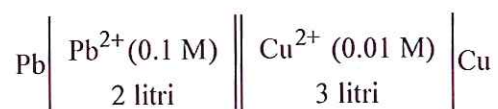




**CHIMICA GENERALE E INORGANICA  
CCSS IN CHIMICA, CHIMICA INDUSTRIALE  
E SCIENZA DEI MATERIALI  
ANNO ACCADEMICO 2014/15**

**SESSIONE D'ESAMI DI RECUPERO, SECONDO APPELLO  
10 SETTEMBRE 2015**

1. Un campione di aria inquinata da  $\text{SO}_2$ , del volume di 5.455 litri misurato in condizioni normali, viene fatto passare attraverso 100 ml di una soluzione 0.1 N di  $\text{KMnO}_4$ .  $\text{SO}_2$  si ossida a  $\text{SO}_4^{2-}$ . Per titolare  $\text{MnO}_4^-$  in eccesso occorrono 36.93 ml di  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0.15 N, che si ossida a  $\text{CO}_2$ . Determinare il contenuto di  $\text{SO}_2$  (a) come percentuale in volume e (b) come percentuale in peso. (Si consideri che la massa molare media dell'aria è 29 g/mole). (c) Si determini inoltre la massa di  $\text{SO}_2$  presente in 1000  $\text{m}^3$  di aria in condizioni normali. (d) Si scrivano i nomi di  $\text{SO}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . 10
2. 30 g di acido acetico ( $K_A = 1.76 \times 10^{-5}$  moli/l) al 28% in peso vengono mescolati con 250 ml di acetato di sodio 0.5 M. Calcolare (a) il pH della soluzione e (b) il pH della soluzione dopo che si sono disciolti 1.5 g di calcio. (c) Scrivere le formule molecolari dell'acido acetico e dell'acetato di sodio. 10
3. (a) Calcolare la forza elettromotrice della seguente pila:



(b) Determinare la forza elettromotrice quando si sono depositati 1.5 g di rame e (c) la costante di equilibrio della reazione di pila. ( $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = -0.13 \text{ V}$ ;  $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = +0.34 \text{ V}$ ).

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

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

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

$$\begin{aligned}
 1. (a) \quad m_{eq}(MnO_4^-)_{consumati} da SO_2 &= m_{eq}(MnO_4^-)_{TOT} - \\
 &- m_{eq}(MnO_4^-)_{in eccesso} = m_{eq}(MnO_4^-)_{TOT} - m_{eq}(MnO_4^-)_{cons. da H_2C_2O_4} \\
 &= N_{MnO_4^-} V_{MnO_4^-} - N_{H_2C_2O_4} V_{H_2C_2O_4} = \\
 &= 0,1 \text{ eq/L} \cdot 0,1 \text{ L} - 0,15 \text{ eq/L} \cdot 0,03693 \text{ L} = 4,46 \cdot 10^{-3} \text{ eq} \\
 &= m_{eq}(SO_2)
 \end{aligned}$$

$$m_{SO_2} = \frac{m_{eq}(SO_2)}{z_{eq}/mol} \quad \begin{matrix} (+4) & (+6) \\ SO_4 & \rightarrow SO_4^{2-} \end{matrix} \quad \Delta n(S) = 2 \uparrow \\
 \Rightarrow z = 2 \text{ eq/mole}$$

$$m_{SO_2} = \frac{4,46 \cdot 10^{-3} \text{ eq}}{2 \text{ eq/mole}} = 2,23 \cdot 10^{-3} \text{ mole}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{nRT}{P} = \frac{2,23 \cdot 10^{-3} \text{ mole} \cdot 0,08206 \text{ Latm K}^{-1} \text{ mole}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = \\
 &= 0,04998 \text{ L} \simeq 50 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

$$\underline{\% V/V} = \frac{50 \text{ mL}}{5455 \text{ mL}} \cdot 100 = \underline{0,92\%} \quad (0,9166\%) \quad \textcircled{3}$$

$$(b) \quad \% m/m = \frac{m_{SO_2}}{m_{SO_2} + m_{aria}} \cdot 100 = \frac{m_{SO_2} MM_{SO_2}}{m_{SO_2} MM_{SO_2} + m_{aria} MM_{aria}} \cdot 100 =$$

$$= \frac{\frac{m_{SO_2}}{m_{SO_2} + m_{aria}} \cdot MM_{SO_2}}{\frac{m_{SO_2}}{m_{SO_2} + m_{aria}} \cdot MM_{SO_2} + \frac{m_{aria}}{m_{SO_2} + m_{aria}} \cdot MM_{aria}} \cdot 100$$

$$= \frac{\frac{m_{SO_2}}{m_{TOT}} MM_{SO_2} \cdot 100}{\frac{m_{SO_2}}{m_{TOT}} MM_{SO_2} + \frac{m_{aria}}{m_{TOT}} MM_{aria}}$$

$$= \frac{\frac{V_{SO_2}}{V_{TOT}} MM_{SO_2} \cdot 100}{\frac{V_{SO_2}}{V_{TOT}} MM_{SO_2} + \frac{V_{aria}}{V_{TOT}} MM_{aria}}$$

$$= \frac{\frac{V_{SO_2}}{V_{TOT}} MM_{SO_2} \cdot 100}{\frac{V_{SO_2}}{V_{TOT}} MM_{SO_2} + \left(1 - \frac{V_{SO_2}}{V_{TOT}}\right) MM_{aria}}$$

$$= \frac{0,009166 \cdot 64 \text{ g/mol} \cdot 100}{0,009166 \cdot 64 \text{ g/mol} + (1 - 0,009166) \cdot 29 \text{ g/mol}} =$$

$$= \frac{0,586624 \cdot 100}{29,32081} = \underline{2\%} = \underline{\%m/m} \quad (2)$$

(c) in  $1000 \text{ m}^3$  di aria ci sono  $0,009166 \cdot 1000 \text{ m}^3 =$   
 $= 9,166 \text{ m}^3$  di  $\text{SO}_2 = 9166 \text{ L}$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 9166 \text{ L}}{0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 273 \text{ K}} = 409,15 \text{ moli}$$

$$\underline{m_{\text{SO}_2}} = n \text{ MM} = 409,15 \text{ moli} \cdot 64 \text{ g/mol} = 26186 \text{ g}$$

$$= \underline{26,2 \text{ kg}} \quad (3)$$

(d) biossido di zolfo o anidride solforosa; permanganato di potassio; ione permanganato; ione solfato; acido ossalico. (2)

2) (a)  $m_{\text{solu}} = 30 \text{ g}$      $m_{\text{HAc}} = 0,28 \cdot 30 \text{ g} = 8,4 \text{ g}$

$$m_{\text{HAc}} = \frac{m}{\text{MM}} = \frac{8,4 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}} = 0,14 \text{ moli}$$

$$n_{\text{AcNav}} = 0,5 \text{ moli/L} \cdot 0,25 \text{ L} = 0,125 \text{ moli}$$

$$\text{tampone } [\text{H}^+] = K_A \frac{m_A}{m_S} = 1,76 \cdot 10^{-7} \text{ M} \cdot \frac{0,14 \text{ moli}}{0,125 \text{ moli}} = 1,97 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$\underline{\text{pH} = 4,71} \quad (4)$$



$$n_{\text{Ca}} = \frac{m}{\text{MM}} = \frac{1,5 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0,0375 \text{ moli}$$

$$n_{\text{HAc consumato}} = 2 n_{\text{Ca}} = 0,075 \text{ moli}$$

$$n_{\text{Ac}^- \text{ formato}} = 0,075 \text{ moli}$$



$$n_{\text{HAc residuo}} = 0,14 \text{ mol/L} - 0,075 \text{ mol/L} = 0,065 \text{ mol/L}$$

$$n_{\text{Ac}^- \text{ totale}} = 0,125 \text{ mol/L} + 0,075 \text{ mol/L} = 0,200 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = K_A \frac{n_A}{n_S} = 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot \frac{0,065 \text{ mol/L}}{0,200 \text{ mol/L}} = 5,72 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 5,24 \quad (5)$$

(c)  $C_2H_4O_2$ ;  $C_2H_3O_2Na$  (1)

$$(a) E_{Pb^{2+}/Pb} = E_{Pb^{2+}/Pb}^{\circ} + \frac{0,0591}{n} \log [Pb^{2+}] =$$

$$= -0,13 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 0,1 = -0,15955 \text{ V}$$

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = E_{Cu^{2+}/Cu}^{\circ} + \frac{0,0591}{n} \log [Cu^{2+}] =$$

$$= +0,34 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 0,01 = 0,2809 \text{ V}$$

$$\underline{E_{\text{em}}} = E_{Cu^{2+}/Cu} - E_{Pb^{2+}/Pb} = 0,2809 \text{ V} - (-0,15955 \text{ V}) =$$

$$= 0,44045 \text{ V} \quad (3)$$

$$(b) n_{Cu} = \frac{m}{MM} = \frac{1,5 \text{ g}}{63,54 \text{ g/mol}} = 0,0236 \text{ mol/L}$$

$$n_{Cu, \text{iniz}} = C \cdot V = 0,01 \text{ mol/L} \cdot 3 \text{ L} = 0,03 \text{ mol/L}$$

$$n_{Cu, \text{res}} = 0,03 \text{ mol/L} - 0,0236 \text{ mol/L} = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[Cu^{2+}]' = \frac{n_{\text{res}}}{V} = \frac{6,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}}{3 \text{ L}} = 2,133 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[Pb^{2+}]' = \frac{n'_{Pb^{2+}}}{V} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 2 \text{ L} + 0,0236 \text{ mol/L}}{2 \text{ L}} = 0,1118 \text{ M}$$

$$E'_{Pb^{2+}/Pb} = -0,13 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 0,1118 = -0,1581 \text{ V}$$

$$E'_{Cu^{2+}/Cu} = +0,34 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 2,133 \cdot 10^{-3} = 0,261 \text{ V}$$

$$\underline{E'_{\text{em}}} = E'_{Cu^{2+}/Cu} - E'_{Pb^{2+}/Pb} = 0,261 \text{ V} - (-0,1581 \text{ V}) =$$

$$= 0,4191 \text{ V} \quad (4)$$

$$(c) \log K_{eq} = 16,92 \cdot n \Delta E^{\circ} = 16,92 \cdot 2 \cdot (0,34 \text{ V} + 0,13 \text{ V}) = 15,9048$$

$$\underline{K_{eq}} = 10^{15,9048} = 8,03 \cdot 10^{15} \quad (3)$$

(3)