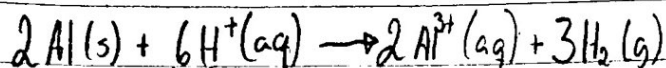


Öving 2 - Erlend Spillie

$$1) m_{Al} = 2,35 \text{ g}, T = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}, p_{atm} = 760 \text{ mmHg}, p_{H_2O} = 17,53 \text{ mmHg}$$

$$p_{H_2} = p_{atm} - p_{H_2O} = 760 \text{ mmHg} - 17,53 \text{ mmHg} = 736,47 \text{ mmHg}$$

$$p_{H_2} = 736,47 \text{ mmHg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} = 0,969 \text{ atm}$$

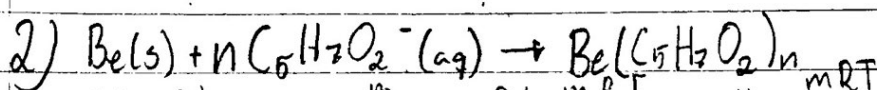


$$n(\text{Al}) = \frac{2,35 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,087 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Al}) \cdot \frac{3 \text{ mol H}_2}{2 \text{ mol Al}} = 0,087 \cdot \frac{3}{2} \text{ mol H}_2 = 0,13065 \text{ mol H}_2$$

$$pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,13065 \cdot 8,315 \cdot 293}{0,969 \cdot 1,013 \cdot 10^5} = 3,238 \text{ L}$$

$$\underline{\underline{V(\text{H}_2) = 3,24 \text{ L}}}$$



$$pV = nRT \text{ or } n = \frac{m}{M_m} \Rightarrow pV \cdot \frac{M_m}{m} = RT \Rightarrow M_m = \frac{mRT}{pV}$$

$$V_1 = 22,6 \text{ cm}^3 = 22,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3, T_1 = 13^\circ\text{C} = 286 \text{ K}, p_1 = 765,2 \cdot 133,3 \text{ Pa}$$

$$V_2 = 26,0 \text{ cm}^3 = 26,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3, T_2 = 17^\circ\text{C} = 290 \text{ K}, p_2 = 764,6 \cdot 133,3 \text{ Pa}$$

$$m_1 = 0,2022 \text{ g}, m_2 = 0,2224 \text{ g}$$

$$M_{m1} = \frac{0,2022 \text{ g} \cdot 8,315 \text{ (J/mol}\cdot\text{K)} \cdot 286 \text{ K}}{765,2 \cdot 133,3 \text{ Pa} \cdot 22,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 206,59 \text{ g/mol}$$

$$M_{m2} = \frac{0,2224 \text{ g} \cdot 8,315 \text{ (J/mol}\cdot\text{K)} \cdot 290 \text{ K}}{764,6 \cdot 133,3 \text{ Pa} \cdot 26,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3} = 202,4 \text{ g/mol}$$

$$M_m \text{ Be}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_n = 9,012 + n(5 \cdot 12,01 + 7 \cdot 1,01 + 2 \cdot 16) = 9,012 + 99,12n$$

$$\overline{M_m} = 205,5 \text{ g/mol}$$

$$\overline{M_m} = M_m(\text{Be}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_n)$$

$$205,5 = 9,012 + 99,12n$$

$$n = \frac{205,5 - 9,012}{99,12} = 1,98 \approx 2$$

$$\underline{\underline{n=2 \Rightarrow \text{oks. tell Be} = +2}}$$

3) For at ballongen skal fylles må $p_{H_2} = p_{atm} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ (STP)

Fra rx-ligning ser vi at $n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2)$

$V = 4800 \text{ m}^3$, H_2 tap er 20% $\Rightarrow$ reelt $n(\text{H}_2)$ er 12.5% mindre $n(\text{H}_2)$

$T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$ (STP), $M_m(\text{Fe}) = 55.85 \text{ g/mol}$, $M_m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98.09 \text{ g/mol}$

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$$

Teoretisk for gasser:

$$n_{H_2} = \frac{pV}{RT} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 4800 \text{ m}^3}{8.315 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot 273 \text{ K}} = 211454 \text{ mol}$$

Reelt:

$$n_{H_2} = 1.2 \cdot 211454 \text{ mol} = 253745 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 253745 \text{ mol}$$

$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M_m(\text{Fe}) = 253745 \text{ mol} \cdot 55.85 \text{ g/mol} = 14171658 \text{ g} \approx 14.2 \text{ t}$$

H_2SO_4 : 98% vekt $\Rightarrow$ faktor = $\frac{1}{0.98}$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M_m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 253745 \text{ mol} \cdot 98.09 \text{ g/mol} = 24899847 \text{ g}$$

$$m(\text{syre}) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{0.98} = 25397803 \approx 25.4 \text{ t}$$

$m(\text{Fe}) = 14.2 \text{ t}$, vi trenger også 25.4 t 98% (vekt) svovelsyre

4) Nei, i et åpent kar vil både $\text{H}_2\text{O}(g)$ og $\text{CO}_2(g)$ blandes ut i lufta slik at likevekten kontinuerlig vil forskyve seg mot høyre, da vil vi heller ikke få noen likevekt. (Med mindre vi tar med i betraktningen at luft inneholder $\text{H}_2\text{O}(g)$ og $\text{CO}_2(g)$, en likevekt vil innstilles, men det er først når konsentrasjonene blir så små at gassmengdene i lufta har betydning for rx, og da er reaktantene praktisk talt oppbrukt.)

5) I) I_2 er fast $\Rightarrow a_{\text{I}_2} = 1$

II) $a_{\text{H}_2} = \frac{p_{\text{H}_2}}{p_0} = \frac{1 \text{ atm}}{1 \text{ atm}} = a_{\text{H}_2} = 1$

III) $a_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{1 \text{ mol/L}} = \frac{0,1 \text{ mol/L}}{1 \text{ mol/L}} = 0,1$

$a_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,1$

6) Vi ser at $n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl})$ i rx-ligningen.

Fra Daltons lov får vi:

$p_{\text{tot}} = p_1 + p_2 = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V}$, siden $n_1 = n_2$ i dette tilfelle:

$p_{\text{tot}} = 2 p_{\text{prod}} \Rightarrow 4,4 \text{ atm} = 2 p_{\text{prod}}$

$p_{\text{prod}} = 2,2 \text{ atm} = p_{\text{NH}_3} = p_{\text{HCl}}$

For gasser: NH_4Cl er fast, så $p_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 1$

$K_p = \frac{p_{\text{NH}_3} \cdot p_{\text{HCl}}}{p_{\text{NH}_4\text{Cl}}} = \frac{(2,2 \text{ atm}) \cdot (2,2 \text{ atm})}{1} = 4,84 \text{ atm}^2$

$K_p = 4,84 \text{ atm}^2$

7) c) $Q = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]} = \frac{2,1 \text{ mol/L}}{(0,1 \text{ mol/L})(3,5 \text{ mol/L})} = 6 \text{ L/mol}$

$Q < K_c \Rightarrow \text{rx går mot høyre}$

b) Siden rx har retning $\rightarrow$, får vi dette uttrykket hvis vi ser på tellerdel:

$\frac{(2,1+x)}{(0,1-x)(3,5-x)} = 96,2$, der x er endringen fra start til slutt.

$\frac{(2,1+x)}{x^2 - 3,6x + 0,35} = 96,2$

$2,1+x = 96,2x^2 - 346,82x + 33,67$

$96,2x^2 - 347,32x + 31,57 = 0$

Abc-formel: $x = \frac{347,32 \pm \sqrt{347,32^2 - 4 \cdot 96,2 \cdot 31,57}}{2 \cdot 96,2}$

$x = \frac{347,32 \pm 329,37}{192,4}$

$x_1 = 3,52 \quad \vee \quad x_2 = 0,093$

ikke mulig, for $[\text{PCl}_3] < 0 \quad x = 0,093 \approx$

$[\text{Cl}_2] = (3,5 - 0,093) \text{ mol/L} = 3,407 \text{ mol/L}$

$[\text{Cl}_2] = 3,4 \text{ mol/L}$

7) c) Vi trenger de nye konsentrasjonene: $[Cl_2] = 3,407 \text{ mol/L}$
 $[PCl_3] = (0,1 - 0,093) \text{ mol/L} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$
 $[PCl_5] = (2,1 + 0,093) \text{ mol/L} = 2,193 \text{ mol/L}$

K_p er gitt ved: $K_p = \frac{P_{PCl_5}}{P_{PCl_3} \cdot P_{Cl_2}}$, vi regner ut for $V = 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

$$K_p = \frac{\frac{n_{PCl_5} \cdot RT}{1 \text{ L}}}{\frac{n_{PCl_3} \cdot RT}{1 \text{ L}} \cdot \frac{n_{Cl_2} \cdot RT}{1 \text{ L}}} = \frac{n_{PCl_5} \cdot 1 \text{ L}}{n_{PCl_3} \cdot n_{Cl_2} \cdot RT} = \frac{3,407 \text{ mol} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ Pa}^{-1}}{(7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) \cdot (2,193 \text{ mol}) \cdot 1000 \text{ K} \cdot 8,315 \text{ J/mol K}}$$

$\ast = 8,315 \text{ J/mol K}$

$$K_p = 96,2 \cdot \frac{10^{-3} \text{ Pa}^{-1}}{400 \cdot 8,315} = 2,89 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^{-1}$$

$$\underline{K_p = 2,89 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^{-1}}$$

d) $K = K_p \cdot \left(\frac{1}{P_0}\right)^{\Delta v}$, $P_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

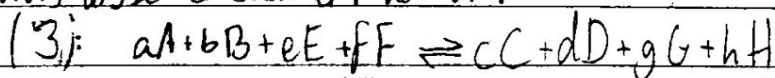
$\Delta v = \text{koeffisient prod} - \text{koeffisienter reaktanter} = 1 - 2 = -1$

$$K = 2,89 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^{-1} \cdot \left(\frac{1}{10^5 \text{ Pa}}\right)^{-1} = 2,89 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}^{-1} \cdot 10^5 \text{ Pa} = 2,89$$

$$\underline{K = 2,89}$$

8 a) Hvis vi har to rx i likevekt: (1) $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$
 (2) $eE + fF \rightleftharpoons gG + hH$

Hvis disse er summert har vi:



Definisjonen til K gir at K er produktet av aktivitetene til produktene opphøyd i koefisientene, delt på produktet av aktivitetene til reaktantene opphøyd i koefisientene. Vi får:

$$K_{(1)} = \frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b}, K_{(2)} = \frac{a_G^g \cdot a_H^h}{a_E^e \cdot a_F^f}, \text{ vi kan nå si at}$$

$$K_{(3)} = \frac{a_C^c \cdot a_D^d \cdot a_G^g \cdot a_H^h}{a_A^a \cdot a_B^b \cdot a_E^e \cdot a_F^f} = \frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b} \cdot \frac{a_G^g \cdot a_H^h}{a_E^e \cdot a_F^f} = K_{(1)} \cdot K_{(2)}$$

$$\underline{K_{(3)} = K_{(1)} \cdot K_{(2)}, \text{ Q.E.D.}}$$

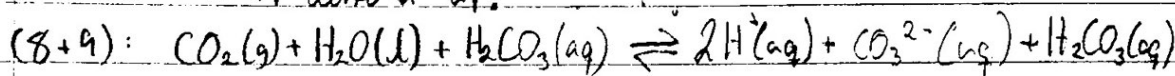
8b) Vi ser av likningene at $rx(4)$ er $2 \cdot rx(5)$,
 dette gir at $rx(4) = rx(5) + rx(5)$, fra a, vet
 vi at dette gir $K_4 = K_5 \cdot K_5 = K_5^2$
 $K_4 = K_5^2$

c) Først må vi ha et uttrykk for $rx(6)$ basert på $rx(7-10)$
 (6): $2NH_3(aq) + CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons 2NH_4^+ + CO_3^{2-}$

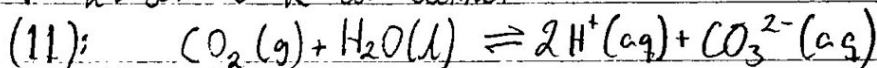
Startet med å se på $K_{(8+9)}$

$$K_{(8+9)} = K_9 \cdot K_8 = \frac{a_{H_2CO_3}}{a_{CO_2} \cdot a_{H_2O}} \cdot \frac{a_{H^+} \cdot a_{CO_3^{2-}}}{a_{H_2CO_3}} = \frac{a_{H^+} \cdot a_{CO_3^{2-}}}{a_{CO_2} \cdot a_{H_2O}}$$

Resultatet av dette er at:



vil ha samme K som denne:



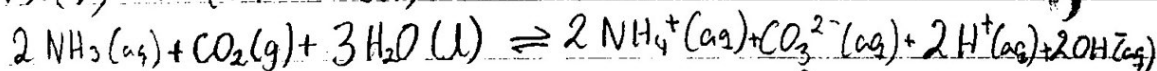
$$\Rightarrow K_{(11)} = K_{(8)} \cdot K_{(9)}$$

La oss finne en sum lik $rx(6)$

$rx(6)$: har $2NH_3 \Rightarrow 2 \cdot rx(7)$

har $CO_2 \Rightarrow rx(11)$

$rx(7) + rx(7) + rx(11)$:



for å fjerne de ekstra molekylene, trekker vi fra $2 \cdot rx(10)$

trekke fra er motsatt av sum $\Rightarrow$ vi deler på $K_{(10+10)} = K_{10}^2$

$$K_{(6)} = K_{(7)}^2 \cdot K_{(11)} / K_{(10)}^2 = K_{(7)}^2 \cdot K_{(8)} \cdot K_{(9)} / K_{(10)}^2$$

$$\underline{\underline{K_6 = \frac{K_{(7)}^2 \cdot K_{(8)} \cdot K_{(9)}}{K_{(10)}^2}}}$$

9) a) Siden vi vil ha mest mulig produkt ønsker vi et løsningsmiddel som inneholder mest mulig reaktanter og minst mulig produkter.

Velger derfor 100% etanol

b) I) H_2O inngår ikke i rx, den vil ikke forskyves

II) Vi får utfelling av $AgSCN \Rightarrow$ mindre $SCN \Rightarrow$ Den går mot venstre

III) Vi får utfelling av $Fe(OH)_3 \Rightarrow$ mindre $Fe^{3+} \Rightarrow$ Den går mot venstre

IV) Vi får tilført mer reaktant $\Rightarrow$ Den går mot høyre