



CCSS IN CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE  
ANNO ACCADEMICO 2018/19

CHIMICA GENERALE E INORGANICA  
SESSIONE INVERNALE D'ESAMI, PRIMO APPELLO, 28 gennaio 2019

1. Il propene,  $C_3H_6$ , è ossidato dal permanganato in soluzione acida con formazione di  $CO_2$ ,  $H_2O$  e  $CH_3COOH$ . (a) Scrivere l'equazione di reazione e determinare: (b) il volume misurato in condizioni normali della  $CO_2$  che sia forma per ogni grammo di  $KMnO_4$ ; (c) la molarità in acido acetico quando 100 mL di soluzione all'1% (P/V) di  $KMnO_4$  vengono posti a reagire con 200 mL di una soluzione di propene. N. B. La soluzione finale contiene propene residuo ed è esente da permanganato. (10) a) 4 c) 3 b) 3
2. Disponendo di 800 mL di una soluzione acquosa 0.1 M in acido acetico, determinare: (a) quale volume di  $CH_3COONa$  1 M occorre aggiungere per ottenere un pH pari a 5.1; (b) quale volume di  $NaOH$  0.5 M sarebbe necessario aggiungere alla soluzione iniziale di acido acetico per ottenere lo stesso valore di pH; (c) il pH al punto equivalente della titolazione con  $NaOH$  0.5 M; (d) il pH ottenuto facendo evaporare 300 mL di acqua della soluzione di partenza, supponendo che non evapori l'acido acetico. (10) a) 3 c) 3 b) 2 d) 2
3. In una cella galvanica il catodo è una semicella  $Ag^+(1.00\text{ M}, V=1\text{ L})|Ag$ . L'anodo è un filo di platino intorno al quale gorgoglia idrogeno alla pressione di 1.00 atm, immerso in 1 L di una soluzione tampone contenente acido benzoico e benzoato di sodio. La concentrazione dell'acido benzoico ( $C_6H_5COOH$ ) è 0.10 M, quella del benzoato di sodio ( $C_6H_5COONa$ ) è 0.050 M. La f.e.m. misurata della cella è pari a 1.030 V. (a) Scrivere le semireazioni catodica e anodica e la reazione globale di pila. (b) Calcolare il pH della soluzione tampone. (c) Determinare la  $K_A$  dell'acido benzoico. (d) Determinare per quante ore deve funzionare la pila affinché il pH della soluzione anodica si abbassi di 0.5 unità, ammesso che la pila eroghi una corrente costante di 0.2 A. ( $E_{Ag^+/Ag}^0 = +0.800\text{ V}$ ) (10) a) 3 c) 2 b) 3 d) 2

**Nomenclatura inorganica**

Scrivere le formule delle specie che corrispondono ai seguenti nomi:

- (a) Ione perbromato; (b) anidride clorica; (c) silano; (d) solfito di zinco; (e) ioduro rameoso  
(f) idruro di alluminio. (3)

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

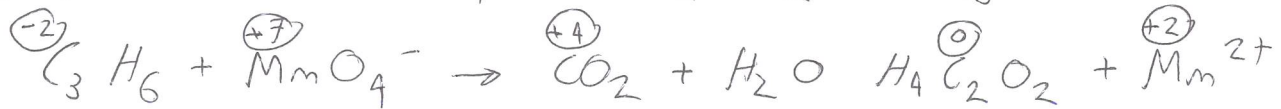
**1. NOME, COGNOME E NUMERO DI MATRICOLA**

**2. CORSO DI LAUREA**

**3. DATA**

**4. Chi intende sostenere l'esame orale venerdì 1 e lunedì 4 febbraio 2019 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.**

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

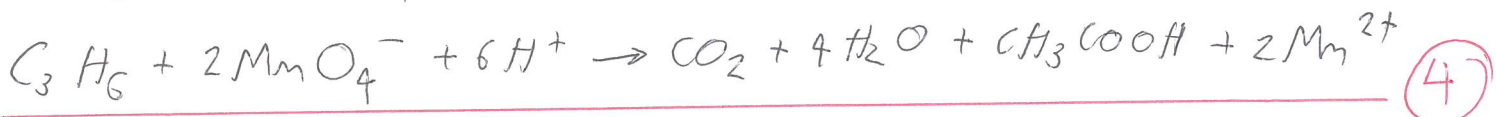
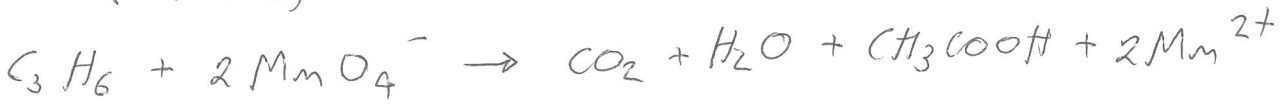


Bilanciato al contrario:

$$\Delta m(MnO_4^-) = 5 \uparrow \times 1 = 5 \uparrow$$

$$\Delta m(CO_2) = 6 \downarrow \times 1 = 6 \downarrow$$

$$\Delta m(H_4C_2O_2) = 4 \downarrow \times 1 = 4 \downarrow$$



$$b) n_{KMnO_4} = \frac{m}{MM} = \frac{1g}{158,04 g/mol} = 6,327 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{CO_2} = \frac{1}{2} n_{KMnO_4} = 3,1635 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V_{CO_2} = \frac{nRT}{P} = \frac{3,1635 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 273,15 \text{ K}}{1 \text{ atm}}$$

$$V_{CO_2} = 7,02 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 70,2 \text{ mL} \quad (3)$$

$$\text{(Anche: } V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot 22,414 \text{ L/mol} = 3,1635 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 22,414 \text{ L/mol} = 7,02 \cdot 10^{-2} \text{ L})$$

$$c) \%P/V(KMnO_4) = 1\% \left( \frac{g}{mL} \right) \quad m_{KMnO_4} = \frac{\%P/V}{100} \cdot V$$

$$m_{KMnO_4} = 0,01 \text{ g/mL} \cdot 100 \text{ mL} = 1 \text{ g}$$

$$\text{Dal punto b): } 1 \text{ g} \Rightarrow 6,327 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Il permanganato è il reagente limitante.

$$n_{CH_3COOH} = \frac{1}{2} n_{KMnO_4} = 3,1635 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

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

$$C_{HAc} = \frac{n}{V} = \frac{3,1635 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,300 \text{ L}} = 1,0545 \cdot 10^{-2} \text{ M} \quad (3)$$

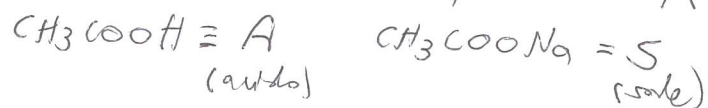
2) a) Verifichiamo il pH iniziale di HAc:

$$[H^+] = \sqrt{K_A C_A} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot 0,1 M} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-6} M^2} = 1,3266 \cdot 10^{-3} M$$

$$pH = -\log[H^+] = 2,8773$$

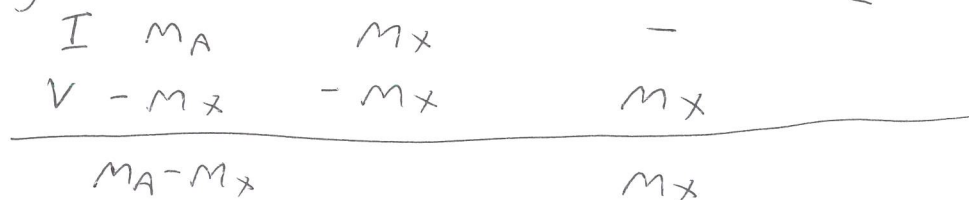
Dobbiamo andare a pH = 5,1 aggiungendo NaAc  $\Rightarrow$  tampone

$$[H^+] = 10^{-5,1} M = 7,94 \cdot 10^{-6} M$$



$$[H^+] = K_A \frac{MA}{MS} = K_A \frac{C_A V_A}{C_S V_S} \Rightarrow V_S = \frac{K_A}{[H^+]} \cdot \frac{C_A}{C_S} \cdot V_A$$

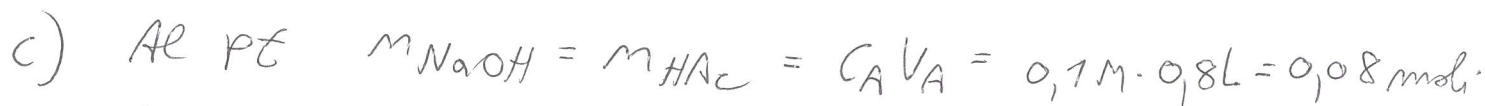
$$V_S = \frac{1,76 \cdot 10^{-5} M}{7,94 \cdot 10^{-6} M} \cdot \frac{0,1 M}{1 M} \cdot 800 mL = \underline{177,33 mL} \quad (3)$$



$$[H^+] = K_A \cdot \frac{MA_{residuo}}{MS} = K_A \frac{M_A - M_X}{M_X} = K_A \frac{C_A V_A - C_X V_X}{C_X V_X}$$

$$\Rightarrow V_X = \frac{C_A V_A}{\left(\frac{[H^+]}{K_A} + 1\right) C_X} = \frac{0,1 M}{\left(\frac{7,94 \cdot 10^{-6} M}{1,76 \cdot 10^{-5} M} + 1\right) \cdot 0,5 M} \cdot 800 mL$$

$$\underline{V_X = V_{NaOH} = 110,26 mL} \quad (2)$$



$$V_{NaOH} = \frac{n_{NaOH}}{C_{NaOH}} = 0,16 L = 160 mL \quad V_{TOT} = 960 mL = 0,96 L$$

$$C_S = \frac{n_S}{V_{TOT}} = \frac{0,08 \text{ mol}}{0,96 L} = 0,083 M$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_W}{K_A} C_S} = \sqrt{\frac{10^{-14} M^2}{1,76 \cdot 10^{-5} M} \cdot 0,083 M} = 6,881 \cdot 10^{-6} M$$

$$pOH = 5,1623 \quad \underline{pH = 8,8377} \quad (3)$$

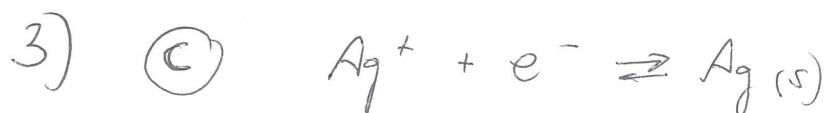


d)  $n_A = 0,08 \text{ mol}$   $V_{\text{finale}} = 0,8 \text{ L} - 0,3 \text{ L} = 0,5 \text{ L}$

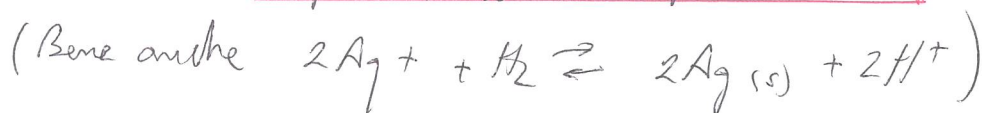
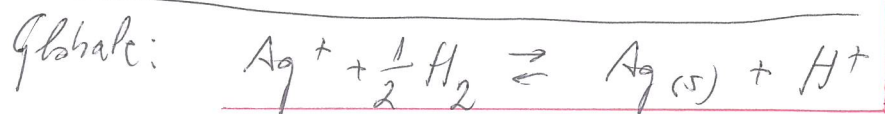
$$C_A' = \frac{n_A}{V_{\text{finale}}} = \frac{0,08 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,16 \text{ M}$$

$$[H^+] = \sqrt{K_A C_A} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot 0,16 \text{ M}} = 1,6781 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$\text{pH} = 2,7752$  (2)



(3)



b) f.e.m. =  $\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{0,0591}{n} \log Q$

$= E_C^\circ - E_A^\circ - \frac{0,0591}{n} \log Q$

$= E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ - E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^\circ - \frac{0,0591}{n} \log Q$

$\Delta E = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ - \frac{0,0591}{n} \log \frac{[\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+] P_{\text{H}_2}^{1/2}} ; [\text{Ag}^+] = 1 \text{ M}$

$P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$

$= E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\circ - \frac{0,0591}{n} \log [\text{H}^+]$

$1,030 \text{ V} = 0,800 \text{ V} - \frac{0,0591}{1} \log [\text{H}^+]$

$-\log [\text{H}^+] = \text{pH} = \frac{1,030 \text{ V} - 0,800 \text{ V}}{0,0591 \text{ V}} = 3,8917$

(3)

c) All'anodo soluzione tampone:

$[\text{H}^+] = K_A \frac{C_{\text{HAc}}}{C_{\text{NaAc}}} = K_A \frac{0,10 \text{ M}}{0,050 \text{ M}} = 2 K_A$

$K_A = \frac{[\text{H}^+]}{2} = \frac{10^{-3,8917}}{2} = 6,42 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

(2)

d) La semireazione anodica comporta l'aggiunta di ioni  $\text{H}^+$  alla soluzione (equivale all'aggiunta di un acido forte alla soluzione tampone)

(3)

Dalla semireazione anodica  $\frac{1}{2}H_2 \rightleftharpoons H^+ + e^-$  si vede che  $n_{H^+} = n_{e^-}$

$$pH' = pH = 0,5 = 3,8917 - 0,5 = 3,3917$$

$$[H^+] = 10^{-3,3917} M = 4,058 \cdot 10^{-4} M$$

$$[H^+] = K_A \frac{n_{HAc} + n_{H^+}}{n_{NaAc} - n_{H^+}}$$

$$4,058 \cdot 10^{-4} M = 6,42 \cdot 10^{-5} M \frac{C_{HAc} \cdot V + n_{H^+}}{C_{NaAc} \cdot V - n_{H^+}} \quad (V=1 L)$$

$$4,058 \cdot 10^{-4} M = 6,42 \cdot 10^{-5} M \frac{0,1 \text{ mol} + n_{H^+}}{0,05 \text{ mol} - n_{H^+}}$$

$$\frac{0,1 + n_{H^+}}{0,05 - n_{H^+}} = \frac{4,058 \cdot 10^{-4} M}{6,42 \cdot 10^{-5} M} = 6,32$$

$$0,1 + n_{H^+} = 6,32(0,05 - n_{H^+}) \Rightarrow 7,32 n_{H^+} = 0,216 \text{ mol}$$

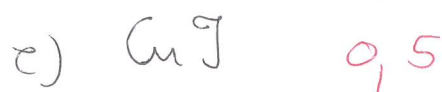
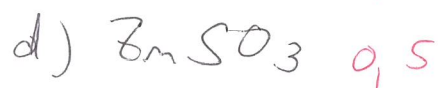
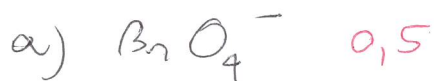
$$n_{H^+} = 2,95 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = n_{e^-}$$

$$Q = n_{e^-} \cdot F = 2,95 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 96488 \text{ C/mol} = 2847,2 \text{ C}$$

$$Q = I \cdot t \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{2847,2 \text{ C}}{0,2 \text{ A}} = 14236 \text{ s}$$

$$t = \frac{14236 \text{ s}}{3600 \text{ s/h}} = \underline{3,95 \text{ h}} \quad (2)$$

### NOMENCLATURA INORGANICA



(3)

(4)