

# A

## Chimica Generale ed Inorganica con Laboratorio (Chimica Industriale)

II<sup>a</sup> prova esonero, 24/01/2017.

1. Una soluzione acquosa di acido cloroso ha pressione osmotica pari a 3.5 atm, alla temperatura di 40.0°C.

(a) Calcolare il grado di dissociazione e la concentrazione di acido nella soluzione, nota  $K_a = 1.1 \times 10^{-2}$ .

(b) Determinare il peso molecolare di una sostanza incognita non elettrolita e non volatile, sapendo che una sua soluzione, ottenuta sciogliendo 30.0 g di sostanza in 1.00 L di acqua a 40.0 °C, è isotonica con la soluzione acida del punto (a).

2. 2.00 g di cromato di argento (I) vengono addizionati a 15.00 L di acqua.

(a) Determinare la solubilità del sale all'equilibrio e la quantità di cromato di argento (I) disciolto ( $K_{ps} = 1.70 \times 10^{-12}$ ).

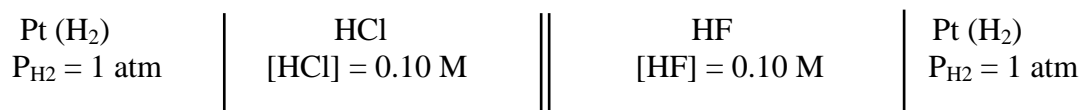
(b) Calcolare come varia la solubilità del cromato d'argento dopo l'aggiunta di 4.00 g di nitrato di argento (I) alla soluzione del punto (a).

(Pesi atomici in g/mol: Ag = 107.9; Cr = 52.0; O = 16.0; N = 14.0).

3. (a) Calcolare il pH di 100.0 mL di una soluzione di  $\text{NH}_3$  0.10 M ( $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ ).

(b) Quanti mL di una soluzione di HCl 0.10 M occorre aggiungere alla soluzione del punto (a) per preparare un litro di soluzione tampone a pH = 9.0,?

4. Per la seguente pila

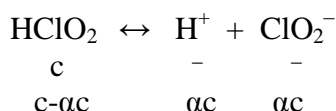


(a) indicare le reazioni agli elettrodi specificando la polarità;

(b) calcolare la costante di dissociazione di HF a 25°C, sapendo che la f.e.m. della pila a 25°C è 0.065 V.

## SOLUZIONI

1.



(a)  $\pi = cRT(1+\alpha) = 3.5 \text{ atm}$

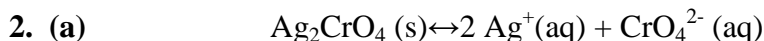
$$\left\{ \begin{array}{l} c(1+\alpha) = 3.5 / (0.0821 \times 313.15) = 0.136 \\ K_a = \alpha^2 c / (1-\alpha) = 1.1 \times 10^{-2} \end{array} \right.$$

$$K_a = (\alpha^2 \times 0.136) / (1-\alpha^2) = 1.1 \times 10^{-2} \longrightarrow \alpha^2 = 0.0748 \quad \alpha = 0.274$$

$$c = 0.136 / (1+0.274) = 0.107 \text{ M}$$

(b)  $\pi = cRT = (m/PM) \times (RT / V) = 3.5 \text{ atm}$

$$PM = (30 \times 0.0821 \times 313.15) / (1 \times 3.5) \longrightarrow PM = 220 \text{ uma}$$



$$K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \times s = 4s^3$$

$$s = (K_{ps}/4)^{1/3} = 7.52 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{g Ag}_2\text{CrO}_4 \text{ disciolti in un litro di soluzione} = s \times PM = 7.52 \times 10^{-5} \times 331.8 = 0,0249 \text{ g/L}$$

$$0,0249 \times 15 = 0.374 \text{ g disciolti in 15 L}$$

(b) moli  $\text{AgNO}_3 = 4/169.9 = 0.0235$ ;  $[\text{AgNO}_3] = 0.0235/15 = 1.57 \times 10^{-3} \text{ M}$

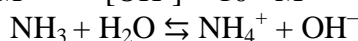
$$K_{ps} = (2s+1.57 \times 10^{-3})^2 \times s = (1.57 \times 10^{-3})^2 \times s$$

$$s = K_{ps} / (1.57 \times 10^{-3})^2 = 6.90 \times 10^{-7} \text{ M}$$



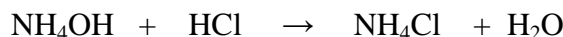
$$\text{pOH} = -\log \sqrt{K_b \times c_b} = 2.87 \quad \text{pH} = 11.13$$

(b)  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M}$        $[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ M}$



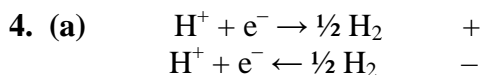
$$K_{\text{NH}_3} = [\text{NH}_4^+] \times [\text{OH}^-] / [\text{NH}_3]$$

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{NH}_3} \times [\text{NH}_3] / [\text{NH}_4^+]; [\text{NH}_4^+] / [\text{NH}_3] = K_{\text{NH}_3} / [\text{OH}^-] = 1.8$$



$$\begin{array}{ccc} 0.01 & & x \\ (0,01 - x) & & x \end{array}$$

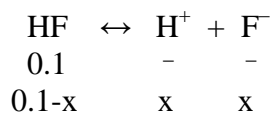
$$(0.01 - x) / x = 1 / 1.8 = 0.56 \quad \text{Da cui: } x = 0.0064 \text{ moli HCl pari a } 64 \text{ mL di soluzione } 0.1 \text{ M.}$$



(b)  $E_{\text{sin}} = 0.0 + 0.059 \log[0.10] = -0.059 \text{ V}$  +

$$E_{\text{des}} = 0.0 + 0.059 \log[\text{H}^+] = -0.059 - 0.065 = -0.124 \text{ V}$$
 -

$$\log [\text{H}^+] = -0.124 / 0.059 = -2.10 \quad [\text{H}^+] = 7.91 \times 10^{-3}$$



$$K_a (\text{HF}) = x^2 / (0.1-x) = (7.91 \times 10^{-3})^2 / (0.1 - 7.91 \times 10^{-3}) = 6.8 \times 10^{-4}$$

# B

## Chimica Generale ed Inorganica con Laboratorio (Chimica Industriale)

II<sup>a</sup> prova esonero, 24/01/2017.

1. 2.00 g di fluoruro di calcio vengono addizionati a 7.00 L di acqua.

(a) Determinare la solubilità del sale all'equilibrio e la quantità di fluoruro di calcio disciolto.

(b) Calcolare come varia la solubilità del fluoruro di calcio dopo l'aggiunta di 3.00 g di fluoruro di sodio alla soluzione del punto (a).

( $K_{ps} = 3.20 \times 10^{-11}$ ; pesi atomici in g/mol: Ca = 40.1; F = 19.0; Na = 23.0)

2. (a) Calcolare il pH di 130 ml di una soluzione di HF 0.10 M ( $K_a(\text{HF}) = 6.7 \times 10^{-4}$ ).

(b) Quanti millilitri di una soluzione 0.10 M di NaOH si devono aggiungere alla soluzione del punto (a) per ottenere una soluzione tampone a pH = 4?

3. Per la seguente pila



(a) indicare le reazioni agli elettrodi specificando la polarità;

(b) calcolare la f.e.m. sapendo che  $K_a(\text{HCN}) = 6.2 \times 10^{-10}$ .

4. Una soluzione acquosa di acido iodico ha pH = 0.50 e congela a  $-2.27^\circ\text{C}$ .

(a) Calcolare la concentrazione di acido iodico della soluzione e la costante  $K_a$  dell'acido, nota la costante crioscopica dell'acqua ( $k_{cr} = 1.86^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$ ).

(b) Calcolare la pressione osmotica della soluzione a  $25.0^\circ\text{C}$ . Si assuma valida l'approssimazione molarità = molalità.

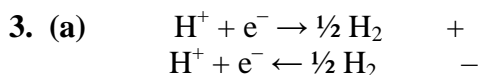
## SOLUZIONI

**1. (a)**  $\text{CaF}_2(\text{s}) \leftrightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{F}^{-}(\text{aq})$   
 $K_{\text{ps}} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^{-}]^2 = s \times (2s)^2 = 4s^3$   
 $s = (K_{\text{ps}}/4)^{1/3} = (3.20 \times 10^{-11}/4)^{1/3} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$   
 g  $\text{CaF}_2$  disciolti in un litro di soluzione =  $s \times \text{PM} = 2.0 \times 10^{-4} \times 78.1 = 0,01562 \text{ g/L}$   
 $0.01562 \times 7.0 = 0.109 \text{ g}$  disciolti in 15 L

**(b)** moli  $\text{NaF} = 3/42 = 0.0714$ ;  $[\text{NaF}] = 0.0714/7.0 = 1.02 \times 10^{-2} \text{ M}$   
 $K_{\text{ps}} = s \times (2s + 1.02 \times 10^{-2})^2 = s \times (1.02 \times 10^{-2})^2$   
 $s = K_{\text{ps}} / (1.02 \times 10^{-2})^2 = 3.07 \times 10^{-7} \text{ M}$

**2. (a)**  $\text{HF}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{F}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}$ ;  
 $\text{pH} = -\log \sqrt{K_a \times c_a} = 2.09$

**(b)**  $\text{HF}_{(\text{aq})} + \text{OH}^{-} \rightarrow \text{F}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}$ ;  
 moli in. 0.013 x  
 moli fin. (0.013 - x) 0 x  
 $\text{HF}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{F}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}$ ;  
 $K_{\text{HF}} = [\text{H}_3\text{O}^{+}] \times [\text{F}^{-}] / [\text{HF}]$   $[\text{H}_3\text{O}^{+}] = K_{\text{HF}} \times [\text{HF}] / [\text{F}^{-}]$   
 $10^{-4} = 6.7 \times 10^{-4} \times (0.013 - n_{\text{NaOH}}) / n_{\text{NaOH}}$   
 $n_{\text{NaOH}} = 0.0113$   $V_{\text{NaOH}} = 0.0113/0.1 = 0.113 \text{ L}$ ;  $V_{\text{NaOH}} = 113 \text{ ml}$



**(b)**  $E_{\text{sin}} = 0.0 + 0.059 \log[0.010] = -0.118 \text{ V}$  +  
 $E_{\text{des}} = 0.0 + 0.059 \log[\text{H}^{+}] = 0.059 \log(1.24 \times 10^{-9}) = -0.525 \text{ V}$  -

soluzione tampone:  $[\text{H}^{+}] = K_a [\text{HCN}] / [\text{CN}^{-}] = 6.2 \times 10^{-10} (0.10/\text{V}) / (0.050/\text{V}) = 1.24 \times 10^{-9}$

f.e.m. =  $-0.118 - (-0.525) = 0.407 \text{ V}$



$[\text{H}^{+}] = \alpha c = 10^{-0.5} = 3.16 \times 10^{-1}$   
 $\Delta t_{\text{cr}} = k_{\text{cr}} \times c \times (1+\alpha) = 1.86 \times c \times (1+\alpha) = 2.27^{\circ}\text{C}$   
 $c + 3.16 \times 10^{-1} = 2.27 / 1.86$   $c = 0.904 \text{ M}$   
 $K_a = (\alpha^2 c^2) / [c - \alpha c] = (3.16 \times 10^{-1})^2 / (9.04 \times 10^{-1} - 3.16 \times 10^{-1}) = 1.70 \times 10^{-1}$

**(b)**  $\pi = cRT(1+\alpha) = RT(c + \alpha c) = 0.0821 \times 298.15 \times (0.904 + 0.316) = 29.86 \text{ atm}$