

ESERCIZI pH – IDROLISI

1. Calcolare il pH di una soluzione 0,24 M di CH_3COONa ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) [9,06]
2. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta sciogliendo 2,4 g di NH_4Cl (PM = 53,5 g/mole) in 800 ml di acqua ($\text{p}K_b \text{ NH}_3 = 4,76$) [5,24]
3. Si mescolano 400 ml di HCN ($K_a = 7,2 \cdot 10^{-10}$) 0,1 M con 200 ml di KOH 0,2 M. Calcolare il pH della soluzione risultante [10,98]
4. Calcolare il pH di una soluzione di KH_2PO_4 0,16 M ($\text{p}K_{a1} = 2,15$ $\text{p}K_{a2} = 7,20$ $\text{p}K_{a3} = 12,4$) [4,67]
5. Calcolare il pH e la % di idrolisi di una soluzione 0,05 M di formiato di calcio $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ (K_a acido formico = $1,77 \cdot 10^{-4}$) [8,22 $1,7 \cdot 10^{-3}$ %]
6. Calcolare il pH di una soluzione contenente il sale acido KHX sapendo che l'acido H_2X è caratterizzato dalle seguenti $\text{p}K$ di dissociazione acida: $\text{p}K_{a1} = 4,28$ $\text{p}K_{a2} = 8,46$ [6,37]
7. Si mescolano 100 ml di CH_3COOH 0,2 M con 100 ml di NaOH 0,2 M. Calcolare il pH e la % di idrolisi della soluzione ottenuta (K_a acido acetico = $1,8 \cdot 10^{-5}$) [8,87 $7,4 \cdot 10^{-3}$ %]
8. Calcolare il pH di una soluzione di fosfato monoacido di sodio Na_2HPO_4 ($\text{p}K_{a1} = 2,15$ $\text{p}K_{a2} = 7,20$ $\text{p}K_{a3} = 12,4$) [9,8]
9. Calcolare il pH al punto di equivalenza quando si titolano 50 ml di una soluzione di NH_3 0,20 M con HCl 0,10 M ($K_b \text{ NH}_3 = 1,81 \cdot 10^{-5}$) [5,22]
10. Vengono mescolati 2 ml di una soluzione di NH_3 0,05 M e 10 ml di HCl 0,01 M ed il volume totale viene portato a 100 ml con acqua. Calcolare il pH della soluzione ottenuta ($K_b \text{ NH}_3 = 1,81 \cdot 10^{-5}$) [6,13]
11. Una soluzione viene ottenuta mescolando 35 ml di acido nitroso HNO_2 ($K_a = 4,5 \cdot 10^{-4}$) 0,05 M con 50 ml di KOH 0,035 M. Determinare il pH della soluzione risultante [7,83]

PROBLEMA 1

Poichè CH_3COONa deriva da un acido debole ed una base forte in acqua si idrolizza e produce un pH basico

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,24} = 1,1 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = 4,94 \quad \text{pH} = 9,06$$

PROBLEMA 2

Poichè NH_4Cl deriva da un acido forte ed una base debole in acqua si idrolizza e produce un pH acido

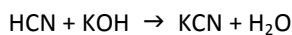
$$K_b = 10^{-\text{p}K_b} = 10^{-4,76} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{2,4}{53,5} = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ moli di } \text{NH}_4\text{Cl} \quad \frac{4,5 \cdot 10^{-2}}{0,8} = 0,056 \text{ M di } \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,7 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,056} = 5,7 \cdot 10^{-6} \quad \text{pH} = 5,24$$

PROBLEMA 3

$$0,1 \cdot \frac{400}{1000} = 0,04 \text{ moli di HCN} \quad 0,2 \cdot \frac{200}{1000} = 0,04 \text{ moli di KOH}$$



Inizio 0,04 0,04 ---

fine --- --- 0,04

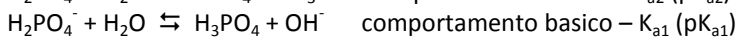
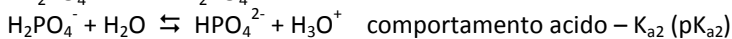
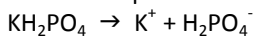
Al termine della reazione è presente in soluzione KCN che, derivando da un acido debole e una base forte, si idrolizza e produce un pH basico

$$C_s = \frac{0,04}{(400+200) \cdot 10^{-3}} = 0,067 \text{ M di KCN}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{7,2 \cdot 10^{-10}} \cdot 0,067} = 9,6 \cdot 10^{-4} \quad \text{pOH} = 3,02 \quad \text{pH} = 10,98$$

PROBLEMA 4

Si tratta di un sale acido che si comporta come un anfolita, cioè si idrolizza e manifesta sia un comportamento acido che un comportamento basico:

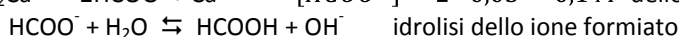
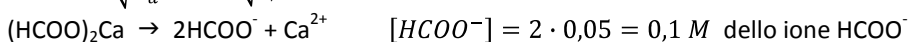


$$\text{pH} = \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2}) = \frac{1}{2} \cdot (2,15 + 7,2) = 4,67$$

PROBLEMA 5

Poichè $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ deriva da un acido debole ed una base forte in acqua si idrolizza e produce un pH basico

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,77 \cdot 10^{-10}} \cdot 0,05} = 1,7 \cdot 10^{-6} \quad \text{pOH} = 5,77 \quad \text{pH} = 8,22$$



inizio 0,1 --- ---

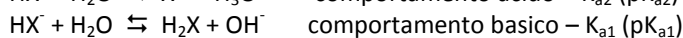
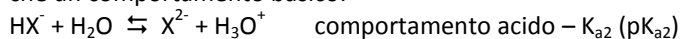
fine $(0,1 - 1,7 \cdot 10^{-6})$ $1,7 \cdot 10^{-6}$ $1,7 \cdot 10^{-6}$

$$\% \text{ idrolisi} = \frac{\text{moli idrolizzate}}{\text{moli residue}} \cdot 100 = \frac{[\text{HCOOH}]}{[\text{HCOO}^-]} \cdot 100 = \frac{1,7 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot 100 = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ di } \text{HCOO}^-$$

Da notare che si possono utilizzare indifferentemente le moli o le concentrazioni molari in quanto si tratta di un rapporto e quindi le M si otterrebbero dividendo le moli per lo stesso volume

PROBLEMA 6

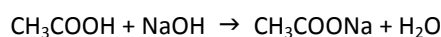
Si tratta di un sale acido che si comporta come un anfolita, cioè si idrolizza e manifesta sia un comportamento acido che un comportamento basico:



$$\text{pH} = \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2}) = \frac{1}{2} \cdot (4,28 + 8,46) = 6,37$$

PROBLEMA 7

$$0,2 \cdot \frac{100}{1000} = 0,02 \text{ moli di } \text{CH}_3\text{COOH} \quad 0,2 \cdot \frac{100}{1000} = 0,02 \text{ moli di } \text{NaOH}$$

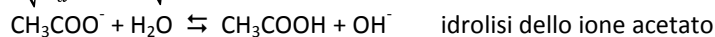


inizio	0,02	0,02	---
fine	---	---	0,02

Al termine della reazione è presente in soluzione solo CH_3COONa che, derivando da un acido debole e una base forte, si idrolizza e produce un pH basico

$$C_s = \frac{0,02}{(100+100) \cdot 10^{-3}} = 0,1 \text{ M di } \text{CH}_3\text{COONa}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,1} = 7,4 \cdot 10^{-6} \quad \text{pOH} = 5,13 \quad \text{pH} = 8,87$$

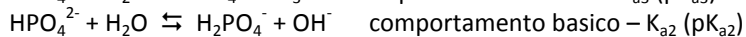
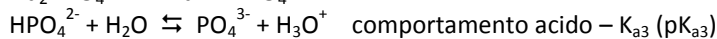
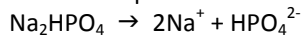


inizio	0,1	---	---
fine	$(0,1 - 7,4 \cdot 10^{-6})$	$7,4 \cdot 10^{-6}$	$7,4 \cdot 10^{-6}$

$$\% \text{ idrolisi} = \frac{\text{moli idrolizzate}}{\text{moli residue}} \cdot 100 = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \cdot 100 = \frac{7,4 \cdot 10^{-6}}{0,1} \cdot 100 = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ di } \text{CH}_3\text{COO}^-$$

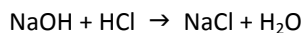
PROBLEMA 8

Si tratta di un sale acido che si comporta come un anfolita, cioè si idrolizza e manifesta sia un comportamento acido che un comportamento basico:



$$\text{pH} = \frac{1}{2} \cdot (\text{p}K_{a2} + \text{p}K_{a3}) = \frac{1}{2} \cdot (7,20 + 12,14) = 9,8$$

PROBLEMA 9



Al PE della titolazione: $\text{eq NaOH} = \text{eq HCl}$ ed in questo particolare caso: $\text{moli NaOH} = \text{moli HCl}$

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2 \quad V_2 = \frac{M_1 \cdot V_1}{M_2} = \frac{0,2 \cdot 50}{0,1} = 100 \text{ ml di HCl corrispondenti al PE}$$

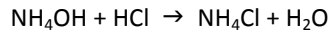
Al PE della titolazione presente solo NH_4Cl ovvero un sale derivante da una base debole e da un acido forte, che in acqua si idrolizza e produce un pH acido

$$0,2 \cdot \frac{50}{1000} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ moli di } \text{NH}_4\text{Cl} \quad C_s = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{(50+100) \cdot 10^{-3}} = 0,067 \text{ M di } \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,81 \cdot 10^{-5}} \cdot 0,067} = 6,1 \cdot 10^{-6} \quad \text{pH} = 5,22$$

PROBLEMA 10

$$0,05 \cdot \frac{2}{1000} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ moli di } \text{NH}_4\text{OH} \quad 0,01 \cdot \frac{10}{1000} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ moli di HCl}$$



inizio $1 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$ ---
 fine --- --- $1 \cdot 10^{-4}$

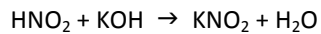
Al termine della reazione è presente in soluzione solo NH_4Cl che, derivando da una base debole e un acido forte, si idrolizza e produce un pH acido

$$C_s = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{100 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ M di } \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,81 \cdot 10^{-5}} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 7,4 \cdot 10^{-7} \quad \text{pH} = 6,13$$

PROBLEMA 11

$$0,05 \cdot \frac{35}{1000} = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ moli di } \text{HNO}_2 \quad 0,035 \cdot \frac{50}{1000} = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ moli di } \text{KOH}$$



inizio $1,75 \cdot 10^{-3}$ $1,75 \cdot 10^{-3}$ ---
 fine --- --- $1,75 \cdot 10^{-3}$

Al termine della reazione è presente in soluzione solo KNO_2 che, derivando da una base forte e un acido debole, si idrolizza e produce un pH basico

$$C_s = \frac{1,75 \cdot 10^{-3}}{(35+50) \cdot 10^{-3}} = 0,021 \text{ M di } \text{KNO}_2$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{4,5 \cdot 10^{-4}} \cdot 0,021} = 6,8 \cdot 10^{-7} \quad \text{pOH} = 6,16 \quad \text{pH} = 7,83$$