

Cognome e Nome.....N. di Matricola.....

1) Sapendo che  $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ , calcolare la f.e.m. della seguente pila a concentrazione:

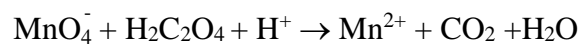


2) 1,10 g di un composto organico non elettrolita vengono disciolti in acqua fino ad ottenere un volume di soluzione pari a 100 ml; a 25° C si misura una pressione osmotica pari a 3,06 atm. Sapendo che 1,10 g di composto contengono 0,60 g di carbonio e 0,10 g di idrogeno ed il rimanente è ossigeno, calcolare peso molecolare, formula minima e formula molecolare del composto.

3) Calcolare:

- il volume di soluzione di acquosa di acido cloridrico al 37% in peso (densità 1,19 g/ml) che bisogna prelevare per preparare 100 ml di soluzione 0,10 M di acido cloridrico;
- i grammi di idrossido di calcio che la soluzione così preparata può neutralizzare.

4) Bilanciare con il metodo ionico-elettronico la seguente reazione:



e calcolare:

- i grammi di  $\text{KMnO}_4$  che reagiscono con 200 ml di soluzione 0,10 M di  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ;
- il volume di  $\text{CO}_2$ , misurato a condizioni standard, che si sviluppa nella reazione.

5) 100 ml di soluzione 0,10 M di nitrato di calcio vengono mescolati con 400 ml di soluzione 0,10 M di fluoruro di sodio. Sapendo che il prodotto di solubilità del fluoruro di calcio è  $K_{PS}=1,46 \times 10^{-10}$ ,

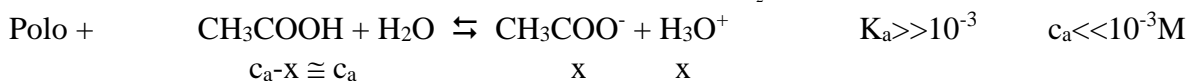
- indicare se si forma un precipitato di fluoruro di calcio oppure no ed eventualmente calcolare i grammi di precipitato che si formano;
- calcolare la concentrazione degli ioni calcio e fluoruro presenti in soluzione all'equilibrio.

1) Sapendo che  $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ , calcolare la f.e.m. della seguente pila a concentrazione:



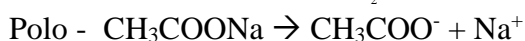
Ad entrambi i poli si ha la stessa semireazione  $2 \text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}$

e la stessa equazione di Nernst  $E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2} = \frac{0,059}{2} \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{P_{\text{H}_2}}$



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x^2}{c_a} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a c_a} = \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$E_+ = E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2} = \frac{0,059}{2} \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{P_{\text{H}_2}} = \frac{0,059}{2} \log \frac{(1,3 \times 10^{-3})^2}{1,5} = -0,17 \text{ V}$$



$$K_i = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{x^2}{c_s} \quad [\text{OH}^-] = \sqrt{K_i c_s} = \sqrt{5,5 \times 10^{-10} \times 0,1} = 7,4 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{7,4 \times 10^{-6}} = 1,35 \times 10^{-9} \text{ M} \quad E_- = \frac{0,059}{2} \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{P_{\text{H}_2}} = \frac{0,059}{2} \log \frac{(1,35 \times 10^{-9})^2}{2} = -0,53 \text{ V}$$

$$E_{\text{pila}} = E_+ - E_- = -0,17 - (-0,53) = 0,36 \text{ V}$$

2) 1,10 g di un composto organico non elettrolita vengono disciolti in acqua fino ad ottenere un volume di soluzione pari a 100 ml; a 25° C si misura una pressione osmotica pari a 3,06 atm.

Sapendo che 1,10 g di composto contengono 0,60 g di carbonio e 0,10 g di idrogeno ed il rimanente è ossigeno, calcolare peso molecolare, formula minima e formula molecolare del composto.

$$T = 298 \text{ K} \quad V = 0,1 \text{ l} \quad \pi = MRT = \frac{g \times RT}{PM \times V} \quad PM = \frac{gRT}{\pi V} = \frac{1,1 \times 0,0821 \times 298}{0,1 \times 3,06} = 88 \text{ g/mol}$$

$$g_O = g_{\text{tot}} - g_C - g_H = 1,1 - 0,6 - 0,1 = 0,4 \text{ g}$$

	g	PA	$n = \frac{g}{PA}$	Rapporti atomici
C	0,6	12	0,05	2
H	0,1	1	0,1	4
O	0,4	16	0,025	1

Formula minima:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

$$P_f = 2P_{AC} + 4P_{AH} + P_{AO} = 44 \text{ g/mol}$$

$$PM/P_f = 88/44 = 2$$

Formula molecolare:  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

3) Calcolare: a) il volume di soluzione di acquosa di acido cloridrico al 37% in peso (densità 1,19 g/ml) che bisogna prelevare per preparare 100 ml di soluzione 0,10 M di acido cloridrico.

$$V^f = 0,1 \text{ l} \quad n_{\text{HCl}} = M \times V^f = 0,1 \times 0,1 = 0,01 \text{ mol}$$

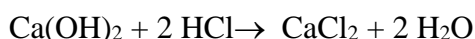
$$PM_{\text{HCl}} = P_{AH} + P_{ACl} = 36,45 \text{ g/mol}$$

$$g_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \times PM_{\text{HCl}} = 0,01 \times 36,45 = 0,3645 \text{ g}$$

$$\%_{\text{HCl}} = \frac{g_{\text{HCl}}}{g_{\text{soluz}}} \times 100 \Rightarrow g_{\text{soluz}} = \frac{g_{\text{HCl}}}{\%_{\text{HCl}}} \times 100 = \frac{0,3645 \times 100}{37} = 0,985 \text{ g}$$

$$V_{\text{soluz}} = g_{\text{soluz}} / d_{\text{soluz}} = 0,985 / 1,19 = 0,83 \text{ ml}$$

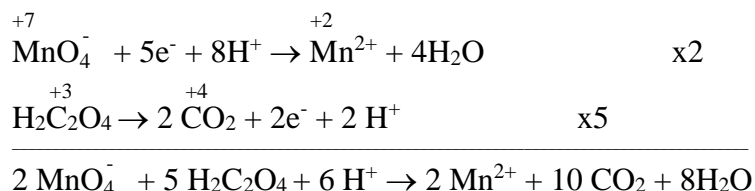
b) i grammi di idrossido di calcio che la soluzione così preparata può neutralizzare.



$$n_{\text{Ca(OH)}_2} = 1/2 n_{\text{HCl}} = 0,005 \text{ mol} \quad \text{PM}_{\text{Ca(OH)}_2} = \text{PA}_{\text{Ca}} + 2\text{PA}_{\text{H}} + 2 \text{PA}_{\text{O}} = 74,093 \text{ g/mol}$$

$$g_{\text{Ca(OH)}_2} = n_{\text{Ca(OH)}_2} \times \text{PM}_{\text{Ca(OH)}_2} = 0,005 \times 74,093 = 0,37 \text{ g}$$

4) Bilanciare con il metodo ionico-elettronico la seguente reazione:



e calcolare: a) i grammi di  $\text{KMnO}_4$  che reagiscono con 200 ml di soluzione 0,10 M di  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

$$V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,20 \text{ l} \quad n_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = M_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ mol} \quad n_{\text{KMnO}_4} = 2/5 n_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,008 \text{ mol}$$

$$\text{PM}_{\text{KMnO}_4} = \text{PA}_{\text{K}} + \text{PA}_{\text{Mn}} + 4 \text{PA}_{\text{O}} = 158 \text{ g/mol} \quad g_{\text{KMnO}_4} = n_{\text{KMnO}_4} \times \text{PM}_{\text{KMnO}_4} = 0,008 \times 158 = 1,26 \text{ g}$$

b) il volume di  $\text{CO}_2$ , misurato a condizioni standard, che si sviluppa nella reazione.

$$n_{\text{CO}_2} = 2n_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} = 0,04 \text{ mol} \quad T = 298 \text{ K} \quad P = 1,0 \text{ atm} \quad V_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \frac{RT}{P} = 0,04 \times 0,0821 \times 298 = 0,978 \text{ l}$$

5) 100 ml di soluzione 0,10 M di nitrato di calcio vengono mescolati con 400 ml di soluzione 0,10 M di fluoruro di sodio. Sapendo che il prodotto di solubilità del fluoruro di calcio è  $K_{\text{PS}} = 1,46 \times 10^{-10}$ :

a) indicare se si forma un precipitato di fluoruro di calcio oppure no ed eventualmente calcolare i grammi di precipitato che si formano;

nitrato di calcio:  $\text{Ca(NO}_3)_2$     fluoruro di sodio:  $\text{NaF}$     fluoruro di calcio:  $\text{CaF}_2$

$$V_{\text{tot}} = V_{\text{Ca(NO}_3)_2} + V_{\text{NaF}} = 100 + 400 = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ l}$$

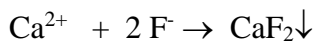
$$n_{\text{Ca(NO}_3)_2} = M_{\text{Ca(NO}_3)_2}^0 \times V_{\text{Ca(NO}_3)_2} = 0,1 \times 0,1 = 0,01 \text{ mol} \quad M_{\text{Ca(NO}_3)_2} = \frac{n_{\text{Ca(NO}_3)_2}}{V_{\text{tot}}} = \frac{0,01}{0,5} = 0,02 \text{ M}$$

$$n_{\text{NaF}} = M_{\text{NaF}}^0 \times V_{\text{NaF}} = 0,1 \times 0,4 = 0,04 \text{ mol} \quad M_{\text{NaF}} = \frac{n_{\text{NaF}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{0,04}{0,5} = 0,08 \text{ M}$$



$$\text{CaF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^-(\text{aq}) \quad K_{\text{PS}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 \quad [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 = 0,02 \times (0,08)^2 = 1,28 \times 10^{-4} \gg K_{\text{PS}}$$

si forma un precipitato di fluoruro di calcio



$$\begin{array}{ccc} 0,01 & 0,04 & / \\ -0,01 & -0,02 & +0,01 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{moli iniziali} \\ \text{reazione} \end{array}$$

$\text{Ca}^{2+}$  reagente in difetto

$$\Delta n_{\text{F}^-} = 2\Delta n_{\text{Ca}^{2+}} = 0,02 \text{ mol}$$

$$\begin{array}{ccc} / & 0,02 & 0,01 \\ \hline & & \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{moli finali} \end{array}$$

$$\Delta n_{\text{CaF}_2} = |\Delta n_{\text{Ca}^{2+}}| = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{PM}_{\text{CaF}_2} = \text{PA}_{\text{Ca}} + 2\text{PA}_{\text{F}} = 78,07 \text{ g/mol} \quad g_{\text{CaF}_2} = n_{\text{CaF}_2} \times \text{PM}_{\text{CaF}_2} = 0,01 \times 78,07 = 0,78 \text{ g}$$

b) calcolare la concentrazione degli ioni calcio e fluoruro presenti in soluzione all'equilibrio.

$$[\text{F}^-] = \frac{n_{\text{NaF}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{0,02}{0,5} = 0,04 \text{ M} \quad K_{\text{PS}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^-]^2 \quad [\text{Ca}^{2+}] = \frac{K_{\text{PS}}}{[\text{F}^-]^2} = \frac{1,46 \times 10^{-10}}{(0,04)^2} = 9,1 \times 10^{-8} \text{ M}$$