

# CAPITOLO 4

## 4.15 Risultati degli esercizi di ricapitolazione

**Esercizio 1.** a) pH = 0.30; b) pH = 6.28; c) pH = 7.52

**Esercizio 2.** a) pH = 0.52; b) pH = 3.52; c) pH = 2.22; d) pH = 2.22; e) pH = 11.30.

**Esercizio 3.** a)  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  della miscela è circa pari alla media tra  $1.025 \cdot 10^{-3}$  M e  $2.025 \cdot 10^{-3}$  M, per cui pH  $\approx$  2.82; b) pH = 2.79; c) vedere Figura a fine capitolo, pH = 2.79.

**Esercizio 4.** In tutti e tre i casi pH = 11.

**Esercizio 5.** a)  $[\text{OH}^-]$  della miscela è circa pari alla media tra  $5 \cdot 10^{-4}$  M e  $9.588 \cdot 10^{-4}$  M, per cui pH  $\approx$  10.86; b) vedere Figura a fine capitolo, pH = 10.89.

**Esercizio 6.** a)  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  della miscela è circa pari alla media tra  $2.046 \cdot 10^{-5}$  M e  $2.607 \cdot 10^{-5}$  M, per cui pH  $\approx$  4.63; b) vedere Figura a fine capitolo, pH = 4.67.

**Esercizio 7.** vedere Figura per l'esercizio 6 a fine capitolo. Le prime dieci righe di dati sono le seguenti:

pH	$\log[\text{H}_3\text{O}^+]$	$\log[\text{OH}^-]$	$\log[\text{NH}_4^+]$	$\log[\text{NH}_3]$	$\log[\text{HAc}]$	$\log[\text{Ac}^-]$
0.00	0.00	-14.00	-1.2518	-10.5018	-4.3566	-9.1066
0.01	-0.01	-13.99	-1.2518	-10.4918	-4.3566	-9.0966
0.02	-0.02	-13.98	-1.2518	-10.4818	-4.3566	-9.0866
0.03	-0.03	-13.97	-1.2518	-10.4718	-4.3566	-9.0766
0.04	-0.04	-13.96	-1.2518	-10.4618	-4.3566	-9.0666
0.05	-0.05	-13.95	-1.2518	-10.4518	-4.3566	-9.0566
0.06	-0.06	-13.94	-1.2518	-10.4418	-4.3566	-9.0466
0.07	-0.07	-13.93	-1.2518	-10.4318	-4.3566	-9.0366
0.08	-0.08	-13.92	-1.2518	-10.4218	-4.3566	-9.0266
0.09	-0.09	-13.91	-1.2518	-10.4118	-4.3566	-9.0166

**Esercizio 8.** La soluzione d). Il suo pH è quindi calcolabile come quello di una miscela di due basi.

**Esercizio 9.** le due soluzioni sono stechiometricamente identiche. Applicando il metodo algebrico pH  $\approx$  4.50. Vedere Figura a fine capitolo per il metodo grafico, dal quale pH = 4.50. Il valore stimato è identico a quello esatto poiché le approssimazioni richieste per il calcolo algebrico con l'equazione (4.3) sono valide.

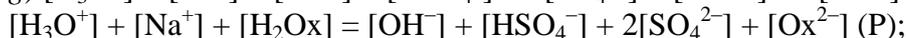
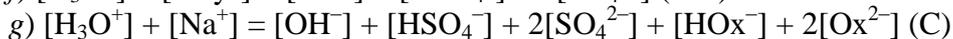
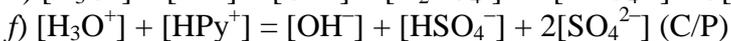
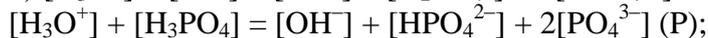
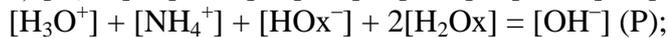
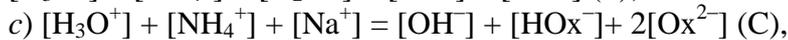
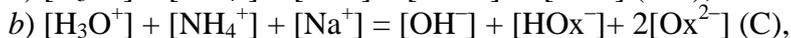
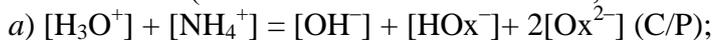
**Esercizio 10.** pH  $\approx$  3.57.

**Esercizio 11.** a)  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  della miscela è circa pari alla media tra  $3.684 \cdot 10^{-4}$  M e la somma dei tre contributi ( $8.105 \cdot 10^{-4}$  M), per cui pH  $\approx$  3.23; b) vedere Figura a fine capitolo, pH = 3.24.

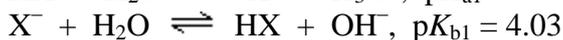
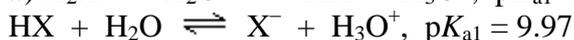
**Esercizio 12.** a) vero; b) vero; c) falso; d) vero.

**Esercizio 13.** a) falso; b) vero; c) falso; d) falso; e) vero; f) falso.

**Esercizio 14.** (“C” indica il bilancio di carica, “P” indica il bilancio protonico)



**Esercizio 15.**

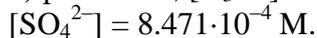
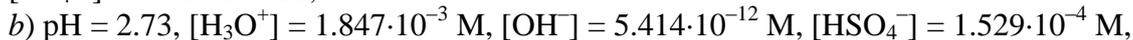
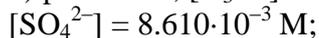
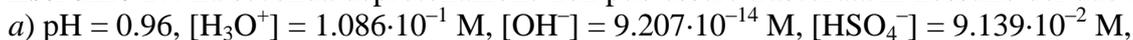


b) rispettivamente: pH = 3.40, 7.37, 10.96

c) Vedere Figura a fine capitolo; pH = 3.40, 7.37, 10.96

**Esercizio 16.** Rispettivamente pH = 5.70, 10.67, 11.94; l'equazione (4.8) non è utilizzabile poiché  $[\text{OH}^-]$  non è approssimabile nel bilancio protonico. Vedere Figura a fine capitolo.

**Esercizio 17.** La seconda deprotonazione non può essere trascurata in nessuno dei due casi.



Vedere Figure a fine capitolo.

**Esercizio 18.** Vedere Figura a fine capitolo; a) pH = 2.00; b) pH = 7.24

**Esercizio 19.**  $C = 0.02698$  M.  $\text{CO}_{2(\text{aq})}$  è un acido molto più debole di  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; poiché la sua concentrazione è solo lievemente maggiore di quella di  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , l'effetto sul pH è trascurabile.

**Esercizio 20.** a)  $C = 0.0033$  M; b) due; c)  $\text{p}K_{a1} = 2.95$ ,  $\text{p}K_{a2} = 5.40$ ; d) quattro; e) specie 1 =  $\text{H}_2\text{X}$ , specie 2 = X, specie 3 = HX, specie 4 =  $\text{OH}^-$ , specie 5 =  $\text{H}_3\text{O}^+$

**Esercizio 21.** a)  $C = 0.07$  M; b) tre; c)  $\text{p}K_{a1} = 2.3$ ,  $\text{p}K_{a2} = 7.4$ ,  $\text{p}K_{a3} = 11.1$ ; d) sette; e) specie 1 =  $\text{H}_3\text{X}$ , specie 2 =  $\text{H}_2\text{X}$ , specie 3 = HX, specie 4 = X, specie 5 =  $\text{OH}^-$ , specie 6 =  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; f) serve tracciare la curva ausiliaria  $\log(2[\text{H}_2\text{X}] + [\text{H}_3\text{X}])$ : il suo punto d'incontro con  $\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  dà pH = 1.1

**Esercizio 22.** Vedere Figura a fine capitolo (si noti che  $\text{p}K_{a2} - \text{p}K_{a1} < 2.6$ ); si ha rispettivamente pH = 2.57, 3.72, 8.20

**Esercizio 23.** La soluzione *b*

**Esercizio 24.** *a)*  $\text{H}_2\text{X}$  0.03 M + NaOH 0.02 M; *b)*  $\text{H}_2\text{X}$  0.03 M + NaOH 0.05 M; *c)*  $\text{H}_2\text{X}$  0.03 M + NaOH 0.04 M; *d)*  $\text{H}_2\text{X}$  0.05 M + NaOH 0.05 M.

**Esercizio 25.**

*a)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una miscela di HCl 0.01 M e  $\text{H}_2\text{Ft}$  0.01 M (+ KCl 0.02 M). Sebbene  $\text{H}_2\text{Ft}$  sia un acido piuttosto forte, in prima approssimazione si può trascurare il suo contributo al pH che è quindi dato dall'acido più forte. Risulta  $\text{pH} \approx 2.00$ .

*b)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una soluzione dell'acido diprotico  $\text{H}_2\text{Ft}$  0.015 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è ben stimato dalla formula generale per l'acido debole monoprotico (2.19). Risulta  $\text{pH} \approx 2.45$ .

*c)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una miscela tampone di  $\text{H}_2\text{Ft}$  0.01 M +  $\text{KHFt}$  0.01 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è stimato dall'equazione di Henderson semplificata (4.10). Risulta  $\text{pH} \approx 2.95$ .

*d)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una miscela tampone di  $\text{H}_2\text{Ft}$  0.005 M +  $\text{KHFt}$  0.02 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è stimato dall'equazione di Henderson semplificata (4.10). Risulta  $\text{pH} \approx 3.55$ .

*e)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una soluzione dell'anfolita  $\text{KHFt}$  0.03 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è stimato dall'equazione (4.8). Risulta  $\text{pH} \approx 4.18$ .

*f)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una miscela tampone di  $\text{KHFt}$  0.03 M +  $\text{K}_2\text{Ft}$  0.005 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è stimato dall'equazione di Henderson semplificata (4.12). Risulta  $\text{pH} \approx 4.63$ .

*g)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una miscela tampone di  $\text{KHFt}$  0.03 M +  $\text{K}_2\text{Ft}$  0.01 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è stimato dall'equazione di Henderson semplificata (4.12). Risulta  $\text{pH} \approx 4.93$ .

*h)* La soluzione è stechiometricamente identica ad una miscela tampone di  $\text{KHFt}$  0.03 M +  $\text{K}_2\text{Ft}$  0.015 M (+ KCl 0.03 M). Il pH è stimato dall'equazione di Henderson semplificata (4.12). Risulta  $\text{pH} \approx 5.11$ .

**Esercizio 26.** *a)*  $\text{pH} \approx 2.07$ ; *b)*  $\text{pH} \approx 3.22$ ; *c)*  $\text{pH} \approx 6.96$ ; *d)*  $\text{pH} \approx 10.98$ ; *e)*  $\text{pH} \approx 2.19$ ; *f)*  $\text{pH} \approx 4.25$ ; *g)*  $\text{pH} \approx 9.67$ .

**Esercizio 27.** Le soluzioni *e*, *f*, *g*, ed anche la soluzione *a* (potere tamponante dell'acqua).

**Esercizio 28.** Vedere Figura a fine capitolo (si noti che  $\text{p}K_{\text{a}3} - \text{p}K_{\text{a}2} < 2.6$ ); *a)*  $\text{pH} = 3.05$ , *b)*  $\text{pH} = 8.77$ , *c)*  $\text{pH} = 5.83$

**Esercizio 29.** Vedere Figura a fine capitolo;  $\text{pH} = 3.24$ . Il catecolo non contribuisce al pH dato che  $[\text{HX}^-]$  e  $2[\text{X}^{2-}]$  sono trascurabili a  $\text{pH} 3.24$ . Si confronti anche il risultato con quello dell'esercizio 11, dove è presente la stessa miscela senza catecolo.

**Esercizio 30.** Vedere Figura a fine capitolo; *a)*  $\text{pH} = 2.01$ , *b)*  $\text{pH} = 11.46$ , *c)*  $\text{pH} = 3.30$

**Esercizio 31.** Vedere Figura a fine capitolo;  $\text{pH} = 8.06$

**Esercizio 32.** *a)* 0.1337 moli; *b)* 0.2293 moli *c)* la soluzione *a)* ha un maggiore potere tamponante poiché la concentrazione stechiometrica complessiva è maggiore.

**Esercizio 33.** Vedere Figura a fine capitolo.

**Esercizio 34.** Vedere Figura a fine capitolo.

**Esercizio 35.** *a)* rispettivamente  $\text{pH} = 3.68, 8.34, 11.66$ ; *b)* vedere Figura a fine capitolo; *c)*  $\beta$  a  $\text{pH} 8.34$  è minimo, quindi  $\text{NaHCO}_3$  ha un potere tamponante scarso.

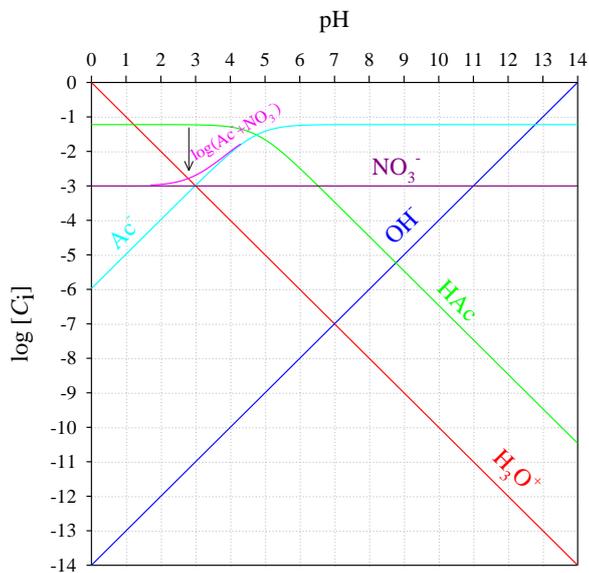
**Esercizio 36.** Vedere Figura a fine capitolo;  $\text{pH} = 6.25$

**Esercizio 37.**  $\text{pH} = 9.96, C_{\text{CO}_2} = 0.07693 \text{ M}$ .

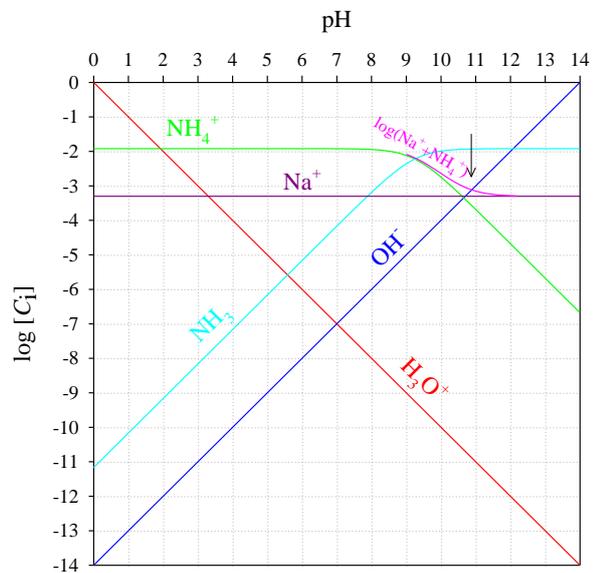
**Esercizio 38.** *a)* vero; *b)* falso; *c)* falso; *d)* falso; *e)* vero; *f)* vero; *g)* vero.

### 4.15.1 Figure relative agli esercizi di ricapitolazione

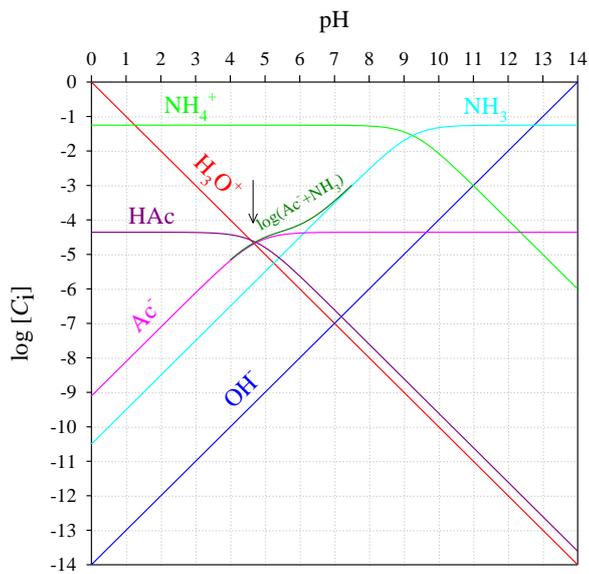
**Esercizio 3**



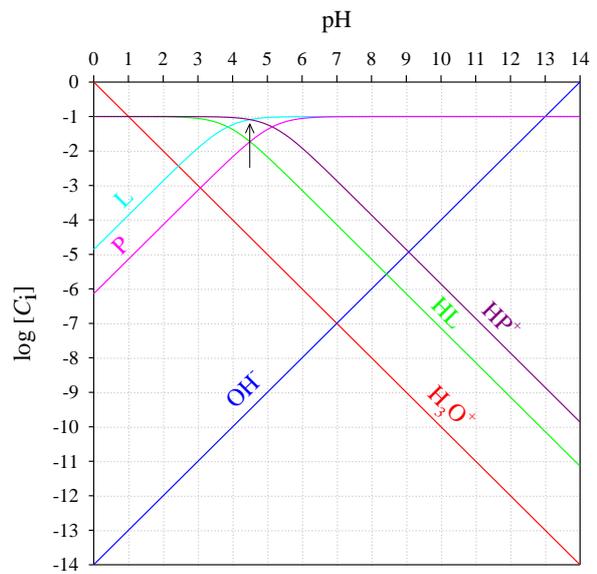
**Esercizio 5**



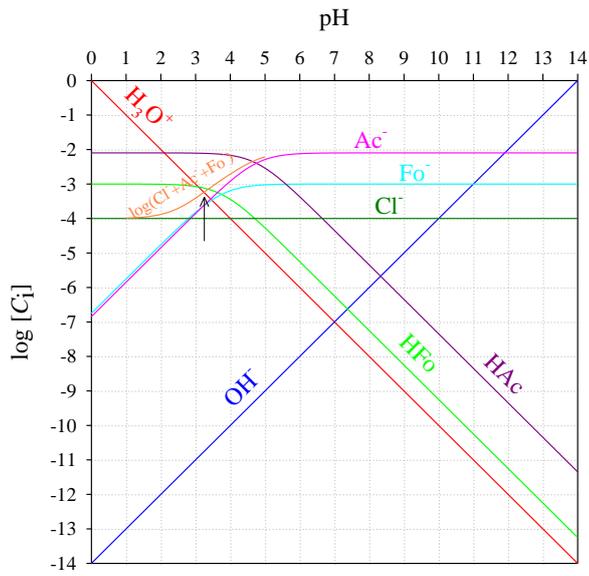
**Esercizio 6**



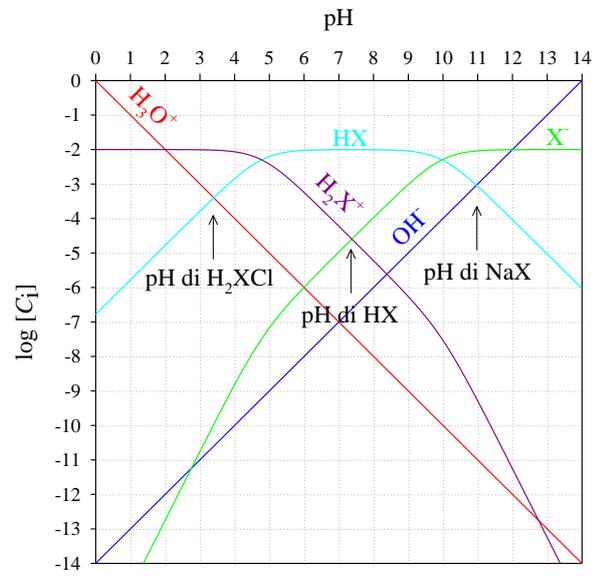
**Esercizio 9**



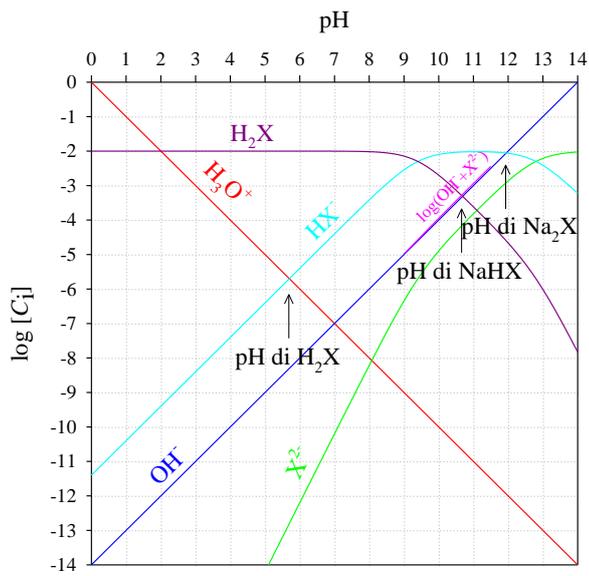
### Esercizio 11



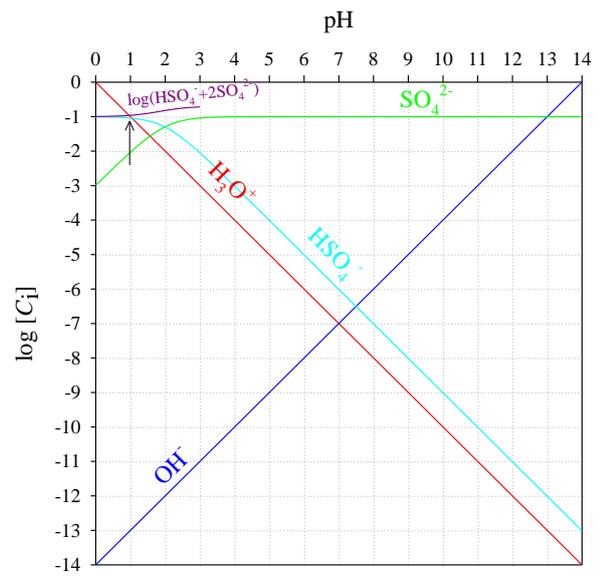
### Esercizio 15



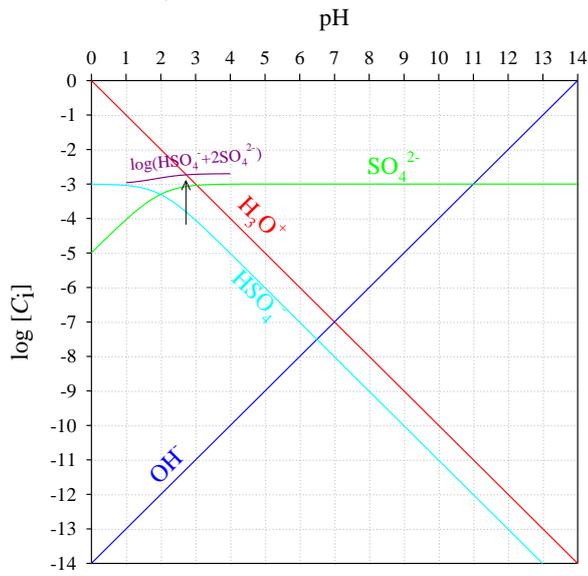
### Esercizio 16



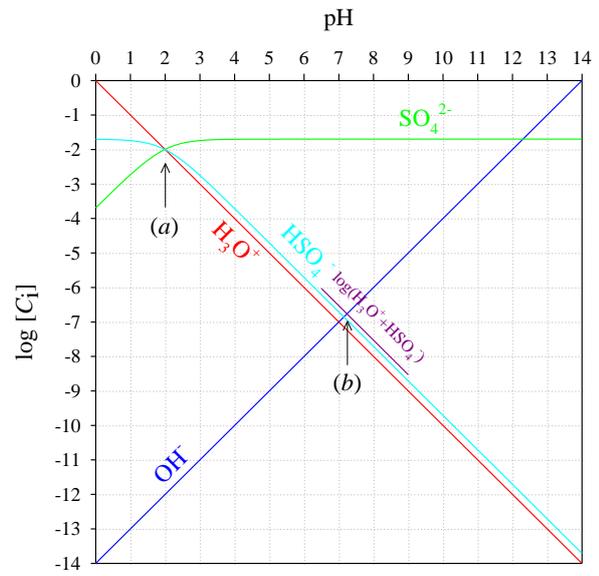
### Esercizio 17, caso (a)



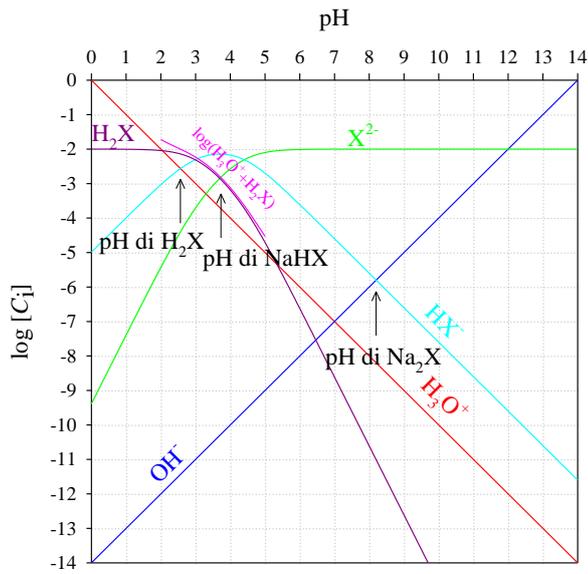
**Esercizio 17, caso (b)**



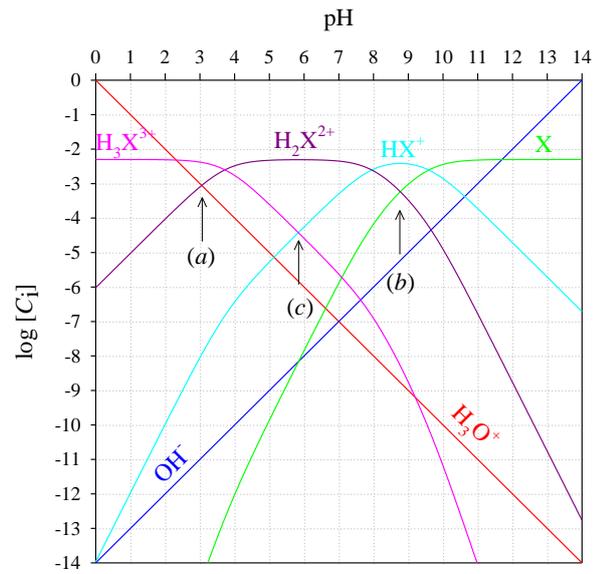
**Esercizio 18**



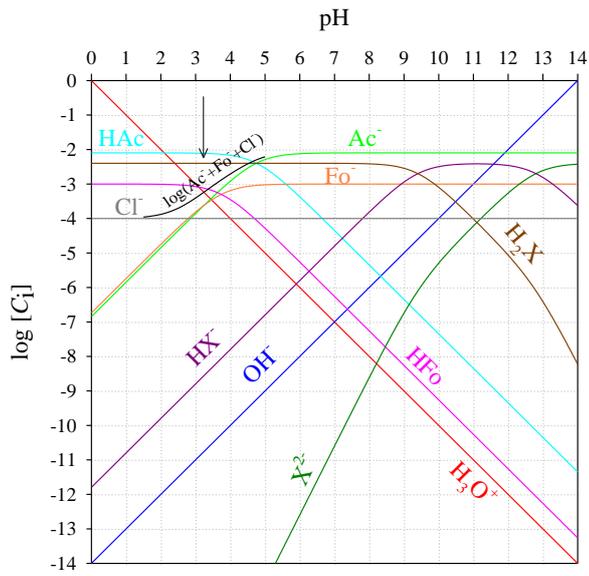
**Esercizio 22**



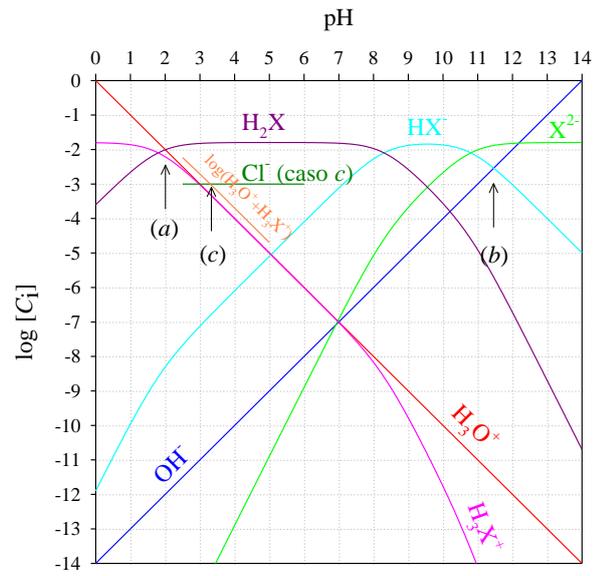
**Esercizio 28**



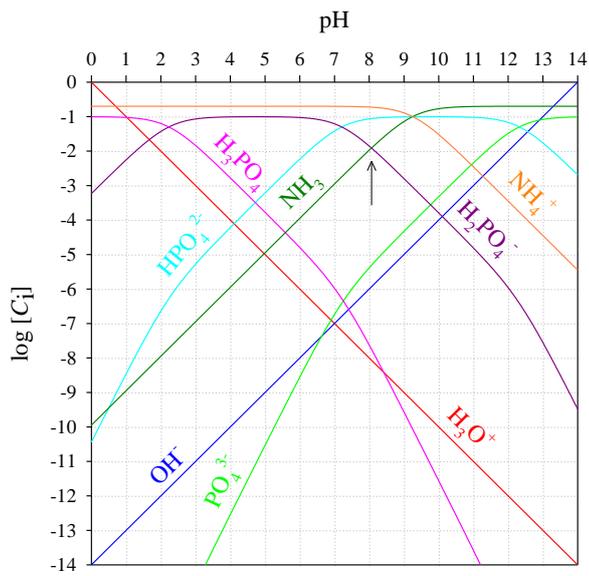
### Esercizio 29



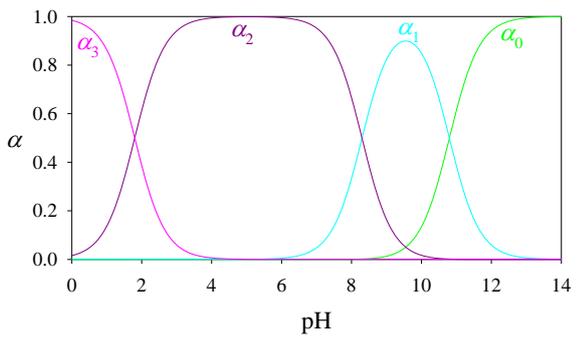
### Esercizio 30



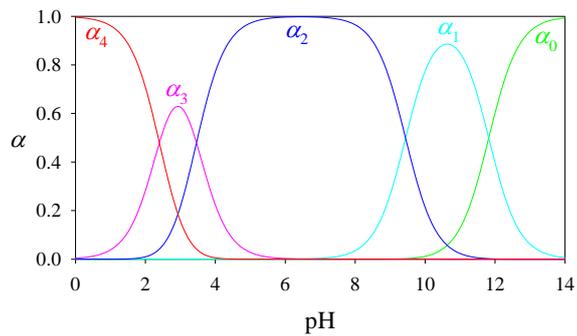
### Esercizio 31



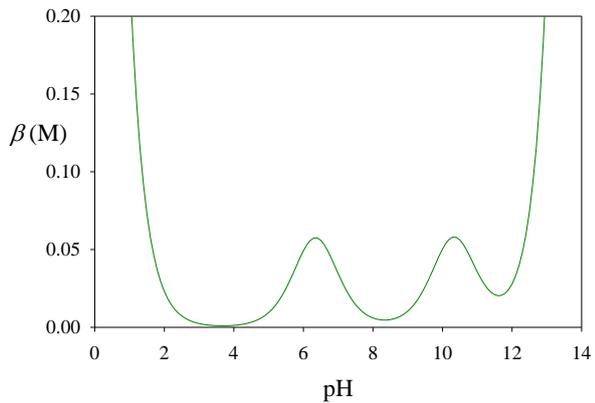
### Esercizio 33



### Esercizio 34



### Esercizio 35



### Esercizio 36

