

Seconda prova parziale

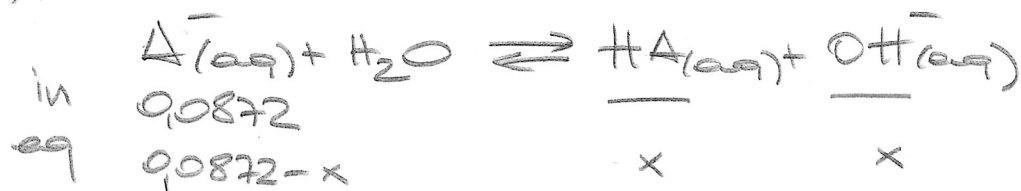
1. Una soluzione 0.0872 M di lattato di sodio NaA ha un pH di 8.40. Sapendo che l'acido lattico HA è un acido debole monoprotico, determinarne la K_A e calcolare il volume di HCl 1.00 M che deve essere aggiunto a 15.00 L della soluzione di NaA per preparare una soluzione tampone a pH = 3.70.
2. Calcolare la quantità (in grammi) di $MgCl_2$ che è necessario aggiungere a 25.00 L di acqua pura al fine di aumentare la temperatura di ebollizione della soluzione di 2.50 °C. Per l'acqua, $K_{eb} = 0.512 \text{ °C Kg mol}^{-1}$.
3. Determinare la solubilità del fluoruro di calcio CaF_2 ($K_{ps} = 3.2 \times 10^{-11}$) in acqua pura ed in una soluzione acquosa tamponata a pH = 1.50, sapendo che per HF la costante di dissociazione acida $K_A = 7.1 \times 10^{-4}$.
4. In un recipiente chiuso indeformabile del volume di 2.50 L vengono introdotti 11.30 g di carbonato d'ammonio $(NH_4)_2CO_3$ e la temperatura viene portata a 450°C. In queste condizioni, il sale si decompone producendo ammoniaca, acqua e diossido di carbonio. La pressione nel recipiente è pari a 640 torr. Determinare K_P e K_C in queste condizioni e la pressione nel recipiente se l'esperimento viene ripetuto utilizzando 0.113 g di $(NH_4)_2CO_3$.
5. Scrivere l'ossidoriduzione che si produce nella cella:
 $Pt | SO_4^{2-} (4.00 \times 10^{-2} \text{ M}), SO_3^{2-} (2.00 \times 10^{-1} \text{ M}), OH^- (0.85 \text{ M}) || AuCl_4^- (5.00 \times 10^{-2} \text{ M}), Cl^- (0.75 \text{ M}), | Au$
Calcolare il potenziale erogato sapendo che $E^0_{SO_4^{2-}/SO_3^{2-}} = -0.930 \text{ V}$ e $E^0_{AuCl_4^-/Au} = +1.00 \text{ V}$.
6. Descrivere il diagramma di fase dell'acqua e le sue peculiarità. Descrivere inoltre come esso si modifica dopo aggiunta di KNO_3 , elettrolita forte.

Masse atomiche:

C	12.0107 g/mol
N	14.0067 g/mol
O	15.9994 g/mol
Mg	24.3050 g/mol
Cl	35.453 g/mol

COMPITO 08.01.2026

Es. 1 Nella soluzione di lattato di sodio:



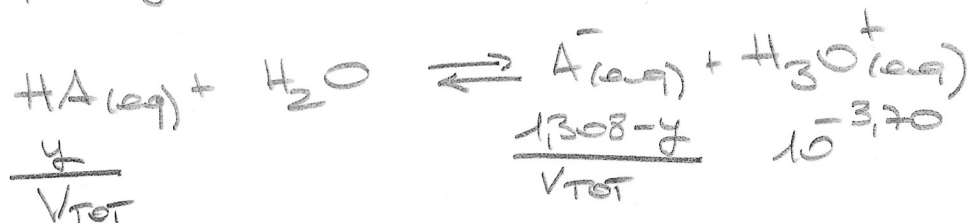
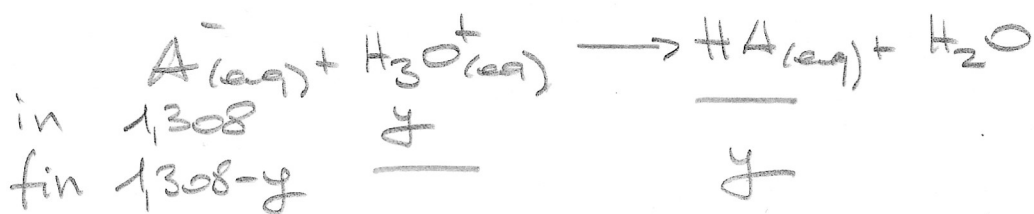
$$x = [\text{OH}^{-}] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^{+}]} = \frac{K_w}{10^{\text{pH}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-8,40}} = 2,51 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$K_B = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^{-}]}{[\text{A}^{-}]} = \frac{(2,51 \cdot 10^{-6})^2}{0,0872 - 2,51 \cdot 10^{-6}} = 7,22 \cdot 10^{-11}$$

$$K_A = \frac{K_w}{K_B} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{7,22 \cdot 10^{-11}} = 1,38 \cdot 10^{-4}$$

Per la formazione del tampone, sia y il numero di moli di HCl aggiunte.

$$n_{\text{NaA}} = V_{\text{NaA}} \cdot M_{\text{NaA}} = 15,00 \cdot 0,0872 = 1,308 \text{ mol}$$



$$K_A = \frac{[\text{A}^{-}][\text{H}_3\text{O}^{+}]}{[\text{HA}]} = \frac{(1,308 - y)/V_{\text{tot}} \cdot 10^{-3,70}}{y/V_{\text{tot}}} = 1,38 \cdot 10^{-4}$$

Oppure:

$$\text{pH} = \text{p}K_A + \log \frac{[\text{A}^{-}]}{[\text{HA}]} = 3,70 = -\log(1,38 \cdot 10^{-4}) + \log \frac{(1,308 - y)/V_{\text{tot}}}{y/V_{\text{tot}}}$$

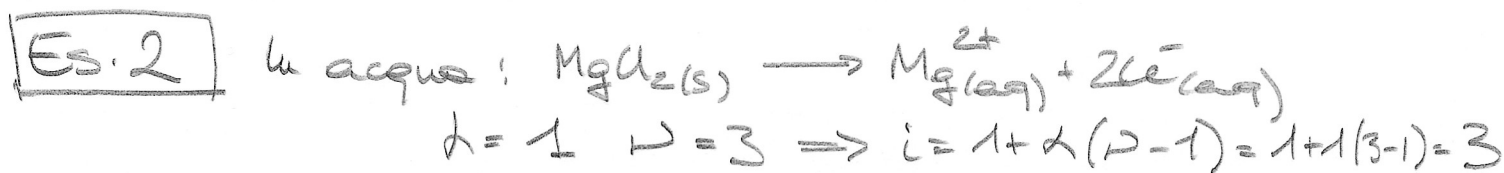
Risolvendo:

$$\log \frac{1,308 - y}{y} = 3,70 + \log(1,38 \cdot 10^4) = -9,160$$

$$\frac{1,308 - y}{y} = 10^{-9,160} = 0,692$$

$$y = \frac{1,308}{1 + 0,692} = 0,773 \text{ mol}$$

$$V_{HCl} = \frac{n_{HCl}}{M_{HCl}} = \frac{0,773}{1,00} = 0,773 \text{ L}$$

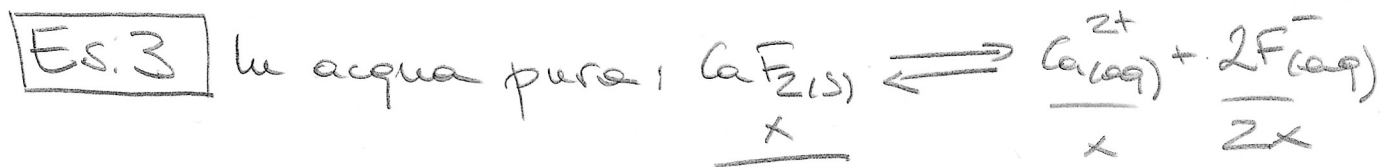


$$\Delta T_{eb} = i m_{MgCl_2} \cdot K_{eb}$$

$$m_{MgCl_2} = \frac{\Delta T_{eb}}{i \cdot K_{eb}} = \frac{2,50}{3 \cdot 0,512} = 1,63 \text{ m}$$

$$n_{MgCl_2} = m_{MgCl_2} \cdot G_{H_2O}^{kg} = 1,63 \cdot 2500 = 4075 \text{ mol}$$

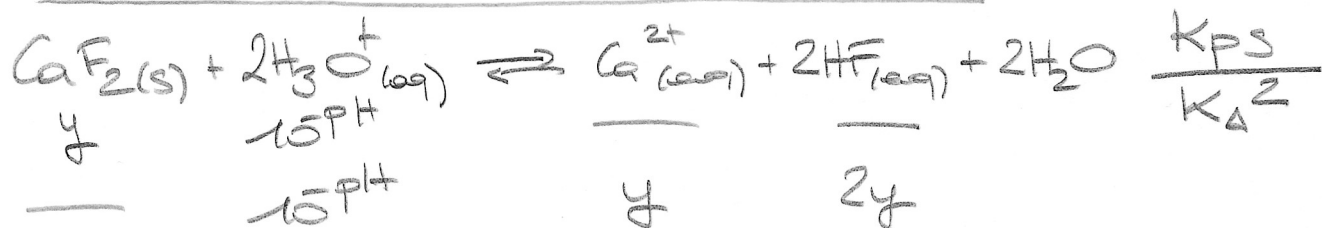
$$G_{MgCl_2} = n_{MgCl_2} \cdot MM = 4075 \cdot 95,211 = 3880 \text{ g}$$



$$K_{ps} = [Ca^{2+}][F^{-}]^2 = x(2x)^2 = 4x^3 = 3,2 \cdot 10^{-11}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{3,2 \cdot 10^{-11}}{4}} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

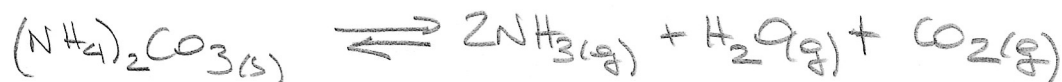
In soluzione tamponata a $\text{pH} = 1,50$:



$$\frac{K_{ps}}{K_A^2} = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{HF}]^2}{[\text{H}_3\text{O}^{+}]^2} = \frac{y(2y)^2}{10^{-2\text{pH}}} = \frac{4y^3}{10^{-3,00}} = \frac{3,2 \cdot 10^{11}}{(7,1 \cdot 10^{-4})^2}$$

$$y = \sqrt[3]{\frac{3,2 \cdot 10^{11}}{(7,1 \cdot 10^{-4})^2} \cdot \frac{10^{-3,00}}{4}} = 2,51 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Es. 4 $n_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = \frac{G_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3}}{\text{MM}} = \frac{11,30}{96,0724} = 0,1176 \text{ mol}$



All'equilibrio: $P_{\text{H}_2\text{O}} = P_{\text{CO}_2} = \frac{1}{2} P_{\text{NH}_3}$

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{NH}_3} + P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{CO}_2} = 4P_{\text{H}_2\text{O}} = 640 \text{ torr}$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{640}{4} = 160 \text{ torr} = P_{\text{CO}_2} \equiv 0,210 \text{ atm}$$

$$P_{\text{NH}_3} = 2P_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot 160 = 320 \text{ torr} \equiv 0,421 \text{ atm}$$

Bisogna verificare che rimanga del solido, cioè che:

$$n_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} > n_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V}{RT} = \frac{0,210 \cdot 2,50}{0,0821 \cdot (273,15 + 450)} = 8,84 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Quindi rimane $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ non decomposto e si raggiunge l'equilibrio.

$$K_p = P_{\text{NH}_3}^2 \cdot P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot P_{\text{CO}_2} = (0,42)^2 \cdot 0,210 \cdot 0,210 = 7,82 \cdot 10^{-3}$$

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{7,82 \cdot 10^{-3}}{[0,0821 (273,15 + 450)]^4} = 6,29 \cdot 10^{-10}$$

Se l'esperimento venisse ripetuto con 0,113 g di sale:

$$n_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = \frac{G_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3}}{MM} = \frac{0,113}{96,0724} = 1,176 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

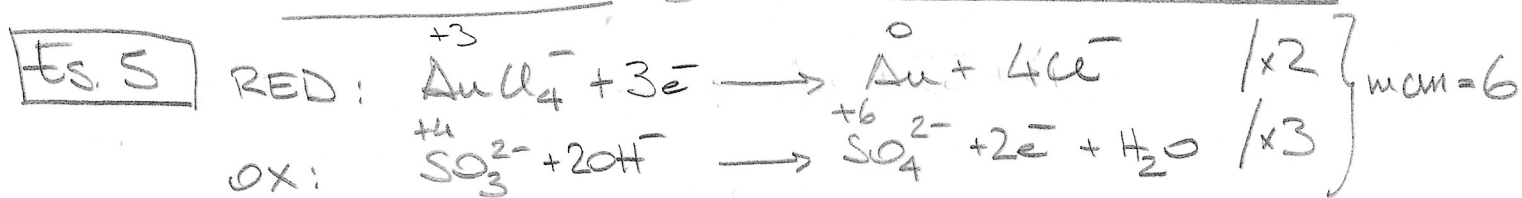
la quantità di sale non è sufficiente a raggiungere le pressioni di equilibrio. Quindi tutti i 0,113 g di sale si decompongono producendo:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CO}_2} = n_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = 1,176 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot n_{(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3} = 2 \cdot 1,176 \cdot 10^{-3} = 2,352 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Tot, gas}} = n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{CO}_2} + n_{\text{NH}_3} = 1,176 \cdot 10^{-3} + 1,176 \cdot 10^{-3} + 2,352 \cdot 10^{-3} = 4,704 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$P_{\text{Tot}} = \frac{n_{\text{Tot, gas}} \cdot RT}{V} = \frac{4,704 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0821 \cdot (273,15 + 450)}{2,50} = 0,112 \text{ atm}$$



$$E_c = E_{\text{AuCl}_4^-/\text{Au}}^\circ + \frac{0,0591}{3} \log \frac{[\text{AuCl}_4^-]}{[\text{Cl}^-]^4} = 1,00 + \frac{0,0591}{3} \log \frac{5,00 \cdot 10^{-2}}{(0,75)^4} = 0,984 \text{ V}$$

$$E_A = E_{\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-}}^\circ + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{SO}_3^{2-}][\text{OH}^-]^2} = -0,930 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{4,00 \cdot 10^{-2}}{2,00 \cdot 10^{-1} (0,85)^2} = -0,946 \text{ V}$$

$$\Delta E = E_c - E_A = 0,984 - (-0,946) = 1,930 \text{ V}$$