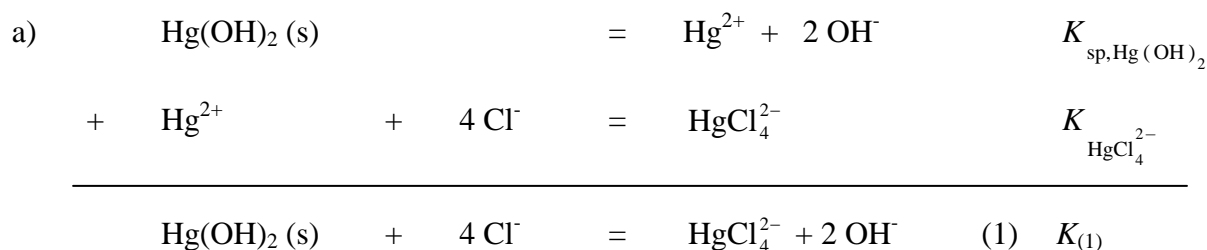




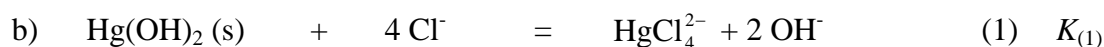
TMT4110 KJEMI

LØSNINGSFORSLAG TIL ØVING NR. 5, Vår 2011

OPPGAVE 1



$$K_{(1)} = K_{\text{sp, Hg(OH)}_2} \cdot K_{\text{HgCl}_4^{2-}} = 3,6 \cdot 10^{-26} \cdot 10^{15,6} = \underline{1,43 \cdot 10^{-10}}$$



$$\text{Vi har at: } K_{(1)} = \frac{C_{\text{HgCl}_4^{2-}} \cdot C_{\text{OH}^-}^2}{C_{\text{Cl}^-}^4}.$$

Fra (1) ser vi at når 1 mol Hg(OH)_2 løser seg dannes det 1 mol HgCl_4^{2-} og 2 mol OH^- .
Finner antall mol Hg(OH)_2 :

$$n_{\text{Hg(OH)}_2} = \frac{m_{\text{Hg(OH)}_2}}{M_{\text{Hg(OH)}_2}} = \frac{0,30 \text{ g}}{234,6 \text{ g/mol}} = 1,279 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Siden vi løser det i 1 L H_2O vil $n = C$.

Finner da C_{Cl^-} fra likevektsuttrykket:

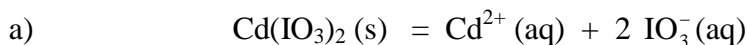
$$C_{\text{Cl}^-} = \sqrt[4]{\frac{C_{\text{HgCl}_4^{2-}} \cdot C_{\text{OH}^-}^2}{K_{(1)}}} = \sqrt[4]{\frac{1,279 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 1,279 \cdot 10^{-3})^2}{1,43 \cdot 10^{-10}}} = 2,77 \text{ mol/L}$$

$$\text{Antall gram NaCl: } m_{\text{NaCl}} = 2,77 \text{ mol} \times 58,4 \text{ g/mol} = 161,5 \text{ g}$$

- c) HCl er en sterk syre og ville ha løst $\text{Hg}(\text{OH})_2$ i store mengder vha. følgende reaksjon:



OPPGAVE 2



hvor $C_{\text{IO}_3^-} = 2 \cdot C_{\text{Cd}^{2+}}$

Løseligheten av $\text{Cd}(\text{IO}_3)_2 (\text{s})$ beregnes ved å bestemme $C_{\text{Cd}^{2+}}$.

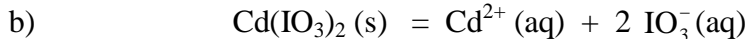
$$K_{\text{sp}, \text{Cd}(\text{IO}_3)_2} = C_{\text{Cd}^{2+}} \cdot C_{\text{IO}_3^-}^2 = C_{\text{Cd}^{2+}} \cdot \left(2(C_{\text{Cd}^{2+}})\right)^2 = 2,3 \cdot 10^{-8}$$

$$(C_{\text{Cd}^{2+}})^3 = \frac{2,3 \cdot 10^{-8}}{4}$$

$$\rightarrow C_{\text{Cd}^{2+}} = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Antall g $\text{Cd}(\text{IO}_3)_2 (\text{s})$ som løses i 1,00 L er gitt ved:

$$m_{\text{Cd}(\text{IO}_3)_2} = n \cdot M_{\text{Cd}(\text{IO}_3)_2} = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 462,2 \text{ g/mol} = 0,828 \text{ g}$$



Før tilsats av $\text{KIO}_3 (\text{s})$ har vi i rent vann:

$$C_{\text{Cd}^{2+}} = 1,79 \cdot 10^{-3} \text{ M} \text{ og } C_{\text{IO}_3^-} = 2 \cdot C_{\text{Cd}^{2+}} = 3,58 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Setter nå: $C_{\text{Cd}^{2+}} = 1,00 \cdot 10^{-8} \text{ M}$. Fra løselighetsproduktet kan vi finne $C_{\text{IO}_3^-}$:

$$C_{\text{IO}_3^-} = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}, \text{Cd}(\text{IO}_3)_2}}{C_{\text{Cd}^{2+}}}} = \sqrt{\frac{2,3 \cdot 10^{-8}}{1,0 \cdot 10^{-8}}} = 1,52 \text{ M}$$

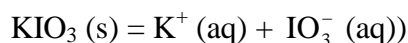
Som vi ser er $C_{\text{IO}_3^-}$ blitt betydelig større enn i rent vann. Det betyr at:

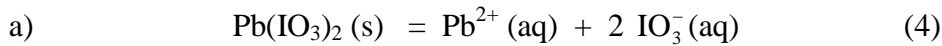
$$C_{\text{IO}_3^-} \approx C_{\text{KIO}_3} \text{ da } C_{\text{Cd}(\text{IO}_3)_2} \ll C_{\text{KIO}_3}$$

Siden vi har 1 L løsning finner vi:

$$m_{\text{KIO}_3 (\text{s})} = n \cdot M_{\text{KIO}_3} = c \cdot V \cdot M_{\text{KIO}_3} = 1,52 \text{ M} \cdot 1 \text{ L} \cdot 214 \text{ g/mol} = \underline{325 \text{ g.}}$$

(Antall mol $\text{KIO}_3 (\text{s})$ som løser seg er lik antall mol $\text{IO}_3^- (\text{aq})$).



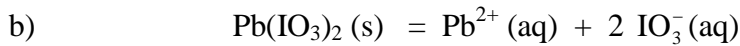
OPPGAVE 3

Vi ser at antall mol $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2 (\text{s})$ som løser seg pr. liter er lik $C_{\text{Pb}^{2+}}$. Dette gir

$$C_{\text{Pb}^{2+}} = \frac{\frac{m_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2}}{M_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2}}}{V} \text{ mol/L} = \frac{\frac{0,024 \text{ g}}{557 \text{ g/mol}}}{1,00 \text{ L}} = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

Av (4) følger at $C_{\text{IO}_3^-} = 2 \cdot C_{\text{Pb}^{2+}}$. Vi får dermed:

$$K_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = C_{\text{Pb}^{2+}} \cdot C_{\text{IO}_3^-}^2 = 4 \cdot C_{\text{Pb}^{2+}}^3 = 4 \cdot (4,3 \cdot 10^{-5})^3 = \underline{3,2 \cdot 10^{-13}}$$



Vi ser at løseligheten av $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2 (\text{s})$ i 0,0050 M NaIO_3 -løsning blir bestemt ved å beregne $C_{\text{Pb}^{2+}}$. Vi har dermed

$$K_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = C_{\text{Pb}^{2+}} \cdot C_{\text{IO}_3^-}^2 = \underline{3,2 \cdot 10^{-13}}$$

$$\text{hvor } C_{\text{IO}_3^-} = C_{\text{NaIO}_3} + 2 \cdot C_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} \approx C_{\text{NaIO}_3} = 0,0050 \text{ M}$$

Dette er fordi $C_{\text{IO}_3^-} = 2 \cdot C_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2} = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ i rent vann, og dermed er neglisjerbar.

Dette gir:

$$C_{\text{Pb}^{2+}} = \frac{K_{\text{Pb}(\text{IO}_3)_2}}{C_{\text{IO}_3^-}^2} = \frac{3,2 \cdot 10^{-13}}{0,0050^2} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

Løseligheten av $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2 (\text{s})$ blir $1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$

OPPGAVE 4

a) i) rent stoff ii) 1 atm iii) rent stoff iv) 1 M

b) Standardtilstander, egentlig standard konsentrasjon. Vann: rent stoff. Vanndamp: 1 atm. Is: rent stoff. Salt i sjøvann: 1 M. Vann i sjøvann: rent vann. Salt på bunnen: rent stoff. 0,5 M NaOH: 1 M. $[H^+]$ i rent vann: 1 M.

c) Aktivitet = konsentrasjon/standard konsentrasjon. Ved standardtilstand er teller og nevner lik, og aktiviteten = 1.

d) i) 0,3 ii) 2,01 iii) 1 iv) 1 (egentlig 0,999 hvis 0,1 % er molprosent)

e) H_2O er løsemiddel og har derfor aktiviteten 1 når det er rent – og det er som regel rent nok.

f) HA er løst stoff, og kan ha en hvilken som helst konsentrasjon. [HA] er hverken 1 eller konstant.

OPPGAVE 5

Massevirkningsloven gir: $C_{H_3O^+} = \frac{C_{HF}}{C_{F^-}} \cdot K_a$

Likevekt (1) vil være sterkt forskjøvet mot venstre slik at vi antar at $C_{HF} = C_{HF}^o$. Videre løser NaF seg fullstendig i vann og vi antar at $C_{F^-} = C_{NaF}^o$ siden likevekt (2) er sterkt forskjøvet mot venstre. Vi har 1 liter løsning slik at antall mol vil være lik konsentrasjonen. K_a verdien til HF finnes i Tabell 22 i SI. $pK_a(HF) = 3,17$. Vi får da:

$$C_{H_3O^+} = \frac{C_{HF}}{C_{F^-}} \cdot K_a = \frac{C_{HF}^o}{C_{F^-}^o} \cdot K_a = \frac{0,500}{1,000} \times 10^{-3,17} = 3,38 \times 10^{-4} \text{ M}$$

pH blir da: $pH = -\log 3,38 \times 10^{-4} = \underline{3,47}$

Sjekker antagelsene:

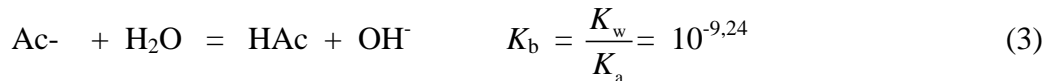
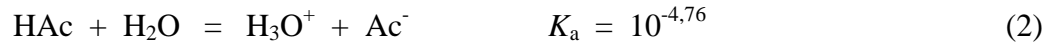
HF dissosierer til H_3O^+ og F^- . Som vi har sett er $C_{H_3O^+} = 3,38 \times 10^{-4} \text{ M}$ og denne verdien er mye mindre enn konsentrasjonen til både HF (0,5 M) og F^- (1,0 M). Det betyr at antagelsene er OK.

OPPGAVE 6

I følge SI Chemical Data er $K_a = 10^{-4,76}$ for HAc. For en buffer kan vi skrive:

$$C_{\text{H}_3\text{O}^+} = \frac{C_{\text{HAc}}}{C_{\text{Ac}^-}} \cdot K_a = \frac{C_{\text{HAc}}^0}{C_{\text{Ac}^-}^0} \cdot K_a \quad (1)$$

Vi antar at $C_{\text{HAc}} = C_{\text{HAc}}^0$ og $C_{\text{Ac}^-} = C_{\text{Ac}^-}^0$ siden reaksjonene (2) og (3) nedenfor begge er sterkt forskjøvet mot venstre.



Vi blander x mL 0,1 M HAc og y mL 0,1 M NaAc.

$$\Rightarrow \quad x + y = 100 \text{ mL} \quad (4)$$

Vi har at 1000 mL 0,1 M HAc tilsvarer 0,1 mol HAc.

$$\text{Dvs.} \quad x \text{ mL } 0,1 \text{ M HAc tilsvarer } \frac{x \cdot 0,1}{1000} = x \cdot 10^{-4} \text{ mol HAc}$$

$$y \text{ mL } 0,1 \text{ M Ac}^- \text{ tilsvarer } y \cdot 10^{-4} \text{ mol Ac}^-$$

Da bufferens volum er 100 mL er derfor

$$C_{\text{HAc}}^0 = \frac{x \cdot 10^{-4}}{0,100} \text{ M} \quad \text{og} \quad C_{\text{Ac}^-}^0 = \frac{y \cdot 10^{-4}}{0,100} \text{ M}$$

Setter vi inn dette i (1) samtidig som vi vet at bufferens pH skal være lik 5,30 som betyr at $C_{\text{H}_3\text{O}^+} = 10^{-5,30}$ og $K_a = 10^{-4,76}$, får vi:

$$10^{-5,30} = \frac{\frac{x \cdot 10^{-4}}{0,100}}{\frac{y \cdot 10^{-4}}{0,100}} \cdot 10^{-4,76} \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{10^{-5,30}}{10^{-4,76}} = 10^{-0,54} \quad (5)$$

$$\text{Kombinasjon av (4) og (5) gir:} \quad \frac{x}{100 - x} = 10^{-0,54}$$

$$\Rightarrow \quad \underline{x = 22,4 \text{ mL}} \quad \underline{y = 77,6 \text{ mL}}$$

Vi må blande 22,4 mL 0,1 M HAc og 77,6 mL 0,1 M NaAc.