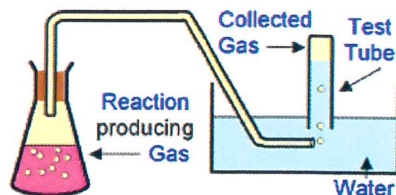




CGI, CCSS IN CH E CI , ANNO ACCADEMICO 2017/18

SESSIONE INVERNALE D'ESAMI, PRIMO APPELLO, 26 gennaio 2018

1. Un gas non solubile o poco solubile in acqua può essere raccolto sopra di essa, disponendo di un'apparecchiatura come quella rappresentata in figura. Nella beuta di sinistra avviene una reazione che produce il gas. Questo è raccolto nel provettone di destra ("test tube") ed è saturato con il vapore acqueo, il quale esercita una pressione parziale che dipende dalla temperatura.



Alluminio e ferro reagiscono ciascuno con una soluzione di acido cloridrico, producendo idrogeno gassoso e, rispettivamente, cloruro di alluminio e cloruro ferroso. (a) Bilanciare le due reazioni. (b) Un campione di 0.1924 g di una lega di Al e Fe viene trattato con un eccesso di acido cloridrico. Un volume di 159 mL di idrogeno gassoso viene raccolto su acqua a 19°C e 841 Torr. Qual è la percentuale in massa di ferro nella lega? La tensione di vapore dell'acqua a 19°C è 16.5 Torr. (c) Qual è la frazione molare del ferro nella lega? (d) Perché Al e Fe sono ossidabili in soluzione acida?

10

2. 100 mL di una soluzione contengono 0.1 moli di un acido debole monoprotico HA e 0.1 moli del suo sale NaA. Il pH della soluzione è 5.0000. Calcolare (a) la K_A dell'acido. Determinare inoltre il pH ottenuto aggiungendo alla soluzione iniziale (b) 100 mL di NaCl 0.05 M; oppure (c) 50 mL di HCl 1.0 M; oppure (d) 80 mL di HCl 1.25 M; oppure (e) 2.2990 g di Na (si ammetta che il volume della soluzione non cambi in seguito all'aggiunta); oppure (f) 50 mL di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 1.5 M. (N. B. Le aggiunte NON sono successive. Si parta ogni volta dalla soluzione iniziale).

10

3. Una cella galvanica è costituita da un anodo di piombo e un elettrodo standard a idrogeno.

(a) Scrivere l'equazione di pila bilanciata. (b) Calcolare la costante di equilibrio della reazione di pila. (c) Si aggiungono ioni cloruro all'anodo fino a far precipitare PbCl_2 e fino a che diventa $[\text{Cl}^-] = 0.15 \text{ M}$. A questo punto si misura una f.e.m. di cella di 0.22 V. Calcolare $[\text{Pb}^{2+}]$ in queste condizioni. (d) Calcolare il prodotto di solubilità di PbCl_2 . (e) Calcolare la concentrazione finale di $[\text{Cl}^-]$ nella soluzione anodica dopo che la pila al punto (c) abbia erogato una corrente di 2 A per 1.34 ore. Il volume della soluzione anodica è di 1 L.

$$(E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = -0.1263 \text{ V})$$

10 + 1(e)

Nomenclatura inorganica

Scrivere le formule delle specie che corrispondono ai seguenti nomi:

- (a) Protossido di azoto; (b) anidride ipoclorosa; (c) cianuro ferrico; (d) acido ortofosforico; (e) superossido di cesio (f) cloruro doppio di potassio e magnesio.

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 mercoledì 31 gennaio e giovedì 1 febbraio 2018 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.

Scrivere le risposte in modo ORDINATO e LEGGIBILE!



b) Per la legge di Dalton $P_{\text{tot}} = P_{\text{H}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}}$

$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{tot}} - P_{\text{H}_2\text{O}} = 841 \text{ Torr} - 16,5 \text{ Torr} = 824,5 \text{ Torr}$$

$$P_{\text{H}_2} = \frac{824,5 \text{ Torr}}{760 \text{ Torr/atm}} = 1,0849 \text{ atm} \quad (1)$$

$$PV = nRT \quad n_{\text{H}_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{1,0849 \text{ atm} \cdot 0,159 \text{ L}}{0,08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 292,15 \text{ K}}$$

$$n_{\text{H}_2} = 7,195 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (1)$$

$$\begin{cases} n_{\text{H}_2} = n_{\text{Fe}} + \frac{3}{2} n_{\text{Al}} \quad (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{\text{tot}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}} \quad (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 7,195 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = \frac{m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}} + \frac{3}{2} \frac{m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,1924 \text{ g} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{m_{\text{Fe}}}{55,845 \text{ g/mol}} + \frac{3}{2} \frac{m_{\text{Al}}}{26,9815 \text{ g/mol}} = 7,195 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$$

$$m_{\text{Al}} = 0,1924 \text{ g} - m_{\text{Fe}}$$

$$\frac{m_{\text{Fe}}}{55,845} + 1,5 \cdot \frac{(0,1924 - m_{\text{Fe}})}{26,9815} = 7,195 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{m_{\text{Fe}}}{55,845} - \frac{m_{\text{Fe}}}{17,987667} = 7,195 \cdot 10^{-3} - 1,0696 \cdot 10^{-2} = -3,501 \cdot 10^{-3}$$

$$17,987667 m_{\text{Fe}} - 55,845 m_{\text{Fe}} = -3,5168$$

$$m_{\text{Fe}} = 2,2897 \text{ g} \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

$$\% m/m (\text{Fe}) = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{tot}}} = \frac{2,2897 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{0,1924 \text{ g}} = 48,3\% \quad (1)$$

$$c) X_{\text{Fe}} = \frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Fe}} + m_{\text{Al}}} \quad m_{\text{Al}} = 0,1924 \text{ g} - 2,2897 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$= 9,9503 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$n_{\text{Fe}} = \frac{2,2897 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{55,845 \text{ g/mol}} = 4,099 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Al}} = \frac{9,9503 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{26,9815 \text{ g/mol}} = 3,6878 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$X_{Fe} = \frac{1,6635 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,6635 \cdot 10^{-3} \text{ mol} + 3,6878 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = \underline{0,31} \quad (1)$$

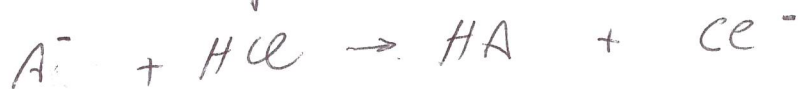
d) Anche i rispettivi cationi hanno un potenziale di riduzione ai metalli inferiore rispetto a quello della coppia redox H^+/H_2 . (1)

2) Soluzione tampone. $[H^+] = K_A \frac{n_{HA}}{n_{NaA}} = K_A \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol}}$

a) $K_A = [H^+] = 10^{-pH} = \underline{10^{-5} \text{ M}}$ (1)

b) Si diluisce la soluzione tampone. Il pH non varia:
 $pH = \underline{5,0000}$ (1)

c) $n_{HCl, \text{agg}} = C_{HCl} V_{HCl} = 1,0 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$



I	0,1	0,05	0,1
V	-0,05	-0,05	+0,05

soluzione tampone: $[H^+] = K_A \frac{n_{HA}}{n_{NaA}} = 10^{-5} \cdot \frac{0,15}{0,05} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

$pH = \underline{4,5229}$ (2)

d) $n_{HCl, \text{agg}} = C_{HCl} V_{HCl} = 1,25 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 0,100 \text{ mol}$

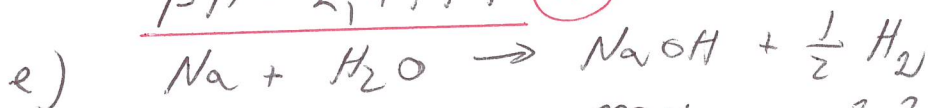


I	0,1	0,1	0,1
V	-0,1	-0,1	0,1

soluzione debole: $C_{HA} = \frac{n_{HA}}{V_{TOT}} = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,180 \text{ L}} = 1,111 \text{ M}$

$[H^+] = \sqrt{K_A C_A} = \sqrt{10^{-5} \text{ M} \cdot 1,111 \text{ M}} = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

$pH = \underline{2,4771}$ (2)



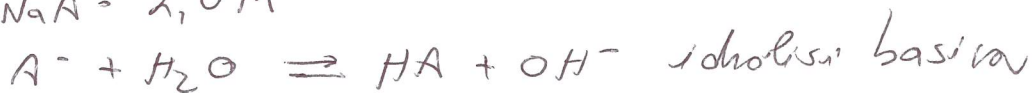
$n_{Na} = n_{NaOH} = \frac{m_{Na}}{M_{Na}} = \frac{2,2990 \text{ g}}{22,99 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ mol}$



I	0,1	0,1	0,1
V	-0,1	-0,1	0,1
E	-	-	0,2

solo sale dell'acido debole: $C_{NaA} = \frac{n_{NaA}}{V_{TOT}} = \frac{0,2 \text{ moli}}{0,100 \text{ L}}$

$$C_{NaA} = 2,0 \text{ M}$$



$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_A} C_s} = \sqrt{\frac{10^{-14} \text{ M}^2}{10^{-5} \text{ M}} \cdot 2,0 \text{ M}} = 4,472 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$pOH = 4,3495 \quad pH = 9,6505 \quad (2)$$

$$f) \quad n_{Ca(OH)_2, aq} = C_{Ca(OH)_2} \cdot V_{Ca(OH)_2} = 1,5 \text{ moli/L} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ moli}$$

$$n_{OH^-, aq} = 2 n_{Ca(OH)_2} = 1,5 \cdot 10^{-1} \text{ moli}$$

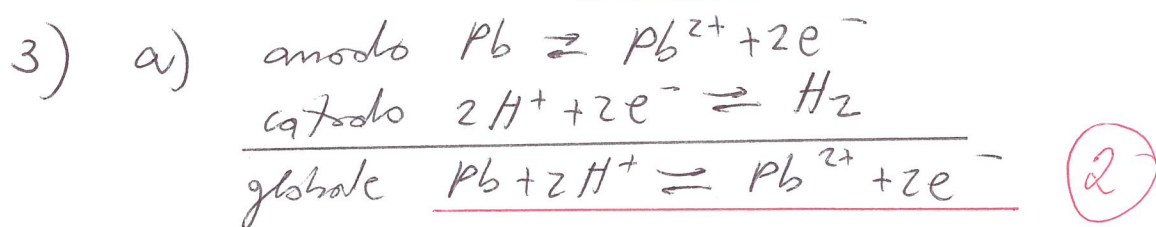


I	0,1	0,15	0,1
V	-0,1	-0,1	0,1
E	-	0,05	0,2

pH determinata dalla sola base forte.

$$[OH^-] = \frac{n_{OH^-}}{V_{TOT}} = \frac{0,05 \text{ moli}}{0,150 \text{ L}} = 0,333 \text{ M}$$

$$pOH = 0,4771 \quad pH = 13,5229 \quad (2)$$



$$b) \quad \Delta E^\circ = E^\circ_c - E^\circ_A = -E^\circ_A = -(-0,1263 \text{ V}) = 0,1263 \text{ V}$$

$$\log K_{eq} = 16,91 \cdot n \cdot \Delta E^\circ = 16,91 \cdot 2 \cdot 0,1263 = 4,2715$$

$$K_{eq} = 10^{4,2715} = 1,87 \cdot 10^4 \quad (3)$$

$$c) \quad f_{em} = \Delta E = E_c - E_A = E^\circ_c - E_A = -E_A$$

$$E_A = -f_{em} = -0,22 \text{ V}$$

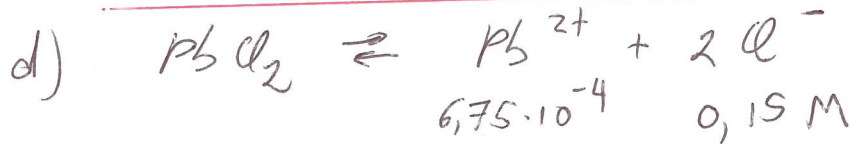
(3)

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

$$\log [Pb^{2+}] = \frac{2}{0,0591} (E_A - E_{Pb^{2+}/Pb}^{\circ}) = \frac{2}{0,0591} (-0,77 + 0,1263)$$

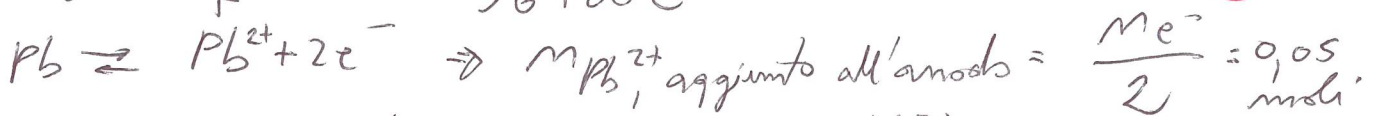
$$\log [Pb^{2+}] = -3,1709 \quad [Pb^{2+}] = 10^{-3,1709} M$$

$$[Pb^{2+}] = 6,75 \cdot 10^{-4} M \quad (3)$$



$$K_{PS} = [Pb^{2+}] [Cl^{-}]^2 = 6,75 \cdot 10^{-4} M \cdot (0,15 M)^2 = 1,52 \cdot 10^{-5} M^3$$

e) $m_{e^{-}} = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{2 A \cdot 1,34 h \cdot 3600 s/h}{96488 C} = 0,1 \text{ mol}$ (2)



Per Le Chatelier l'equilibrio $PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2Cl^{-}$ si sposta verso sinistra:

$$[Pb^{2+}] = 6,75 \cdot 10^{-4} M + 0,05 M \approx 0,05 M$$



I $0,05 \quad 0,15$

I' $0 \quad 0,15 - 2 \times 0,05 = 0,05$

V $+x \quad +x$

E $x \quad 0,05 + x$

$$x (0,05 + x)^2 = 1,52 \cdot 10^{-5} M^3$$

$$x \approx \frac{1,52 \cdot 10^{-5} M^3}{0,05^2} = 6,08 \cdot 10^{-3} M$$

$$x' = \frac{1,52 \cdot 10^{-5} M^3}{(0,05 + 6,08 \cdot 10^{-3})^2} = 4,88 \cdot 10^{-3} M$$

$$x'' = \frac{1,52 \cdot 10^{-5} M^3}{(0,05 + 4,88 \cdot 10^{-3})^2} = 5,05 \cdot 10^{-3} M \approx 5 \cdot 10^{-3} M$$

$[Cl^{-}] = 0,05 + 5 \cdot 10^{-3} = 5,5 \cdot 10^{-2} M$ (1)

Va bene anche: $[Cl^{-}] = 0,05 + x \approx 0,05 M$

Oppure si risolve esattamente l'equazione
 $x(0,05 + x)^2 = 1,52 \cdot 10^{-5}$

(4)

NOMENCLATURA INORGANICA

- a) N_2O
- b) Cl_2O
- c) $Fe(CN)_3$
- d) H_3PO_4
- e) CS_2
- f) $NaMgCl_3$ (anche: $NaCl \cdot MgCl_2$)

0,5 punti a risposta