ESERCIZIO 1

① 200 cc $d = 1\ g/cc$ 0,1 M HCl

200 cc ⇒ 200 g di soluzione

200 cc ⇒ 0,2 l ⇒ $0,2 \times 0,1 =$ **0,02 moli HCl in ①**

$0,02 \times 36,46 = 0,73$ g di HCl

193,27 g di H_2O in ①

② 100 cc $d = 1,19\ g/cc$

$100 \times 1,19 = 119$ g di soluzione

$119 \times 0,38 = 45,22$ g di HCl

$\frac{45,22}{36,46} =$ **1,24 moli di HCl in ②**

$119 - 45,22 =$ **73,78 g di H_2O in ②**

DOPO MESCOLAMENTO

$1,24 + 0,02 = 1,26$ moli totali di HCl

$200 + 100 = 300$ cc Volume totale = 0,3 l

$193,27 + 73,78 = 273,05$ g di H_2O totale

$m = \frac{1,26}{0,27305} = 4,61$; $M = \frac{1,26}{0,3} = 4,2$

OPPURE

$M_1 = 0,1$

$m_1 = \frac{0,02}{0,19927} = 0,1$

⇓

1° SOLUZIONE

2° SOLUZIONE

⇑

$M_2 = \frac{1,24}{0,1} = 12,4$

$m_2 = \frac{1,24}{0,07378} = 16,8$

DOPO MESCOLAMENTO

⇓

$M_3 = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}$

$M_3 = \frac{0,1 \times 0,2 + 12,4 \times 0,1}{0,3} = 4,2$

$m_3 = \frac{m_1 K_{g1} + m_2 K_{g2}}{K_{g1} + K_{g2}}$

$m_3 = \frac{0,1 \times 0,19927 + 16,8 \times 0,07378}{0,27305}$

ESERCIZIO 2

$Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{+2} + 2OH^-$ base forte $C_b = 1 \cdot 10^{-4} M$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$ $K_W = [OH^-][H_3O^+]$

$[H_3O^+] + 2[Mg^{+2}] = [OH^-]$ $[Mg^{+2}] = C_b$ ← CONDIZIONE ANALITICA

$[H_3O^+] = \frac{K_W}{[OH^-]}$

$\frac{K_W}{[OH^-]} + 2C_b = [OH^-]$

$[OH^-]^2 - 2C_b[OH^-] - K_W = 0$ $x^2 - 2 \cdot 10^{-4} x - 1 \cdot 10^{-14} = 0$

$x = \frac{2 \cdot 10^{-4} \pm \sqrt{4 \cdot 10^{-8} + 4 \cdot 10^{-14}}}{2}$ trascuro il termine 10^{-14} rispetto a 10^{-8} $\Rightarrow x = 2 \cdot 10^{-4} = [OH^-]$

$pOH = 3{,}69$ $\boxed{pH = 10{,}31}$

$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

acido debole

$K_e = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$; $C_a = [CH_3COO^-] + [CH_3COOH]$ CONDIZIONE ANALITICA

$K_W = [H_3O^+][OH^-]$; $[CH_3COO^-] = \frac{C_a K_e}{K_e + [H_3O^+]}$

$[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-]$

$[H_3O^+] = \frac{K_W}{[H_3O^+]} + \frac{C_a K_e}{K_e + [H_3O^+]}$

trascuro $[OH^-]$ rispetto ad $[H_3O^+]$ $\Rightarrow K_e[H_3O^+] + [H_3O^+]^2 = C_a K_e$

$x^2 + K_e x - C_a K_e = 0$ $x = \frac{-1{,}8\,10^{-5} \pm \sqrt{3{,}24 \cdot 10^{-10} + 2{,}88 \cdot 10^{-8}}}{2} \Rightarrow x = 7{,}63 \cdot 10^{-5}$

$\boxed{pH = 4{,}11}$

$Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{+2} + 2OH^-$;

$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

CONDIZIONI ANALITICHE

$[Mg^{+2}] = \frac{C_b}{2}$ DOPO MESCOLAMENTO

$[CH_3COO^-] + [CH_3COOH] = \frac{C_a}{2}$

$K_e = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]}$

$K_W = [H_3O^+][OH^-]$

$[OH^-] + [CH_3COO^-] = [H_3O^+] + 2[Mg^{+2}]$

$[CH_3COO^-] = \frac{C_b}{2} \cdot 2 + ([H_3O^+] - [OH^-])$

$[CH_3COOH] = \frac{C_a}{2} - C_b - ([H_3O^+] - [OH^-])$;

$[H_3O^+] = K_e \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$

se trascuro $([H_3O^+] - [OH^-])$; $[H_3O^+] = \frac{2 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-4}} K_a$ ($C_a/2$ ↑, C_b ↑)

$[H_3O^+] = 1.8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$ la soluzione è acida.

posso trascurare $[OH^-]$ rispetto $[H_3O^+]$ ma non posso trascurare $([H_3O^+] - [OH^-])$ rispetto alle concentrazioni $\Rightarrow [H_3O^+] = K_a \frac{C_a/2 - C_b - [H_3O^+]}{C_b + [H_3O^+]} \Rightarrow K_e \frac{1 \cdot 10^{-4} - [H_3O^+]}{1 \cdot 10^{-4} + [H_3O^+]} = [H_3O^+]$

$x^2 + 1{,}18 \cdot 10^{-4} x - 1{,}8 \cdot 10^{-9} = 0$ $x = 1{,}36 \cdot 10^{-5}$ $\boxed{pH = 4{,}86}$

ESERCIZIO 3

$\frac{1}{(23+32+24+3)} = \frac{1}{82} = 0{,}0121$ (moli di CH_3COONa)

$CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

$2H_2O \rightleftarrows OH^- + H_3O^+$

$C_S = [CH_3COONa] = \frac{0{,}0121}{0{,}1} = 0{,}121\ M$

$C_a = [CH_3COOH] = 0{,}1\ M$ dal Testo

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = 1.8 \cdot 10^{-5}$$

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

CONDIZIONE ANALITICA

$$[CH_3COO^-] + [CH_3COOH] = C_S + C_a = 0{,}121 + 0{,}1 = 0{,}221$$

C.e.M $[H_3O^+] + [Na^+] = [CH_3COO^-] + [OH^-]$

$[Na^+] = 0{,}121\ M$

$$[CH_3COO^-] = 0{,}121 + \left([H_3O^+] - [OH^-]\right)$$

$$[CH_3COOH] = 0{,}221 - 0{,}121 - \left([H_3O^+] - [OH^-]\right)$$

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{0{,}1 - \left([H_3O^+] - [OH^-]\right)}{0{,}121 + \left([H_3O^+] - [OH^-]\right)}$$

$pH = pK_a + 0{,}082 = 4{,}82$

IN QUESTO CASO le concentrazioni di $[H_3O^+]$ e $[OH^-]$ sono tali da poter essere in prima battuta trascurate

ESERCIZIO 4

3,8 g

$CHCl_2COOH + H_2O \rightleftarrows CHCl_2COO^- + H_3O^+$

P.f.(Acido) = 128,9

0,59 g

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

P.f.(BASE) = 40

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

$\frac{3,8}{128,9} = 0,0294$ moli di acido

$K_e = 3,32 \cdot 10^{-2}$

$\frac{0,0294}{12} = 2,456 \cdot 10^{-3}$ M molarità acido C_a

$\frac{0,59}{40} = 0,0147$ moli di Base

$\frac{0,0147}{12} = 1,229 \cdot 10^{-3}$ M molarità base C_b $\Rightarrow C_a \cong 2C_b$

$$K_e = \frac{[CHCl_2COO^-][H_3O^+]}{[CHCl_2COOH]}$$

CONDIZIONE ANALITICA

$$C_a = [CH_3Cl_2COO^-] + [CHCl_2COOH]$$

$$C_b = [Na^+]$$

c.e.m. $[Na^+] + [H_3O^+] = [CHCl_2COO^-] + [OH^-]$

$$[H_3O^+] = K_e \cdot \frac{[CHCl_2COOH]}{[CHCl_2COO]}$$

$$C_b + [H_3O^+] - [OH^-] = [CHCl_2COO^-]$$

$$C_a - C_b - [H_3O^+] + [OH^-] = [CHCl_2COOH]$$

$$[H_3O^+] = K_e \cdot \frac{C_a - C_b - ([H_3O^+] - [OH^-])}{C_b + ([H_3O^+] - [OH^-])}$$

NON POSSO trascurare $([H_3O^+] - [OH^-])$ HA TRASCURO $[OH^-]$ RISPETTO A $[H_3O^+]$

$$[H_3O^+] = 3,32 \cdot 10^{-2} \frac{1,229 \cdot 10^{-3} - [H_3O^+]}{1,229 \cdot 10^{-3} + [H_3O^+]}$$

$$[H_3O^+]^2 + (1,229 \cdot 10^{-3} + 3,32 \cdot 10^{-2})[H_3O^+] - 1,229 \cdot 10^{-3} \cdot 3,32 \cdot 10^{-2} = 0 \Rightarrow pH = 2,9$$

ESERCIZIO 5

$NH_4Cl_{(s)} \rightleftarrows NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$

	0,65	0,45
X	−X	−X

$V = 1\ l$

$pH = 4,98$, $[H_3O^+] = 10^{-4,98}$

$[H_3O^+] = 1,047 \cdot 10^{-5}$

$K_c = \frac{K_w}{K_b}$ $\quad K_b = 10^{-4,74}$ (DAL TESTO)

$K_c = 5,5 \cdot 10^{-10}$ $\quad K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Prelevo la fase solida nella quantità pari a X e la sciolgo in 1 litro.

$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

c.e.m. $[NH_4^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [Cl^-]$

① $K_c = \frac{[NH_3][H_3O^+]}{[NH_4^+]}$; ② $K_w = [H_3O^+][OH^-]$; ③ $[NH_4^+] + [NH_3] = \frac{X}{1} = X$ CONDIZIONE ANALITICA

$[Cl^-] = \frac{X}{1} = X$ ← volume

④ $[NH_4^+] = \frac{X[H_3O^+]}{K_c + [H_3O^+]}$

DALLA ① e ② RICAVO ③

$\frac{X[H_3O^+]}{K_c + [H_3O^+]} + [H_3O^+] = X$ da cui $X = 1,97 \cdot 10^{-1}$ M

QUI $[H_3O^+]$ È NOTA $= 1.047 \cdot 10^{-5}$ M

PREVEDO LA FASE GASSOSA E LA SCIOLGO IN 1 l

QUINDI	NH_3	HCl
inizio	0,65	0,45
	−0,197	−0,197
eq	0,452	0,253

anche qui il $V = 1\ l$

$[NH_3] = 0,452\ M = C_b$ DEBOLE

$[HCl] = 0,253\ M = C_a$ FORTE

$C_{DEBOLE} > C_{FORTE}$

⇓

EQUAZIONE DI HENDERSON-HASSELBACH

$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

c.e.m. $[NH_4^+] + [H_3O^+] = [Cl^-] + [OH^-]$

$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

CONDIZIONE ANALITICA

$[NH_3] + [NH_4^+] = 0,452$ M

$[Cl^-] = 0,253$ M

$[OH^-] = K_b \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} =$

$[NH_4^+] = [Cl^-] + ([OH^-] - [H_3O^+])$

$[NH_3] = 0,452 - [Cl^-] - ([OH^-] - [H_3O^+])$

$[OH^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{0,452 - 0,253 - ([OH^-] - [H_3O^+])}{0,253 + ([OH^-] - [H_3O^+])} = 1,415 \cdot 10^{-5}$ M

$pH = 9,15$

SI PUÒ POI VERIFICARE CHE L'IPOTESI SEMPLIFICATIVA È VERIFICATA

QUI L'AMBIENTE È ACIDO

ESERCIZIO 6

$MnO_4^- + 3e^- + 4H^+ \rightleftarrows MnO_2 + 2H_2O$

$[H^+] = 0{,}1\ M$

$[MnO_4^-] = 0{,}01\ M$

$E_s = E^0 + \frac{0{,}0591}{3} \log \frac{[MnO_4^-]\cdot[H^+]^4}{[MnO_2]=1}$ → è solido

$E_d = E^0 + \frac{0{,}0591}{3} \log \frac{[MnO_4^-]\cdot[H^+]^4}{[MnO_2]=1}$

la soluzione è neutra

$[H^+] = 1\cdot10^{-7}\ M$

$[MnO_4^-] = 0{,}01\ M$

$f.e.m = E_s^+ - E_d^- = \frac{0{,}0591}{3} \log \frac{[H^+]_s^4}{[H^+]_d^4} = \frac{4}{3}\,0{,}0591 \log 10^6 =$

$[H^+]_s^4 \rightarrow 0{,}1$; $[H^+]_d^4 \rightarrow 1\cdot10^{-7}$

$= 8 \times 0{,}0591 = 0{,}473\ V$

QUANDO AGGIUNGO NaOH ad HCl ottengo NaCl

$f.e.m_2 = 0\ V$ ⇐ anche a sinistra