



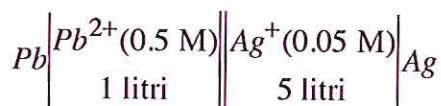
**CHIMICA GENERALE ED INORGANICA
CCSS IN CHIMICA, CHIMICA INDUSTRIALE
E SCIENZA DEI MATERIALI
ANNO ACCADEMICO 2012/13**

**SESSIONE ESTIVA D'ESAMI, PRIMO APPELLO
19 giugno 2013**

1. Calcolare (a) la percentuale in massa, (b) la percentuale massa/volume, (c) le due frazioni molari, (d) la molalità ed (e) la molarità di una soluzione di NaCl che contiene 40 g di sale in 400 ml d'acqua. Si supponga che la densità dell'acqua pura sia pari a 1.00 g/ml e la densità della soluzione a 1.07 g/ml. **(10)**

2. Supponendo di titolare 20.0 ml di ammoniaca 0.1 N con HCl 0.2 N, determinare (a) il pH iniziale e il pH della soluzione dopo che si sono aggiunti (b) 2.0, oppure (c) 5.0, oppure (d) 10.0 oppure (e) 20.0 ml di HCl. $K_B(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ moli/l. (N.B. Le aggiunte NON sono successive! – si riparte ogni volta dalla soluzione iniziale.) **(10)**

3. (a) Determinare la forza elettromotrice della pila:



- (b) Determinare la forza elettromotrice quando si sono depositati 10.7868 g di argento e (c) la costante di equilibrio della reazione. **(10)**

$$E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0.13 \text{ V}; E^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0.800 \text{ V}$$

N.B. Sul foglio delle soluzioni scrivere **CHIARAMENTE E IN STAMPATELLO**:

- 1. NOME, COGNOME E NUMERO DI MATRICOLA**
- 2. CORSO DI LAUREA**
- 3. DATA**

- 4. Chi intende sostenere l'esame orale lunedì 24 giugno 2013 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.**

Scrivere le risposte in modo ORDINATO e LEGGIBILE!

$$1) a) \% m/m = \frac{m_{NaCl}}{m_{NaCl} + m_{H_2O}} \cdot 100$$

$$m_{NaCl} = 40 \text{ g} \quad m_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot d_{H_2O} = 400 \text{ ml} \cdot 1,00 \text{ g/ml} = 400 \text{ g}$$

$$\% m/m = \frac{40 \text{ g}}{40 \text{ g} + 400 \text{ g}} \cdot 100 = \frac{40 \text{ g}}{440 \text{ g}} \cdot 100 = 9,1 \% \quad (2)$$

$$b) \% m/V = \frac{m_{NaCl} (g)}{V_{\text{solution}} (ml)} \cdot 100 \quad V_{\text{solution}} = \frac{m_{\text{solution}}}{d_{\text{solution}}}$$

$$m_{\text{solution}} = m_{H_2O} + m_{NaCl} = 440 \text{ g} \quad V_{\text{solution}} = \frac{440 \text{ g}}{1,07 \text{ g/ml}} = 411,2 \text{ ml}$$

$$\% m/V = \frac{40 \text{ g}}{411,2 \text{ ml}} \cdot 100 = 9,7 \% \quad (2)$$

$$c) n_{NaCl} = \frac{m_{NaCl}}{MM_{NaCl}} = \frac{40 \text{ g}}{58,44 \text{ g/mol}} = 0,6844 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{MM_{H_2O}} = \frac{400 \text{ g}}{18,01 \text{ g/mol}} = 22,2039 \text{ mol}$$

$$X_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{n_{NaCl} + n_{H_2O}} = \frac{0,6844 \text{ mol}}{0,6844 \text{ mol} + 22,2039 \text{ mol}} = 3,0 \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

$$X_{H_2O} = 1 - X_{NaCl} = 0,97 \quad (1)$$

$$d) \bar{m}_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{m_{H_2O} (kg)} = \frac{0,6844 \text{ mol}}{0,400 \text{ kg}} = 1,71 \text{ mol/kg} \quad (2)$$

$$e) [NaCl] = \frac{n_{NaCl}}{V_{\text{solution}} (l)} = \frac{0,6844 \text{ mol}}{0,4112 \text{ l}} = 1,66 \text{ mol/l} \quad (2)$$

$$2) a) [OH^-] = \sqrt{K_B C_B} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot 0,1 \text{ M}} = 1,3416 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$pOH = 2,8724 \quad pH = 14 - pOH = 11,1276 \quad (2)$$

$$b) n_{NH_3} = 20,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,1 \text{ mol/l} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{HCl} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,2 \text{ mol/l} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{NH_3, \text{res}} = n_{NH_3} - n_{HCl} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{NH_4Cl} = n_{HCl} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$K_{\text{amphiprot}} [OH^-] = K_B \frac{n_B}{n_S} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}} = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$pOH = 4,1427 \quad pH = 9,8573 \quad (2)$$

$$c) m_{NH_3} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

$$m_{HCl} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,2 \text{ moli/l} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

$$m_{NH_3, \text{res}} = m_{NH_3} - m_{HCl} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli} - 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

$$m_{NH_4Cl} = m_{HCl} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

$$\text{tamprone } [OH^-] = K_B \frac{m_B}{m_S} = K_B = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$pOH = 4,7447$$

$$pH = 9,2553$$

(2)

$$d) m_{NH_3} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

$$m_{HCl} = 10,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,2 \text{ moli/l} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

punto equivalente. In soluzione $2,0 \cdot 10^{-3}$ moli di NH_4Cl .

Idrolisi acqua.

$$V_{TOT} = 20 \text{ ml} + 10 \text{ ml} = 30 \text{ ml} = 30,0 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$C_{NH_4Cl} = C_S = \frac{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}}{30,0 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 6,667 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_W}{K_B} C_S} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} \cdot 6,667 \cdot 10^{-2}} = 6,086 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$pH = 5,2157$$

(2)

$$e) m_{NH_3} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

$$m_{HCl} = 20,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 0,2 \text{ moli/l} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}$$

di queste, $2,0 \cdot 10^{-3}$ moli titolano NH_3 producendo NH_4Cl .

Le restanti $2,0 \cdot 10^{-3}$ moli di HCl (acido forte in presenza di un'identica quantità di acido debole NH_4^+) determinano il pH della soluzione:

$$C_{HCl} = \frac{m_{HCl}}{V_{TOT}} = \frac{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ moli}}{40,0 \cdot 10^{-3} \text{ l}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$[H^+] = C_{HCl} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

$$pH = 1,3010$$

(2)

$$3) a) E_{Ag} = E_{Ag^+/Ag}^{\circ} + 0,0591 \log [Ag^+] = 0,800 V + 0,0591 \log 0,05 = 0,7231 V \quad (C)$$

$$E_{Pb} = E_{Pb^{2+}/Pb}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log [Pb^{2+}] = -0,13 V + \frac{0,0591}{2} \log 0,5 = -0,1389 V \quad (A)$$

$$\Delta E = E_c - E_A = 0,7231 V - (-0,1389 V) = 0,8620 V \approx 0,86 V$$

$$b) m_{Ag, dep} = \frac{m}{MM} = \frac{10,7868 g}{107,868 g/mol} = 0,10 mol$$

(3)

$$m_{Ag^+, solut. initial} = C_{Ag^+} \cdot V = 0,05 M \cdot 5 l = 0,25 mol$$

$$m_{Ag^+, solut. final} = 0,25 mol - 0,10 mol = 0,15 mol$$

$$[Ag^+]_{final} = \frac{0,15 mol}{5 l} = 0,03 mol/l$$

$$E'_{Ag^+} = 0,800 V + 0,0591 \log 0,03 = 0,7100 V$$

$$m_{Pb^{2+}, solut. initial} = C_{Pb^{2+}} \cdot V = 0,5 mol/l \cdot 1 l = 0,5 mol$$

$$m_{Pb^{2+}, solut. final} = 0,5 mol + \frac{0,10 mol}{2} = 0,55 mol$$

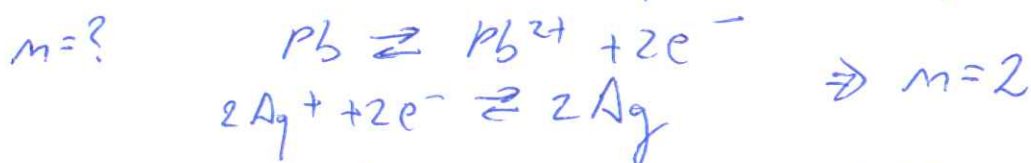
$$[Pb^{2+}]_{final} = \frac{0,55 mol}{1 l} = 0,55 M$$

$$E'_{Pb} = -0,13 V + \frac{0,0591}{2} \log (0,55) = -0,1377 V$$

$$\Delta E' = E_c' - E_A' = 0,7100 V - (-0,1377 V) = 0,8477 V \approx 0,85 V$$

$$c) K_{eq} = 10^{16,92 \cdot n (E_{Ag^+/Ag}^{\circ} - E_{Pb^{2+}/Pb}^{\circ})}$$

(4)



$$K_{eq} = 10^{16,92 \cdot 2 (0,800 + 0,13)} = 10^{31,4712} = 2,96 \cdot 10^{31}$$

(3)