

FACOLTÀ DI FARMACIA E MEDICINA
Prova scritta di Chimica Generale ed Inorganica 5 febbraio 2024
COMPITO 1

La durata della prova scritta è fissata in un'ora e mezza. Non è ammessa la consultazione di testi ed appunti di Chimica e di Stechiometria

1. Una sostanza incognita X, non elettrolita e non volatile, contiene il 40,0% in peso di C, il 6,7% in peso di H e dal 53,3% in peso O. Determinare la formula molecolare di X dato che, sciogliendo 10 g del composto X in acqua, si ottengono 200 mL di una soluzione che a 25 °C presenta una pressione osmotica di 20,4 atm.
(Pesi atomici (u): H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0)

2. Una soluzione A di NaHA a concentrazione 0,15 M ha un pH di 5,78. Sapendo che la K_{a1} dell'acido diprotico debole H_2A è pari a $8,60 \cdot 10^{-4}$:
 - a) determinare la K_{a2} di quest'acido;
 - b) determinare il pH della soluzione B ottenuta mescolando 512 mL di A con 192 mL di NaOH 0,20 M;
 - c) determinare quanti mL di HCl 0,10 M è necessario aggiungere alla soluzione B per diminuire il pH di 0,5 unità.

3. Calcolare il potenziale di un elettrodo di piombo immerso in 100 mL di una soluzione di $Pb(NO_3)_2$ 1 M. Calcolare inoltre il potenziale dello stesso elettrodo immerso in una soluzione ottenuta mescolando 100 mL di $Pb(NO_3)_2$ 1 M con: a) 50 mL di Na_2SO_4 1 M; b) 100 mL di Na_2SO_4 1 M. ($K_s PbSO_4 = 1,06 \cdot 10^{-8}$; $E^\circ (Pb^{2+}/Pb) = - 0,13$ V).

FACOLTÀ DI FARMACIA E MEDICINA
Prova scritta di Chimica Generale ed Inorganica 5 febbraio 2024
COMPITO 2

La durata della prova scritta è fissata in un'ora e mezza. Non è ammessa la consultazione di testi ed appunti di Chimica e di Stechiometria

1. Una sostanza incognita X, non elettrolita e non volatile, contiene il 54,5% in peso di C, il 9,1% in peso di H e dal 36,4% in peso O. Determinare la formula molecolare di X dato che, sciogliendo 4 g del composto X in 300 g di acqua pura, si ottiene una soluzione che presenta una temperatura di congelamento di $-0,141^{\circ}\text{C}$.

(Pesi atomici (u): H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0) $K_{Cr}(\text{H}_2\text{O}) = 1,86^{\circ}\text{C} \times \text{Kg} \times \text{mol}^{-1}$.

2. Una soluzione A di NaHCO_3 a concentrazione 0,25 M ha un pH di 8,31. Sapendo che la K_{a2} dell'acido diprotico debole H_2CO_3 è pari a $5,60 \cdot 10^{-11}$:

- a) determinare la K_{a1} di quest'acido;
- b) determinare il pH della soluzione B che si ottiene mescolando 350 mL di A con 230 mL di HCl 0,15 M;
- c) determinare quanti mL di NaOH 0,15 M è necessario aggiungere alla soluzione B per aumentare il pH di 0,5 unità.

3. Calcolare il potenziale di un elettrodo di argento immerso in 20,0 mL di una soluzione di AgNO_3 1 M. Calcolare inoltre il potenziale dello stesso elettrodo immerso in una soluzione ottenuta mescolando 20,0 mL di AgNO_3 1 M con: a) 15,0 mL di NaCl 1 M; b) 200 mL di NaCl 1 M. ($K_s \text{AgCl} = 1,77 \cdot 10^{-10}$; $E^{\circ} (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,799 \text{ V}$).

Svolgimento 1-1

Calcoliamo le moli degli elementi C, H e O in 100 g di sostanza X.

$$n_C = 40/12 = 3,33 \text{ mol} \quad n_H = 6,7/1 = 6,7 \text{ mol} \quad n_O = 53,3/16 = 3,33 \text{ mol}$$

Nel composto X avremo:

$$n_C/n_O = 3,33/3,33 = 1$$

$$n_H/n_O = 6,7/3,33 = 2$$

La formula minima sarà: CH_2O

Otteniamo ora il PM di X a partire dalla pressione osmotica:

$$\Pi = CRT \Rightarrow C = \Pi/(RT) \Rightarrow g/PM = (\Pi V)/(RT)$$

$$PM = (g \times RT) / (\Pi V) = (10 \times 0,0821 \times 298) / (20,4 \times 0,200) = 60 \text{ u}$$

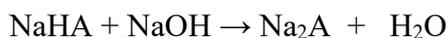
$$PM/PF(\text{CH}_2\text{O}) = 2 \Rightarrow \text{Formula molecolare} = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$

Svolgimento 1-2

$$\text{a) } [\text{H}^+] = \sqrt{K_{a1} \cdot K_{a2}} \rightarrow K_{a2} = [\text{H}^+]^2 / K_{a1} = (10^{-5,78})^2 / (8,60 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{3,20 \cdot 10^{-9}}$$

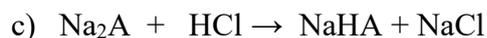
$$\text{b) moli NaHA} = 0,512 \cdot 0,15 = 0,0768$$

$$\text{moli NaOH} = 0,192 \cdot 0,20 = 0,0384$$



$$\begin{array}{cccc} 0,0768 & 0,0384 & & \\ 0,0384 & _ & 0,0384 & 0,0384 \end{array}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{a2} + \log (c_s/c_a) = -\log 3,20 \cdot 10^{-9} + \log [(0,0384/0,704)/(0,0384/0,704)] = \mathbf{8,49}$$



$$\begin{array}{ccc} 0,0384 & x & 0,0384 \\ 0,0384-x & _ & 0,0384+x \end{array}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{a2} + \log (c_s/c_a)$$

$$7,99 = -\log 3,20 \cdot 10^{-9} + \log [(0,0384-x)/(0,0384+x)]$$

$$x = 0,0201$$

$$V = 0,0201/0,10 = 0,201 \text{ L} = \mathbf{201 \text{ mL}}$$

Svolgimento 1-3

$$E = E^\circ + \frac{0.0592}{2} \log[Pb^{2+}] = -0,13 + \frac{0.0592}{2} \log 1 = -0,13 \text{ V}$$

Dopo l'aggiunta di 50 mL di Na₂SO₄ 1 M

$$[Pb^{2+}] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L}) / 0,15 \text{ L} = 0,667 \text{ mol/L}$$

$$[SO_4^{2-}] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,050 \text{ L}) / 0,15 \text{ L} = 0,333 \text{ mol/L}$$

$$Q = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 0,667 \cdot 0,333 = 0,222 > K_s \quad \text{si forma un precipitato}$$



$$E = E^\circ + \frac{0.0592}{2} \log[Pb^{2+}] = -0,13 + \frac{0.0592}{2} \log[0,334] = -0,144 \text{ V}$$

Dopo l'aggiunta di 100 mL di Na₂SO₄ 1 M

$$[Pb^{2+}] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L}) / 0,200 \text{ L} = 0,500 \text{ mol/L}$$

$$[SO_4^{2-}] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L}) / 0,200 \text{ L} = 0,500 \text{ mol/L}$$



$$E = E^\circ + \frac{0.0592}{2} \log[Pb^{2+}] = -0,13 + \frac{0.0592}{2} \log K_s^{0,5} = -0,248 \text{ V}$$

Svolgimento 2-1

Calcoliamo le moli degli elementi C, H e O in 100 g di sostanza X.

$$n_C = 54,4/12 = 4,53 \text{ mol} \quad n_H = 9,1/1 = 9,1 \text{ mol} \quad n_O = 36,4/16 = 2,27 \text{ mol}$$

Nel composto X avremo:

$$n_H/n_O = 9,1/2,27 = 4 \quad n_H = 4n_O$$

$$n_C/n_O = 4,53/2,27 = 2 \quad n_C = 2n_O$$

La formula minima sarà: C_2H_4O

Otteniamo ora il PM di X a partire dalla temperatura di congelamento della soluzione:

$$\Delta T_{Cr} = 0 - (-0,141) = mK_{Cr} \Rightarrow m = \Delta T_{Cr}/K_{Cr} \Rightarrow g/PM = (\Delta T_{Cr} \times K_{g_{solv}})/K_{Cr}$$

$$PM = (g \times K_{Cr}) / (\Delta T_{Cr} \times K_{g_{solv}}) = (4 \times 1,86) / (0,141 \times 0,300) = 176 \text{ u}$$

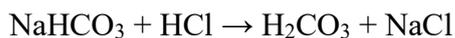
$$PM/PF(C_2H_4O) = 4 \Rightarrow \text{Formula molecolare} = C_8H_{16}O_4$$

Svolgimento 2-2

$$a) [H^+] = \sqrt{K_{a1} \cdot K_{a2}} \rightarrow K_{a1} = [H^+]^2 / K_{a2} = (10^{-8,31})^2 / (5,60 \cdot 10^{-11}) = 4,28 \cdot 10^{-7}$$

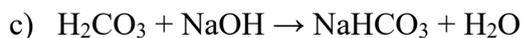
$$b) \text{ moli NaHCO}_3 = 0,350 \cdot 0,25 = 0,0875$$

$$\text{ moli HCl} = 0,230 \cdot 0,15 = 0,0345$$



$$\begin{array}{r} 0,0875 \quad 0,0345 \\ 0,0530 \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \quad \underline{\quad} \\ \quad \quad \quad \quad \quad 0,0345 \quad 0,0345 \end{array}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{a1} + \log(c_s/c_a) = -\log 4,28 \cdot 10^{-7} + \log [(0,0530/0,580)/(0,0345/0,580)] = 6,55$$



$$\begin{array}{r} 0,0345 \quad x \quad 0,0530 \\ 0,0345-x \quad \underline{\quad} \quad 0,0530+x \end{array}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{a1} + \log(c_s/c_a)$$

$$7,05 = -\log 4,28 \cdot 10^{-7} + \log [(0,0530+x)/(0,0345-x)]$$

$$x = 0,0194$$

$$V = 0,0194/0,15 = 0,129 \text{ L} = 129 \text{ mL}$$

Svolgimento 2-3

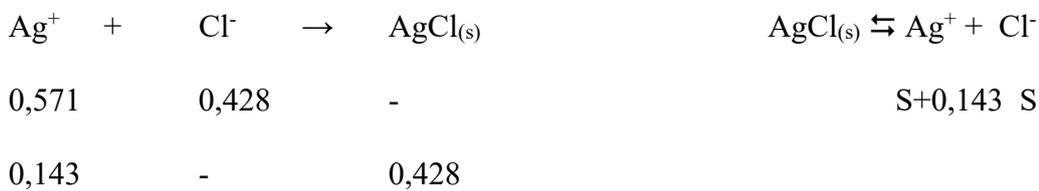
$$E = E^\circ + 0,0592 \log [Ag^+] = 0,799 + 0,0592 \log 1 = \mathbf{0,799 V}$$

Dopo l'aggiunta di 15,0 mL di NaCl 1 M

$$[Ag^+] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,020 \text{ L}) / 0,035 \text{ L} = 0,571 \text{ mol/L}$$

$$[Cl^-] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,015 \text{ L}) / 0,035 \text{ L} = 0,428 \text{ mol/L}$$

$$Q = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = 0,571 \cdot 0,428 = 0,244 > K_s \quad \text{si forma un precipitato}$$

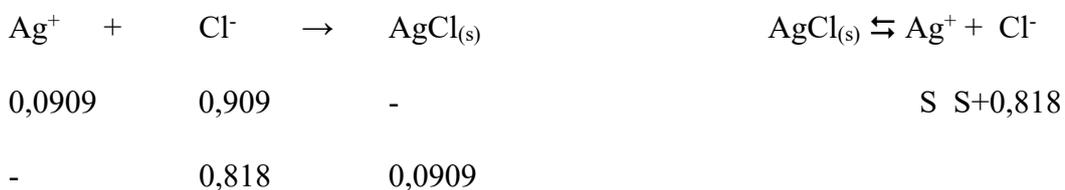


$$E = E^\circ + 0,0592 \log [Ag^+] = 0,799 + 0,0592 \log [0,143] = \mathbf{0,749 V}$$

Dopo l'aggiunta di 200 mL di NaCl 1 M

$$[Ag^+] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,020 \text{ L}) / 0,220 \text{ L} = 0,0909 \text{ mol/L}$$

$$[Cl^-] = (M \cdot V)_1 / V_2 = (1 \text{ mol/L} \cdot 0,200 \text{ L}) / 0,220 \text{ L} = 0,909 \text{ mol/L}$$



$$E = E^\circ + 0,0592 \log [Ag^+] = E^\circ + 0,0592 \log \frac{K_s}{[Cl^-]} = 0,799 + 0,0592 \log \frac{1,77 \cdot 10^{-10}}{0,818} = \mathbf{0,227 V}$$