Prova di Chimica per Ingegneria Elettronica - 09/11/2012

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

Stechiometria

Il pH di

1) Una soluzione acquosa 0,148 M di un acido HA è di 3,02. Calcolare:

a) il grado di dissociazione di HA;

b) il grado di dissociazione di HA se a 100 ml della sua soluzione vengono aggiunti 50,0 ml $3{,}00 \cdot 10^{-3}$ M di HCl.

c) il grado di dissociazione di HA se a 100 ml della sua soluzione vengono aggiunti 100 ml di acqua. (PUNTI 5)

2) Utilizzando le seguenti reazioni ed i corrispondenti valori di entalpia standard:

$N_{2(g)} + 3\,O_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow 2\,HNO_{3(l)}$ $\quad \Delta H^\circ_1 = -414{,}7$ KJ/mole

$N_2O_{5(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2\,HNO_{3(l)}$ $\quad \Delta H^\circ_2 = -140{,}24$ KJ/mole

$2\,H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\,H_2O_{(l)}$ $\quad \Delta H^\circ_3 = -571{,}7$ KJ/mole

calcolare l'entalpia standard di formazione del pentossido di diazoto (N_2O_5). (PUNTI 5)

3) Calcolare i grammi di idrogeno che devono essere aggiunti ad una mole di ammoniaca gassosa affinché la dissociazione di quest'ultima nei suoi componenti gassosi diminuisca dal 84,0% al 79,8% ad una certa temperatura. (PUNTI 5)

4) Data la seguente pila a 25 °C:

Pt | Cr^{3+} $2{,}50 \cdot 10^{-2}$ M, Cr^{2+} $5{,}00 \cdot 10^{-1}$ M, V = 1 litro || Cr^{3+} $1{,}50 \cdot 10^{-2}$ M, Cr^{2+} $2{,}00 \cdot 10^{-2}$ M, V = 1 litro | Pt

calcolare la f.e.m. e le concentrazioni nelle due semicelle a pila scarica. Determinare inoltre per quanto tempo la pila è in grado di funzionare erogando una corrente costante di 110 mA. (PUNTI 5)

5) Un recipiente contiene una miscela di idrogeno e ossigeno gassosi nel rapporto 5:1 in moli. La miscela gassosa, inizialmente alla pressione di 670 torr, viene sottoposta ad una scarica elettrica in seguito alla quale si forma una certa quantità di vapore d'acqua. Determinare la composizione della miscela gassosa dopo la scarica sapendo che la pressione dopo la scarica vale 560 torr alla stessa temperatura. (PUNTI 5)

8) Bilanciare la seguente reazione:

$$KCl + K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + HCl \rightarrow FeCl_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

e calcolare quanti grammi di KCl occorrono per la formazione di 56,2 g di $Cr_2(SO_4)_3$. (PUNTI 5)

Ritenere valida una approssimazione X<<A se è X ≤ (A/50).

Teoria

1) Calcolare la percentuale di carattere covalente di un legame caratterizzato da un momento di dipolo elettrico di 0,93 Debye (1Debye = $3{,}33 \cdot 10^{-30}$ C·m) e da una lunghezza di 1,26 Å.

2) Descrivere la geometria molecolare delle seguenti molecole, specificandone anche le caratteristiche di polarità: C_2H_4, C_2H_3Cl, $C_2H_2Cl_2$..

3) Irradiando atomi di idrogeno con fotoni di lunghezza d'onda pari a 97,3 nm si osserva emissione di luce. Determinare quali lunghezze d'onda si osservano per la luce emessa.

4) Descrivere la geometria molecolare di BH_3 e di NH_3 specificando la presenza o meno di un momento di dipolo elettrico. Per reazione con HCl, si osserva la formazione di NH_4Cl, ma non di BH_4Cl. Perché?

master COPY COPISERIA 050/8312126 388/9837745

Ritenere valida una approssimazione X<<A se è X ≤ (A/50).

COMPITO 09/11/2012

① $pH = 3,02$

$C_0 = [HA] = 0,148\ M$ acido debole

$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,02} \simeq 9,55 \cdot 10^{-4}\ M = x$ $\quad C_0 \gg x$

$HA \rightleftarrows H^+ + A^-$

$C_0 \quad - \quad -$

$C_0 - x \quad x \quad x$

$K_a = \dfrac{[H^+][A^-]}{[HA]} = \dfrac{x^2}{C_0 - x} = \dfrac{(9,55 \cdot 10^{-4})^2}{0,148} = 6,20 \cdot 10^{-6}$

ⓐ

$\alpha_{HA} = \dfrac{x}{C_0} = \dfrac{9,55 \cdot 10^{-4}}{0,148} = 6,45 \cdot 10^{-3}$

ⓑ $V_1 = 100\ ml$ di HA , $V_2 = 50\ ml$ di $[HCl] = 3 \cdot 10^{-3}\ M$

Ci troviamo le nuove concentrazioni con $V_{TOT} = V_1 + V_2 = 150\ ml = 0,15\ l$

$[HA]' = C_0' = C_0 \dfrac{0,1}{0,15} = 0,148 \cdot \dfrac{0,1}{0,15} = 9,87 \cdot 10^{-2}\ M$

$[HCl]' = 3 \cdot 10^{-3} \cdot \dfrac{0,05}{0,15} = 10^{-3}\ M$

$HA \rightleftarrows H^+ + A^-$

$C_0' \quad 10^{-3} \quad -$

$C_0' - x \quad 10^{-3} + x \quad x$

$K_a = \dfrac{(x + 10^{-3})\, x}{9,87 \cdot 10^{-2} - x} \Rightarrow x = 4,28 \cdot 10^{-4}\ M$

$\alpha' = \dfrac{x}{C_0'} = \dfrac{4,28 \cdot 10^{-4}}{9,87 \cdot 10^{-2}} = 4,34 \cdot 10^{-3}$

ⓒ $V_1 = 100\ ml$ di HA , $V_2 = 100\ ml$ di H_2O

Ci troviamo le nuove concentrazioni con $V_{TOT} = 0,2\ l$

$[HA]'' = C_0'' = 0,148 \cdot \dfrac{0,1}{0,2} = 0,074\ M$ il contributo dell'acqua si può trascurare

Quindi $[H^+] = \sqrt{K_a C_0''} = \sqrt{6,20 \cdot 10^{-6} \cdot 0,074} = 6,77 \cdot 10^{-4}\ M = x$

$\alpha'' = \dfrac{x}{C_0''} = \dfrac{6,77 \cdot 10^{-4}}{0,074} = 9,15 \cdot 10^{-3}$

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

② $\Delta H^\circ_1 = -414,7$ kJ/mole , $\Delta H^\circ_2 = -140,24$, $\Delta H^\circ_3 = -571,7$

$$\begin{cases} \Delta H^\circ_1 = 2\Delta H^\circ_{f(HNO_3)} \\ \Delta H^\circ_2 = 2\Delta H^\circ_{f(HNO_3)} - \Delta H^\circ_{f(N_2O_5)} - \Delta H^\circ_{f(H_2O)} \\ \Delta H^\circ_3 = 2\Delta H^\circ_{f(H_2O)} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Delta H^\circ_{f(N_2O_5)} = 2\Delta H^\circ_{f(HNO_3)} - \Delta H^\circ_{f(H_2O)} - \Delta H^\circ_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{f(N_2O_5)} = \Delta H^\circ_1 - \frac{\Delta H^\circ_3}{2} - \Delta H^\circ_2 =$$

$$= -414,7 - \left(-\frac{571,7}{2}\right) - \left(-140,24\right) =$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{f(N_2O_5)} = 11,39 \text{ kJ/mole}$$

---

③ n_0 = moli NH_3 = 1 mole , $\alpha = 0,84$, $\alpha' = 0,798$

$$NH_3 \rightleftarrows \frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2$$

IN	n_0	–	–
EQ	$n_0(1-\alpha)$	$\frac{1}{2} n_0\alpha$	$\frac{3}{2} n_0\alpha$

$$K_p = \frac{P_{N_2}^{1/2} P_{H_2}^{3/2}}{P_{NH_3}}$$

$$\Rightarrow K_p^2 = \frac{P_{N_2} P_{H_2}^3}{P_{NH_3}^2} = \frac{\left(\frac{1}{2} n_0\alpha\right)\left(\frac{3}{2} n_0\alpha\right)^3 \left(\frac{RT}{V}\right)^{\cancel{4}\,2}}{\left[n_0(1-\alpha)\right]^2 \cancel{\left(\frac{RT}{V}\right)^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_p^2 \left(\frac{V}{RT}\right)^2 = \frac{27}{16} \frac{\alpha^4}{(1-\alpha)^2} = 32,81$$

dopo l'aggiunta di x moli di H_2 si ha

$$K_p^2 \left(\frac{V}{RT}\right)^2 = \frac{\left(\frac{1}{2}\alpha'\right)\left(x + \frac{3}{2}\alpha'\right)^3}{(1-\alpha')^2} \Rightarrow$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{2(1-\alpha')^2}{\alpha'} \underbrace{K_p^2 \left(\frac{V}{RT}\right)^2}_{= 32,81}} - \frac{3}{2}\alpha' = 0,30 \text{ moli di } H_2$$

$$\hookrightarrow m_{H_2} = 0,30 \cdot PM(H_2)$$

$$= 0,60 \text{ g}$$

④ $Pt \mid Cr^{3+}\ 2{,}5\cdot10^{-2}\ M,\ Cr^{2+}\ 5\cdot10^{-1}\ M \;\|\; Cr^{3+}\ 1{,}5\cdot10^{-2}\ M,\ Cr^{2+}\ 2\cdot10^{-2}\ M \mid Pt$

① ②

$f_{em}=?\quad [\ ]_{f_{em}=0}=?\quad t=?$ se $i = 110\ mA = 0{,}11\ A$

A SINISTRA: ①

$$Cr^{3+}_{(1)} + e^- \rightarrow Cr^{2+}_{(1)} \qquad \mathcal{E}_1^\circ = -0{,}407\ V$$

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_1^\circ + \frac{0{,}0591}{} \log \frac{[Cr^{3+}_{(1)}]}{[Cr^{2+}_{(1)}]} = \mathcal{E}_1^\circ + 0{,}0591 \log\left(\frac{2{,}5\cdot10^{-2}}{0{,}5}\right) =$$

$$= \mathcal{E}_1^\circ - 7{,}68\cdot10^{-2} \qquad (-)$$

A DESTRA: ②

$$Cr^{3+}_{(2)} + e \rightarrow Cr^{2+}_{(2)} \qquad \mathcal{E}_2^\circ = \mathcal{E}_1^\circ = -0{,}407\ V$$

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_2^\circ + 0{,}0591 \log\left(\frac{1{,}5\cdot10^{-2}}{2\cdot10^{-2}}\right) = \mathcal{E}_2^\circ - 7{,}38\cdot10^{-3} \qquad (+)$$

pila a concentrazione:

$$f_{em} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = -7{,}38\cdot10^{-3} - (-7{,}68\cdot10^{-2}) = 0{,}069\ V$$

Reazione complessiva:

$$Cr^{3+}_{(2)} + Cr^{2+}_{(1)} \rightarrow Cr^{2+}_{(2)} + Cr^{3+}_{(1)}$$

A pile scarica la K_p vale

$$K_p = 10^{\frac{\Delta\mathcal{E}^\circ_M}{0{,}0591}} = 1 = \frac{[Cr^{3+}_{(1)}]_{f_{em}=0}\,[Cr^{2+}_{(2)}]_{f_{em}=0}}{[Cr^{3+}_{(2)}]_{f_{em}=0}\,[Cr^{2+}_{(1)}]_{f_{em}=0}} = \frac{(2\cdot10^{-2}+x)(2{,}5\cdot10^{-2}+x)}{(1{,}5\cdot10^{-2}-x)(0{,}5-x)}$$

$$\Rightarrow x = 1{,}25\cdot10^{-2}\ \text{moli}$$

$$t = \frac{Q}{i} = \frac{1{,}25\cdot10^{-2}\cdot F}{0{,}110} = 1{,}1\cdot10^{4}\ s$$