Øving 6 - Erlend Sørlie

1) a). pKa HF = 3,17, $K_a = 10^{-3,17} = 6,76 \cdot 10^{-4}$

$\%\ diss = \frac{[F^-]}{[HF]_0} \cdot 100\%$

MB: $[HF] = [HF]_0 - [F^-]$

PB: $[H^+] = [OH^-] + [F^-]$

MVL: $K_a = \frac{[H^+][F^-]}{[HF]} \simeq \frac{[F^-]^2}{0,25 - [F^-]}$

Tilnærming: $[OH^-] << [H^+], [F^-]$

$\Rightarrow$ PB: $[H^+] \simeq [F^-]$

$6,76 \cdot 10^{-4} \simeq \frac{[F^-]^2}{0,25 - [F^-]} \Rightarrow [F^-] \simeq 0,01267 = 1,267 \cdot 10^{-2}$

Sjekker tilnærming:

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \simeq \frac{10^{-14}}{[F^-]} = 0 \cdot 10^{-13} << [F^-], [H^+]$

stemmer

$\%\ diss. = \frac{0,01267}{0,25} \cdot 100\% = 5,07\%$

P.D. = 5,07%

b)

$diss\text{-}grad = \frac{[F^-]_{syre}}{[HF]_0} = \frac{[F^-]_{tot} - [F^-]_{base}}{[HF]_0} \simeq \frac{[H^+]}{[HF]_0}$

Tilnærming $[OH^-] << [H^+], [F^-]_{syre}$

$pH = pKa + \log\left(\frac{0,25}{0,25}\right) = pKa = 3,17$

$\Rightarrow [H^+] = 10^{-3,17} = 6,76 \cdot 10^{-4}$

Sjekk tilnærming

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} = 0 \cdot 10^{-11} << [H^+], [F^-]_{syre}$

$PD = \frac{[H^+]}{[HF]_0} \cdot 100\% = \frac{6,76 \cdot 10^{-4}}{0,25} \cdot 100\% = 0,27\%$

P.D. = 0,27%

2) a) $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$\Rightarrow pH = -\log([HCl]_0) = -\log 0.1 = 1$

$\underline{pH = 1}$

b) $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l)$

$[H^+] = \frac{0.1\,M \cdot 0.1\,L - 0.1\,M \cdot 0.03\,L}{0.13\,L} = 0,054\ mol/L$

$pH = -\log(0,054) = 1,27$

$\underline{pH = 1.27}$

c) Da es $n(H^+) = n(OH^-) \Rightarrow [H^+] = [OH^-]$ $\quad K_W = [H^+][OH^-] = [H^+]^2 = 10^{-14}$

$[H^+] = 10^{-7}$

$\underline{pH = 7}$

d) $[OH^-] = \frac{(0,1 \cdot 0,2 - 0,1 \cdot 0,1)\,mol}{0,3\,L} = \frac{1}{30}\,M$, $pOH = -\log\left(\frac{1}{30}\right)$

$pH = 14 - pOH = 14 + \log\frac{1}{30} = 12,52$

$\underline{pH = 12,52}$

e) $pK_a(CH_3COOH) = 4,76$ $\quad CH_3COOH = HAc$

$[HAc] = \frac{(0,1 \cdot 0,1 - 0,1 \cdot 0,05)\,mol}{0,15\,L} = \frac{1}{30}\,M$

$[Ac^-] = \frac{0,1 \cdot 0,05}{0,15}\,M = \frac{1}{30}\,M$

$pH = pK_a + \log\left(\frac{\frac{1}{30}}{\frac{1}{30}}\right) = pK_a = 4,74$

$\underline{pH = 4,74}$

f) $n(HAc) = n(NaOH) \Rightarrow [HAc]_1 = 0$ og $[Ac^-]_1 = \frac{n(HAc)_0}{V_1} = \frac{0,1^2}{0,2} = 0,05$

$K_b = \frac{[OH^-] \cdot [HAc]_2}{[Ac^-]_2} = \frac{[OH^-]^2}{0,05 - [OH^-]} \quad \frac{10^{-14}}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-4,74}}$

$\Rightarrow [OH^-] = 5,241 \cdot 10^{-6}$

$pH = 14 + \log[OH^-] = 8,72$

$\underline{pH = 8,72}$

2 f) $pH = \frac{1}{2}(pK_{a_1} + pK_{a_2}) = \frac{1}{2}(1{,}25 + 4{,}27) = 2{,}76$

pH = 2,76

h) Tilsatt tilsett: 200 mL NaOH 0,1 M Tot. volum = 300 mL

Ekvivalens 2: $NaOH + COOHCOO^- \rightarrow COOCOO^{2-} + H_2O + Na^+$

0,01 mol 0,01 0,01

$[COOCOO^{2-}] = \frac{0{,}01}{0{,}3} = \frac{1}{30}$ Antar $[H^+] << [OH^-], [COOCOO^{2-}]$

$OH^- + COOHCOO^- \rightarrow COOCOO^{2-} + H_2O$

$K_{b_2} = \frac{[OH^-][COOHCOO^-]}{[COOCOO^{2-}]}$

Fra antakelse og PB

$[OH^-] = [COOHCOO^-]$

$K_{b_2} = \frac{[OH^-]^2}{\frac{1}{30}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4{,}27}}$

$[OH^-] = \sqrt{\frac{10^{-14}}{30 \cdot 10^{-4{,}27}}} = 2{,}49 \cdot 10^{-6}$

Sjekk:

$[H^+] = \frac{10^{-14}}{2{,}49 \cdot 10^{-6}} = 0 \cdot 10^{-9}$

$[H^+] << [OH^-], [COOHCOO^-]$

$pH = 14 + \log [OH^-] = 8{,}39$

pH = 8,39

3 $AgCl(s)$ har $K_{sp} = 1{,}8 \cdot 10^{-10}$

$Ag_2CrO_4(s)$ har $K_{sp} = 2{,}6 \cdot 10^{-12}$

$K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(Ag_2CrO_4)$

=> **$AgCl(s)$ har størst løselighet i vann.**

4) $Salt \rightleftharpoons a \cdot ion_1 + b \cdot ion_2$, $K_{sp} = [ion_1]^a \cdot [ion_2]^b$

1. $MgCO_3$, $n(Mg^{2+}) = n(CO_3^{2-})$

$K_{sp} = 2,0 \cdot 10^{-5} = [Mg^{2+}][CO_3^{2-}] = [Mg^{2+}]^2$

$\Rightarrow [Mg^{2+}] = \sqrt{2,0 \cdot 10^{-5}} \approx 4,47 \cdot 10^{-3}$

$\underline{[Mg^{2+}] = 4,47 \cdot 10^{-3}}$

2. MgF_2, $n(Mg^{2+}) = \frac{1}{2} n(F^-)$

$K_{sp} = [Mg^{2+}][F^-]^2 = [Mg^{2+}][2Mg^{2+}]^2 = 4[Mg^{2+}]^3$

$\Rightarrow [Mg^{2+}] = \sqrt{K_{sp}/4} = \sqrt{3,7 \cdot 10^{-8}/4} \approx 2,099 \cdot 10^{-3}$

$[Mg^{2+}] = 2,099 \cdot 10^{-3}$

3 $Mg_3(PO_4)_2$, $n(Mg^{2+}) = \frac{2}{3} n(PO_4^{3-}) \Rightarrow n(PO_4^{3-}) = \frac{3}{2} n(Mg^{2+})$

$K_{sp} = [Mg^{2+}]^3[PO_4^{3-}]^2 = [Mg^{2+}]^3[\frac{3}{2} Mg^{2+}]^2 = \frac{9}{4}[Mg^{2+}]^5$

$\Rightarrow [Mg^{2+}] = \sqrt[5]{K_{sp} \cdot \frac{4}{9}} = \sqrt[5]{2,1 \cdot 10^{-25} \cdot \frac{4}{9}} \approx 9,86 \cdot 10^{-6}$

$[Mg^{2+}] = 9,86 \cdot 10^{-6}$

$\Rightarrow$ Mettet $MgCO_3$-løsning har størst $[Mg^{2+}]$

5) $pK_a = 4,87$

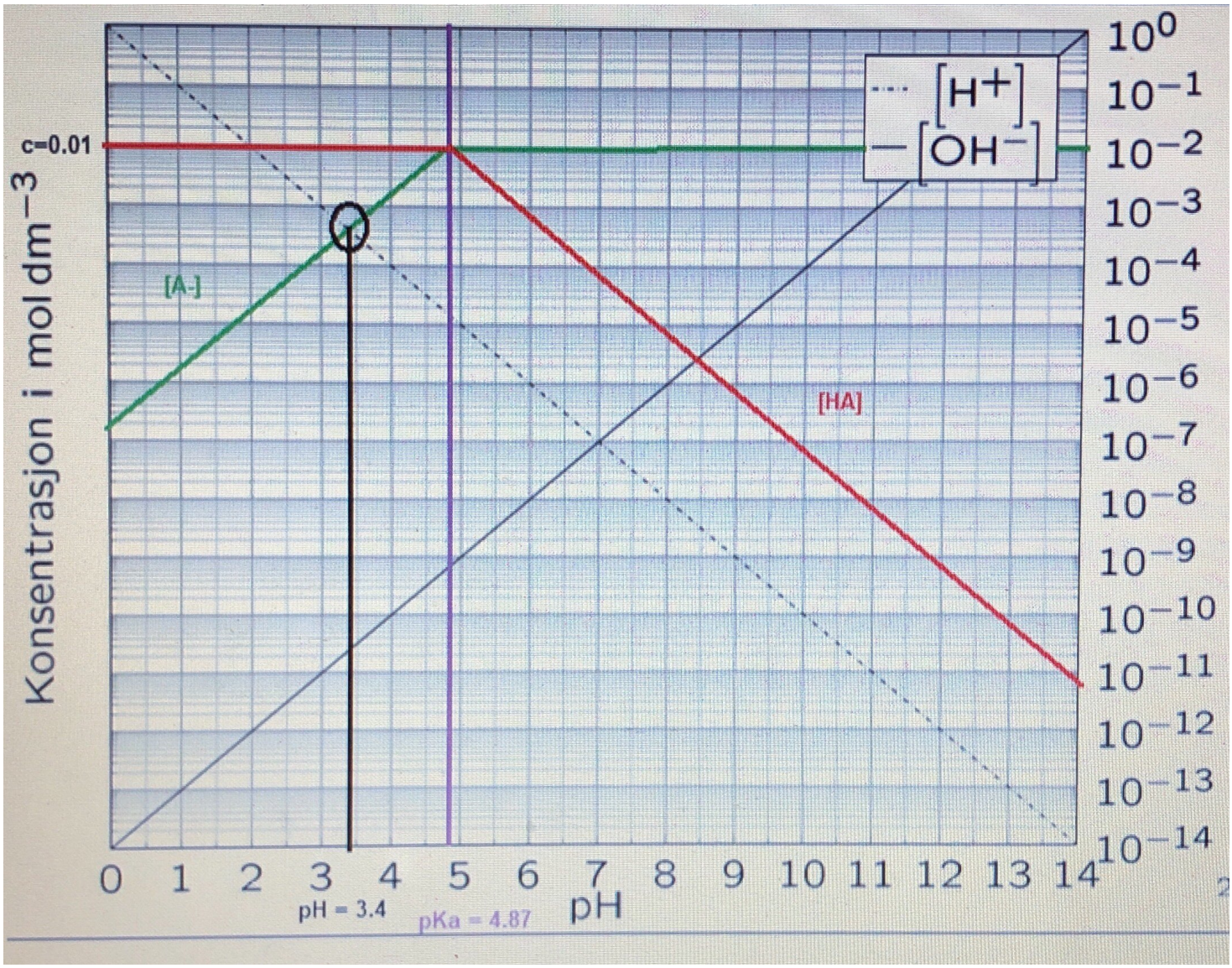
$c = 0,01 = 10^{-2}$

PB gir: $[H^+] = [OH^-] + [A^-]$ Anter: $[OH^-] << [H^+], [A^-]$

$[H^+] = [A^-]$, vi finner punktet der dette stemmer.

$pH = 3,4 \Rightarrow$ vi ser at antakelsen stemmer grafisk

$\underline{pH = 3,4}$


Konsentrasjon i mol dm^{-3}
c=0.01
[A-]
[HA]
[H+]
[OH−]
10^{0}
10^{-1}
10^{-2}
10^{-3}
10^{-4}
10^{-5}
10^{-6}
10^{-7}
10^{-8}
10^{-9}
10^{-10}
10^{-11}
10^{-12}
10^{-13}
10^{-14}
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
pH
pH = 3.4
pKa = 4.87

6) a) KOH er en sterk base, $HClO_4$ er en sterk syre,
når $n(KOH) = n(HClO_4)$ er pH = 7
Fenolrød med omslag for pH mellom 6,4 - 8,0 er en god indikator.

b) Ved ekvivalenspunkt er $n(CH_3COOH)_0 = n(KOH) = n(CH_3COO^-)$
Så vil CH_3COO^- innstille likevekt.
$n(CH_3COO^-) = (0,1 \cdot 0,2)\,mol = 0,02\,mol$
$V_{(KOH)} = \frac{0,02\,mol}{0,1\,mol/L} = 0,2\,L$
Totalvolum $= (0,1 + 0,2)\,L = 0,3\,L$
$\Rightarrow [CH_3COO^-] = \frac{0,02}{0,3}\,M = \frac{1}{15}\,M$

$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$

$K_b = \frac{[CH_3COOH][OH^-]}{[CH_3COO^-]}$

MB: $[CH_3COO^-] = [CH_3COO^-]_0 = [CH_3COOH]$
PB: $[CH_3COOH] + [H^+] = [OH^-]$
Antar: $[H^+] << [OH^-], [CH_3COOH]$

$\frac{10^{-14}}{10^{-9,76}} = \frac{[OH^-]^2}{\frac{1}{15} - [OH^-]}$

$\Rightarrow [OH^-] = 6,2 \cdot 10^{-6}$ $\quad pH = 14 + \log [OH^-] = 8,79$
Sjekker antakelsen: $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = 1,61 \cdot 10^{-9} << [OH^-], [CH_3COOH]$, den stemmer
pH i omslagsområdet = 8,79
Tymolblå med omslag for pH 8,0 – 9,6 er en god indikator.

7) $Na_2CO_3(s) \rightarrow 2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ vi får disse: I: $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$
Ved å tilsette base til vannet, vil likevekt I gå mot venstre iflg. Le Châtelier ettersom $[OH^-]$ øker. Når I forskyves mot venstre, vil $[CO_3^{2-}]$ øke, og II og III vil gå mot høyre, dermed får vi mer utfelt produkt.
II: $CO_3^{2-} + Ca^{2+} \rightleftharpoons CaCO_3(s)$
III: $CO_3^{2-} + Mg^{2+} \rightleftharpoons MgCO_3(s)$
I en kvalitativ analyse må man sørge for at minst mulig CO_3^{2-} blir til HCO_3^- ettersom dette skaper feil i resultatet.

Vi tilsetter base for å få benyttet mest mulig av sodaen uten at den protolyserer med vannet og danner andre forbindelser.