

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 0.1000 M che deve essere aggiunto a 1.500 L della soluzione di NaA per preparare una soluzione tampone a pH = 3.90.
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 3.50 °C. Per l'acqua, $K_{eb} = 0.512 \text{ °C Kg mol}^{-1}$.
3. Determinare la solubilità del fluoruro di calcio CaF_2 ($K_{ps} = 1.5 \times 10^{-10}$) in acqua pura ed in una soluzione acquosa tamponata a pH = 2.50, 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 di magnesio $MgCO_3$ e la temperatura viene portata a 650°C. In queste condizioni, $MgCO_3$ si decompone e la pressione di CO_2 nel recipiente è pari a 390 torr. Determinare K_P e K_C in queste condizioni e la pressione nel recipiente se l'esperimento viene ripetuto utilizzando 0.148 g di $MgCO_3$.
5. Scrivere l'ossidoriduzione che si produce nella cella:
 $Pt | SO_4^{2-} (8.00 \times 10^{-2} \text{ M}), SO_3^{2-} (5.00 \times 10^{-3} \text{ M}), OH^- (0.75 \text{ M}) || AuCl_4^- (1.00 \times 10^{-1} \text{ M}), Cl^- (0.50 \text{ M}), | Au$
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
O	15.9994 g/mol
Mg	24.3050 g/mol
Cl	35.453 g/mol

Sapendo che:

$$m_{\text{NaA}} = 1,500 \cdot 0,0872 = 0,1308 \text{ mol}$$

$$3,90 = 3,86 + \log \frac{0,1308 - m_{\text{HCl}}}{m_{\text{HCl}}}$$

$$\frac{0,1308 - m_{\text{HCl}}}{m_{\text{HCl}}} = 10^{(3,90 - 3,86)} = 10^{0,04} = 1,096$$

$$0,1308 - m_{\text{HCl}} = 1,096 m_{\text{HCl}}$$

$$m_{\text{HCl}} = \frac{0,1308}{1 + 1,096} = 0,0624 \text{ mol}$$

$$V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{0,0624}{0,1000} = 0,624 \text{ L}$$



Per MgCl_2 : $\lambda = 1$, $\mu = 3 \rightarrow i = 1 + 2(\mu - 1) = 1 + 2(3 - 1) = 3$

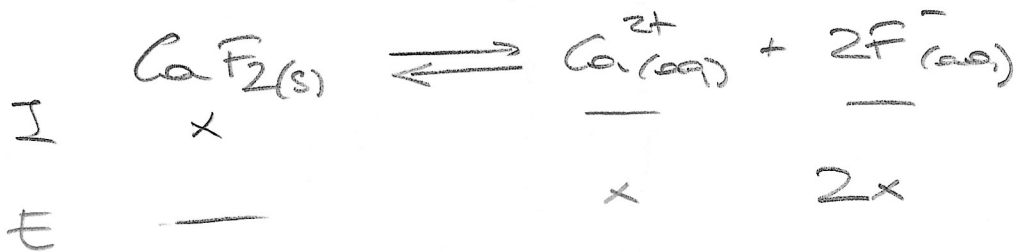
$$\Delta T_{\text{eb}} = i \cdot m_{\text{MgCl}_2} \cdot K_{\text{eb}}$$

$$m_{\text{MgCl}_2} = \frac{\Delta T_{\text{eb}}}{i \cdot K_{\text{eb}}} = \frac{350}{3 \cdot 9512} = 2,28 \frac{\text{mol}}{\text{kg}}$$

$$m_{\text{MgCl}_2} = m_{\text{MgCl}_2} \cdot G_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{kg}} = 2,28 \cdot 25,00 \text{ kg} = 57 \text{ mol}$$

$$G_{\text{MgCl}_2} = m_{\text{MgCl}_2} \cdot \text{MM}_{\text{MgCl}_2} = 57 \cdot 95211 = 5427 \text{ g}$$

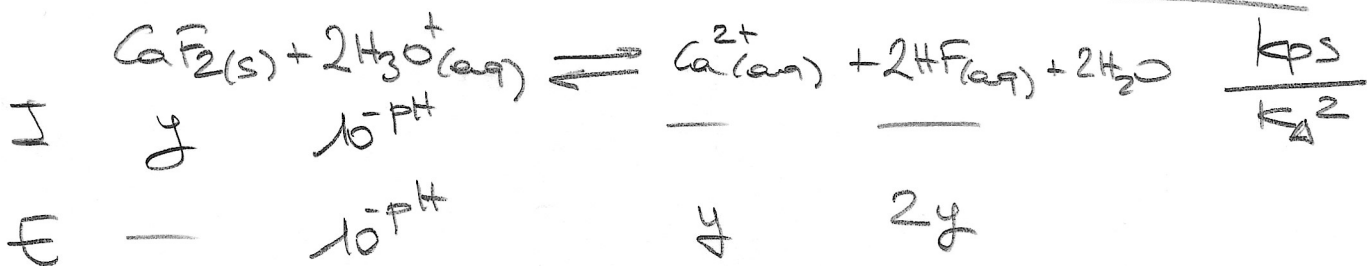
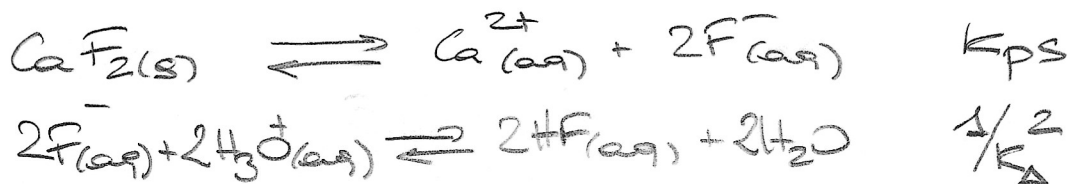
Es. 3 • Solubilità in acqua:



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}][\text{F}^{-}]^2 = x(2x)^2 = 4x^3 = 1,5 \cdot 10^{-10}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 10^{-10}}{4}} = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

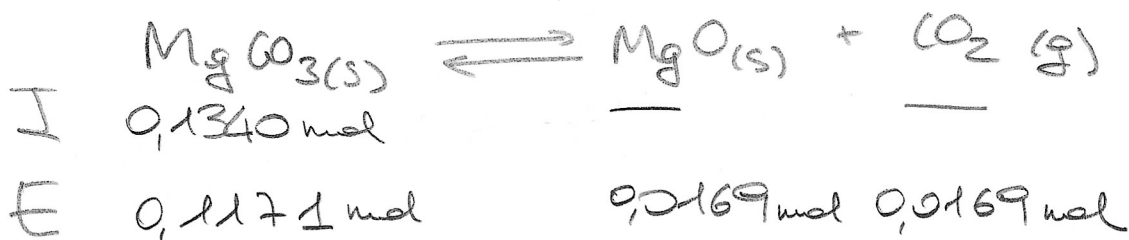
• Solubilità in tampone a pH = 2,50



$$K = \frac{K_{ps}}{K_A^2} = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{HF}]^2}{[\text{H}_3\text{O}^{+}]^2} = \frac{y(2y)^2}{10^{-2\text{pH}}} = \frac{4y^3}{10^{-5}} = \frac{1,5 \cdot 10^{-10}}{(7,1 \cdot 10^{-4})^2}$$

$$y = \sqrt[3]{\frac{1,5 \cdot 10^{-10}}{(7,1 \cdot 10^{-4})^2} \cdot \frac{10^{-5}}{4}} = 9,06 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Es. 4 Per verificare di aver raggiunto l'equilibrio, bisogna verificare che tutti i composti siano presenti.



$$n_{\text{MgCO}_3, \text{iniz.}} = \frac{m_{\text{MgCO}_3, \text{iniz.}}}{MM_{\text{MgCO}_3}} = \frac{11,30}{84,3139} = 0,1340 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2, \text{eq}} = \frac{PV}{RT} = \frac{\frac{390}{760} \cdot 2,50}{0,0821 \cdot (273,15 + 650)} = 0,0169 \text{ mol}$$

Quindi si raggiunge effettivamente l'equilibrio perché rimane MgCO_3 non reagito.

$$K_p = P_{\text{CO}_2} = \frac{390}{760} = 0,513$$

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

$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{0,513}{[0,0821 \cdot (273,15 + 650)]^1} = 6,77 \cdot 10^{-3}$$

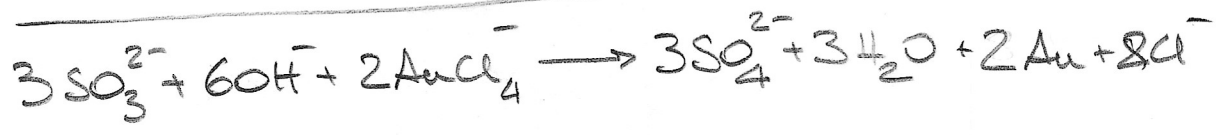
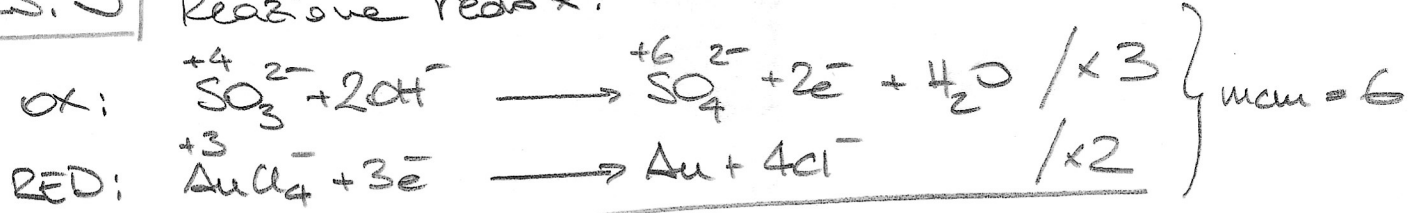
Ripetendo l'esperimento con 0,148 g di MgCO_3 :

$$n_{\text{MgCO}_3, \text{iniz.}} = \frac{0,148}{84,3139} = 1,76 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Questa quantità è inferiore alle 0,0169 mol necessarie per raggiungere l'equilibrio del sistema. Quindi tutto MgCO_3 si decompone e:

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2} \cdot RT}{V} = \frac{1,76 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0821 \cdot (273,15 + 650)}{2,50} = 0,0534 \text{ atm}$$

Es. 5 Reazione redox:



$$\Delta \text{anodo: } E_A = E_{\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-}}^0 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{SO}_3^{2-}] \cdot [\text{OH}^-]^2} =$$

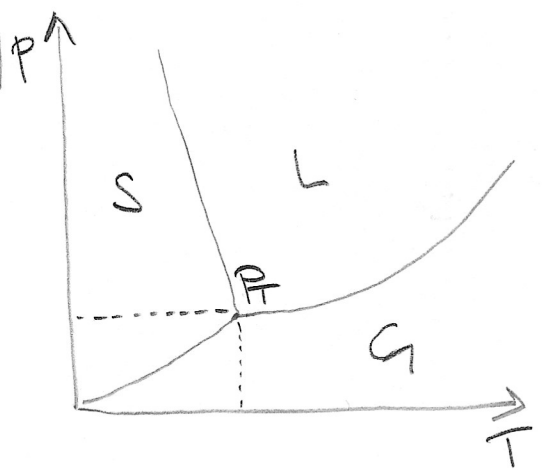
$$= -0,930 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{8,00 \cdot 10^{-2}}{(5,00 \cdot 10^{-3})(0,75)^2} = -0,887 \text{ V}$$

$$\Delta \text{catodo: } E_C = E_{\text{AuCl}_4^-/\text{Au}}^0 + \frac{0,0591}{3} \log \frac{[\text{AuCl}_4^-]}{[\text{Cl}^-]^4} =$$

$$= 1,00 + \frac{0,0591}{3} \log \frac{1,00 \cdot 10^{-4}}{(0,50)^4} = 1,004 \text{ V}$$

$$\Delta E = E_C - E_A = 1,004 - (-0,887) = 1,891 \text{ V}$$

Es. 6

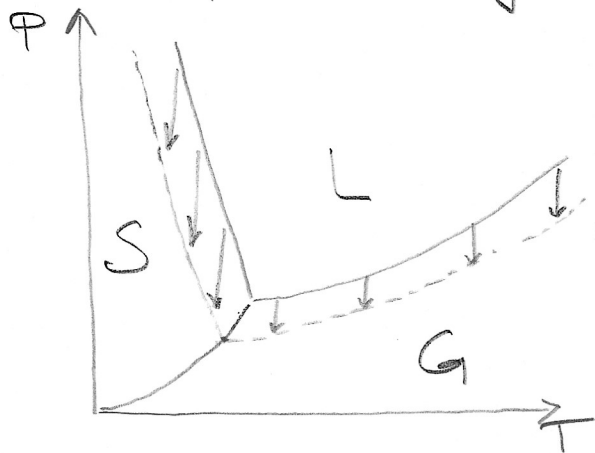


Il diagramma di fase è un grafico nel piano P/T che indica, in ogni punto, la fase termodinamicamente più stabile.

I punti sulle linee rappresentano condizioni in cui 2 fasi sono in equilibrio tra loro. In un unico punto, detto

punto triplo, tutte e tre le fasi sono in equilibrio tra loro. Peculiarità del diagramma di fase dell'acqua è la pendenza negativa delle curve solido/liquido. A causa dei legami a idrogeno che si instaurano in H₂O solido, la densità del ghiaccio risulta inferiore a quella dell'acqua liquida.

La pendenza della curva solido/liquido dipende dal rapporto $\Delta H/\Delta V$ della fusione di H_2O solida e risulta pertanto negativa.



KNO_3 è un soluto (elettrolita forte) non volatile.

La sua aggiunta ad H_2O fa abbassare la pressione di vapore della soluzione rispetto al solvente puro. Come risultato, la curva di equilibrio liquido/gas si abbassa. Si raggiunge quindi

un nuovo punto triplo all'intersezione con la curva solido/gas (che non si modifica perché il solido sarà sempre costituito da H_2O puro). Da questo punto triplo, parte una nuova curva di equilibrio solido/liquido, parallela ma più bassa rispetto a quella del solvente puro.

Oltre alla diminuzione della pressione di vapore, l'aggiunta di KNO_3 produce altre due proprietà colligative: l'abbassamento della temperatura di fusione e l'innalzamento della temperatura di ebollizione.