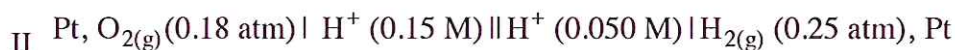
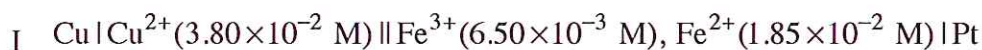




**CHIMICA GENERALE ED INORGANICA  
CCSS IN CHIMICA, CHIMICA INDUSTRIALE  
E SCIENZA DEI MATERIALI  
ANNO ACCADEMICO 2013/14**

**SESSIONE D'ESAMI DI RECUPERO, PRIMO APPELLO  
27 agosto 2014**

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. 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. (a) Trovare la FEM delle seguenti pile a 25.0 °C:



Per ciascuna pila (b) determinare inoltre qual è il polo positivo e (c) scrivere la reazione redox BILANCIATA che ha luogo spontaneamente.

$$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0.337 V; E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0.770 V; E^0_{O_2, H^+/H_2O} = 1.229 V.$$
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 martedì 2 settembre 2014 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

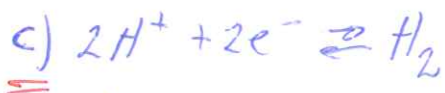
$$m'_S = m'_{NH_4Cl} = m_{NH_4Cl} - m_{NaOH, \text{agg.}} = 1,000 \text{ mol} - 0,012 \text{ mol} = 0,988 \text{ mol}$$

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

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

(1)





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

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

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

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



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

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

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

e) Al punto equivalente ho  $NH_4Cl$  prodotto dalla titolazione, pari alla quantit  di ammoniaca inizialmente presente nei 100 ml di soluzione, pi  e'  $NH_4Cl$  inizialmente presente:

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

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

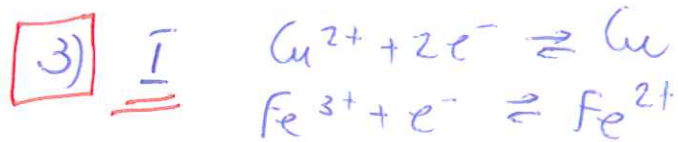
$$n_{NH_4Cl, \text{TOT}} = 0,200 \text{ moli} + 0,100 \text{ moli} = 0,300 \text{ moli}$$

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

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

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

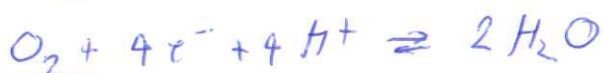
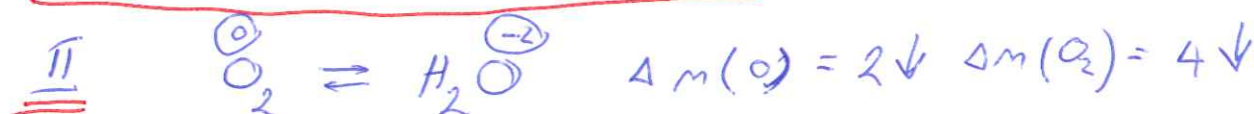
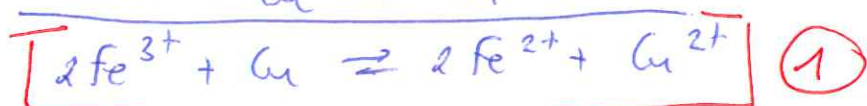
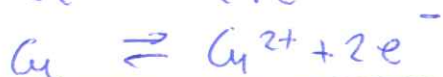
$$pH = -\log [H^+] = 4,6276 \quad (2)$$



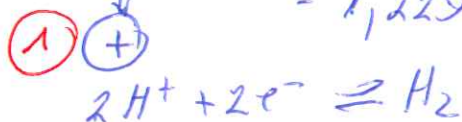
$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} + \frac{0,0591}{2} \log [\text{Cu}^{2+}] = 0,337 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 3,80 \times 10^{-2} = 0,295 \text{ V} \quad (1)$$

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + 0,0591 \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = 0,770 \text{ V} + 0,0591 \log \frac{6,50 \times 10^{-3}}{1,85 \times 10^{-2}} = 0,743 \text{ V} \quad (1)$$

$$f_{\text{em}} = E_c - E_A = 0,743 \text{ V} - 0,295 \text{ V} = 0,448 \text{ V} \quad (7)$$

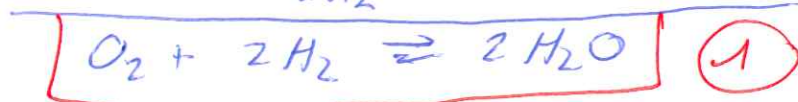
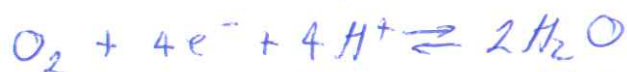


$$E_{\text{O}_2, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}} = E^\circ_{\text{O}_2, \text{H}^+/\text{H}_2\text{O}} + \frac{0,0591}{4} \log P_{\text{O}_2} \cdot [\text{H}^+]^4 = 1,229 \text{ V} + \frac{0,0591}{4} \log 0,18 \cdot (0,15)^4 = 1,169 \text{ V} \quad (1)$$



$$E_{\text{H}^+/\text{H}_2} = E^\circ_{\text{H}^+/\text{H}_2} + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{H}^+]^2}{P_{\text{H}_2}} = 0,00 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log \frac{(0,050)^2}{0,25} = -0,059 \text{ V} \quad (1)$$

$$f_{\text{em}} = E_c - E_A = 1,169 \text{ V} - (-0,059 \text{ V}) = 1,228 \text{ V} \quad (1)$$



(3)