

CAPITOLO 2

2.19 Risultati degli esercizi di ricapitolazione

Esercizio 1. a) falso; b) falso; c) vero; d) falso; e) vero; f) falso; g) falso; h) vero.

Esercizio 2. a) acido HSO_4^- , base coniugata SO_4^{2-} , base H_2O , acido coniugato H_3O^+
b) acido H_2O , base coniugata OH^- , base HSO_4^- , acido coniugato H_2SO_4
c) acido HSO_4^- , base coniugata SO_4^{2-} , base OH^- , acido coniugato H_2O
d) acido H_3O^+ , base coniugata H_2O , base HSO_4^- , acido coniugato H_2SO_4
e) acido HSO_4^- , base coniugata SO_4^{2-} , base HSO_4^- , acido coniugato H_2SO_4

Esercizio 3. a) falso; b) vero; c) falso; d) falso; e) vero.

Esercizio 4. $\text{p}K_b = 5.363$, $K_a = 2.304 \cdot 10^{-9}$, $\text{p}K_b = 8.637$

Esercizio 5. a) falso; b) vero; c) vero; d) falso; e) falso.

Esercizio 6. per $C = 1 \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.000 \text{ M}$, $\text{pH} = 0.00$;
per $C = 10^{-4} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.000 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $\text{pH} = 4.00$;
per $C = 10^{-6} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.000 \cdot 10^{-6} \text{ M}$, $\text{pH} = 6.00$;
per $C = 3.162 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.452 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 6.46$;
per $C = 5.623 \cdot 10^{-8} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.320 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 6.88$;
per $C = 1.778 \cdot 10^{-8} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.093 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 6.96$;
per $C = 10^{-9} \text{ M}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7} \text{ M}$, $\text{pH} = 7.00$.

Esercizio 7. $\text{pH} = 12.30$

Esercizio 8. a) $\text{pH} = 7$; b) $\text{pH} = 6.72$; c) $\text{pH} = 7.28$; d) $\text{pH} = 6.62$.

Esercizio 9. Il diagramma è riportato in Figura 2.2. Le prime dieci righe di dati ottenuti dal foglio di calcolo sono:

$-\log(C)$	C	$[\text{OH}^-]$	pH
0.00	1.0000	1.0000	14.00
0.01	0.9772	0.9772	13.99
0.02	0.9550	0.9550	13.98
0.03	0.9333	0.9333	13.97
0.04	0.9120	0.9120	13.96
0.05	0.8913	0.8913	13.95
0.06	0.8710	0.8710	13.94
0.07	0.8511	0.8511	13.93
0.08	0.8318	0.8318	13.92
0.09	0.8128	0.8128	13.91

Esercizio 10.

a) usando la formula (2.20) si ha:

$\text{pH} = 2.50$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.162 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 3.162 \cdot 10^{-12} \text{ M}$, $[\text{X}^-] = 3.162 \cdot 10^{-3} \text{ M}$,

$[HX] = 9.684 \cdot 10^{-2} \text{ M}$; $[X^-]$ è il 3% di $[HX]$ e quindi i risultati sono accettabili.

b) usando la formula (2.20) si ottengono valori non accettabili in quanto $[X^-]$ è maggiore del 5% di $[HX]$. Si deve usare la formula (2.19) e si ottiene:

$\text{pH} = 3.57$, $[H_3O^+] = 2.702 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $[OH^-] = 3.702 \cdot 10^{-11} \text{ M}$, $[X^-] = 2.702 \cdot 10^{-4} \text{ M}$,

$[HX] = 7.298 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

Esercizio 11. $[H_3O^+] = 4.634 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $[OH^-] = 2.158 \cdot 10^{-12} \text{ M}$,

$[X^-] = [H_3O^+] - [OH^-] = 4.634 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $[HX] = C - [X^-] = 8.608 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $K_a = 2.49 \cdot 10^{-3}$

Esercizio 12. a) 11.12; b) 10.77; c) 9.93; d) 8.26; e) 7.11.

Esercizio 13. Vedere Figura a fine capitolo.

Omettendo il calcolo a pH troppo elevati o troppo bassi, le prime cinque righe di dati ottenuti dal foglio di calcolo per l'acido acetico sono:

pH	$[H_3O^+]$	C	$-\log(C)$
2.38	$4.1687 \cdot 10^{-3}$	0.9816	$8.0834 \cdot 10^{-3}$
2.39	$4.0738 \cdot 10^{-3}$	0.9375	0.0280
2.40	$3.9811 \cdot 10^{-3}$	0.8954	0.0480
2.41	$3.8905 \cdot 10^{-3}$	0.8552	0.0680
2.42	$3.8019 \cdot 10^{-3}$	0.8168	0.0879

Per l'acetato si ha:

pH	$[H_3O^+]$	C	$-\log(C)$
9.37	$4.266 \cdot 10^{-10}$	0.9773	0.0100
9.36	$4.365 \cdot 10^{-10}$	0.9333	0.0300
9.35	$4.467 \cdot 10^{-10}$	0.8913	0.0500
9.34	$4.571 \cdot 10^{-10}$	0.8512	0.0700
9.33	$4.677 \cdot 10^{-10}$	0.8129	0.0900

Esercizio 14. La tabella seguente riporta l'elenco delle formule da utilizzare in funzione della concentrazione stechiometrica espressa in moli/litro.

HAc 0.1	HAc 10^{-3}	HAc 10^{-5}	HAc 10^{-7}	NaAc 10^{-2}	NaAc 10^{-4}	NaAc 10^{-6}
(2.20)	(2.19) o (2.20)	(2.19)	(2.15)	(2.23)	(2.21)	pH = 7

Esercizio 15.

a) Vedere Figura a fine capitolo.

b) pH = 6.3 e 9.3;

c) si è al limite tra la zona lineare e la zona curva, per cui potrebbero andare bene le formule (2.19) e (2.23) rispettivamente;

d) pH = 6.30 e 9.30.

Esercizio 16. a) 9.25; b) 9.25; c) 9.22; d) 9.09; e) 8.22.

Esercizio 17. Vedere Figura a fine capitolo.

Le ultime dieci righe di dati ottenuti dal foglio di calcolo sono:

pH	$[H_3O^+]$	$-\log(C)$
9.17	$6.7608 \cdot 10^{-10}$	3.7932
9.18	$6.6069 \cdot 10^{-10}$	3.7256
9.19	$6.4565 \cdot 10^{-10}$	3.6489
9.20	$6.3096 \cdot 10^{-10}$	3.5600
9.21	$6.1660 \cdot 10^{-10}$	3.4533

9.22	$6.0256 \cdot 10^{-10}$	3.3186
9.23	$5.8884 \cdot 10^{-10}$	3.1328
9.24	$5.7544 \cdot 10^{-10}$	2.8226
9.25	$5.6234 \cdot 10^{-10}$	0.3152

Esercizio 18. La soluzione *d*).

Esercizio 19.

- a) NaCl 0.01 M + NaOH 0.08 M;
- b) HCl 0.09 M + NaCl 0.01 M;
- c) NaCl 0.01 M;
- d) HCl 0.01 M + NaCl 0.09 M.

Esercizio 20. Sempre la soluzione *d*) (cfr. Esercizio con acido forte + NaCl).

Esercizio 21. a) 4.84; b) 4.84; c) 5.32; d) 5.32; e) 5.26; f) 5.04.

Esercizio 22. (“C” indica il bilancio di carica, “P” indica il bilancio protonico)

- a) $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Br}^-]$ (C/P);
- b) $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$ (C/P);
- c) $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$ (C), $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{NH}_3]$ (P);
- d) $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-] + [\text{HCOO}^-]$ (C/P);
- e) $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$ (C/P);
- f) $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-] + [\text{ClO}^-]$ (C), $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{HClO}] + [\text{K}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$ (P);
- g) $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ (C/P);
- h) $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{HCOO}^-] + [\text{ClO}^-]$ (C/P);
- i) $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] + [\text{ClO}^-]$ (C/P).

Esercizio 23. a) 0.9512 g; b) 1.258 mL

Esercizio 24. Tutti gli avvenimenti tranne *a*, *c*, *i*.

Esercizio 25. Solo l’avvenimento *b* modifica le frazioni di distribuzione di HX ed X a pH costante.

- Esercizio 26.** pH = 4: $\alpha_1 \approx 1$, $\alpha_0 = 6.310 \cdot 10^{-6}$;
 pH = 6: $\alpha_1 = 0.9994$, $\alpha_0 = 6.310 \cdot 10^{-4}$;
 pH = 8: $\alpha_1 = 0.9406$, $\alpha_0 = 0.05935$;
 pH = 10: $\alpha_1 = 0.1368$, $\alpha_0 = 0.8632$;
 pH = 12: $\alpha_1 = 1.582 \cdot 10^{-3}$, $\alpha_0 = 0.9984$.

Conviene conservare le soluzioni di cianuro a pH basici per minimizzare [HCN]

Esercizio 27. Vedere Figura a fine capitolo. Le prime dieci righe di dati ottenuti dal foglio di calcolo sono:

pH	$[\text{H}_3\text{O}^+]$	α_1	α_0
0.00	1.0000	0.9999	$1.3798 \cdot 10^{-4}$
0.01	0.9772	0.9999	$1.4119 \cdot 10^{-4}$
0.02	0.9550	0.9999	$1.4448 \cdot 10^{-4}$
0.03	0.9333	0.9999	$1.4785 \cdot 10^{-4}$

0.04	0.9120	0.9998	$1.5129 \cdot 10^{-4}$
0.05	0.8913	0.9998	$1.5481 \cdot 10^{-4}$
0.06	0.8710	0.9998	$1.5842 \cdot 10^{-4}$
0.07	0.8511	0.9998	$1.6211 \cdot 10^{-4}$
0.08	0.8318	0.9998	$1.6588 \cdot 10^{-4}$
0.09	0.8128	0.9998	$1.6975 \cdot 10^{-4}$

Esercizio 28. Vedere Figura a fine capitolo. A $\text{pH} = 7.4$, evidenziato nella Figura, il paracetamolo è presente quasi esclusivamente nella sua forma neutra, e quindi il farmaco è atteso attraversare significativamente le membrane cellulari.

Esercizio 29. Vedere Figura a fine capitolo.

Esercizio 30. Vedere Figura a fine capitolo.

Esercizio 31. Vedere Figura a fine capitolo.

Esercizio 32. Vedere Figure a fine capitolo. I risultati sono:

a) $\text{pH} = 2.96$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.10 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 9.12 \cdot 10^{-12} \text{ M}$, $[\text{HX}] = 8.88 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, $[\text{X}] = 1.10 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

b) $\text{pH} = 4.17$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 6.76 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 1.48 \cdot 10^{-10} \text{ M}$, $[\text{HX}] = 3.29 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, $[\text{X}] = 6.71 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

c) $\text{pH} = 7.93$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.17 \cdot 10^{-8} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 8.51 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $[\text{HX}] = 8.51 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $[\text{X}] = 0.01 \text{ M}$;

d) $\text{pH} = 7.12$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 7.59 \cdot 10^{-8} \text{ M}$, $[\text{OH}^-] = 1.32 \cdot 10^{-7} \text{ M}$, $[\text{HX}] = 5.50 \cdot 10^{-8} \text{ M}$, $[\text{X}] = 10^{-4} \text{ M}$;
I valori possono essere leggermente differenti a seconda della qualità del grafico disegnato.

Esercizio 33. Per il metodo algebrico si applica l'equazione di Henderson, eventualmente con iterazioni. I valori di pH sono:

a) 4.75;

b) 3.86 (4 iterazioni);

c) 5.70;

d) 4.75 (è stechiometricamente identica a soluzione a).

Per l'approccio grafico, vedere Figura ingrandita a fine capitolo.

Esercizio 34. Vedere Figura a fine capitolo.

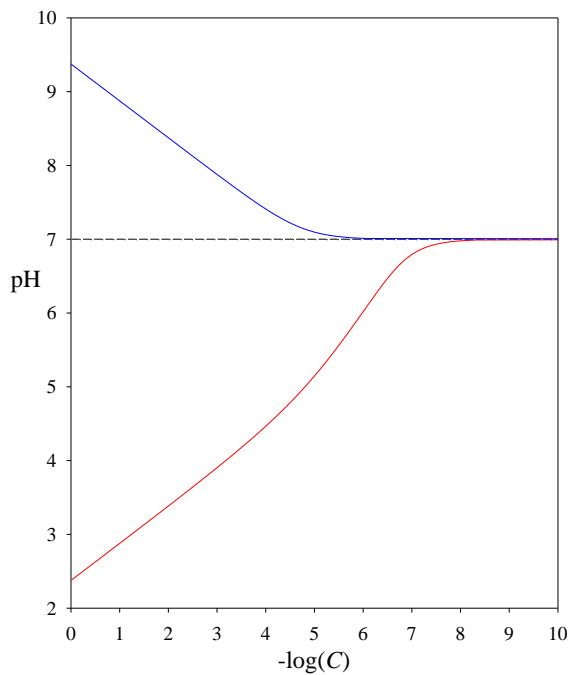
Esercizio 35. Il tampone (a) ha un potere tamponante più elevato (= è migliore) poiché la concentrazione totale è maggiore (0.2 M anziché 0.1 M).

Esercizio 36. a) 0.06909 M; b) 0.06909 M; c) 0.06909 M; d) 0.01663 M; e) 0.1153 M.

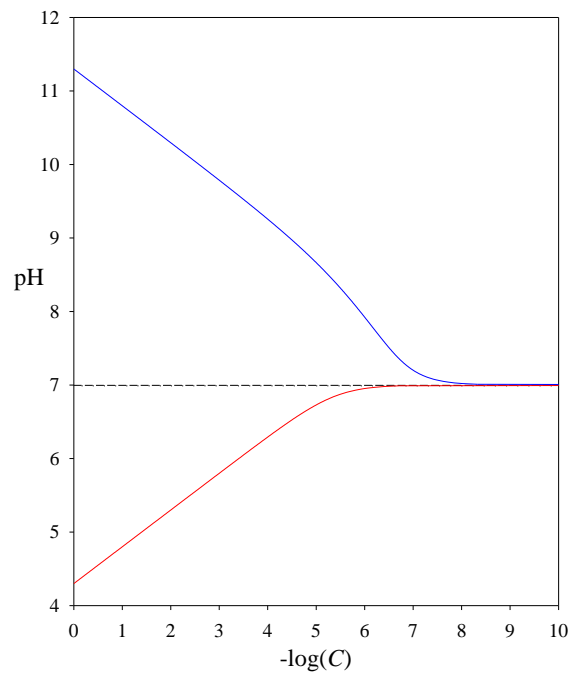
Esercizio 37. Vedere Figura a fine capitolo.

2.19.1 Figure relative agli esercizi di ricapitolazione

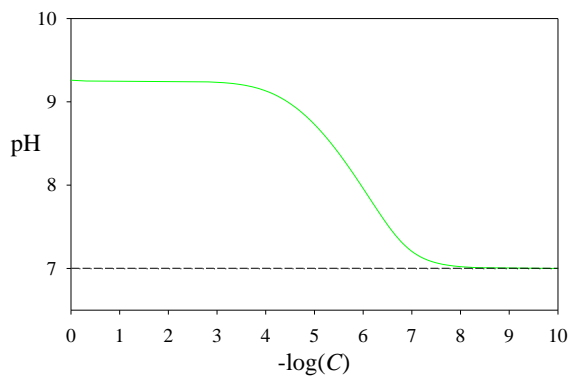
Esercizio 13



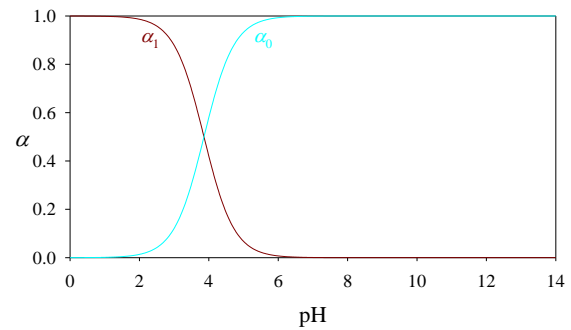
Esercizio 15



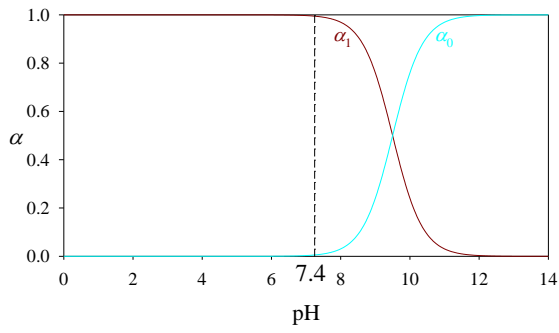
Esercizio 17



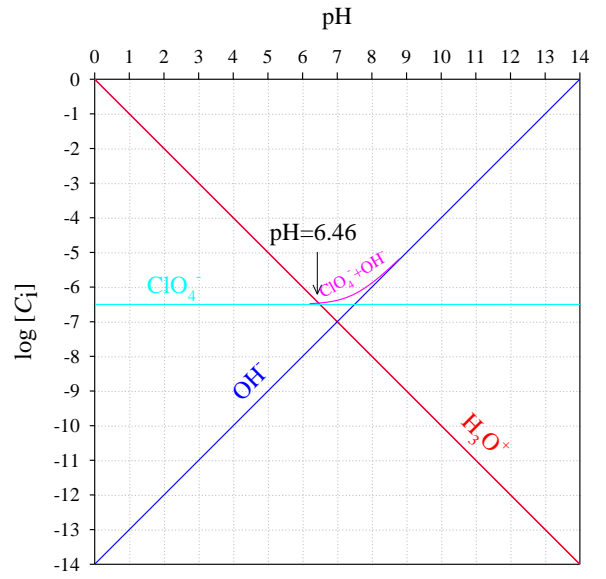
Esercizio 27



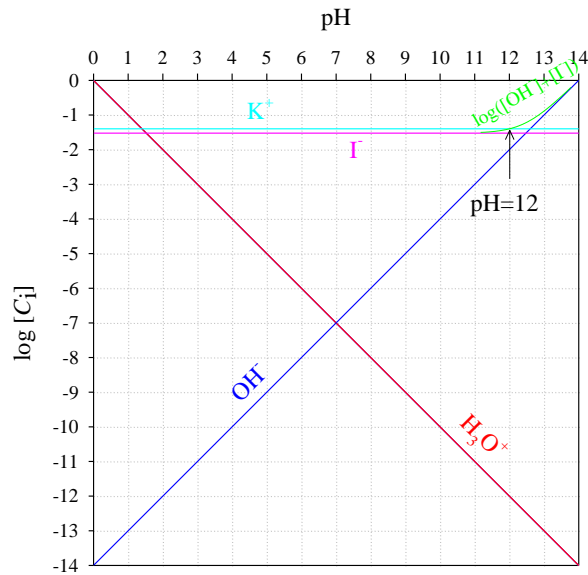
Esercizio 28



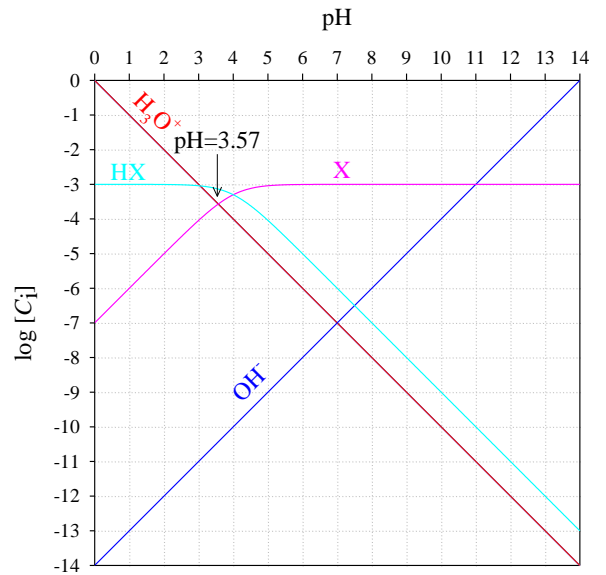
Esercizio 29



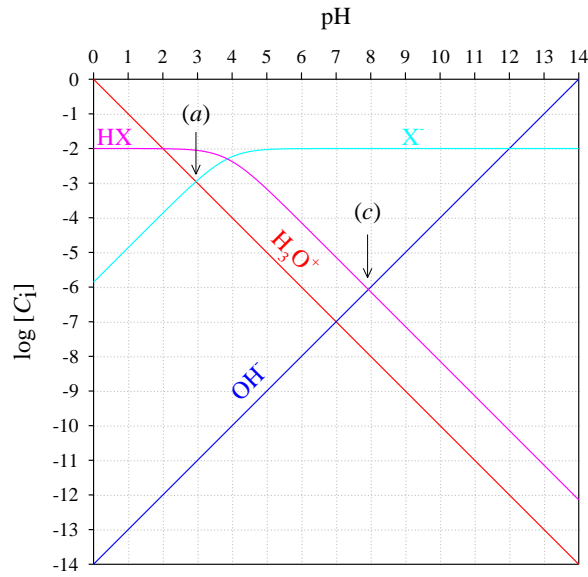
Esercizio 30



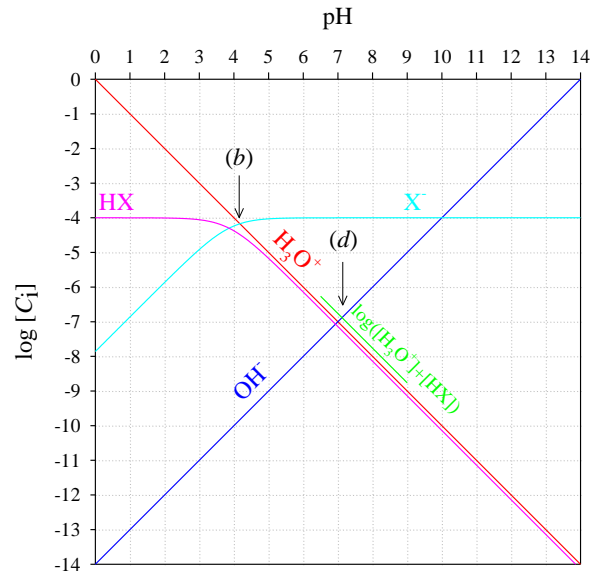
Esercizio 31



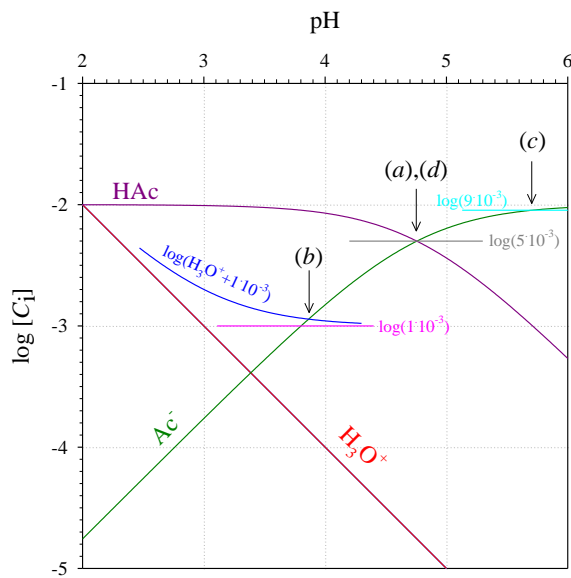
Esercizio 32(a,c)



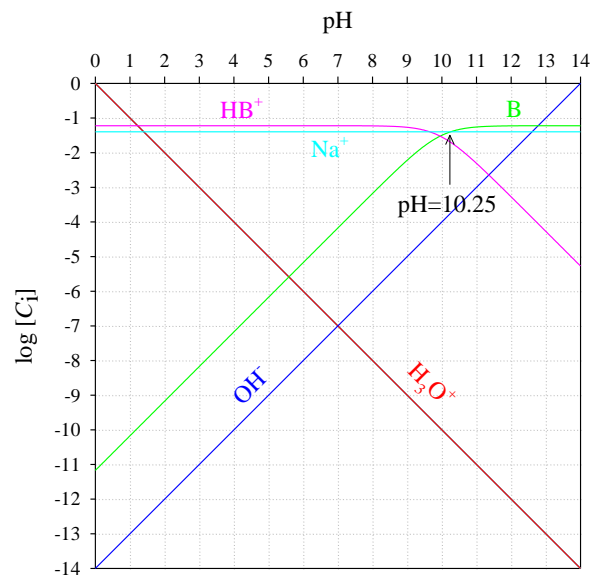
Esercizio 32(b,d)



Esercizio 33



Esercizio 34



Esercizio 37

