

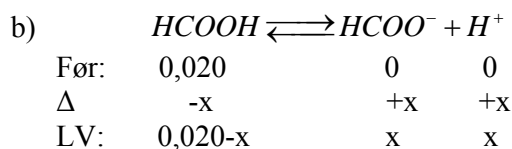


TMT4110 KJEMI

LØSNINGSFORSLAG TIL ØVING NR. 5, Vår 2015

OPPGAVE 1

- a) Sterk syre, fullstendig dissosioert.
 $\text{pH} = -\log(0.020) = 1,7$



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = 10^{-3,74} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

$$K_a = \frac{x \cdot x}{0,020 - x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

$$C^0 - x \approx C^0 \Rightarrow \frac{x \cdot x}{0,020} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

$$x = 0.001897 = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = \underline{2.72}$$

$$\text{Avrunding ok? } \frac{0,001897}{0,020} \cdot 100\% = 9,5\%$$

Tallet er noe høyt (over 5%) og regnestykket bør løses uten tilnærming:

$$\frac{x \cdot x}{0,020 - x} = 1,8 \cdot 10^{-4}$$

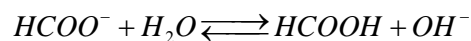
$$x^2 = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot (0,020 - x)$$

$$x^2 + 1,8 \cdot 10^{-4} x - 3,6 \cdot 10^{-6} = 0$$

$$x = 1.809 \cdot 10^{-3} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = \underline{2.74}$$

- c) $\text{NaHCOO} \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{Na}^+$



LV: $0,020 - x$ x x

HCOOH er en svak syre og likevekten er forskjøvet mot høyre. Vannets egenprotolyse vil ikke bidra mye til $[\text{OH}^-]$ og vi kan anta at $[\text{OH}^-] \approx [\text{HCOOH}]$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{HCOOH}]}{[\text{HCOO}^-]} = \frac{10^{-14}}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-3,74}} = 5,495 \cdot 10^{-11}$$

$$K_b = \frac{x \cdot x}{0,020 - x} \approx \frac{x \cdot x}{0,020} = 5,495 \cdot 10^{-11}$$

$$x = 1,048 \cdot 10^{-6} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = 5,98 \Rightarrow \text{pH} = 8,02$$

Avrunding ok.

- d) Som i deloppgave a) har vi en sterk syre som er fullstendig dissosiert.

$$\text{pH} = -\log(2) = -0,301$$

pH kan godt være negativ, det betyr bare at konsentrasjonen (eller rettere sagt aktiviteten) av H^+ er større enn 1 mol/L. I de fleste fortynnede syreløsninger vil konsentrasjonen være mindre enn dette, men i konsentrerte syrer vil pH altså kunne være negativ.

OPPGAVE 2

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

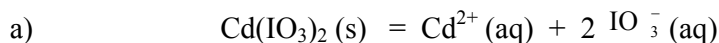
b) Standardtilstander, egentlig standard konsentrasjon. Vann: rent stoff. Vanndamp: 1 atm. Is: rent stoff. Salt i sjøvann: 1 M. Vann i sjøvann: rent vann. Salt på bunnen: rent stoff. 0,5 M NaOH: 1 M. $[\text{H}^+]$ i rent vann: 1 M.

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. $[\text{HA}]$ er hverken 1 eller konstant.

OPPGAVE 3

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 $C_{\text{Cd}^{2+}}$.

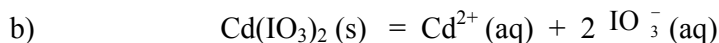
$$K_{\text{sp}, \text{Cd}(\text{IO}_3)_2} = C_{\text{Cd}^{2+}} \cdot C_{\text{IO}_3^-}^2 = C_{\text{Cd}^{2+}} \cdot (2(C_{\text{Cd}^{2+}}))^2 = 2,3 \cdot 10^{-8}$$

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

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

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: $C_{\text{Cd}^{2+}} = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Fra løselighetsproduktet kan vi finne $C_{\text{IO}_3^-}$:

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

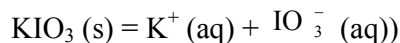
Med andre ord har $C_{\text{IO}_3^-}$ økt fra $3,58 \cdot 10^{-3}$ til 1,52 mol/L, og vi kan trygt si at

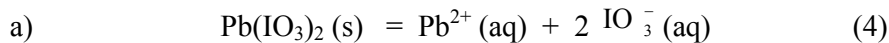
$$C_{\text{IO}_3^-} \approx C_{\text{KIO}_3} \text{ da } C_{\text{Cd}(\text{IO}_3)_2} \ll C_{\text{KIO}_3}$$

Siden vi har 1 L løsning finner vi:

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

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



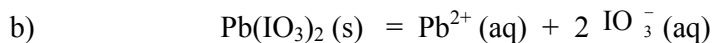
OPPGAVE 4

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

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

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

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



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

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

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

Denne antagelsen gjør vi fordi $C_{\text{IO}_3^-} = 2 \cdot C_{\text{Pb}^{2+}} = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ i rent vann. Når vi nå har jodationer i løsningen fra før, vil konsentrasjonen av blyioner bli enda mindre (fellesioneffekt), og altså mye mindre enn 0,0050 mol/L. (Vi må allikevel huske å sjekke dette etterpå!) 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 $1,3 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L}$. Dette er mye mindre enn 0,0050 mol/L, altså var antagelsen god.

OPPGAVE 5

Massevirkningsloven gir:
$$C_{\text{H}_3\text{O}^+} = \frac{C_{\text{HF}}}{C_{\text{F}^-}} \cdot K_a$$

Likevekt (1) vil være sterkt forskjøvet mot venstre slik at vi antar at $C_{\text{HF}} = C_{\text{HF}}^0$. Videre løser NaF seg fullstendig i vann og vi antar at $C_{\text{F}^-} = C_{\text{NaF}}^0$ 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. $\text{p}K_a(\text{HF}) = 3,17$. Vi får da:

$$C_{\text{H}_3\text{O}^+} = \frac{C_{\text{HF}}}{C_{\text{F}^-}} \cdot K_a = \frac{C_{\text{HF}}^0}{C_{\text{F}^-}^0} \cdot K_a = \frac{0,500}{1,000} \times 10^{-3,17} = 3,38 \times 10^{-4} \text{ M}$$

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

Sjekker antagelsene:

HF dissosierer til H_3O^+ og F^- . Som vi har sett er $C_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,38 \times 10^{-4} \text{ M}$ 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.