- 27 Il pH è il logaritmo di base dieci, cambiato di segno, della [H⁺].
- 28 a) H₂SO₄ + H₂O → HSO₄⁻ + H₃O⁺; HSO₄⁻ + H₂O → SO₄²⁻ + H₃O⁺
 b) H₂CO₃ + H₂O → HCO₃⁻ + H₃O⁺; HCO₃⁻ + H₂O → CO₃²⁻ + H₃O⁺
 c) H₂S + H₂O → HS⁻ + H₃O⁺; HS⁻ + H₂O → S²⁻ + H₃O⁺
 d) H₃PO₄ + H₂O → H₂PO₄⁻ + H₃O⁺; H₂PO₄⁻ + H₂O → HPO₄²⁻ + H₃O⁺; HPO₄²⁻ + H₂O → PO₄³⁻ + H₃O⁺
- 29 a) 1,0; b) 13,3; c) 2,3; d) 3,0; e) 12,2
- 30 a) F; b) V; c) F; d) V; e) V; f) V
- 31 Gli acidi forti si ionizzano completamente, gli acidi deboli raggiungono un equilibrio in soluzione.
- 32 a) 9,70; basica; b) 9,0; basica; c) 11,0; basica; d) 5,0; acida; e) 3,3; acida; f) 11,0; basica; g) 1,60; acida.
- 33 c); b); a)
- 34 e); d); b); a); c)

- 35 e); d); b); a); c)
 36 c); b); a)
 37 ;
 38 Quando l'acido e la base coniugata dell'indicatore hanno uguale concentrazione si ha il punto di viraggio (cambiamento di colore) dell'indicatore.
 39 1,55
 40 a) 0,010; b) 0,020; c) 0,0030; d) $1,0 \cdot 10^{-12}$; e) $5,0 \cdot 10^{-12}$; f) $1,7 \cdot 10^{-11}$
 41 a) 2,00; acida; b) 1,70; acida; c) 2,52; acida; d) 12,0; basica; e) 11,30; basica; f) 10,78; basica.
 42 Incolore.
 43 12,2
 44 1,60
 45 $\text{pH}_i = 1,40$; $\text{pH}_f = 1,94$
 46 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$; $\text{pH} = 3,4$
 47 a) 3,40; b) 4,9; c) 4,5; d) 5,1; e) 2,34
 48 a) 10,8; b) 7,2; c) 11,9; d) 11,39
 49 a) F; b) F; c) V; d) V
 50 Il secondo acido è diprotico.
 51 60 mL
 52 50 mL
 53 4 M
 54 0,50 M
 55 0,18 M
 56 0,75 M
 57 10 mL
 58 125 mL
 59 20 mL
 60 0,32 L
 61 Sì. 44 g
 62 Non danno reazioni di idrolisi.
 63 a) $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; soluzione basica;
 b) nessuna idrolisi; soluzione neutra;
 c) nessuna idrolisi; soluzione neutra;
 d) $\text{PO}_4^{3-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; soluzione basica;
 e) nessuna idrolisi; soluzione neutra;
 f) $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; soluzione basica.
 64 a) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$; $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$; soluzione basica;
 b) $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq})$; soluzione acida;
 c) $\text{CN}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCN}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$; soluzione basica;
 d) nessuna idrolisi; soluzione neutra;
 e) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2^+(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$; soluzione acida;
 f) nessuna idrolisi; soluzione neutra.
 65 Acido carbonico e bicarbonato di sodio.
 66 HPO_4^{2-}
 67 ; ; ; ; ;
 68 a) F; b) V; c) F; d) V

Il laboratorio delle competenze

- 1 0,45 M
 2 2,3
 3 -0,3
 4 Endotermico.
 5 a) $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$; b) $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
 6 CO_2 è un acido di Lewis $\Rightarrow \text{pH}_{\text{oceani}}$ diminuisce.
 Aumentando la concentrazione di un reagente allo stato gassoso o acquoso, la nuova posizione di equilibrio sarà maggiormente spostata a destra.
 La nuova posizione di equilibrio sarà maggiormente spostata a destra.
 7 1,67
 8 0,44
 9 0,34 M
 10 12,5; 12,6

- 11** Avviene la reazione $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Il bicarbonato di sodio tampona l'acidità, ma poiché si forma CO_2 si può avere «rebound secretivo» in quanto CO_2 dilata le pareti dello stomaco. Meglio utilizzare $\text{Mg}(\text{OH})_2$ e $\text{Al}(\text{OH})_3$ che, benché lassativi, reagendo con HCl non producono gas.
- 12** $8,1 \cdot 10^2$ g
- 13** 13,81
- 14** 8,1% *m/m*; 0,87 M
- 15** $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$