



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

**SESSIONE INVERNALE D'ESAMI, PRIMO APPELLO
28 gennaio 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 KCl che contiene 150 g di sale in 600 ml d'acqua. Si supponga che la densità dell'acqua pura sia pari a 1.00 g/ml e la densità della soluzione a 1.14 g/ml. (10)
2. Un litro di una soluzione acquosa contiene disciolti 34.06 g di ammoniaca e 53.49 g di cloruro di ammonio. Calcolare: (a) il pH della soluzione; (b) il pH della soluzione dopo aggiunta di 4 ml di NaOH 3 N; (c) i potenziali (con 4 cifre significative) di un elettrodo a idrogeno costituito immergendo un filo di platino nelle due soluzioni di cui ai punti precedenti. (Nelle soluzioni viene fatto gorgogliare H_2 alla pressione di 1 atm; la temperatura è 25°C); (d) il volume di HCl 1.00 N necessario a titolare 100 ml della soluzione iniziale ed (e) il pH al punto equivalente. $K_B(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ mol/l. (10)
3. Una pila è così costituita:



Il volume di ciascun semielemento è pari a 1.00 litro. Calcolare (a) la forza elettromotrice iniziale; (b) la concentrazione di Ag^+ e Cu^{2+} dopo che si sono depositati 5.00 g di argento e (c) la f.e.m. finale al punto (b). Si esprimano le f.e.m. con 4 cifre significative.

$$E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = 0.34 V; E_{Ag^+/Ag}^0 = 0.800 V$$

(10)

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 5 / martedì 6 febbraio 2013 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.

Scrivere le risposte in modo **ORDINATO** e **LEGGIBILE!**

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

$$m_{KCl} = 150 \text{ g}; m_{H_2O} = V_{H_2O} \cdot d_{H_2O} = 600 \text{ ml} \cdot 1,00 \text{ g/ml} = 600 \text{ g}$$

$$\% m/m = \frac{150 \text{ g} \cdot 100}{150 \text{ g} + 600 \text{ g}} = \frac{150 \text{ g} \cdot 100}{750 \text{ g}} = 20,0\% \quad (2)$$

$$\underline{b)} \% m/V = \frac{m_{KCl}}{V_{\text{soluzione}}} \cdot 100; V_{\text{soluzione}} = \frac{m_{\text{soluzione}}}{d_{\text{soluzione}}}$$

$$V_{\text{soluzione}} = \frac{750 \text{ g}}{1,14 \text{ g/ml}} = 657,89 \text{ ml}$$

$$\% m/V = \frac{150 \text{ g}}{657,89 \text{ ml}} \cdot 100 = 22,8\% \quad (2)$$

$$\underline{c)} m_{KCl} = \frac{m_{KCl}}{MM_{KCl}} = \frac{150 \text{ g}}{74,551 \text{ g/mol}} = 2,012 \text{ mol}$$

$$m_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{MM_{H_2O}} = \frac{600 \text{ g}}{18,01528 \text{ g/mol}} = 33,305 \text{ mol}$$

$$\chi_{KCl} = \frac{m_{KCl}}{m_{KCl} + m_{H_2O}} = \frac{2,012 \text{ mol}}{2,012 \text{ mol} + 33,305 \text{ mol}} = 5,70 \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

$$\chi_{H_2O} = 1 - \chi_{KCl} = 0,943 \quad (1)$$

$$\underline{d)} \overline{m}_{KCl} = \frac{m_{KCl}}{m_{H_2O}(\text{kg})} = \frac{2,012 \text{ mol}}{0,600 \text{ kg}} = 3,35 \text{ mol/kg} \quad (2)$$

$$\underline{e)} [KCl] = \frac{m_{KCl}}{V_{\text{soluz}}(\text{l})} = \frac{2,012 \text{ mol}}{0,65789 \text{ l}} = 3,06 \text{ mol/l} \quad (2)$$

$$2) \underline{a)} m_B = m_{NH_3} = \frac{m_{NH_3}}{MM_{NH_3}} = \frac{34,06 \text{ g}}{17,03 \text{ g/mol}} = 2,000 \text{ mol}$$

$$m_S = m_{NH_4Cl} = \frac{m_{NH_4Cl}}{MM_{NH_4Cl}} = \frac{53,49 \text{ g}}{53,49 \text{ g/mol}} = 1,000 \text{ mol}$$

$$[OH^-] = K_B \frac{m_B}{m_S} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \cdot \frac{2,000 \text{ mol}}{1,000 \text{ mol}} = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = 4,4437 \quad pH = 9,5563 \quad (2)$$

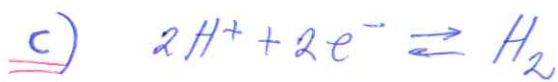
$$\underline{b)} m_{NaOH, \text{agg.}} = C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = 3 \text{ mol/l} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$m'_B = m'_{NH_3} = m_{NH_3} + m_{NaOH, \text{agg.}} = 2,000 \text{ mol} + 0,012 \text{ mol} = 2,012 \text{ mol}$$

$$m'_S = m'_{NH_4Cl} = m_{NH_4Cl} - m_{NaOH, \text{agg.}} = 1,000 \text{ mol} - 0,012 \text{ mol} = 0,988 \text{ mol}$$

$$[OH^-] = K_B \frac{m'_B}{m'_S} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \cdot \frac{2,012 \text{ mol}}{0,988 \text{ mol}} = 3,6656 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$pOH = -\log (3,6656 \cdot 10^{-5}) = 4,4359 \quad pH = 9,5641 \quad (2)$$



$$E_{H^+/H_2} = E^\circ_{H^+/H_2} + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[H^+]^2}{P_{H_2}} = 0 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[H^+]^2}{1}$$

$$= 0,0591 \log [H^+] = -0,0591 \text{ pH}$$

$$E_{\text{punto (a)}} = -0,0591 \cdot 9,5563 = -0,5648 \text{ V} \quad (1)$$

$$E_{\text{punto (b)}} = -0,0591 \cdot 9,5641 = -0,5652 \text{ V} \quad (1)$$



$n_{NH_3} = n_{HCl}$ al punto equivalente

n_{NH_3} in 100 ml di soluzione è $n_{NH_3} = 0,200 \text{ moli}$.

$$n_{HCl} = V_{HCl} \cdot C_{HCl} \Rightarrow V_{HCl} = \frac{n_{HCl}}{C_{HCl}} = \frac{0,200 \text{ moli}}{1,00 \text{ moli/l}} = 0,200 \text{ l} \quad (2)$$

e) Al punto equivalente ho NH_4Cl prodotto dalla titolazione, pari alla quantità di ammoniaca inizialmente presente nei 100 ml di soluzione, più quella inizialmente presente:

$$n_{NH_4Cl} (\text{da titolazione}) = n_{NH_3} = 0,200 \text{ moli}$$

$$n_{NH_4Cl} (\text{iniziale}) = 0,100 \text{ moli}$$

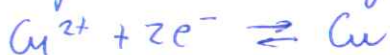
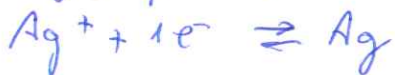
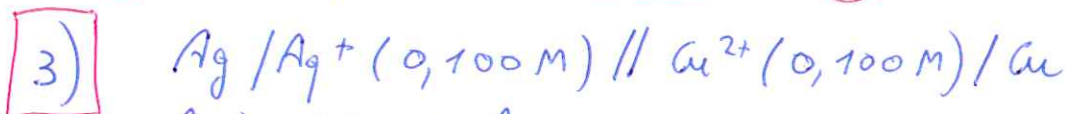
$$n_{NH_4Cl, \text{TOT}} = 0,200 \text{ moli} + 0,100 \text{ moli} = 0,300 \text{ moli}$$

$$V_{\text{TOT}} = 0,100 \text{ l} + 0,200 \text{ l} = 0,300 \text{ l}$$

$$C_{NH_4Cl} = \frac{0,300 \text{ moli}}{0,300 \text{ l}} = 1,00 \text{ moli/l}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot C_s} = \sqrt{\frac{10^{-14} \text{ M}^2}{1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}} \cdot 1,00 \text{ M}} = 2,357 \cdot 10^{-5} \text{ moli/l}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+] = 4,6276 \quad (2)$$



$$E_{Ag^+/Ag} = E^\circ_{Ag^+/Ag} + 0,0591 \log [Ag^+] = 0,800 \text{ V} + 0,0591 \log 0,1 = 0,7409 \text{ V} \quad (C) \quad (1)$$

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} + \frac{0,0591}{2} \log [Cu^{2+}] = 0,34 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 0,1 = 0,3104 \text{ V} \quad (A) \quad (1)$$

$$f_{em} = E_c - E_A = E_{Ag^+/Ag} - E_{Cu^{2+}/Cu} = 0,7409 \text{ V} - 0,3104 \text{ V} = 0,4305 \text{ V} \quad (1)$$

$$\underline{b)} \quad n_{Ag, dep} = \frac{m_{Ag}}{M_{Ag}} = \frac{5,00 \text{ g}}{107,8682 \text{ g/mol}} = 4,635 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{Ag^+, iniziale} = C_{Ag^+} \cdot V = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 0,100 \text{ mol}$$

$$n_{Ag^+, finale} = n_{Ag^+, iniziale} - n_{Ag, dep} = 0,100 \text{ mol} - 4,635 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 5,3647 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[Ag^+]_{finale} = \frac{5,3647 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{1,00 \text{ l}} = 5,36 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} \quad (2)$$

$$n_{Cu^{2+}, dissolto} = \frac{n_{Ag, dep}}{2} = \frac{4,635 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{2} = 2,3175 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{Cu^{2+}, iniziale} = C_{Cu^{2+}} \cdot V = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 0,100 \text{ mol}$$

$$n_{Cu^{2+}, finale} = n_{Cu^{2+}, iniziale} + n_{Cu^{2+}, dissolto} = 0,100 \text{ mol} + 2,3175 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 0,12318 \text{ mol}$$

$$[Cu^{2+}]_{finale} = \frac{0,12318 \text{ mol}}{1,00 \text{ l}} = 1,23 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l} \quad (2)$$

$$\underline{c)} \quad E_{Ag^+/Ag} = 0,800 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log(5,36 \cdot 10^{-2}) = 0,7249 \text{ V} \quad (1)$$

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = 0,34 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log(1,23 \cdot 10^{-1}) = 0,3131 \text{ V} \quad (1)$$

$$f_{em} = E_C - E_A = 0,7249 \text{ V} - 0,3131 \text{ V} = 0,4118 \text{ V} \quad (1)$$