Øving 7 - Erlend Sørlie

1) a) Vi titrerer en sterk base med en sterk syre, da vil pH = 7 ved ekvivalenspunktet, omslaget er plutselig
foreslår buffer med omslag i området 7: Fenolrødt

b) NH_3 er en svak base, titrert med en sterk syre vil all NH_3 ha protolysert til NH_4^+ ved start, da er $[NH_4^+]_0 = \frac{0,2 \cdot 0,1 \text{ mol}}{0,3 \text{ L}} = \frac{1}{15}$ M

Tilsatt volum: 200 mL

Ved MVL og PB:

$$10^{-9,24} = \frac{x^2}{\frac{1}{15} - x} \Rightarrow x = [H^+] = 6,20 \cdot 10^{-6}$$

$$\Rightarrow pH = 5,2.$$

Siden pH i ekvivalenspunktet, ønsker vi en indikator med omslag rundt pH = 5,2, men helst litt lavere ettersom vi har en buffer midlertidig.

Indikator: Bromkresolgrønn

2) Hvis Ag_3PO_4 løses fullstendig: $Ag_3PO_4(aq) \rightleftharpoons 3Ag^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$

PO_4^{3-} er korr. base i en flerprotisk syre, som forekommer slik:

$$PO_4^{3-}(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq)$$

$$HPO_4^{2-}(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons H_2PO_4^-(aq)$$

$$H_2PO_4^-(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons H_3PO_4(aq)$$

Vi ser at ved økende $[H^+]$ vil $[PO_4^{3-}]$ gå ned, og mer

Forventer at ved synkende pH løses mer av saltet

3) 1 ppm = 10^{-6}, $K_{sp(CaF_2)} = 3,2 \cdot 10^{-11} = [Ca^{2+}][F^-]^2 = x \cdot (2x)^2 = 4x^3$

$CaF_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2F^-(aq)$ $\Rightarrow x = \sqrt[3]{3,2 \cdot 10^{-11}/4} = 2 \cdot 10^{-4}$

$x \quad 2x$ $[F^-] = 2[Ca^{2+}] = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4}$ mol/L

$m(F^-) = (4 \cdot 10^{-4} \cdot 19)$ g/L $= 7,6 \cdot 10^{-3}$ g/L

tetthet vann: 1 g/cm³ = 1000 g/dm³ = 1000 g/L; 1 ppm: 1000 g/L $\cdot 10^{-6} = 10^{-3}$ g/L

$\Rightarrow 7,6 \cdot 10^{-3} > 10^{-3} \Rightarrow$ det er nok (7,6 ppm > 1 ppm)

4 a) $K_{sp}(CaF_2) = 3{,}2 \cdot 10^{-11}$ mol/L

$NaF(aq) \rightarrow Na^+(aq) + F^-(aq)$

$CaF_2(aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2F^-(aq)$

EN: $[H^+] + [Na^+] + 2[Ca^{2+}] = [OH^-] + [F^-]$

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

EN-PB: $[F^-] = [Na^+] + 2[Ca^{2+}]$

Antar $[Na^+] >> [Ca^{2+}]$

$\Rightarrow [F^-] \simeq [Na^+]$

$K_{sp}(CaF_2) = 3{,}2 \cdot 10^{-11}$ mol/L $= [Ca^{2+}][F^-]^2 \simeq [Ca^{2+}]([Na^+])^2$

$\Rightarrow [Ca^{2+}] \simeq \frac{K_{sp}}{[Na^+]^2} = \frac{K_{sp}}{(0{,}02)^2} = 8 \cdot 10^{-8}$ mol/L

Fra likevekten: $[CaF_2]_{løst} = [Ca^{2+}] = 8 \cdot 10^{-8}$ mol/L

Sjekk av antakelse: $8 \cdot 10^{-8} << 0{,}02 \Rightarrow$ den stemmer

Vi får at: løseligheten av CaF_2 i 0,020 M NaF er $8 \cdot 10^{-8}$ mol/L

5 a) $AgI(s) \rightleftharpoons^{(aq)} Ag^+_{(aq)} + I_{(aq)}$ $K_{sp} = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$

$K_{sp} = [Ag^+][I^-] = [Ag^+]^2 \Rightarrow [Ag^+] = \sqrt{K_{sp}} = 9{,}11 \cdot 10^{-9}$

$[Ag^+] = 9{,}11 \cdot 10^{-9}$ mol/L

b) I: $AgI(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + I^-(aq)$ $K_{sp} = 8{,}3 \cdot 10^{-17}$

II: $Ag^+(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons Ag(S_2O_3)_2^{3-}(aq)$ $K_{sp} = 10^{13{,}5} = 3{,}16 \cdot 10^{13}$

I + II: $AgI(s) + 2S_2O_3^{2-}(aq) + Ag^+(aq) \rightleftharpoons Ag(S_2O_3^{2-})_2^{3-}(aq) + I^-(aq) + Ag^+(aq)$

$K_{sp}(I+II) = K_{sp}(I) \cdot K_{sp}(II) = 2{,}62 \cdot 10^{-3}$

I+II er lik $AgI(s) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons Ag(S_2O_3^{2-})_2(aq) + I(aq)$, med unntak av Ag^+ på hver side av likevektspilen, men siden K_{sp} regnes ut ifra aktiviteten til produkter/aktiviteten til reaktanter, kan vi se bort ifra Ag^+ siden $\frac{a_{Ag^+}}{a_{Ag^+}} = 1$, og den ikke påvirker K_{sp}, dermed er K_{sp} for rx: $2{,}62 \cdot 10^{-3}$ mol/L

5 c) $Na_2S_2O_3(s) \xrightarrow{(aq)} 2Na^+(aq) + S_2O_3^{2-}(aq)$

Fra b): $AgI(s) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons Ag(S_2O_3^{2-})_2^{3-}(aq) + I^-(aq)$ $K_{sp} = 2,7 \cdot 10^{-3}$

$$K_{sp} = \frac{[Ag(S_2O_3^-)][I^-]}{[S_2O_3^{2-}]^2} = \frac{x^2}{(0,02-2x)^2} = 2,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\Rightarrow x = 9,41 \cdot 10^{-4}, \quad [Ag(S_2O_3)_2^{3-}] = 9,41 \cdot 10^{-4} = [I^-]$$

Videre: $AgI(s) \rightarrow Ag^+(aq) + I^-(aq)$ $K_{sp} = 8,3 \cdot 10^{-17}$

$$\Rightarrow K_{sp} = [Ag^+][I^-] \Rightarrow [Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[I^-]} = \frac{8,3 \cdot 10^{-17}}{9,41 \cdot 10^{-4}} = 8,8 \cdot 10^{-14} \text{ mol/L}$$

Vi får: $[Ag(S_2O_3)_2^{3-}] = 9,41 \cdot 10^{-4}$ mol/L og $[Ag^+] = 8,8 \cdot 10^{-14}$ mol/L