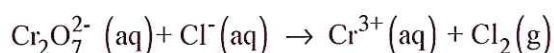




**CHIMICA GENERALE E INORGANICA  
CCSS IN CHIMICA, CHIMICA INDUSTRIALE  
E SCIENZA DEI MATERIALI  
ANNO ACCADEMICO 2014/15**

**SESSIONE ESTIVA D'ESAMI, SECONDO APPELLO  
17 luglio 2015**

1. La reazione (non bilanciata):



può essere usata come metodo di laboratorio per preparare piccole quantità di  $\text{Cl}_2(\text{g})$ . (a) Bilanciare la reazione, che decorre in ambiente acido. (b) Scrivere i nomi di tutte le specie chimiche, reagenti e prodotti, che compaiono nell'equazione bilanciata. (c) Se un campione di 62.6 g di  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  al 98.5% in massa viene fatto reagire con 325 mL di una soluzione di  $\text{HCl}(\text{aq})$  avente una densità di 1.15 g/mL e contenente il 30.1% in massa di  $\text{HCl}$ , che massa di  $\text{Cl}_2(\text{g})$  viene prodotta? (d) quale volume occupa il  $\text{Cl}_2(\text{g})$  prodotto in condizioni standard di temperatura e pressione?

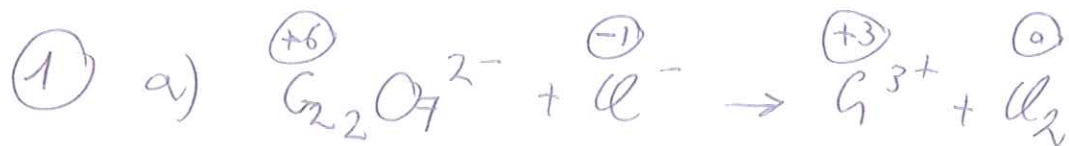
2. Un campione di 25.00 mL di acido benzoico ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) 0.0100 M ( $K_A=6.3 \times 10^{-5}$  M) viene titolato con  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  0.0100 M. Calcolare il pH: (a) della soluzione acida iniziale; (b) dopo l'aggiunta di 6.25 mL di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ; (c) al punto equivalente; (d) dopo l'aggiunta di un totale di 15 mL di  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

3. Una pila a concentrazione viene costruita con due elettrodi ad idrogeno, le cui soluzioni sono, rispettivamente, acido cloridrico 1.0 M e idrossido di potassio 0.65 M. (a) Determinare la fem iniziale della pila. (b) Se la soluzione di idrossido di potassio 0.65 M fosse sostituita da una soluzione 0.65 M di ammoniaca ( $K_B=1.8 \times 10^{-5}$  M), quale sarebbe la fem iniziale della pila? (c) Se invece di ammoniaca 0.65 M, sempre nello stesso comparto, si usasse cloruro di ammonio 0.65 M? (d) Scrivere le formule di: acido cloridrico, idrossido di potassio, ammoniaca, cloruro di ammonio. (e) Quali di questi composti sono ionici quando sono puri?

**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**!



$$\Delta n(Cr_2O_7^{2-}) = 3 \downarrow \times 2 = 6 \downarrow \Rightarrow 1$$

$$\Delta n(Cl^-) = 1 \uparrow \Rightarrow 6$$



b)  $H^+$  ( $H_3O^+$ ): ione idrossonio, ossonio, idronio (sconsigliato),  
idrogenione

$Cr_2O_7^{2-}$ : ione bismato

$Cl^-$ : ione cloruro

$Cr^{3+}$ : ione cromo(III)

$Cl_2$ : cloro

(2)

$$c) m_{K_2Cr_2O_7 \text{ puro}} = \frac{\%}{100} \cdot m_{K_2Cr_2O_7 \text{ impuro}} = 0,985 \cdot 62,6 g = 61,66 g$$

$$m_{soluz HCl} = V_{soluz HCl} \cdot d_{soluz HCl} = 325 mL \cdot 1,15 g/mL = 373,75 g$$

$$m_{HCl} = \frac{\% HCl}{100} \cdot m_{soluz HCl} = 0,301 \cdot 373,75 g = 112,50 g$$

$$n_{K_2Cr_2O_7} = \frac{m}{MM} = \frac{61,66 g}{294,1846 g/mol} = 0,21 \text{ moli}$$

$$n_{HCl} = \frac{m}{MM} = \frac{112,50 g}{36,46 g/mol} = 3,086 \text{ moli}$$

$$\frac{n_{HCl}}{n_{K_2Cr_2O_7}} = \frac{3,086 \text{ moli}}{0,21 \text{ moli}} = 14,7$$

Dall'eq. bilanciata deve essere  $\frac{n_{HCl}}{n_{K_2Cr_2O_7}} = 14$  ( $H^+$  deriva da HCl)

Significa che HCl è in eccesso  $\Rightarrow K_2Cr_2O_7$  è limitante, viene consumato del tutto.

(1)

Quindi  $n_{\text{Cl}_2} = 3 n_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = 3 \cdot 0,21 \text{ mol} = 0,63 \text{ mol}$

$m_{\text{Cl}_2} = n_{\text{Cl}_2} \cdot M_{\text{Cl}_2} = 0,63 \text{ mol} \cdot 70,854 \text{ g/mol} = 44,64 \text{ g}$  (3)

d)  $V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,63 \text{ mol} \cdot 0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}}{0,9680 \text{ atm}} = 15,92 \text{ L}$  (2)

(2) a)  $[\text{H}^+] = \sqrt{K_A C_A} = \sqrt{6,3 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot 0,0100 \text{ M}} = 7,9373 \cdot 10^{-4} \text{ M}$   
 $\text{pH} = 3,1$  (2)

b)  $n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = V \cdot M = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 0,0100 \text{ mol/L} = 6,25 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

$n(\text{OH}^-) = 2 n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 12,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}} = 25,00 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 0,0100 \text{ M} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$



I  $2,5 \cdot 10^{-4}$   $1,25 \cdot 10^{-4}$

V  $-1,25 \cdot 10^{-4}$   $-1,25 \cdot 10^{-4}$   $1,25 \cdot 10^{-4}$

E  $1,25 \cdot 10^{-4}$   $1,25 \cdot 10^{-4}$

$[\text{H}^+] = K_A \frac{m_A}{m_S}$  ;  $m_A = m_S \Rightarrow [\text{H}^+] = K_A = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$  Tampone

$\text{pH} = 4,2$  (3)

c) al punto equivalente  $n_{\text{OH}^-} = n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2 n_{\text{Ba}(\text{OH})_2}$

$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = \frac{n_{\text{OH}^-}}{2} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = M_{\text{Ba}(\text{OH})_2} \cdot V_{\text{Ba}(\text{OH})_2}$

$V = \frac{n}{M} = \frac{1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,0100 \text{ mol/L}} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 12,5 \text{ mL}$

$V_{\text{TOT}} = 25 \text{ mL} + 12,5 \text{ mL} = 37,5 \text{ mL}$

$n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = n_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}}^0 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = \frac{n}{V} = \frac{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{3,75 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 6,667 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

(2)



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_A} C_s} = \sqrt{\frac{10^{-14} \text{ M}^2}{6,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}} \cdot 6,667 \cdot 10^{-3} \text{ M}} = \sqrt{1,058 \cdot 10^{-2} \text{ M}^2}$$

$$= 1,029 \cdot 10^{-6} \text{ M} \quad \text{pOH} = 6,0 \quad \text{pH} = 8,0 \quad (3)$$

d) dei 15 mL aggiunti, 12,5 portano al punto equivalente. Restano 2,5 mL di eccesso di base forte.

$$n_{\text{Ba}(\text{OH})_2, \text{eccesso}} = V \cdot M = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 0,0100 \text{ mol/L}$$

$$= 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{\text{OH}^-} = 2 n_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$V_{\text{TOT}} = 25 \text{ mL} + 15 \text{ mL} = 40 \text{ mL}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{5,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{4,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pOH} = 2,9 \quad \text{pH} = 11,1 \quad (2) \quad \leftarrow \text{"iniziale"}$$

$$(3) \quad a) f_{\text{em}} = 0,0591 \log \frac{[\text{H}^+]_{\text{catodo}}^0}{[\text{H}^+]_{\text{anodo}}^0}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{C}} > [\text{H}^+]_{\text{A}}$$

$$\text{catodo: } [\text{H}^+] = 1,0 \text{ M}$$

$$\text{anodo: } [\text{OH}^-] = 0,65 \text{ M} \quad [\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{0,65 \text{ M}}$$

$$= 1,5385 \cdot 10^{-14} \text{ M}$$

$$f_{\text{em}} = 0,0591 \log \frac{1}{1,5385 \cdot 10^{-14}} = 0,0591 \log 6,5 \cdot 10^{13} =$$

$$= 0,8163 \text{ V} \quad (2)$$

$$b) \text{ catodo: } [\text{H}^+] = 1,0 \text{ M}$$

$$\text{anodo: } [\text{OH}^-] = \sqrt{K_B C_B} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot 0,65 \text{ M}} =$$

$$= 3,4205 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{3,4205 \cdot 10^{-3}} = 2,9235 \cdot 10^{-12} \text{ M}$$

$$f_{\text{em}} = 0,0591 \log \frac{1}{2,9235 \cdot 10^{-12}} = 0,6817 \text{ V} \quad (2)$$

c) cátodo:  $[H^+] = 10M$

$$\text{ánodo: } [H^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_B} C_S} = \sqrt{\frac{10^{-14} M^2}{1,8 \cdot 10^{-5} M} \cdot 0,65 M}$$
$$= 1,9003 \cdot 10^{-5} M$$

$$f_{em} = 0,0591 \log \frac{1}{1,900 \cdot 10^{-5}} = \underline{0,2790 V} \quad (2)$$

d) HCl, KOH, NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl (2)

e) KOH, NH<sub>4</sub>Cl (2)