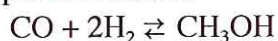




CHIMICA GENERALE ED INORGANICA
CCSS IN CHIMICA, CHIMICA INDUSTRIALE E SCIENZA DEI MATERIALI
ANNO ACCADEMICO 2014/15

SESSIONE INVERNALE D'ESAMI, PRIMO APPELLO
27 gennaio 2015

1. In un recipiente di 5 litri vengono poste 0.4 moli di CO e 0.5 moli di H₂. Raggiunto l'equilibrio, la reazione viene bloccata e il metanolo presente viene ossidato a CO₂ in ambiente acido da 1200 mL di KMnO₄ 0.2 M. Calcolare la costante di equilibrio K_c per la reazione:



10

2. Si considerino 50 mL di una soluzione 0.1 M di CH₃COOH. Calcolare (a) il pH della soluzione; (b) il pH della soluzione ottenuta diluendo il campione iniziale fino a 300 mL; (c) il pH dopo aggiunta al campione iniziale di 10 mL di HCl 1 M; il pH dopo aggiunta alla soluzione iniziale di (d) 50 mL oppure di (e) 100 mL di NaOH 0.05 M. (K_a=1.76×10⁻⁵ mol/L) **N. B. Le aggiunte NON sono successive!** Si parta ogni volta dalla soluzione iniziale.

10

3. Si consideri la seguente cella elettrochimica:



in cui il volume della soluzione di Zn²⁺ è 0.5 litri e quello del tampone 0.3 litri. Si vuole conoscere il pH del tampone e la *fem* della pila (a) all'inizio; (b) dopo il passaggio di 5000 Coulomb. (K_a=1.76×10⁻⁵ mol/L; E⁰_{Zn²⁺/Zn} = -0.76 V)

10

Nomenclatura inorganica

Scrivere le formule chimiche delle seguenti specie:

- (a) Idrossido di alluminio; (b) Perclorato di bario; (c) Ortofosfato di calcio; (d) Tiosolfato di sodio; (e) Acido nitrico.

1,5

Scrivere i nomi delle specie che corrispondono alle seguenti formule (almeno uno tra i seguenti: nome comune, nome IUPAC, nome di Stock ove applicabile):

- (a) K₂Cr₂O₇; (b) H₂SO₃; (c) Fe₂(SO₄)₃; (d) Na₂HPO₄; (e) Cl₂O₇.

1,5

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 4 e giovedì 5 febbraio 2015 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.

Scrivere le risposte in modo ORDINATO e LEGGIBILE!

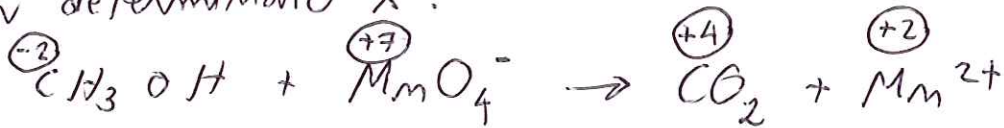
$$1) C_{CO} = \frac{0,4 \text{ mol/L}}{5 L} = 8,0 \cdot 10^{-2} M \quad C_{H_2} = \frac{0,5 \text{ mol/L}}{5 L} = 0,1 M$$



I	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$0,1$	$-x$	x
V	$-x$	$-2x$	x	
E	$8,0 \cdot 10^{-2} - x$	$0,1 - 2x$	x	

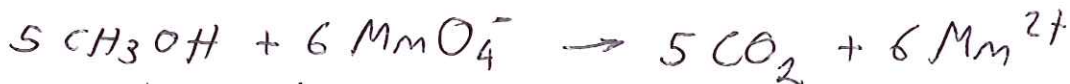
$$K_c = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2} = \frac{x}{(8,00 \cdot 10^{-2} - x)(0,1 - 2x)^2}$$

Per determinare x:



$$\Delta m(CH_3OH) = 6 \uparrow \quad mcm = 30 \quad 30:6 = 5$$

$$\Delta m(MnO_4^-) = 5 \downarrow \quad 30:5 = 6$$



ambiente acido:



$$n_{MnO_4^-} = C_{MnO_4^-} \cdot V = 0,2 \text{ mol/L} \cdot 1,200 L = 2,4 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$n_{CH_3OH} = \frac{5}{6} n_{MnO_4^-} = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$[CH_3OH] = x = \frac{0,2 \text{ mol/L}}{5 L} = 4,0 \cdot 10^{-2} M$$

$$K_c = \frac{4,0 \cdot 10^{-2} M}{(8,0 \cdot 10^{-2} - 4,0 \cdot 10^{-2}) M \cdot (0,1 - 2 \cdot 4,0 \cdot 10^{-2})^2 M^2} = 2,5 \cdot 10^3 M^{-2}$$

$$2) a) [H^+] = \sqrt{K_A \cdot C_A} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot 0,1 M} = 1,3267 \cdot 10^{-3} M$$

$$pH = -\log[H^+] = 2,8772$$

$$b) n_{HA_c} = C_{HA_c} \cdot V_{HA_c} = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} L = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$C'_{HA_c} = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}}{0,300 L} = 1,667 \cdot 10^{-2} M$$

$$[H^+] = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot 1,667 \cdot 10^{-2} M} = \sqrt{2,933 \cdot 10^{-7} M^2}$$

$$= 5,4160 \cdot 10^{-4} M \quad pH = 3,2663 \quad (2)$$

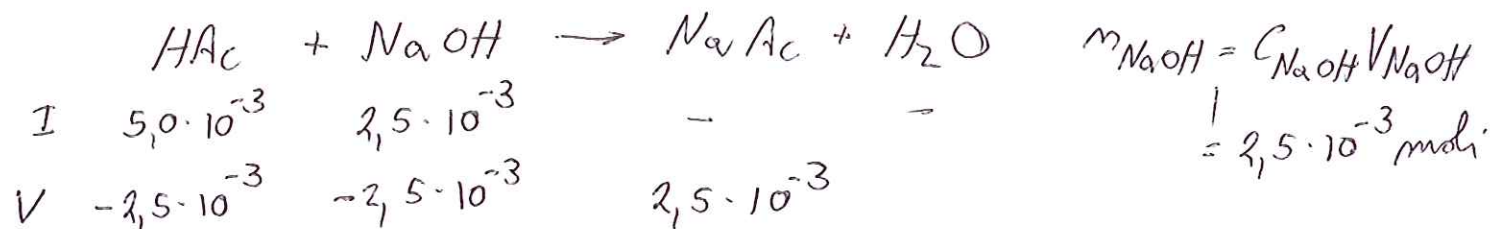
c) $n_{HCl} = 1 \text{ mole/L} \cdot 10^{-2} L = 10^{-2} \text{ mol}$

$$C_{HCl} = \frac{n_{HCl}}{V_{TOT}} = \frac{10^{-2} \text{ mol}}{6,0 \cdot 10^{-2} L} = 1,667 \cdot 10^{-1} M$$

Il pH è determinato dal solo acido forte:

$$pH = -\log C_{HCl} = 0,7782 \quad (2)$$

d) $V_{HAc} = 50 \text{ mL}$ $V_{NaOH} = 50 \text{ mL}$ $C_{NaOH} = 0,05 M$

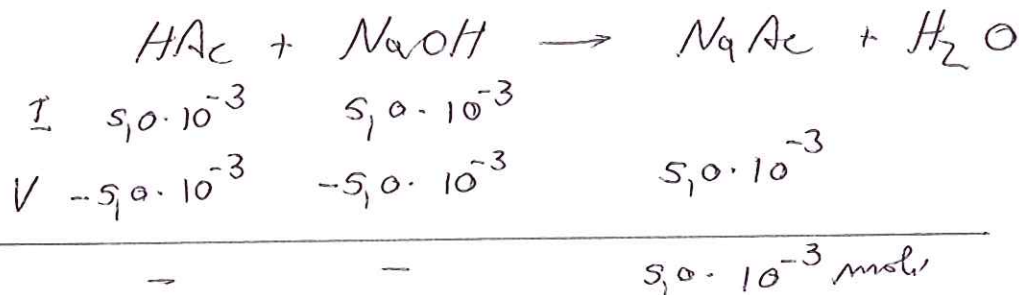


E	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
---	---------------------	---------------------

$$[H^+] = K_A \frac{MA}{MS} = 1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 1,76 \cdot 10^{-5} M = K_A$$

$$pH = -\log K_A = 4,7545 \quad (2)$$

e) $V_{HAc} = 50 \text{ mL}$ $V_{NaOH} = 100 \text{ mL} \Rightarrow n_{NaOH} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$



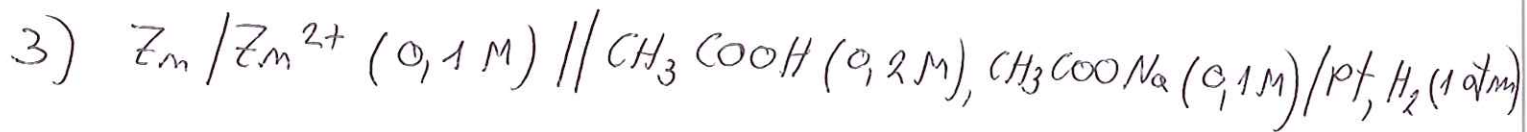
Solo NaAc in soluzione. Ac^- idrolizza:



$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_W}{K_A} C_S} \quad C_S = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,150 L} = 3,33 \cdot 10^{-2} M$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{10^{-14} \text{ M}^2}{1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M}} \cdot 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ M}} = \sqrt{1,8939 \cdot 10^{-11} \text{ M}^2} =$$

$$= 4,3519 \cdot 10^{-6} \text{ M} \quad p\text{OH} = 5,3613 \quad \text{pH} = 8,6387 \quad (2)$$



a) Tampone: $[\text{H}^+] = K_A \frac{C_A}{C_S} = 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \frac{0,2 \text{ M}}{0,1 \text{ M}} = 3,52 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

$\text{pH} = 4,4535 \quad (2)$



$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 + \frac{0,0591}{n} \log [\text{Zn}^{2+}] = -0,76 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log 0,1$$

$$= -0,7896 \text{ V}$$



$$E_{\text{H}^+/\text{H}_2} = \frac{0,0591}{n} \log \frac{[\text{H}^+]^2}{p_{\text{H}_2}=1} = \frac{0,0591}{2} \log [\text{H}^+]^2 =$$

$$= 0,0591 \log [\text{H}^+] = -0,0591 \text{ pH} = -0,2632 \text{ V}$$

$$E_{\text{cell}} = E_c - E_A = E_{\text{c}} - E_{\text{A}} = E_{\text{H}^+/\text{H}_2} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} =$$

$$= -0,2632 \text{ V} - (-0,7896 \text{ V}) = 0,5264 \quad (3)$$

b) Reazione di pila:



in particolare, al catodo $2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2$

$$n_{e^-} = \frac{5000 \text{ C}}{26488 \text{ C/mol}} = 5,1820 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

dalla stechiometria della reazione catodica

$$n_{\text{H}^+}(\text{consumati}) = n_{e^-} = 5,1820 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

l'equilibrio $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

viene spostato verso destra a causa del consumo di H^+
(Principio di Le Chatelier)

$$[\text{H}^+] = K_A \frac{n_A - n_{\text{H}^+}}{n_S + n_{\text{H}^+}}$$

$$n_A = n_{\text{HAc}} = C_{\text{HAc}} V = 0,2 \text{ mol/L} \cdot 0,3 \text{ L} = 0,06 \text{ mol}$$

$$n_S = n_{\text{NaAc}} = C_{\text{NaAc}} V = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,3 \text{ L} = 0,03 \text{ mol}$$

$$[\text{H}^+] = 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M} \frac{0,06 - 5,1820 \cdot 10^{-2}}{0,03 + 5,1820 \cdot 10^{-2}} = 1,76 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 5,7545$$

3

all'anodo: $\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

$$n_{\text{Zn}^{2+}, \text{iniziale}} = C_{\text{Zn}^{2+}}^0 V = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Zn}^{2+}, \text{aggiunto}} = \frac{n_{e^-}}{2} = \frac{5,1820 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{2} = 2,591 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Zn}^{2+}, \text{finale}} = 0,05 + 0,02591 = 7,591 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[\text{Zn}^{2+}]_{\text{finale}} = \frac{7,591 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 1,5182 \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

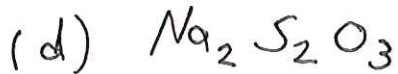
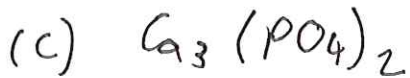
$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ V} + \frac{0,0591}{2} \log(1,5182 \cdot 10^{-1})$$
$$= -0,7842 \text{ V} = E_A$$

$$E_{\text{H}^+/\text{H}_2} = -0,0591 \text{ pH} = -0,0591 \cdot 5,7545 = -0,34 \text{ V} = E_C$$

$$f_{\text{em}} = E_C - E_A = -0,34 - (-0,7842) = 0,444 \text{ V}$$

27

NOMENCLATURA INORGANICA



II (a) bicromato di potassio; bi-eptaossobicromato di potassio

(b) acido solforoso; acido triossosolfurico

(c) solfato ferico; tri-tetraossosolfato di ferro (III); solfato di ferro (III)

(d) (orto)fosfato monacido di sodio;
monoidrogeno ortofosfato di sodio

(e) anidride perclorica, eptossido di dicloro;
ossido di cloro (VII)