

Opgavesæt 5
2.b kemi A

Kevin Zhou

7. maj 2024

Opgave 3.2

Løsning:

a. Da opløsningsmidlet indgår i reaktionsbrøken med stofmængdebrøken, der tilnærmelsesvist er 1, så vil reaktionsbrøken for reaktionen være

$$\frac{[\text{F}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]}$$

b. Ved ligevægt må reaktionsbrøken være lig med ligevægtskonstanten. Altså har vi

$$\begin{aligned} K &= \frac{[\text{F}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]} \\ &= \frac{0,0063 \text{ M} \cdot 0,0063 \text{ M}}{0,114 \text{ M}} \\ &\approx 3,5 \cdot 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

Værdien for ligevægtskonstanten ved 25 °C er altså $3,5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

c. Antag, at opløsningen fortyndes sådan, at volumenet bliver x gange det forhenværende volumen, hvor $x \in]1; \infty)$. Reaktionsbrøkens tæller bliver derved $x \cdot x = x^2$ gange mindre, mens nævneren kun bliver x gange mindre. Fortyndingen af opløsningen har altså gjort reaktionsbrøken x gange mindre. Imidlertid ser vi, at siden $x > 1$, så må reaktionsbrøken være mindre end K og der sker en forskydning mod højre:

$$\frac{[\text{F}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HF}]} < K \quad \longrightarrow$$

Opgave 3.5 B

Løsning:

a. Reaktionsbrøken ved stuetemperatur må da være

$$\begin{aligned} \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2]} &= \frac{0,0256 \text{ M} \cdot 0,0181 \text{ M}}{0,0065 \text{ M} \cdot 0,0130 \text{ M}} \\ &\approx 5,5 \end{aligned}$$

Altså er reaktionsbrøken ved stuetemperatur 5,5.

b. Reaktionsbrøken ved stuetemperatur er da større end ligevægtskonstanten ved 720 °C, og der sker derfor en forskydning mod venstre:

$$\frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2]} > K \quad \longleftarrow$$

Altså forløber nettoreaktionen mod venstre, når beholderen opvarmes til 720 °C, hvor ligevægten indstiller sig.

c. Siden reaktionen mod højre er endoterm, så er reaktionen mod venstre exoterm. Der gælder generelt, at hvis temperaturen sænkes, sker der en forskydning i den exoterme reaktions retning. Altså vil ligevægtens forskydes mod venstre.

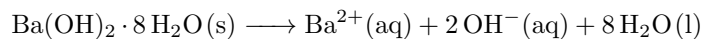
Opgave 3.20

Løsning:

a. Vi finder først stofmængden af $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$.

$$\begin{aligned} n(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}) &= \frac{m(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O})}{M(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O})} \\ &= \frac{5,10 \text{ g}}{315,46 \text{ g/mol}} \\ &= 0,0161669 \text{ mol} \end{aligned}$$

Reaktionsskemaet for opløsningen af $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ i vand ses nedenfor.



Vi ser, at reaktionsforholdet mellem $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ og Ba^{2+} er 1:1, hvor reaktionsforholdet mellem $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ og OH^{-} er 1:2. Stofmængderne må være tilsvarende.

$$\begin{aligned} [\text{Ba}^{2+}] &= \frac{n(\text{Ba}^{2+})}{V} \\ &= \frac{n(\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O})}{0,250 \text{ L}} \\ &\approx 0,0647 \text{ M} \end{aligned}$$

Siden $n(\text{OH}^{-}) = 2 \cdot n(\text{Ba}^{2+})$, så må der gælde, at

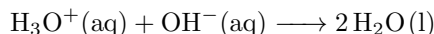
$$\begin{aligned} [\text{OH}^{-}] &= 2 \cdot [\text{Ba}^{2+}] \\ &\approx 0,129 \text{ M} \end{aligned}$$

Altså har vi beregnet $[\text{Ba}^{2+}]$ til at være 0,0647 M og $[\text{OH}^{-}]$ til at være 0,129 M.

b. HNO_3 er en stærk syre. Der må da gælde for stofmængden af H_3O^{+} i opløsningen af HNO_3 , at

$$\begin{aligned} n_{\text{før}}(\text{H}_3\text{O}^{+}) &= c(\text{HNO}_3) \cdot V \\ &= 0,350 \text{ M} \cdot 150 \text{ mL} \end{aligned}$$

Siden vi blander en opløsning af en stærk syre med en opløsning af en stærk base sker en neutralisationsreaktion, der ses nedenfor.



Imidlertid ser vi også, at stofmængden af H_3O^{+} i opløsningen af HNO_3 er større end stofmængden af OH^{-} i opløsningen af $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$:

$$0,350 \text{ M} \cdot 150 \text{ mL} > 0,129335 \text{ M} \cdot 250 \text{ mL} \iff n_{\text{før}}(\text{H}_3\text{O}^{+}) > n_{\text{før}}(\text{OH}^{-})$$

Vi kan nu regne pH for den færdige blanding (hvis volumen vi antager er 400 mL) ud fra den aktuelle stofmængdekonzentration af den overskydende H_3O^{+} .

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}]}{\text{M}}\right) \\ &= -\log\left(\frac{n_{\text{efter}}(\text{H}_3\text{O}^{+})}{V_{\text{efter}} \cdot \text{M}}\right) \\ &= -\log\left(\frac{n_{\text{før}}(\text{H}_3\text{O}^{+}) - n_{\text{før}}(\text{OH}^{-})}{400 \text{ mL} \cdot \text{M}}\right) \\ &= -\log\left(\frac{0,350 \text{ M} \cdot 150 \text{ mL} - 0,129335 \text{ M} \cdot 250 \text{ mL}}{400 \text{ mL} \cdot \text{M}}\right) \\ &\approx 1,30 \end{aligned}$$

Altså vil pH for den færdige blanding være 1,30.

c. Både $n(\text{Ba}^{2+})$ og $n(\text{NO}_3^{-})$ forbliver den samme som før opblandingen. Vi antager igen, at blandingsvolumen er 400 mL.

$$\begin{aligned} [\text{Ba}^{2+}] &= \frac{0,06466746 \text{ M} \cdot 250 \text{ mL}}{400 \text{ mL}} \approx 0,0404 \text{ M} \\ [\text{NO}_3^{-}] &= \frac{0,350 \text{ M} \cdot 150 \text{ mL}}{400 \text{ mL}} \approx 0,131 \text{ M} \end{aligned}$$

Siden der generelt gælder, at $[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_v$, så har vi

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= \frac{K_v}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ &= \frac{1,0 \cdot 10^{-14} \text{ M}^2}{\frac{0,350 \text{ M} \cdot 150 \text{ mL} - 0,129335 \text{ M} \cdot 250 \text{ mL}}{400 \text{ mL}}} \\ &\approx 1,98 \cdot 10^{-13} \text{ M} \end{aligned}$$

I blandingen har vi altså beregnet $[\text{Ba}^{2+}]$ til at være 0,0404 M, $[\text{NO}_3^-]$ til at være 0,131 M og $[\text{OH}^-]$ til at være $1,98 \cdot 10^{-13} \text{ M}$.

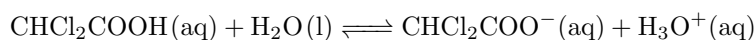
Opgave 3.24

Løsning:

a. Ved opslag i databogen får vi $pK_s = 1,35$. Derfor har vi

$$\begin{aligned} K_s &= 10^{-pK_s} \text{ M} \\ &= 10^{-1,35} \text{ M} \\ &\approx 0,0447 \text{ M} \end{aligned}$$

b. Reaktionsskemaet for hydronolyse af dichlorethansyre i vand ses nedenfor.



c. Dichlorethansyre er altså ikke en stærk syre. Siden der gælder, at

$$K_s = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c_s - [\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow 10^{-1,35} \text{ M} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0,100 \text{ M} - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

Vi løser andengradsligningen med hensyn til den positive løsning, da koncentrationen kun kan være positiv.

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= \frac{-10^{-1,35} \text{ M} + \sqrt{(10^{-1,35} \text{ M})^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-0,100 \text{ M} \cdot 10^{-1,35} \text{ M})}}{2 \cdot 1} \\ &= 0,048133199 \text{ M} \\ &\approx 0,0481 \text{ M} \end{aligned}$$

Vi regner nu pH ud for opløsningen.

$$\begin{aligned} pH &= -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{M}}\right) \\ &= -\log\left(\frac{0,048133199 \text{ M}}{\text{M}}\right) \\ &\approx 1,32 \end{aligned}$$

Altså har vi for en 0,100 M opløsning af dichlorethansyre beregnet $[\text{H}_3\text{O}^+]$ til at være 0,0481 M og pH til at være 1,03.

d. Fra reaktionsskemaet for hydronolyse af dichlorethansyre i vand ses det, at $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ når ligevægten har indfundet sig, da $[\text{H}_3\text{O}^+] \approx 0$ ved start. Altså har vi

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{[\text{CHCl}_2\text{COO}^-]}{c_s} \\ &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{0,100 \text{ M}} \\ &= \frac{0,048133199 \text{ M}}{0,100 \text{ M}} \\ &\approx 0,481 \end{aligned}$$

Altså er hydronolysegraden for reaktionen 0,481 og 48,1% af det oprindelige antal dichlorethansyremolekyler er omdannet til dichlorethanoat.