

Seconda prova in itinere – Corso di Chimica – A.A. 2020/2021

22.01.2021

1. Una soluzione 0.253 M di una base debole B ha $\text{pH} = 11.78$. Un tampone viene preparato mescolando 500.0 mL della soluzione di base debole B e un certo volume di HNO_3 3.00 M, portando il volume finale a 1.000 L. Calcolare il volume di HNO_3 3.00 M che deve venir impiegato affinché il pH del tampone sia 9.85.
2. Calcolare la solubilità di Zn(OH)_2 in acqua pura ed in una soluzione tamponata a $\text{pH} = 11.00$, sapendo che per Zn(OH)_2 $K_{\text{ps}} = 6.9 \times 10^{-17}$ e che per Zn(OH)_4^{2-} $K_{\text{inst}} = 2.17 \times 10^{-18}$.
3. Una soluzione 0.127 M di acido lattico, acido debole monoprotico, presenta una pressione osmotica di 3.21 atm. Determinare K_{A} per l'acido lattico ed il pH della soluzione.
4. In un recipiente chiuso indeformabile del volume di 4.50 L vengono introdotti 27.45 g di SnO_2 . Nel recipiente viene fatto il vuoto e la temperatura viene portata a 350°C . In queste condizioni, il recipiente viene caricato con H_2 alla pressione di 4.00 bar. Con il tempo, si instaura l'equilibrio (da bilanciare):
$$\text{SnO}_2 (\text{s}) + \text{H}_2 (\text{g}) = \text{Sn} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$$
Sapendo che per questo equilibrio $K_{\text{p}} = 1.200$, calcolare le pressioni parziali dei gas all'equilibrio e le masse dei prodotti solidi ottenuti.
5. Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:
 $\text{Pt} \mid \text{SnCl}_2 (8.00 \times 10^{-2} \text{ M}), \text{SnCl}_4 (5.00 \times 10^{-3} \text{ M}) \parallel \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 (1.00 \times 10^{-1} \text{ M}), \text{CrCl}_3 (5.00 \times 10^{-2} \text{ M}), \text{HCl} (1.25 \text{ M}) \mid \text{Pt}$ Calcolare il potenziale erogato sapendo che $E^{\circ}_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = +0.151 \text{ V}$ e $E^{\circ}_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = +1.33 \text{ V}$.
6. Descrivere il diagramma di fase dell'acqua e le sue peculiarità. Partendo dal punto con coordinate $T = 200 \text{ K}$ e $P = 1.00 \text{ atm}$, prevedere come evolvono le fasi in un campione di acqua man mano che la temperatura viene aumentata a pressione costante fino a 450 K.

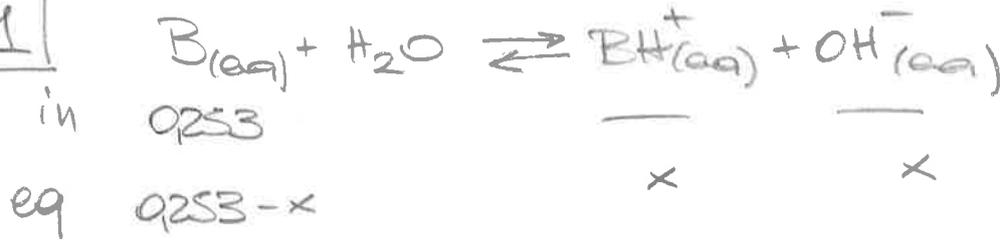
Masse atomiche:

O 15.9994 g/mol

Sn 118.710 g/mol

2^A PROVA PARZIALE - 22.01.2021
 AA. 2020/2021

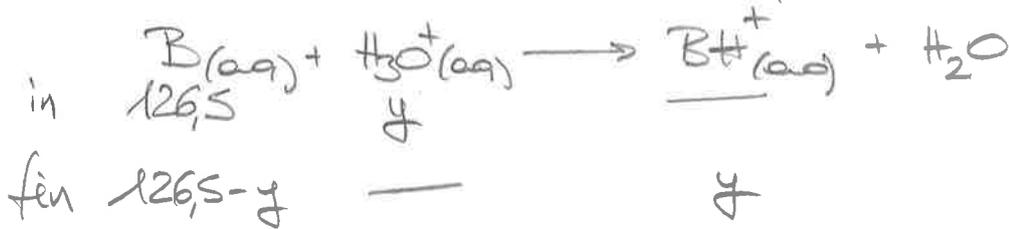
Es. 1



$$[OH^-] = 10^{-(14-pH)} = 10^{-(14-11,78)} = 6,02 \cdot 10^{-3} M = x$$

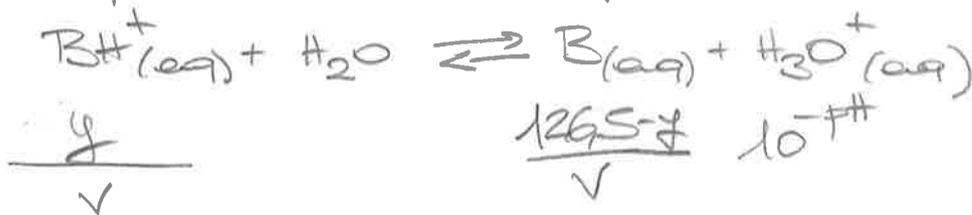
$$K_B = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{x^2}{0,253-x} = \frac{(6,02 \cdot 10^{-3})^2}{0,253-6,02 \cdot 10^{-3}} = 1,47 \cdot 10^{-4}$$

Per la formazione del tampone:



$$m_B = V_B \cdot M_B = 500,0 \cdot 0,253 = 126,5 \text{ mmol}$$

Nel tampone si realizza l'equilibrio:



$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-9,85} = 1,41 \cdot 10^{-10} M$$

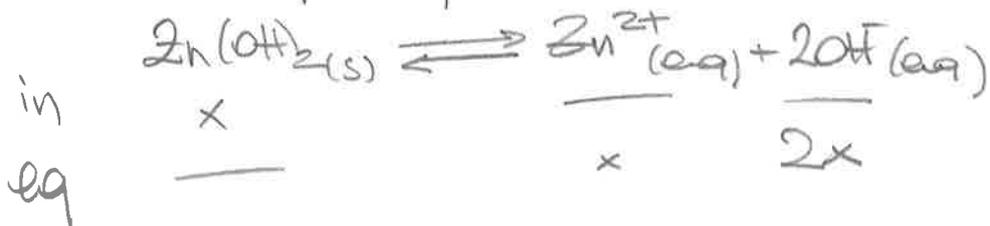
$$K_A = \frac{K_W}{K_B} = \frac{[B][H_3O^+]}{[BH^+]} = \frac{126,5-y}{y} \cdot \frac{1,41 \cdot 10^{-10}}{1,47 \cdot 10^{-4}} = \frac{10^{-14}}{1,47 \cdot 10^{-4}} = 6,80 \cdot 10^{-11}$$

$$\frac{126,5-y}{y} = \frac{6,80 \cdot 10^{-11}}{1,41 \cdot 10^{-10}} = 0,482$$

$$y = \frac{126,5}{1+0,482} = 85,4 \text{ mmol}$$

$$V_{\text{HNO}_3} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}^+}}{M_{\text{HNO}_3}} = \frac{85,4}{3,00} = 28,5 \text{ mL}$$

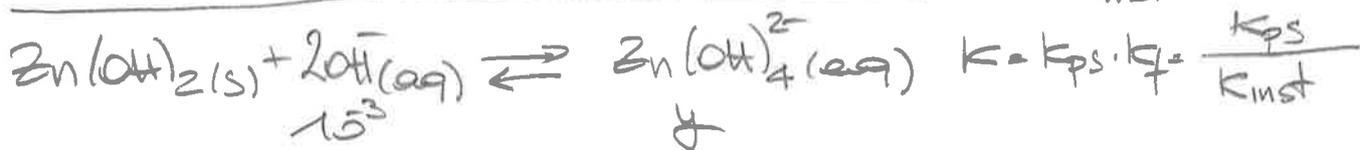
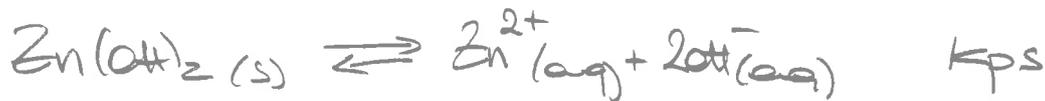
Es. 2 In acqua pura:



$$K_{\text{ps}} = [\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = x(2x)^2 = 4x^3 = 69 \cdot 10^{-17}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{69 \cdot 10^{-17}}{4}} = 2,58 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

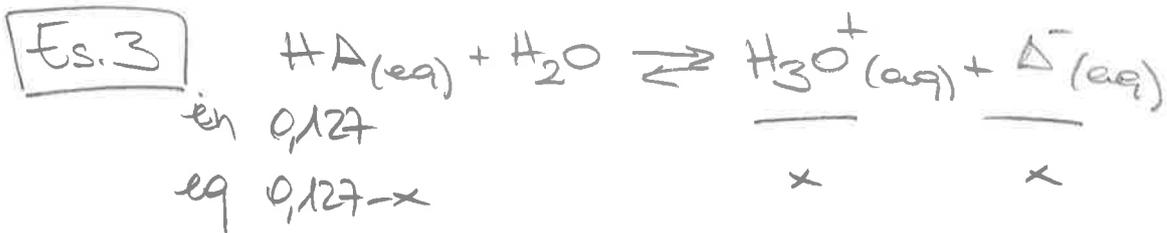
In soluzione tamponata a pH = 11:



$$[\text{OH}^-] = 10^{-(14 - \text{pH})} = 10^{-(14 - 11,00)} = 10^{-3} \text{ M}$$

$$K = \frac{K_{\text{ps}}}{K_{\text{inst}}} = \frac{[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{y}{(10^{-3})^2} = \frac{69 \cdot 10^{-17}}{2,17 \cdot 10^{-18}}$$

$$y = \frac{69 \cdot 10^{-17}}{2,17 \cdot 10^{-18}} \cdot (10^{-3})^2 = 3,18 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$



$$\bar{n} = i \cdot CRT \quad i = 1 + \alpha(v-1) \quad \text{con } v=2$$

$$i = \frac{\bar{n}}{CRT} = \frac{3,21}{0,127 \cdot 0,0821 \cdot 298,15} = 1,033$$

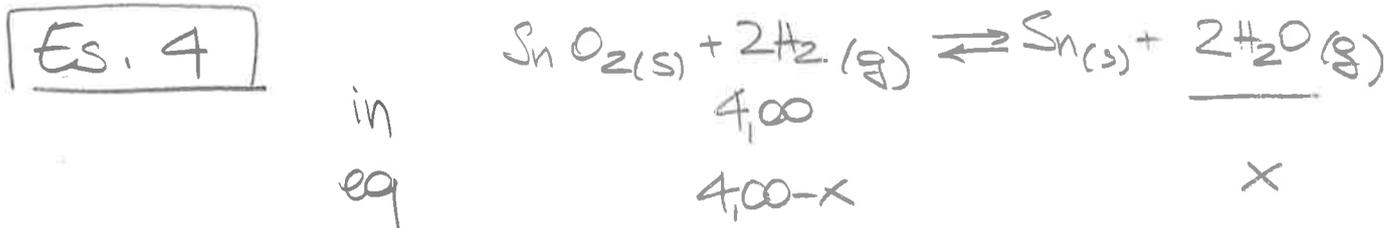
$$1 + \alpha = 1,033$$

$$\alpha = 0,033$$

$$x = \alpha \cdot c = 0,033 \cdot 0,127 = 4,19 \cdot 10^{-3} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (4,19 \cdot 10^{-3}) = 2,38$$

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{(4,19 \cdot 10^{-3})^2}{0,127 - 4,19 \cdot 10^{-3}} = 1,43 \cdot 10^{-4}$$



$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{H}_2}^2} = \frac{x^2}{(4,00-x)^2} = 1,200$$

$$\frac{x}{4,00-x} = \sqrt{1,200} = 1,095$$

$$x = \frac{4,00 \cdot 1,095}{1 + 1,095} = 2,09 \text{ bar} = P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$P_{\text{H}_2} = 4,00 - 2,09 = 1,91 \text{ bar}$$

$$n_{H_2O} = \frac{P_{H_2O} \cdot V}{RT} = \frac{2,09 \cdot 10^5 \cdot 4,50 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot (273,15 + 350)} = 0,181 \text{ mol}$$

$$n_{SnO_2, \text{iniz}} = \frac{G_{SnO_2, \text{iniz}}}{MM_{SnO_2}} = \frac{27,45}{150,709} = 0,182 \text{ mol}$$

$$n_{SnO_2, \text{consumata}} = \frac{n_{H_2O}}{2} = \frac{0,181}{2} = 0,0905 \text{ mol}$$

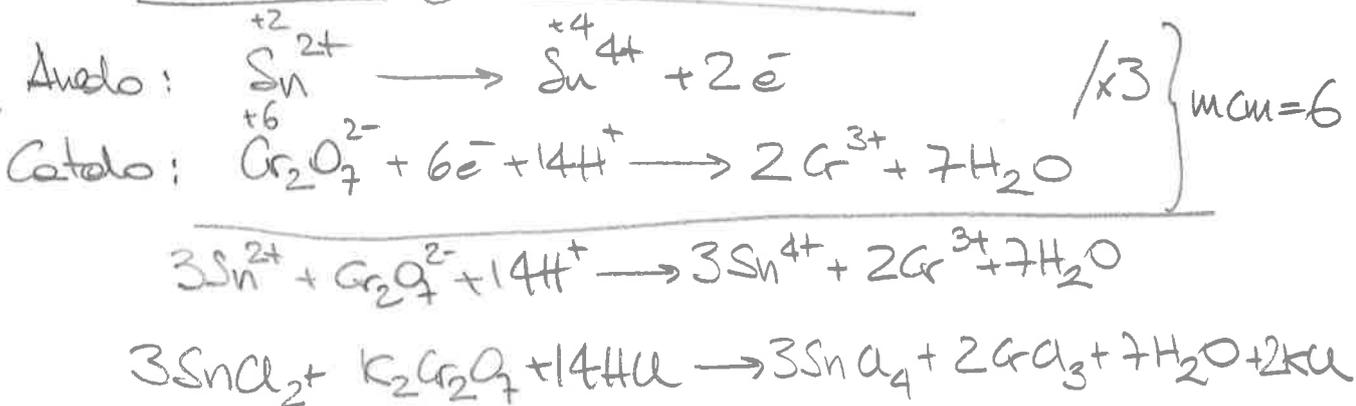
Siccome il numero di moli di SnO_2 consumate è inferiore a quello delle moli iniziali, quindi, all'equilibrio saranno presenti tutti i composti.

$$n_{Sn} = \frac{n_{H_2O}}{2} = 0,0905 \text{ mol}$$

$$G_{Sn} = n_{Sn} \cdot M_{Sn} = 0,0905 \cdot 118,710 = 10,74 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} G_{SnO_2, \text{residua}} &= G_{SnO_2, \text{iniz}} - G_{SnO_2, \text{consumata}} = \\ &= G_{SnO_2, \text{iniz}} - n_{SnO_2, \text{consumata}} \cdot MM_{SnO_2} = \\ &= 27,45 - 0,0905 \cdot 150,709 = 13,81 \text{ g} \end{aligned}$$

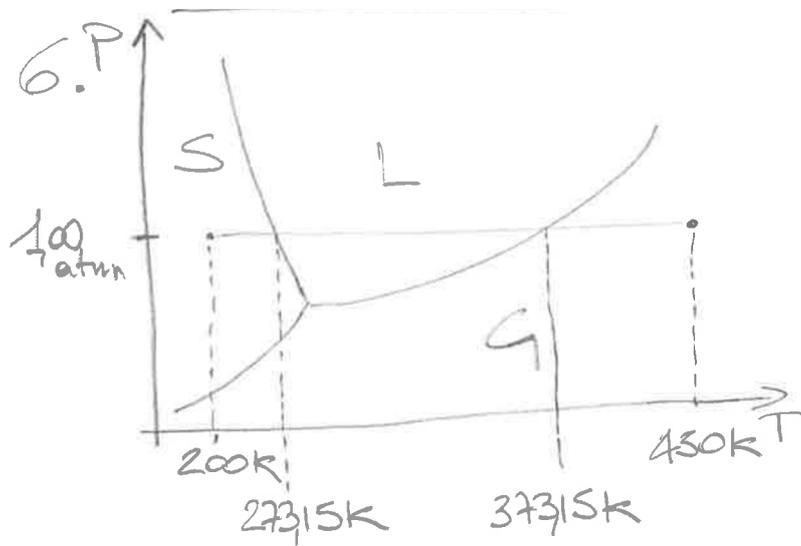
Es. 5



$$\begin{aligned} \text{Anodo: } E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} &= E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{Sn}^{4+}]}{[\text{Sn}^{2+}]} \\ &= +0,151 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{5,00 \cdot 10^{-3}}{8,00 \cdot 10^{-2}} = 0,115 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Catodo: } E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} &= E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^{\circ} + \frac{0,0591}{6} \log \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}^+]^4}{[\text{Cr}^{3+}]^2} \\ &= +1,33 + \frac{0,0591}{6} \log \frac{4,00 \cdot 10^{-1} \cdot (1,25)^4}{5,00 \cdot 10^{-2}} = 1,346 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\Delta E = E_C - E_A = E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} - E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 1,346 - 0,115 = 1,231 \text{ V}$$



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

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 pendenze negative. Ciò è dovuto al fatto che la densità di H_2O solida è minore di quella di H_2O liquida, in condizioni di $P = 1,00 \text{ atm}$ costante;

- a 200 K , H_2O è solida.
- aumentando T , a $273,15 \text{ K}$ si interseca la curva di equilibrio S/L: fornendo calore, avviene la transizione di fase e H_2O fonde.
- aumentando T , a $373,15 \text{ K}$ si interseca la curva di equilibrio L/G: fornendo calore, avviene la transizione di fase e H_2O bolle fino ad evaporare completamente.
- aumentando ancora T , H_2O vapore viene riscaldato fino a 450 K .