



CCSS IN CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE
ANNO ACCADEMICO 2019/20

CHIMICA GENERALE E INORGANICA
SESSIONE INVERNALE D'ESAMI, SECONDO APPELLO, 12 febbraio 2020

Nomenclatura inorganica

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

(a) $\text{Al}(\text{ClO}_4)_3$; (b) H_3PO_4 ; (c) N_2O_5 ; (d) SiH_4 ; (e) SO_4^{2-} ; (f) $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

3

1. Il nitrato di ammonio si decompone per riscaldamento secondo la reazione:



Calcolare: (a) il volume in litri di gas che si sviluppa a 2500°C per esplosione a pressione atmosferica di 1 kg di sale; (b) il volume in litri di gas quando la temperatura viene portata a 20°C; (c) i volumi in millilitri di soluzioni di HNO_3 al 67% (densità 1.4 g/mL) e di NH_3 al 30% (densità 0.892 g/mL) necessari per ottenere 1 kg di nitrato di ammonio; (d) il pH di una soluzione ottenuta sciogliendo 1 kg di nitrato di ammonio in 71.0 L d'acqua ($K_B(\text{NH}_3) = 1.76 \times 10^{-5}$ mol/L).

10
2
2
4
2

2. Si considerino 50 ml di una soluzione 0.1 M di CH_3COOH . Calcolare (a) il pH della soluzione; (b) il pH della soluzione ottenuta aggiungendo alla soluzione precedente 97.745 mg di potassio elementare; il pH dopo aggiunta di (c) 10 mL, oppure di (d) 25 mL, oppure di (e) 50 mL di NaOH 0.2 N alla soluzione di cui al punto (a). (N. B. Le aggiunte NON sono successive: si parta ogni volta dalla soluzione iniziale. $K_A = 1.76 \times 10^{-5}$ mol/litro).

10
2
2
2
2
2

3. (a) Determinare la costante di dissociazione di HCN se un elettrodo a idrogeno a contatto con una soluzione 0.1 M in KCN assume un potenziale di -0.654 V rispetto all'elettrodo standard ad idrogeno. (b) Qual è il potenziale dell'elettrodo a idrogeno dopo aver aggiunto 5 ml di HCl 0.05 M a 45 ml della soluzione dell'acido?

10
5
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 a partire da lunedì 24 febbraio 2020 scriva "ORALE" in alto a destra accanto a nome e cognome.

Scrivere le risposte in modo ORDINATO e LEGGIBILE!

NOMENCLATURA INORGANICA

- a) (tri)perclorato di alluminio; tri(tetraassoclorato(VII)) di alluminio
- b) Acido (orto)fosforico; Acido tetraossosforico(V);
Tetraossosolfato(V) di triidrogeno
- c) Anidride nitrica; pentossido di diazoto
- d) Silano, tetraidruro di silicio
- e) ione solfato; ione tetraossosolfato(VI)
- f) Idrossido ferrico; triidrossido di ferro;
idrossido di ferro(III)

1) NH_4NO_3 $MM = 80,04 \text{ g/mole}$

$$n = \frac{m}{MM} = \frac{1000 \text{ g}}{80,04 \text{ g/mol}} = 12,49 \text{ moli} \simeq 12,5 \text{ moli}$$

(a) da n moli di NH_4NO_3 a 2500°C si formano $3n$ moli di gas (dalla stechiometria della reazione; a 2500°C sia N_2O che H_2O sono gassosi)

$$n_{\text{gas}} = 3n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 37,5 \text{ moli}$$

$$V = \frac{n_{\text{gas}} RT}{p} = \frac{37,5 \text{ moli} \cdot 0,08206 \text{ Latm mol}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 2773,15 \text{ K}}{1 \text{ atm}}$$

$$V = 8533,7 \text{ L} \quad (2)$$

(b) a 20°C restano n moli di gas (l'acqua è liquida)

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{12,5 \text{ moli} \cdot 0,08206 \text{ Latm K}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 293,15 \text{ K}}{1 \text{ atm}}$$

$$V = 300,7 \text{ L} \quad (2)$$

(c) Reazione acido-base: $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$

dalla stechiometria: $n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = n_{\text{HNO}_3} = n_{\text{NH}_3} = 12,5 \text{ moli}$

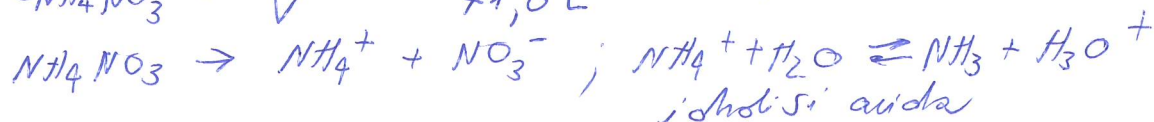
$$n_{\text{NH}_3} = \frac{m_{\text{NH}_3}}{MM_{\text{NH}_3}} = \frac{(\% / 100) \cdot d \cdot V}{MM_{\text{NH}_3}} \Rightarrow V_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3} \cdot MM_{\text{NH}_3}}{(\% \text{NH}_3 / 100) \cdot d_{\text{NH}_3}}$$

$$V_{\text{NH}_3} = \frac{12,5 \text{ moli} \cdot 17,0306 \text{ g/mol}}{0,30 \cdot 0,892 \text{ g/mL}} = 795,5 \text{ mL} \quad (2)$$

$$V_{\text{HNO}_3} = \frac{n_{\text{HNO}_3} \cdot MM_{\text{HNO}_3}}{(\% \text{HNO}_3 / 100) \cdot d_{\text{HNO}_3}} = \frac{12,5 \text{ moli} \cdot 63,0129 \text{ g/mol}}{0,67 \cdot 1,4 \text{ g/mL}}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = 839,7 \text{ mL} \quad (2)$$

$$(d) C_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{n}{V} = \frac{12,5 \text{ moli}}{71,0 \text{ L}} = 0,176 \text{ moli/L}$$



$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_w}{K_B} C_s} = \sqrt{\frac{10^{-14} \text{ M}^2}{1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M}} \cdot 0,176 \text{ M}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

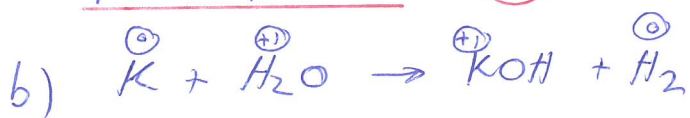
$$\text{pH} = 5,0 \quad (2)$$

(1)

$$2) a) [H^+] = \sqrt{K_A C_A} = \sqrt{1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot 0,1 M} = 1,327 \cdot 10^{-3} M$$

$$pH = 2,8772$$

(2)



$$\Delta n(K) = 1 \uparrow$$

$$\Delta n(H_2O) = 1 \downarrow \times 2 = 2 \downarrow \quad \text{mem} = 2 \quad \begin{matrix} \nearrow 1 \\ \searrow 2 \end{matrix}$$



$$m_K = \frac{m_K}{MM_K} = \frac{9,7745 \cdot 10^{-2} g}{39,098 g/mol} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = m_{KOH}$$

$$m_{HAc} = C_{HAc} \cdot V = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 5,0 \cdot 10^{-2} L = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$I \quad 5,0 \cdot 10^{-3} \quad 2,5 \cdot 10^{-3}$$

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

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

soluzione tampone

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

$$pH = pK_A = 4,7545$$

(2)

$$c) m_{NaOH} = 1,0 \cdot 10^{-2} L \cdot 0,2 \text{ mol/L} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



$$I \quad 5,0 \cdot 10^{-3} \quad 2,0 \cdot 10^{-3}$$

$$V \quad -2,0 \cdot 10^{-3} \quad -2,0 \cdot 10^{-3} \quad 2,0 \cdot 10^{-3}$$

$$3,0 \cdot 10^{-3} \quad - \quad 2,0 \cdot 10^{-3} \quad \text{tampone}$$

$$[H^+] = K_A \frac{m_{HAc}}{m_{NaAc}} = 1,76 \cdot 10^{-5} M \cdot \frac{3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 2,64 \cdot 10^{-5} M$$

$$pH = 4,5768$$

(2)

$$d) m_{NaOH} = 2,5 \cdot 10^{-2} L \cdot 0,2 M = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \rightarrow \text{punto equivalente}$$

$$m_{NaAc} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad V_{TOT} = 50 \text{ mL} + 25 \text{ mL} = 7,5 \cdot 10^{-2} L$$

$$C_{NaAc} = \frac{m}{V} = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{7,5 \cdot 10^{-2} L} = 6,667 \cdot 10^{-2} M$$



$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_A} C_{NaAc}} = \sqrt{\frac{10^{-14} M^2}{1,76 \cdot 10^{-5} M} \cdot 6,667 \cdot 10^{-2} M} = 6,155 \cdot 10^{-6} M$$

$$pOH = 5,2108$$

$$pH = 8,7892$$

(2)

(2)

$$e) \quad n_{\text{NaOH}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ L} \cdot 0,2 \text{ M} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$



I	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	-
V	$-5,0 \cdot 10^{-3}$	$-5,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
E	-	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$

base forte e base debole in conc. comparabili: il pH è determinato solo dalla base forte.

$$V_{\text{TOT}} = 50 \text{ mL} + 50 \text{ mL} = 0,100 \text{ L}$$

$$C_B = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}}{0,100 \text{ L}} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = 1,3010 \quad \text{pH} = 12,6990 \quad (2)$$

3) a) $E_{\text{H}^+/\text{H}_2} = E_{\text{H}^+/\text{H}_2}^0 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{H}^+]^2}{P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}} \quad (2\text{H}^+ + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2)$

$$E_{\text{H}^+/\text{H}_2} = 0,0591 \log [\text{H}^+] = -0,654 \text{ V} \quad (1)$$

$$\log [\text{H}^+] = -\frac{0,654 \text{ V}}{0,0591 \text{ V}} = -11,06599$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-11,06599} \text{ M} = 8,5903 \cdot 10^{-12} \text{ M} \quad (1)$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_W}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{8,5903 \cdot 10^{-12} \text{ M}} = 1,1641 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad (1)$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_W}{K_A} C_S} \quad [\text{OH}^-]^2 = \frac{K_W}{K_A} C_S \quad K_A = \frac{K_W C_S}{[\text{OH}^-]^2}$$

$$K_A = \frac{10^{-14} \text{ M}^2 \cdot 0,1 \text{ M}}{(1,1641 \cdot 10^{-3} \text{ M})^2} = 7,38 \cdot 10^{-10} \text{ M} \quad (2)$$

b) $n_{\text{KCN}} = C_{\text{KCN}} \cdot V_{\text{KCN}} = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \quad (1)$

$$n_{\text{HCl}} = C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 0,05 \text{ mol/L} \cdot 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \quad (1)$$



I	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	-	-
V	$-2,5 \cdot 10^{-4}$	$-2,5 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	-
E	$4,25 \cdot 10^{-3}$	-	$2,5 \cdot 10^{-4}$	farmpone

$$[\text{H}^+] = K_A \cdot \frac{n_{\text{HCN}}}{n_{\text{KCN}}} = 7,38 \cdot 10^{-10} \text{ M} \cdot \frac{2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}}{4,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}} = 4,3412 \cdot 10^{-11} \text{ M} \quad (1)$$

$$E'_{\text{H}^+/\text{H}_2} = 0,0591 \log [\text{H}^+] = 0,0591 \cdot \log (4,3412 \cdot 10^{-11})$$

$$E'_{\text{H}^+/\text{H}_2} = -0,6124 \text{ V} \quad (1) \quad (3)$$