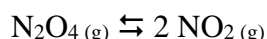


Cognome e Nome.....N. di Matricola.....

1) In un recipiente del volume di 0,82 litri alla temperatura di 26° C vengono introdotti 3,88 g di N₂O₄; N₂O₄ si dissocia secondo la reazione:



Sapendo che all'equilibrio la pressione parziale di NO₂ è pari a 0,424 atm, calcolare:

- il grado di dissociazione α ;
- la costante di equilibrio K_p .

2) Calcolare:

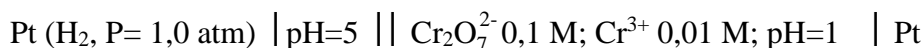
- il volume di soluzione acquosa di ammoniaca avente concentrazione 31,75% in peso e densità 0,8861g/ml che bisogna prelevare per preparare 500 ml di soluzione ammoniacale 0,10 M;
- il pH della soluzione risultante, sapendo che per l'ammonica $K_b=1,8 \times 10^{-5}$.

3) Calcolare il pH di una soluzione preparata mescolando 100 ml di soluzione 0,10 M di HClO ($K_a=2,9 \times 10^{-10}$) e 100 ml di soluzione 0,040 M di NaOH.

4) Sapendo che la solubilità del fluoruro di magnesio in acqua è pari a 130 mg/l, calcolare:

- il prodotto di solubilità del fluoruro di magnesio;
- la concentrazione dello ione Mg²⁺ in una soluzione satura in MgF₂ e 0,1 M in NaF.

5) Calcolare la f.e.m. della seguente pila:



$$E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = +1,33 \text{ V}$$

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

1) Calcolare:

- a) il volume di soluzione acquosa di CH_3COOH avente concentrazione 5,4 % in peso e densità 1,097 g/ml che bisogna prelevare per preparare 200 ml di soluzione 0,050 M di acido acetico;
- b) il pH della soluzione risultante, sapendo che per l'acido acetico $K_a=1,8 \times 10^{-5}$.

2) Calcolare il pH di una soluzione preparata mescolando 300 ml di soluzione 0,10 M di HF ($K_a=6,7 \times 10^{-4}$) e 200 ml di soluzione 0,10 M di NaOH.

3) Calcolare la f.e.m. della seguente pila:

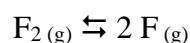
$$\text{Pt} (\text{H}_2, P= 1,0 \text{ atm}) \mid \text{pH}=2 \parallel \text{MnO}_4^- 0,05 \text{ M}; \text{Mn}^{2+} 0,01 \text{ M}; \text{pH}=0,5 \mid \text{Pt}$$

$$E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,51 \text{ V}$$

4) Sapendo che la solubilità del cromato di argento Ag_2CrO_4 è pari a 21,6 mg/l, calcolare:

- a) il prodotto di solubilità del cromato di argento;
- b) la concentrazione dello ione Ag^+ in una soluzione satura in Ag_2CrO_4 e 0,10 M in Na_2CrO_4 .

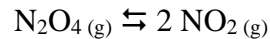
5) In un recipiente del volume di 2,0 litri vengono introdotti 0,76 g di F_2 . Quando la temperatura viene portata a 727 °C si stabilisce l'equilibrio:



All'equilibrio nel recipiente si misura una pressione totale pari a 0,936 atm. Calcolare:

- a) il grado di dissociazione α ;
- b) la costante di equilibrio K_p .

1) In un recipiente del volume di 0,82 litri alla temperatura di 26° C vengono introdotti 3,88 g di N_2O_4 , che a quella temperatura si dissocia secondo la reazione:



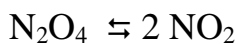
Sapendo che all'equilibrio la pressione parziale di NO_2 è pari a 0,424 atm, calcolare:

c) il grado di dissociazione α ;

d) la costante di equilibrio K_P .

$$PM_{N_2O_4} = 2PA_{N_2} + 4PA_{O_2} = 92,011 \text{ g/mol} \quad n_{N_2O_4}^0 = \frac{g_{N_2O_4}}{PM_{N_2O_4}} = \frac{3,88}{92,011} = 0,0422 \text{ mol} \quad T = 299 \text{ K}$$

$$P_{N_2O_4}^0 = n_{N_2O_4}^0 \times \frac{RT}{V} = \frac{0,0422 \times 299 \times 0,0821}{0,82} = 1,26 \text{ atm} = P^0$$



$$P^0(1-\alpha) \quad 2P^0\alpha \quad P_{NO_2} = 2P^0\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{P_{NO_2}}{2P^0} = \frac{0,424}{2 \times 1,26} = 0,168$$

$$P_{N_2O_4} = P^0(1-\alpha) = 1,26 \times (1-0,168) = 1,048 \text{ atm} \quad K_P = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{(0,424)^2}{1,048} = 0,1715$$

2) Calcolare:

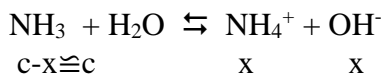
a) il volume di soluzione acquosa di ammoniaca avente concentrazione 31,75% in peso e densità 0,8861 g/ml che bisogna prelevare per preparare 500 ml di soluzione ammoniacale 0,10 M;

$$V_{NH_3}^f = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ l} \quad n_{NH_3} = M_{NH_3} \times V_{NH_3}^f = 0,1 \times 0,5 = 0,05 \text{ mol}$$

$$PM_{NH_3} = PA_{N_2} + 3PA_{H_2} = 17 \text{ g/mol} \quad g_{NH_3} = n_{NH_3} \times PM_{NH_3} = 0,05 \times 17 = 0,85 \text{ g}$$

$$\%_{NH_3} = \frac{g_{NH_3}}{g_{soluz}} \times 100 \Rightarrow g_{soluz} = \frac{g_{NH_3}}{\%_{NH_3}} \times 100 = \frac{0,85 \times 100}{31,75} = 2,677 \text{ g} \quad V_{soluz} = \frac{g_{soluz}}{d_{soluz}} = \frac{2,677}{0,8861} = 3,0 \text{ ml}$$

b) il pH della soluzione risultante, sapendo che per l'ammonica $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.



$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{x^2}{c} \quad [OH^-] = x = \sqrt{K_b c} = \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 0,1} = 1,34 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 2,9 \quad pH = 14 - pOH = 11,1$$

3) Calcolare il pH di una soluzione preparata mescolando 100 ml di soluzione 0,10 M di HClO ($K_a = 2,9 \times 10^{-10}$) e 100 ml di soluzione 0,040 M di NaOH.

$$V_{HClO} = V_{NaOH} = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ l} \quad V_{tot} = V_{HClO} + V_{NaOH} = 200 \text{ ml} = 0,2 \text{ l}$$

$$n_{HClO} = M_{HClO} \times V_{HClO} = 0,1 \times 0,1 = 0,01 \text{ mol} \quad n_{NaOH} = M_{NaOH} \times V_{NaOH} = 0,1 \times 0,04 = 0,004 \text{ mol}$$

$\text{HClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$			NaOH reagente in difetto
0,01	0,004	/	moli iniziali
-0,004	-0,004	+0,004	reazione
<hr/>			
0,006	/	0,004	moli finali

Si forma una soluzione che contiene un acido debole (HClO) e un suo sale con base forte (NaClO), ovvero una soluzione tampone.

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{c_S}{c_A} = \text{pK}_a + \log \frac{n_S}{n_A} = -\log K_a + \log \frac{n_{\text{NaClO}}}{n_{\text{HClO}}} = -\log(2,9 \times 10^{-10}) + \log \frac{0,004}{0,006} = 9,36$$

4) Sapendo che la solubilità del fluoruro di magnesio in acqua è pari a 130 mg/l, calcolare:

a) il prodotto di solubilità del fluoruro di magnesio;

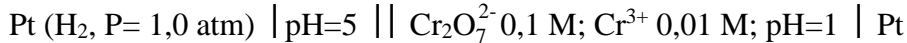
$$P_{\text{MgF}_2} = P_{\text{Mg}} + 2 P_{\text{F}} = 62,3 \text{ g/mol} \quad s = \frac{\text{mg/l}}{P_{\text{M}} \times 1000} = \frac{130}{62,3 \times 1000} = 2,087 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{MgF}_2 \rightleftharpoons \underset{s}{\text{Mg}^{2+}} + 2 \underset{2s}{\text{Br}^-} \quad K_{\text{ps}} = [\text{Mg}^{2+}][\text{F}^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 4(2,087 \times 10^{-3})^3 = 3,63 \times 10^{-8}$$

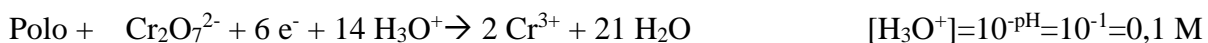
b) la concentrazione dello ione Mg^{2+} in una soluzione satura in MgF_2 e 0,1 M in NaF.

$$\text{NaF} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{F}^- \quad [\text{F}^-] = 0,1 \text{ M} \quad [\text{Mg}^{2+}] = \frac{K_{\text{ps}}}{[\text{F}^-]^2} = \frac{3,63 \times 10^{-8}}{(0,1)^2} = 3,63 \times 10^{-6} \text{ M}$$

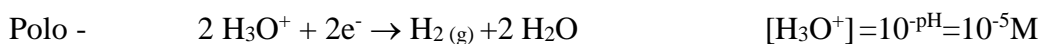
5) Calcolare la f.e.m. della seguente pila:



$$E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = +1,33 \text{ V}$$



$$E_+ = E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = E^\circ_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} + \frac{0,059}{6} \log \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2} = 1,33 + \frac{0,059}{6} \log \frac{0,1 \times (0,1)^{14}}{0,01} = 1,20 \text{ V}$$



$$E_- = E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2} = \frac{0,059}{2} \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{P_{\text{H}_2}} = 0,059 \log [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,059 \log 10^{-5} = -0,295 \text{ V}$$

$$E_{\text{pila}} = E_+ - E_- = 1,2 - (-0,295) = 1,495 \text{ V}$$

1) Calcolare:

a) il volume di soluzione acquosa di CH_3COOH avente concentrazione 5,4 % in peso e densità 1,097 g/ml che bisogna prelevare per preparare 200 ml di soluzione 0,050 M di acido acetico;

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}}^f = 200 \text{ ml} = 0,2 \text{ l} \quad n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = M_{\text{CH}_3\text{COOH}} \times V_{\text{CH}_3\text{COOH}}^f = 0,05 \times 0,2 = 0,01 \text{ mol}$$

$$PM_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 2PA_C + 4PA_H + 2PA_O = 60 \text{ g/mol} \quad g_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3} \times PM_{\text{NH}_3} = 0,01 \times 60 = 0,6 \text{ g}$$

$$\%_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{g_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{g_{\text{soluz}}} \times 100 \Rightarrow g_{\text{soluz}} = \frac{g_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{\%_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \times 100 = \frac{0,6 \times 100}{5,4} = 11,11 \text{ g}$$

$$V_{\text{soluz}} = \frac{g_{\text{soluz}}}{d_{\text{soluz}}} = \frac{11,11}{1,097} = 10,1 \text{ ml}$$

b) il pH della soluzione risultante, sapendo che per l'acido acetico $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = \sqrt{K_a c} = \sqrt{1,8 \times 10^{-5} \times 0,05} = 9,5 \times 10^{-4} \text{ M} \quad \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = 3$$

2) Calcolare il pH di una soluzione preparata mescolando 300 ml di soluzione 0,10 M di HF ($K_a = 6,7 \times 10^{-4}$) e 200 ml di soluzione 0,1 M di NaOH.

$$V_{\text{HF}} = 0,3 \text{ l} \quad V_{\text{NaOH}} = 0,2 \text{ l} \quad V_{\text{tot}} = V_{\text{HF}} + V_{\text{NaOH}} = 0,5 \text{ l}$$

$$n_{\text{HF}} = M_{\text{HF}} \times V_{\text{HF}} = 0,1 \times 0,3 = 0,03 \text{ mol} \quad n_{\text{NaOH}} = M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} = 0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ mol}$$



$$\begin{array}{ccc} 0,03 & 0,02 & / \\ -0,02 & -0,02 & +0,02 \end{array} \quad \text{moli iniziali}$$

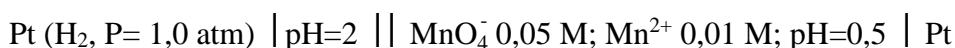
$$\text{reazione}$$

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

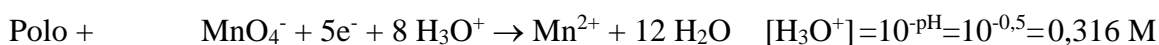
Si forma una soluzione che contiene un acido debole (HF) e un suo sale con base forte (NaF), ovvero una soluzione tampone.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{c_S}{c_A} = \text{p}K_a + \log \frac{n_S}{n_A} = -\log K_a + \log \frac{n_{\text{NaF}}}{n_{\text{HF}}} = -\log(6,7 \times 10^{-4}) + \log \frac{0,02}{0,01} = 3,47$$

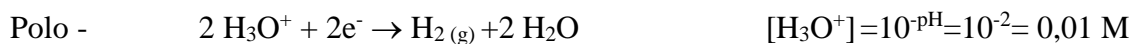
3) Calcolare la f.e.m. della seguente pila:



$$E^\circ_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = +1,51 \text{ V}$$



$$E_+ = E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^\circ + \frac{0,059}{5} \log \frac{[\text{MnO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \log \frac{(0,05)(0,316)^8}{0,01} = 1,475 \text{ V}$$



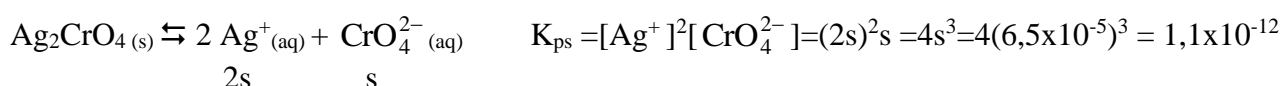
$$E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2} = \frac{0,059}{2} \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{P_{\text{H}_2}} = 0,059 \log[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,059 \log(0,01) = -0,118 \text{ V}$$

$$E_{\text{pila}} = E_{+} - E_{-} = 1,475 - (-0,118) = 1,59 \text{ V}$$

4) Sapendo che la solubilità del cromato di argento Ag_2CrO_4 è pari a 21,6 mg/l, calcolare:

a) il prodotto di solubilità del cromato di argento;

$$PM_{\text{Ag}_2\text{CrO}_4} = 2PA_{\text{Ag}} + PA_{\text{Cr}} + 4PA_{\text{O}} = 331,73 \text{ g/mol} \quad s = \frac{\text{mg/l}}{PM \times 1000} = \frac{21,6}{331,73 \times 1000} = 6,5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

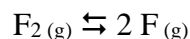


b) la concentrazione dello ione Ag^+ in una soluzione satura in Ag_2CrO_4 e 0,1 M in Na_2CrO_4 .



$$K_{\text{ps}} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{Ag}^+] = \sqrt{\frac{K_{\text{ps}}}{[\text{CrO}_4^{2-}]}} = \sqrt{\frac{1,1 \times 10^{-12}}{0,1}} = 3,3 \times 10^{-6} \text{ M}$$

5) In un recipiente del volume di 2,0 litri vengono introdotti 0,76 g di F_2 . Quando la temperatura viene portata a 727 °C si stabilisce l'equilibrio:



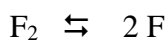
All'equilibrio nel recipiente si misura una pressione totale pari a 0,936 atm. Calcolare;

a) il grado di dissociazione α ;

b) la costante di equilibrio K_P .

$$PM_{\text{F}_2} = 38 \text{ g/mol} \quad n_{\text{F}_2}^0 = \frac{g_{\text{F}_2}}{PM_{\text{F}_2}} = \frac{0,76}{38} = 0,02 \text{ mol} \quad T = 1000 \text{ K}$$

$$P_{\text{F}_2}^0 = n_{\text{F}_2}^0 \times \frac{RT}{V} = \frac{0,02 \times 1000 \times 0,0821}{2} = 0,821 \text{ atm} = P^0$$



$$P^0(1-\alpha) \quad 2P^0\alpha \quad P_{\text{tot}} = P^0(1-\alpha) + 2P^0\alpha = P^0(1+\alpha) \Rightarrow \alpha = \frac{P_{\text{tot}}}{P^0} - 1 = \frac{0,936}{0,821} - 1 = 0,14$$

$$K_P = \frac{P_{\text{F}}^2}{P_{\text{F}_2}} = \frac{(2P^0\alpha)^2}{P^0(1-\alpha)} = \frac{4P^0\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{4 \times 0,821 \times (0,14)^2}{1 - 0,14} = 0,075$$