



CCSS IN CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE
ANNO ACCADEMICO 2019/20

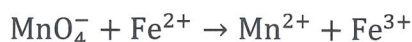
CHIMICA GENERALE E INORGANICA
SESSIONE INVERNALE D'ESAMI, PRIMO APPELLO, 27 gennaio 2020

Nomenclatura inorganica

Scrivere le formule delle specie che corrispondono ai seguenti nomi:

(a) Ione solfuro; (b) anidride borica; (c) fosfina; (d) acido cianidrico; (e) cloruro rameoso (f) idruro di calcio. (3)

1. Un composto contiene solo ferro e ossigeno. Un campione di 0.2729 g del composto viene sciolto in una soluzione acida concentrata, riducendo tutto il ferro a ioni Fe^{2+} . La soluzione risultante viene diluita a 100 mL e titolata con una soluzione $1.621 \cdot 10^{-2}$ M di KMnO_4 . L'equazione di titolazione (non bilanciata) è la seguente:



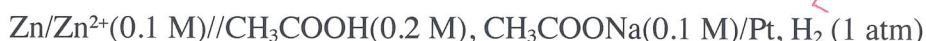
10 4
 4
 1

La titolazione richiede 42.17 mL della soluzione di KMnO_4 per raggiungere il punto di fine. (a) Bilanciare l'equazione. (b) Qual è la formula minima del composto? (c) Qual è la molarità di Fe^{2+} nella soluzione da titolare? (c) Qual è la molarità di Fe^{3+} alla fine della titolazione?

2. Una soluzione di 100 mL è costituita da CH_3COOH 0.2 N ($K_A = 1.76 \cdot 10^{-5}$ mol/L) e da CH_3COONa 0.3 N. Calcolare il pH della soluzione (a) all'inizio e dopo che sono stati aggiunti in sequenza: (b) 20 mL di NaOH 0.15 M; (c) 33 mL di HCl 1.0 M; (d) 147 mL di KOH 0.34 M; (e) 30 mL di KCl 0.5 M.

10 2
 2
 2
 2

3. Si consideri la seguente cella elettrochimica:



in cui i volumi delle soluzioni sono 0.5 L. Si vuole conoscere (a) la f.e.m. iniziale della pila; (b) la reazione bilanciata che decorre nella pila; (c) la costante di equilibrio della reazione di pila; (d) la f.e.m. della pila dopo il passaggio di 5000 coulomb.

$K_A = 1.76 \cdot 10^{-5}$ mol/L; $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0.763 \text{ V}$.

10 3
 2
 2
 3

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

1. NOME, COGNOME E NUMERO DI MATRICOLA

2. CORSO DI LAUREA

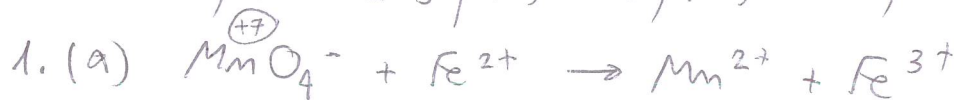
3. DATA

4. Chi intende sostenere l'esame orale venerdì 31 gennaio e lunedì 3 febbraio 2020 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.

Scrivere le risposte in modo ORDINATO e LEGGIBILE!

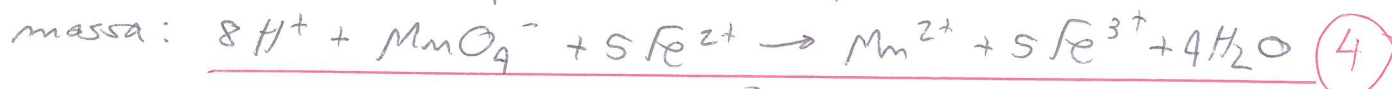
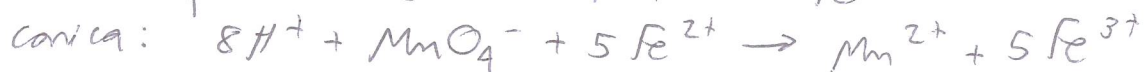
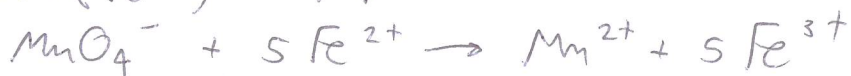
NOMENCLATURA INORGANICA

(a) S^{2-} ; (b) B_2O_3 ; (c) PH_3 ; (d) HCN ; (e) $CuCl$; (f) CaH_2 (3)



$$\Delta n(MnO_4^-) = 5 \downarrow$$

$$\Delta n(Fe^{2+}) = 1 \uparrow$$



(b) $n_{KMnO_4} = C \cdot V = 1,621 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \cdot 4,217 \cdot 10^{-2} \text{ L}$
 $= 6,8358 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$$n_{Fe^{2+}} = 5 \times n_{KMnO_4} = 3,4179 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

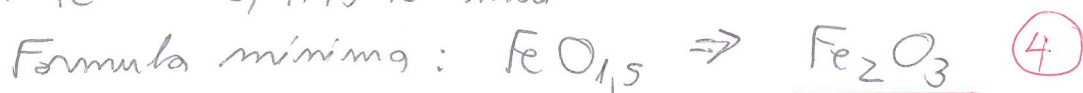
$$m_{Fe \text{ nel campione}} = m_{Fe^{2+}} = n \cdot MM = 3,4179 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 55,845 \text{ g/mol}$$

$$m_{Fe} = 0,1909 \text{ g}$$

$$m_o = m_{TOT} - m_{Fe} = 0,2729 \text{ g} - 0,1909 \text{ g} = 0,0820 \text{ g}$$

$$n_o = \frac{m_o}{MM_o} = \frac{0,0820 \text{ g}}{15,9994 \text{ g/mol}} = 5,1270 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_o}{n_{Fe}} = \frac{5,1270 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{3,4179 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 1,500$$



(c) $[Fe^{2+}] = \frac{n_{Fe^{2+}}}{V} = \frac{3,4179 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,100 \text{ L}} = 3,4179 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ (1)

(d) $[Fe^{3+}] = \frac{n_{Fe^{3+}}}{V_{TOT}} = \frac{3,4179 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,14217 \text{ L}} = 2,4041 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ (1)

2. (a) Soluzione Tampone: $[H^+] = K_A \frac{C_A}{C_S} = 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M} \frac{0,2 \text{ M}}{0,3 \text{ M}}$
 $[H^+] = 1,1733 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ $pH = 4,9306$ (2)

(b) $n_{NaOH,agg} = C \cdot V = 0,15 \text{ mol/L} \cdot 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$



$$n_{HAc} = CV = 0,2 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{NaAc} = CV = 0,3 \text{ mol/L} \cdot 0,100 \text{ L} = 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$



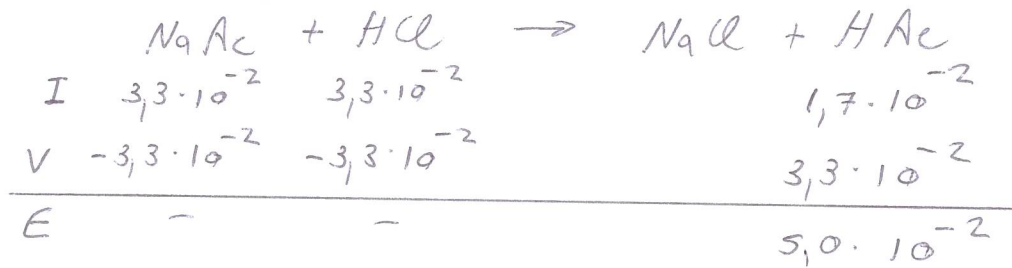
I	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$
V	$-3,0 \cdot 10^{-3}$	$-3,0 \cdot 10^{-3}$	$-3,0 \cdot 10^{-3}$
E	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-3}$	Tampone

(1)

$$[H^+] = K_A \frac{n_{HAc}}{n_{NaAc}} = 1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot \frac{1,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}} = 9,0666 \cdot 10^{-6} M$$

$$pH = 5,0426 \quad (2)$$

$$(c) \quad n_{HCl, \text{agg}} = C \cdot V = 1,0 \text{ mol/L} \cdot 3,3 \cdot 10^{-2} L = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

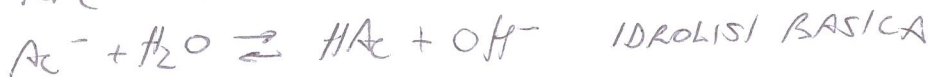
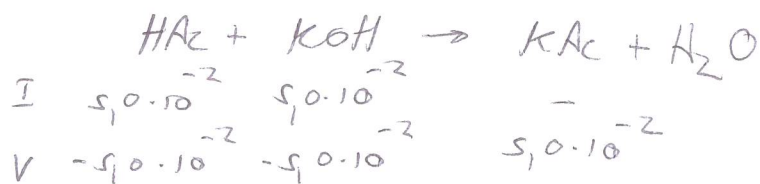


$$[H^+] = \sqrt{K_A C_A} \quad C_A = C_{HAc} = \frac{n_{HAc}}{V_{TOT}} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,153 L}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot 0,3268 M} = 2,3983 \cdot 10^{-3} M$$

$$pH = 2,6201 \quad (2)$$

$$(d) \quad n_{KOH, \text{agg}} = C \cdot V = 0,34 \text{ mol/L} \cdot 1,47 \cdot 10^{-1} L = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$



$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_A} C_S} \quad C_S = \frac{n_{KAc}}{V_{TOT}} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,300 L} = 1,6667 \cdot 10^{-1} M$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{10^{-14} M^2}{1,76 \cdot 10^{-5} M} \cdot 1,6667 \cdot 10^{-1} M} = 9,7312 \cdot 10^{-6} M$$

$$pOH = 5,0118 \quad pH = 8,9882 \quad (2)$$

(e) KCl non ha effetto sul pH. L'aggiunta corrisponde a una diluzione della soluzione precedente:

$$C_S' = \frac{n_{KAc}}{V_{TOT}'} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}{0,330 L} = 1,5152 \cdot 10^{-1} M$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{10^{-14} M^2}{1,76 \cdot 10^{-5} M} \cdot 1,5152 \cdot 10^{-1} M} = 9,2784 \cdot 10^{-6} M$$

$$pOH = 5,0325 \quad pH = 8,9675 \quad (2)$$

(2)

$$(3) \quad a) E_{Zn^{2+}/Zn} = E_{Zn^{2+}/Zn}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log [Zn^{2+}] = -0,763 V + \frac{0,0591}{2} \log 0,1$$

$$E_{Zn^{2+}/Zn} = -0,7926 V \quad (A) \quad (-)$$

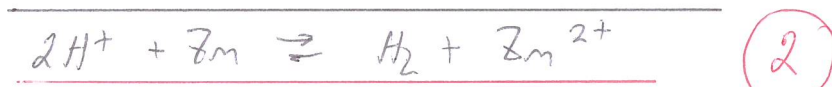
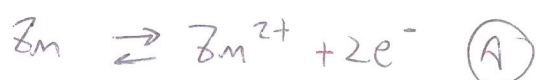
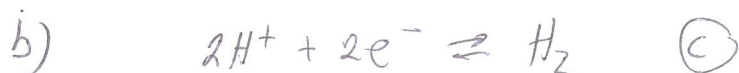
$$E_{H^{+}/H_2} = -0,0591 pH$$

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

$$pH = 4,4535$$

$$E_{H^{+}/H_2} = -0,2632 V \quad (C) \quad (+)$$

$$f_{em} = \Delta E = E_C - E_A = -0,2632 V - (-0,7926 V) = \underline{0,5294 V} \quad (3)$$



$$c) \quad \log K = 16,92 \cdot n \Delta E^{\circ} = 16,92 \cdot n (E_C^{\circ} - E_A^{\circ})$$

$$= 16,92 \cdot 2 [0 - (-0,763)] = 25,82$$

$$\underline{K = 10^{25,82} = 6,6 \cdot 10^{25}} \quad (2)$$

$$d) \quad Q = 5000 C \quad m_{e^{-}} = \frac{5000 C}{26488 C/mol} = 5,1820 \cdot 10^{-2} mol$$

All'anodo: $m_{Zn^{2+}}^o = C \cdot V = 0,1 mol/L \cdot 0,5 L = 0,05 mol$

$$m_{Zn^{2+},agg} = \frac{m_{e^{-}}}{2} = 2,5910 \cdot 10^{-2} mol$$

$$m_{Zn^{2+},finale} = 0,05 mol + 2,5910 \cdot 10^{-2} mol = 7,5910 \cdot 10^{-2} mol$$

$$[Zn^{2+}]_{finale} = \frac{7,5910 \cdot 10^{-2} mol}{0,5 L} = 1,5182 \cdot 10^{-1} M$$

$$E'_{Zn^{2+}/Zn} = E_{Zn^{2+}/Zn}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log [Zn^{2+}]_{finale}$$

$$= -0,763 V + \frac{0,0591}{2} \log (1,5182 \cdot 10^{-1}) = -0,7872 V$$

Al catodo: vengono ridotti (sottratti alla soluzione) ioni H^{+} .

L'eq $HAc \rightleftharpoons Ac^{-} + H^{+}$ si sposta verso destra.

Dalla semireazione catodica (punto b) si vede che $m_{H^{+},cons} = m_{e^{-}}$

$$m_{\text{HAc}}^0 = CV = 0,2 \text{ mol/L} \cdot 0,5 \text{ L} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

$$m_{\text{NaAc}}^0 = CV = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,5 \text{ L} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$[\text{H}^+]_f = K_A \frac{m_{\text{HAc}}^0 - m_{\text{e}^-}}{m_{\text{NaAc}}^0 + m_{\text{e}^-}} = 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M} \frac{1,0 \cdot 10^{-1} - 5,1820 \cdot 10^{-2}}{5,0 \cdot 10^{-2} + 5,1820 \cdot 10^{-2}} \text{ Z}$$

$$= 8,3281 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = 5,0795$$

$$E'_{\text{H}^+/\text{H}_2} = -0,0591 \text{ pH} = -0,0591 \cdot 5,0795 = -0,3002 \text{ V}$$

$$f_{\text{em}}, f_{\text{male}} = E'_C - E'_A = -0,3002 \text{ V} - (-0,7872 \text{ V})$$

$$= \underline{0,4870 \text{ V}} \quad (3)$$