

Compito A

1. Una soluzione 0.200 M di una trietanolammina (base debole monocida) ha un pH di 10.50. Calcola la K_B della trietanolammina e determinare il volume di HCl 0.750 M che deve essere aggiunto a 500 mL della soluzione di trietanolammina per preparare 1.000 L di una soluzione tampone a pH = 8.00.
2. 3.45 g di un sale MCl_2 vengono sciolti in 650 mL di acqua. La soluzione ottenuta congela a -0.220°C . Sapendo che per l'acqua $K_{eb} = 1.86^\circ\text{C Kg mol}^{-1}$, determinare la massa atomica relativa del metallo M.
3. Determinare la solubilità del fluoruro di stronzio SrF_2 ($K_{ps} = 2.8 \times 10^{-9}$) in acqua pura ed in una soluzione acquosa tamponata a pH = 3.00, 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 4.50 L vengono introdotti 6.30 g di carbonato di calcio $Ca(HCO_3)_2$ e la temperatura viene portata a 450°C . In queste condizioni, $Ca(HCO_3)_2$ si decompone in CaO, H_2O e CO_2 . La pressione finale nel recipiente è pari a 510 torr. Determinare K_P e K_C a questa temperatura, le masse dei composti solidi presenti e la composizione della miscela gassosa una volta che viene raggiunto l'equilibrio. Inoltre, determinare la pressione nel recipiente se l'esperimento venisse ripetuto utilizzando 0.525 g di $Ca(HCO_3)_2$.
5. Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:
 $Pt | SnCl_2 (0.075 M), SnCl_4 (0.045 M) || KIO_3 (0.090 M), HCl (1.15 M), KI (0.015 M) | Pt$
Calcolare il potenziale erogato sapendo che $E^0_{Sn^{4+}/Sn^{2+}} = +0.151 V$ e $E^0_{IO_3^-/I^-} = +1.08 V$.
6. Descrivere il diagramma di fase dell'acqua e le sue peculiarità. Partendo dal punto con coordinate $T = 450 K$ e $P = 1.00 atm$, prevedere come evolvono le fasi in un campione di acqua man mano che la temperatura viene diminuita a pressione costante fino a 200 K.

Masse atomiche:

H	1.00794 g/mol
C	12.0107 g/mol
O	15.9994 g/mol
Cl	35.453 g/mol
Ca	40.078 g/mol

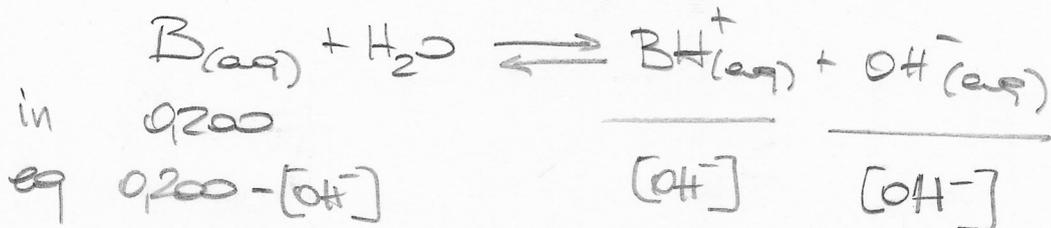
2^a PROVA PARZIALE - A.A. 2021/2022

COMPITO A

[Es. 1]

$$pOH = 14 - pH = 14 - 10,50 = 3,50$$

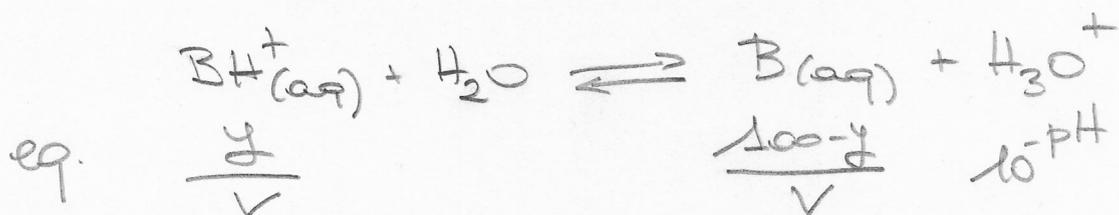
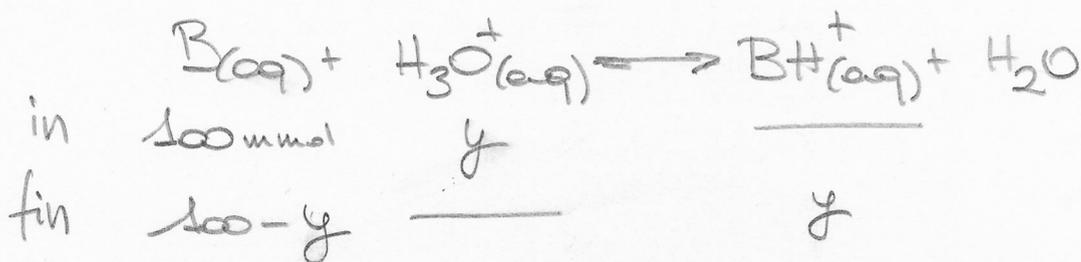
$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3,50} = 3,16 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$



$$K_B = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]} = \frac{(3,16 \cdot 10^{-4})^2}{0,200 - 3,16 \cdot 10^{-4}} = 5,00 \cdot 10^{-7}$$

Nella formazione del tampone:

$$n_{B,in} = V_B \cdot M_B = 500 \cdot 0,200 = 100 \text{ mmol}$$



$$K_A = \frac{K_w}{K_B} = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]}$$

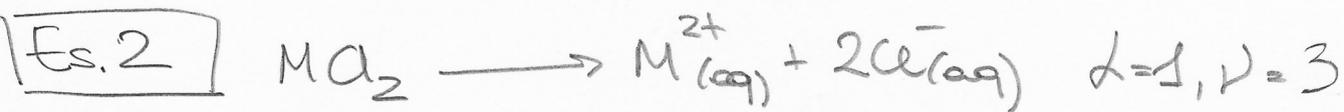
$$pH = pK_A + \log \frac{[B]}{[BH^+]} = -\log \left(\frac{10^{-14}}{500 \cdot 10^{-7}} \right) + \log \frac{\frac{100-y}{V}}{\frac{y}{V}} = 8,00$$

$$\log \frac{100-y}{y} = 8,00 + \log \left(\frac{10^{-14}}{500 \cdot 10^{-7}} \right) = 0,301$$

$$\frac{100-y}{y} = 10^{0,301} = 2,000$$

$$y = \frac{100}{2,000+1} = 33,3 \text{ mmol}$$

$$V_{HCl} = \frac{m_{HCl}}{M_{HCl}} = \frac{33,3}{0,750} = 44,4 \text{ mL}$$



$$i = 1 + \lambda(\nu - 1) = 1 + 1(3 - 1) = 3$$

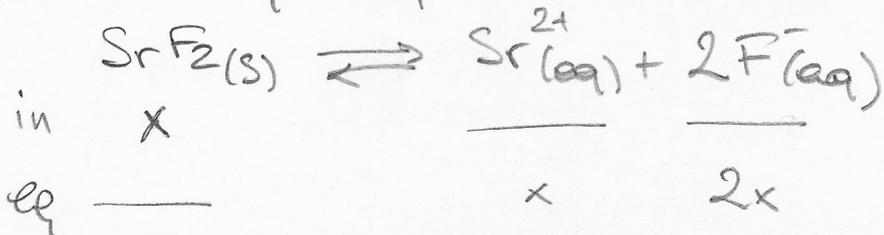
$$\Delta T_{cr} = i m_{MA_2} \cdot K_{cr} = i \cdot \frac{m_{MA_2}}{G_{H_2O}^{kg}} \cdot K_{cr} = i \cdot \frac{G_{MA_2}}{MM_{MA_2} \cdot G_{H_2O}^{kg}} \cdot K_{cr}$$

$$MM_{MA_2} = i \cdot \frac{G_{MA_2}}{G_{H_2O}^{kg}} \cdot \frac{K_{cr}}{\Delta T_{cr}} = 3 \cdot \frac{3,45}{0,650} \cdot \frac{1,86}{0,220} = 134,62 \text{ g/mol}$$

$$MM_{MA_2} = MA_M + 2MA_A$$

$$MA_M = MM_{MA_2} - 2 \cdot MA_A = 134,62 - 2 \cdot 35,453 = 63,71 \text{ g/mol}$$

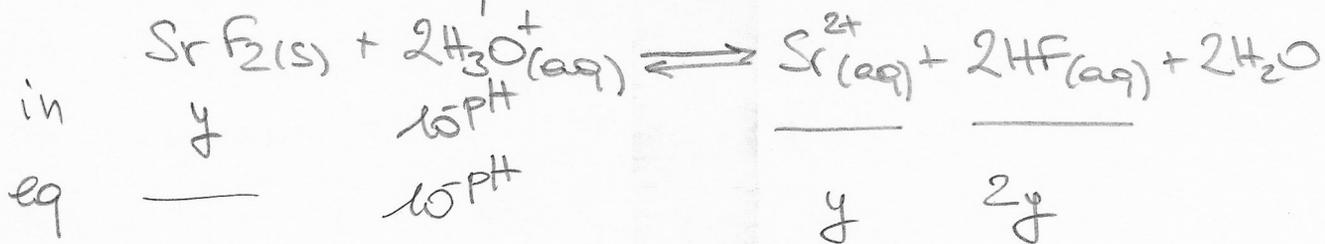
Es. 3 In acqua pura:



$$K_{ps} = [Sr^{2+}][F^{-}]^2 = x(2x)^2 = 4x^3 = 2,8 \cdot 10^{-9}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{2,8 \cdot 10^{-9}}{4}} = 8,88 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

in soluzione tampone:



$$K = \frac{K_{ps}}{K_A^2} = \frac{[\text{Sr}^{2+}][\text{HF}]^2}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2} = \frac{\text{y}(2\text{y})^2}{10^{-2\text{pH}}} = \frac{4\text{y}^3}{10^{-(2 \cdot 3,00)}} = \frac{2,8 \cdot 10^{-9}}{(7,1 \cdot 10^{-4})^2}$$

$$4\text{y}^3 = \frac{2,8 \cdot 10^{-9}}{(7,1 \cdot 10^{-4})^2} \cdot 10^{-6} = 5,55 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{y} = \sqrt[3]{\frac{5,55 \cdot 10^{-9}}{4}} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Es. 4



All'equilibrio: $n_{\text{CO}_2} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O}}$

$$P_{\text{CO}_2} = 2P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$\left. \begin{array}{l} x_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{3} \\ x_{\text{CO}_2} = \frac{2}{3} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Indipendente} \\ \text{mente da T} \\ \text{e P}_{\text{tot}} \end{array}$$

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} = 3P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{P_{\text{tot}}}{3} = \frac{510}{3} = 170 \text{ torr} \equiv \frac{170}{760} = 0,224 \text{ atm}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 2P_{\text{H}_2\text{O}} = 2 \cdot 0,224 = 0,448 \text{ atm}$$

$$K_p = P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot P_{\text{CO}_2}^2 = 0,224 \cdot (0,448)^2 = 0,0450$$

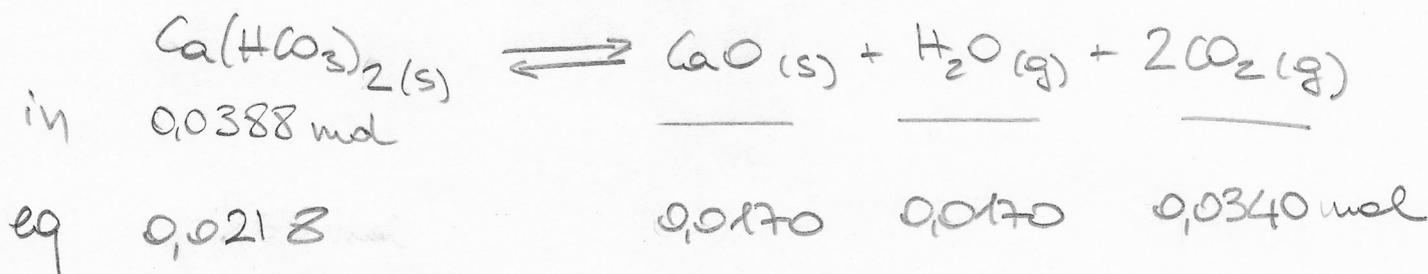
$$K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}} = \frac{0,0450}{[0,0821 \cdot (273,15 + 450)]^3} = 2,15 \cdot 10^{-7}$$

$$n_{H_2O} = \frac{P_{H_2O} \cdot V}{RT} = \frac{0,224 \cdot 4,50}{0,0821 \cdot (273,15 + 450)} = 0,0170 \text{ mol}$$

$$n_{CaO} = n_{H_2O} = 0,0170 \text{ mol}$$

$$n_{CO_2} = 2 \cdot n_{H_2O} = 2 \cdot 0,0170 \text{ mol} = 0,0340 \text{ mol}$$

$$n_{Ca(HCO_3)_2, in} = \frac{G_{Ca(HCO_3)_2, in}}{MM_{Ca(HCO_3)_2}} = \frac{6,30}{162,222} = 0,0388 \text{ mol}$$



$$G_{CaO} = n_{CaO} \cdot MM_{CaO} = 0,0170 \cdot 56,077 = 0,953 \text{ g}$$

$$G_{Ca(HCO_3)_2} = n_{Ca(HCO_3)_2} \cdot MM_{Ca(HCO_3)_2} = 0,0218 \cdot 162,222 = 3,536 \text{ g}$$

Se fossero stati impiegati 0,525 g di $Ca(HCO_3)_2$:

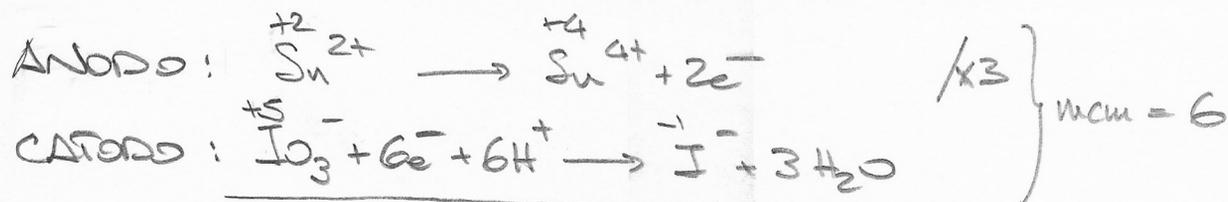
$$n_{Ca(HCO_3)_2, in} = \frac{0,525}{162,222} = 3,24 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Il numero di moli di $Ca(HCO_3)_2$ non è sufficiente a produrre P_{H_2O} e P_{CO_2} sufficienti a raggiungere K_p . Quindi tutto il $Ca(HCO_3)_2$ inserito nel reattore si decomporrà in CaO , H_2O e CO_2 .

$$P_{H_2O} = \frac{3,24 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0821 \cdot (273,15 + 450)}{4,50} = 0,0427 \text{ atm}$$

$$P_{Tot} = 3 \cdot 0,0427 = 0,1281 \text{ atm} \approx 0,1281 \cdot 760 = 97,4 \text{ torr}$$

Es. 5

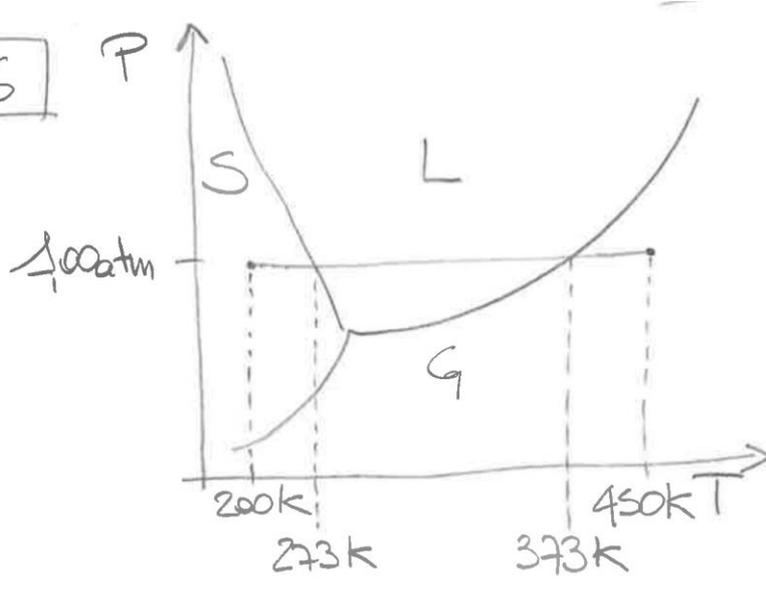


$$\begin{aligned} E_{\text{ANODO}} &= E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{Sn}^{4+}]}{[\text{Sn}^{2+}]} = \\ &= +0,151 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{0,045}{0,075} = 0,144 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{CATODO}} &= E_{\text{IO}_3^-/\text{I}^-}^{\circ} + \frac{0,0591}{6} \log \frac{[\text{IO}_3^-][\text{H}^+]^6}{[\text{I}^-]} = \\ &= 1,08 + \frac{0,0591}{6} \log \frac{0,090(1,15)^6}{0,015} = 1,09 \text{ V} \end{aligned}$$

$$E_{\text{em}} = E_{\text{CATODO}} - E_{\text{ANODO}} = 1,09 - 0,144 = 0,95 \text{ V}$$

Es. 6



Il diagramma di fase di una sostanza pura è un grafico sul piano PT in cui ogni punto identifica lo stato di aggregazione della sostanza in condizioni di equilibrio. Le curve rappresentate sul grafico corrispondono alle condizioni di PT in cui le due fasi coesistono

in equilibrio tra loro. Il punto triplo è un punto particolare in cui, a determinati valori di P e T , le 3 fasi coesistono. La particolarità del diagramma di fase dell'acqua è quella di avere la curva di equilibrio solido/liquido con pendenza negativa. Ciò è dovuto al fatto che la densità di H_2O solida è minore di quella di H_2O liquida.

In condizioni di $P = 1,00$ atm costante:

- a 450 K, H_2O è gassosa.
- diminuendo T , a 373,15 K si interseca la curva di equilibrio L/G: sottraendo calore, avviene una transizione di fase e H_2O condensa.
- diminuendo T , a 273,15 K si interseca la curva di equilibrio S/L: sottraendo calore, avviene la transizione di fase e H_2O solidifica.
- diminuendo ancora T , H_2O solida viene raffreddata fino a 200 K.