



REPETITIONSKURS I

KEMI

LÖSNINGAR TILL
ÖVNINGSUPPGIFTER

Magnus Ehinger

Fullständiga lösningar till beräkningsuppgifterna

2. Kemins grunder

- 2.10 Vi antar att vi har 10 000 Li-atomer. Av dessa är då 742 st ${}^6\text{Li}$ och 9258 st ${}^7\text{Li}$.
Litiumatomens genomsnittliga massa ges av:

$$\frac{742 \cdot 6,0151\text{u} + 9258 \cdot 7,0160\text{u}}{10000} = 6,9417332\text{u} \approx 6,94\text{u}$$

3. Mol och stökiometri

- 3.1 a. $m_{\text{O}_2} = 16,0\text{u} + 16,0\text{u} = 32,0\text{u}$
 b. $m_{\text{NH}_3} = 14,0\text{u} + 1,008\text{u} \cdot 3 = 17,024\text{u} \approx 17,0\text{u}$
 c. $m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} = 12,0\text{u} \cdot 6 + 1,008\text{u} \cdot 12 + 16,0\text{u} \cdot 6 = 180,096\text{u} \approx 180\text{u}$
 d. $m_{\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}} = 14,0\text{u} + 1,008\text{u} \cdot 5 + 12,0\text{u} \cdot 2 + 16,0\text{u} \cdot 2 = 75,04\text{u} \approx 75,0\text{u}$
- 3.2 a. masshalten = $\frac{m_{\text{Ag}}}{m_{\text{AgCl}}} = \frac{107,9\text{u}}{107,9\text{u} + 35,5\text{u}} = 0,7524407 \approx 75,2\%$
 b. $m_{\text{Ag}} = 0,200\text{g} \cdot 0,7524407 = 0,1504881\text{g} \approx 0,150\text{g}$
- 3.3 a. $M_{\text{N}_2} = 14,0\text{g/mol} \cdot 2 = 28,0\text{g/mol}$
 b. $M_{\text{CH}_4} = 12,0\text{g/mol} + 1,008\text{g/mol} \cdot 4 = 16,032\text{g/mol} \approx 16,0\text{g/mol}$
 c. $M_{\text{CaSO}_4} = 40,1\text{g/mol} + 32,1\text{g/mol} + 16,0\text{g/mol} \cdot 4 = 136,2\text{g/mol} \approx 136\text{g/mol}$
 d. $M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 12,0\text{g/mol} \cdot 2 + 1,008\text{g/mol} \cdot 6 + 16,0\text{g/mol} = 46,048\text{g/mol} \approx 46,0\text{g/mol}$
- 3.4 Ekvation 3.6 ger att:
 a. $m = M \cdot n = 24,3\text{g/mol} \cdot 3,5\text{mol} = 85,05\text{g} \approx 85\text{g}$
 b. $m = M \cdot n = 18,016\text{g/mol} \cdot 3,5\text{mol} = 63,056\text{g} \approx 63\text{g}$
 c. $m = M \cdot n = (27,0 + (14,0 + 16,0 \cdot 3) \cdot 3)\text{g/mol} \cdot 3,5\text{mol} = 745,5\text{g} \approx 0,75\text{kg}$
 d. $m = M \cdot n = (12,0 \cdot 2 + 1,008 \cdot 4 + 16,0 \cdot 2)\text{g/mol} \cdot 3,5\text{mol} = 210,112\text{g} \approx 0,21\text{kg}$
- 3.5 Ekvation 3.6 ger att:
 a. $n = \frac{m}{M} = \frac{3,5\text{g}}{24,3\text{g/mol}} = 0,1440329\text{mol} \approx 0,14\text{ mol}$
 b. $n = \frac{m}{M} = \frac{3,5\text{g}}{(1,008 \cdot 2 + 16,0)\text{g/mol}} = 0,1942717\text{mol} \approx 0,19\text{ mol}$
 c. $n = \frac{m}{M} = \frac{3,5\text{g}}{(27,0 + (14,0 + 16,0 \cdot 3) \cdot 3)\text{g/mol}} = 0,0164319\text{mol} \approx 0,016\text{ mol}$
 d. $n = \frac{m}{M} = \frac{3,5\text{g}}{(12,0 \cdot 2 + 1,008 \cdot 4 + 16,0 \cdot 2)\text{g/mol}} = 0,0583022\text{mol} \approx 0,058\text{ mol}$

3.6 Antalet atomer = $n \cdot N_A$

a. $n \cdot N_A = 0,25 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol} = 1,5055 \cdot 10^{23} \approx 1,5 \cdot 10^{23}$

b. I varje molekyl $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{F}$ finns det 2 kolatomer.

$$2 \cdot n \cdot N_A = 2 \cdot 0,25 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol} = 3,011 \cdot 10^{23} \approx 3,0 \cdot 10^{23}$$

3.7 Ekvation 3.6 ger att:

a. $m_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2} = 0,25 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} = 4 \text{ g}$

b. I varje molekyl $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2\text{F}$ finns det 2 syreatomer. Därför blir massan syre

$$m_{\text{O}_2} = 2 \cdot n_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2} = 2 \cdot 0,25 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} = 8 \text{ g}$$

3.8 Anta att vi har 100 g av ämnet.

$$n_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} = \frac{26,7 \text{ g}}{12,0 \text{ g/mol}} = 2,225 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m_{\text{O}}}{M_{\text{O}}} = \frac{71,1 \text{ g}}{16,0 \text{ g/mol}} = 4,44375 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = \frac{m_{\text{H}}}{M_{\text{H}}} = \frac{2,20 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 2,1825397 \text{ mol}$$

Empirisk formel: CHO_2 .

$$M_{\text{CHO}_2} = (12,0 + 1,008 + 16,0 \cdot 2) \text{ g/mol} = 45,008 \text{ g/mol}$$

$$\frac{90 \text{ g/mol}}{45,008 \text{ g/mol}} \approx 2$$

Molekylformel: $(\text{CHO}_2)_2$ eller $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$.

3.9 a. $\frac{15,0 \text{ g}}{100 \text{ g} + 15 \text{ g}} = 0,1304347 \approx 13,0\%$

b. $\frac{15,0}{100} = 0,150 \approx 15,0\%$

c. $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{15,0 \text{ g}}{(23,0 + 35,5) \text{ g/mol} \cdot 0,100 \text{ dm}^3} = 2,5641026 \text{ mol/dm}^3 \approx 2,6 \text{ M}$

3.10 a. $c_{\text{CuCl}_2} = \frac{n_{\text{CuCl}_2}}{V} = \frac{m_{\text{CuCl}_2}}{M_{\text{CuCl}_2} \cdot V} = \frac{25,0 \text{ g}}{(63,5 + 35,5 \cdot 2) \text{ g/mol} \cdot 0,250 \text{ dm}^3} = 0,7434944 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,743 \text{ M}$

$$[\text{Cu}^{2+}] = c_{\text{CuCl}_2} = 0,743 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}^-] = 2 \cdot c_{\text{CuCl}_2} = 1,49 \text{ M}$$

$$b. \quad c_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = \frac{n_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2}}{V} = \frac{m_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2}}{M_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} \cdot V} = \frac{25,0\text{g}}{(24,3+(14,0+16,0 \cdot 3) \cdot 2)\text{g/mol} \cdot 0,250\text{dm}^3} = 0,6743088\text{mol/dm}^3 \approx 0,674\text{M}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = c_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = 0,674\text{M}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 2 \cdot c_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = 1,35\text{M}$$

$$c. \quad c_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = \frac{n_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}}{V} = \frac{m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}}{M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} \cdot V} = \frac{25,0\text{g}}{(27,0 \cdot 2 + (32,1 + 16,0 \cdot 4) \cdot 3)\text{g/mol} \cdot 0,250\text{dm}^3} = 0,2921414\text{mol/dm}^3 \approx 0,292\text{M}$$

$$[\text{Al}^{3+}] = 2 \cdot c_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,5842827\text{M} \approx 0,584\text{M}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 3 \cdot c_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0,8764241\text{M} \approx 0,876\text{M}$$

$$3.11 \quad a. \quad c_2 = \frac{0,500\text{M}}{4} = 0,125\text{M}$$

$$b. \quad c_2 = \frac{0,500\text{M}}{5} = 0,100\text{M}$$

$$c. \quad c_2 = \frac{c_1 V_1}{V_2} = \frac{0,500\text{M} \cdot 5\text{ml}}{50\text{ml}} = 0,050\text{M}$$

$$d. \quad c_2 = \frac{c_1 V_1}{V_2} = \frac{0,500\text{M} \cdot 0,012\text{dm}^3}{50\text{dm}^3} = 0,012\text{M}$$

3.12 Vi beräknar först hur stor substansmängd vi tar ut ur lösning A och B, och därefter dividerar vi den med den totala volymen.

$$n_{\text{Mn}^{+2}, A} = 0,200\text{mol/dm}^3 \cdot 0,015\text{dm}^3 = 0,003\text{mol}$$

$$n_{\text{Mn}^{+2}, B} = 0,300\text{mol/dm}^3 \cdot 0,045\text{dm}^3 = 0,0135\text{mol}$$

$$c_2 = \frac{n_{\text{tot}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{(0,003+0,0135)\text{mol}}{(0,015+0,045)\text{dm}^3} = 0,275\text{mol/dm}^3 = 0,275\text{M}$$

$$3.13 \quad c_{\text{tot}} = \frac{n_{\text{tot}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{n_A + n_B}{V_{\text{tot}}} = \frac{c_A V_A + c_B V_B}{V_{\text{tot}}}$$

Men eftersom $V_{\text{tot}} = V_A + V_B$ och $V_B = V_{\text{tot}} - V_A$ kan vi skriva att

$$c_{\text{tot}} = \frac{c_A V_A + c_B (V_{\text{tot}} - V_A)}{V_{\text{tot}}}$$

Nu kan vi lösa ut V_A :

$$c_{\text{tot}} V_{\text{tot}} = c_A V_A + c_B (V_{\text{tot}} - V_A)$$

$$c_{\text{tot}} V_{\text{tot}} = c_A V_A + c_B V_{\text{tot}} - c_B V_A$$

$$c_{\text{tot}} V_{\text{tot}} - c_B V_{\text{tot}} = c_A V_A - c_B V_A$$

$$c_{\text{tot}} V_{\text{tot}} - c_B V_{\text{tot}} = (c_A - c_B) V_A$$

$$\frac{c_{\text{tot}} V_{\text{tot}} - c_B V_{\text{tot}}}{c_A - c_B} = V_A$$

Och så sätter vi in värdena från uppgiften:

$$V_A = \frac{0,150M \cdot 0,100\text{dm}^3 - 0,100M \cdot 0,100\text{dm}^3}{(0,250 - 0,100)M} = 0,0333333\text{dm}^3 \approx 33,3\text{ml}$$

Till slut kan vi också räkna ut :

$$V_B = 100\text{ml} - 33,3\text{ml} = 66,7\text{ml}$$

$$3.15 \quad n_{\text{CaO}} = n_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} = \frac{127\text{g}}{(40,1 + 12,0 + 16,0 \cdot 3)\text{g/mol}} = 1,2687313 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CaO}} = n_{\text{CaO}} \cdot M_{\text{CaO}} = 1,2687313 \text{ mol} \cdot (40,1 + 16,0)\text{g/mol} = 71,175824\text{g} \approx 71,2\text{g}$$

3.16 Vi börjar med att beräkna hur mycket nickelmetall man skulle ha fått om utbytet hade varit 100%:

$$n_{\text{Ni}} = n_{\text{NiO}} = \frac{m_{\text{NiO}}}{M_{\text{NiO}}} = \frac{200000\text{g}}{(58,7 + 16,0)\text{g/mol}} = 2677,3762 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Ni}} = n_{\text{Ni}} \cdot M_{\text{Ni}} = 2677,3762 \text{ mol} \cdot 58,7\text{g/mol} = 157161,98\text{g}$$

Men man fick ju bara 121 kg vid reaktionen. Därför blir utbytet:

$$\frac{121000\text{g}}{157161,98\text{g}} = 0,7699063 \approx 77,0\%$$

3.17 Reaktionsformel: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$

Vi börjar med att räkna ut hur mycket Fe_3O_4 man har:

$$n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = \frac{m_{\text{Fe}_3\text{O}_4}}{M_{\text{Fe}_3\text{O}_4}} = \frac{500000\text{g}}{(55,8 \cdot 3 + 16,0 \cdot 4)\text{g/mol}} = 2160,7606 \text{ mol}$$

Reaktionsformeln säger att $n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} : n_{\text{Fe}} = 1 : 3$, och därför får vi att:

$$n_{\text{Fe}} = 3 \cdot n_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 3 \cdot 2160,7606 \text{ mol} = 6482,2818 \text{ mol}$$

och

$$m_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}} = 6482,2818 \text{ mol} \cdot 55,8\text{g/mol} = 361711,32\text{g}$$

Men utbytet är ju 85%. Då får vi:

$$m_{\text{Fe}} = 0,85 \cdot 361711,32\text{g} = 307454,62\text{g} \approx 307\text{kg}$$

3.18 a. $n_{\text{H}_2} = 2,00\text{mol}$

$$n_{\text{Br}_2} = \frac{m_{\text{Br}_2}}{M_{\text{Br}_2}} = \frac{400 \text{ g}}{79,9 \cdot 2\text{g/mol}} = 2,5031289 \text{ mol}$$

Reaktionsformeln ger att $n_{\text{H}_2} : n_{\text{Br}_2} = 1 : 1$. Därför behöver vi lika mycket H_2 som Br_2 – men det har vi inte! Vi ser att H_2 kommer att ta slut först. Därför är den begränsande.

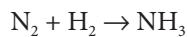
- b. Reaktionsformeln ger att $n_{\text{H}_2} : n_{\text{HBr}} = 1 : 2$. Därför blir

$$n_{\text{HBr}} = 2n_{\text{H}_2} = 2 \cdot 2,00 \text{ mol} = 4,00 \text{ mol}$$

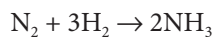
och

$$m_{\text{HBr}} = n_{\text{HBr}} \cdot M_{\text{HBr}} = 4,00 \text{ mol} \cdot (1,008 + 79,9) \text{ g/mol} = 323,632 \text{ g} \approx 324 \text{ g}$$

- 3.19 Vi börjar med att skriva reaktionsformeln:



Den balanseras till:



- a. Den balanserade reaktionsformeln ger att $n_{\text{N}_2} : n_{\text{H}_2} = 1 : 3$. Det betyder att vi behöver 3 gånger så många H_2 som N_2 . Men enligt uppgiften har vi bara 1,0 mol av vardera H_2 och N_2 . För att all N_2 ska reagera, skulle vi ha behövt 3,0 mol H_2 . Därför är vätgasen, H_2 , begränsande.

Den balanserade reaktionsformeln ger att $n_{\text{N}_2} : n_{\text{NH}_3} = 3 : 2$. Därför får vi att

$$n_{\text{NH}_3} = \frac{2}{3} \cdot n_{\text{H}_2} = \frac{2}{3} \cdot 1,00 \text{ mol} = 0,67 \text{ mol}$$

- b. Vi bestämmer den begränsande reaktanten.

$$n_{\text{N}_2} = \frac{m_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2}} = \frac{1,0 \text{ g}}{14,0 \cdot 2 \text{ g/mol}} = 0,00357143 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{1,0 \text{ g}}{1,008 \cdot 2 \text{ g/mol}} = 0,49603175 \text{ mol}$$

Vi ser att den här gången är det mängden N_2 som är begränsande. Nu kan vi beräkna den maximala massan NH_3 som kan bildas:

$$n_{\text{NH}_3} = 2n_{\text{N}_2} = 2 \cdot 0,00357143 \text{ mol} = 0,07142857 \text{ mol}$$

$$m_{\text{NH}_3} = n_{\text{NH}_3} \cdot M_{\text{NH}_3} = 0,07142857 \text{ mol} \cdot (14,0 + 1,008 \cdot 3) \text{ g/mol} = 1,216 \text{ g} \approx 1,2 \text{ g}$$

4. Gaser

- 4.1 a. $(-100+273,15)\text{K} = 173,15\text{K}$
 b. $(0+273,15)\text{K} = 273,15\text{K}$
 c. $(25+273,15)\text{K} = 298,15\text{K}$
 d. $(273+273,15)\text{K} = 546,15\text{K}$

$$4.3 \quad p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,25 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (25 + 273,15) \text{ K}}{0,025 \text{ m}^3} = 24788,191 \text{ N/m}^2 = 25 \text{ kPa}$$

$$4.4 \quad V = \frac{nRT}{p} = \frac{40,0 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (18,0 + 273,15) \text{ K}}{100000 \text{ N/m}^2} = 0,9682484 \text{ m}^3 \approx 0,968 \text{ m}^3$$

$$4.5 \quad T = \frac{pV}{nR} = \frac{101300 \text{ N/m}^2 \cdot 0,250 \text{ m}^3}{10,0 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 304,60669 \text{ K} \approx 305 \text{ K}$$

$$4.6 \quad \text{a.} \quad n = \frac{pV}{RT} = \frac{101300 \text{ N/m}^2 \cdot 0,00300 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273,15 \text{ K}} = 0,13381952 \text{ mol} \approx 0,134 \text{ mol}$$

$$\text{b.} \quad p = \frac{nRT}{V} = \frac{0,13381952 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (50 + 273,15) \text{ K}}{0,00050 \text{ m}^3} = 719057,55 \text{ N/m}^2 \approx 7,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$4.8 \quad \text{a.} \quad \rho_{\text{H}_2} = \frac{M_{\text{H}_2}}{V_m} = \frac{1,008 \cdot 2 \text{ g/mol}}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,08228571 \text{ g/dm}^3 \approx 0,0823 \text{ g/dm}^3$$

$$\text{b.} \quad \rho_{\text{N}_2} = \frac{M_{\text{N}_2}}{V_m} = \frac{14,0 \cdot 2 \text{ g/mol}}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 1,14285714 \text{ g/dm}^3 \approx 1,14 \text{ g/dm}^3$$

$$\text{c.} \quad \rho_{\text{Ne}} = \frac{M_{\text{Ne}}}{V_m} = \frac{20,2 \text{ g/mol}}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,82344898 \text{ g/dm}^3 \approx 0,823 \text{ g/dm}^3$$

$$\text{d.} \quad \rho_{\text{SF}_6} = \frac{M_{\text{SF}_6}}{V_m} = \frac{(32,1 + 19,0 \cdot 6) \text{ g/mol}}{24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 5,9632653 \text{ g/dm}^3 \approx 5,96 \text{ g/dm}^3$$

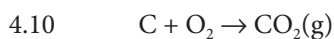
$$4.9 \quad pV = nRT \Leftrightarrow \frac{nR}{p} = \frac{V}{T}$$

Eftersom n , R och p är konstanta får vi att

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

och att

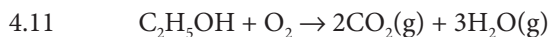
$$T_2 = \frac{V_2 \cdot T_1}{V_1} = \frac{500 \text{ ml} \cdot (27 + 273,15) \text{ K}}{350 \text{ ml}} = 428,78571 \text{ K} \approx 429 \text{ K}$$



$$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{5,12 \text{ g}}{12,0 \text{ g/mol}} = 0,4266666 \text{ mol}$$

$$n_{CO_2} = n_C = 0,4266666 \text{ mol}$$

$$V_{CO_2} = \frac{n_{CO_2} \cdot RT}{p} = \frac{0,4266666 \cdot 8,314 \cdot (22 + 273,15)}{104200} \text{ m}^3 = 0,0100478 \text{ m}^3 \approx 10 \text{ dm}^3$$

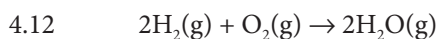


$$n_{C_2H_5OH} = \frac{m_{C_2H_5OH}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{\rho \cdot V_{C_2H_5OH}}{M_{C_2H_5OH}} = \frac{0,789 \text{ g/ml} \cdot 5,00 \text{ ml}}{(12 \cdot 2 + 1,008 \cdot 6 + 16,0) \text{ g/mol}} = 0,0856714 \text{ mol}$$

$$n_{\text{gas}} = (2+3) \cdot n_{C_2H_5OH} = 5 \cdot 0,0856714 \text{ mol} = 0,4283573 \text{ mol} \approx 0,428 \text{ mol}$$

$$p_{\text{tot}} = \frac{n_{\text{gas}} \cdot RT}{V} = \frac{0,4283573 \cdot 8,314 \cdot (100 + 273,15)}{0,00332} \text{ Pa} = 400277,91 \text{ Pa} \approx 400 \text{ kPa}$$

$$p_{H_2O} = \frac{3}{5} \cdot p_{\text{tot}} = \frac{3}{5} \cdot 400277,91 \text{ Pa} = 240166,75 \approx 240 \text{ kPa}$$



Molförhållande: 2:1:2

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} = \frac{1,00 \text{ g}}{16,0 \cdot 2 \text{ g/mol}} = 0,0625 \text{ mol}$$

$$n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{1,00 \text{ g}}{1,008 \cdot 2 \text{ g/mol}} = 0,4960317 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{H_2}}{n_{O_2}} = \frac{0,4960317 \text{ mol}}{0,0625 \text{ mol}} = 7,9365079 > \frac{2}{1}$$

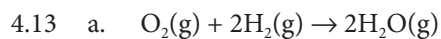
Eftersom det finns betydligt fler vätgasmolekyler än syrgasmolekyler, kommer syret att ta slut först. Alltså är O_2 begränsande.

Reaktionsformeln ger att

$$n_{H_2O} = 2n_{O_2} = 2 \cdot 0,0625 \text{ mol} = 0,125 \text{ mol}$$

	$2H_2(g)$	+ $O_2(g)$	\rightarrow	$2H_2O(g)$	
före reakt.	0,4960317	0,0625	0		mol
förändr.	$-2 \cdot 0,0625 = -0,125$	$-0,0625$	$+2 \cdot 0,0625 = 0,125$		mol
efter reakt.	$0,3710317 \approx 0,371$	0	0,125		mol

$$p = \frac{n_{\text{tot}} \cdot RT}{V} = \frac{(0,3710317 + 0,125) \cdot 8,314 \cdot 373}{0,00100} \text{ Pa} = 1538254,8 \text{ Pa} \approx 1,54 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$



b.
$$n_{\text{O}_2} = \frac{m_{\text{O}_2}}{M_{\text{O}_2}} = \frac{1,00\text{g}}{16,0 \cdot 2\text{g/mol}} = 0,03125 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{1,00\text{g}}{1,008 \cdot 2\text{g/mol}} = 0,49603175 \text{ mol}$$

Mängden O_2 är begränsande, eftersom $n_{\text{O}_2} < \frac{1}{2} n_{\text{H}_2}$

c. $n_{\text{H}_2\text{O}} = 2n_{\text{O}_2} = 2 \cdot 0,03125 \text{ mol} = 0,0625 \text{ mol}$

d. Eftersom all syrgas går åt i reaktionen, blir $n_{\text{O}_2} = 0$. Reaktionsformeln ger att $n_{\text{O}_2} : n_{\text{H}_2} = 1 : 2$. Vi kan beräkna den mängd H_2 som går åt i reaktionen:

$$n_{\text{H}_2, \text{förändring}} = -2n_{\text{O}_2} = -2 \cdot 0,03125 \text{ mol} = -0,0625 \text{ mol}$$

Mängden vätgas efter reaktion blir då:

$$n_{\text{H}_2, \text{efter reaktion}} = (0,49603175 - 0,0625) \text{ mol} = 0,43353175 \text{ mol} \approx 0,434 \text{ mol}$$

e.
$$p = \frac{n_{\text{tot}} RT}{V} = \frac{(n_{\text{O}_2} + n_{\text{H}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}}) RT}{V} =$$

$$= \frac{(0 + 0,43353175 + 0,0625) \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Nm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 373 \text{ K}}{0,00100 \text{ m}^3} = 1538254,96 \text{ N/m}^2 \approx 1,54 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

6. Termokemi

$$6.3 \quad \Delta H = -92 \text{ kJ} \cdot 2 = -184 \text{ kJ}$$

$$6.4 \quad \text{c.} \quad \Delta H_{\text{f, ClO}} = \frac{276 \text{ kJ}}{2} = +138 \text{ kJ}$$

$$6.5 \quad \text{a.} \quad n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{m_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}} = \frac{100 \text{ g}}{(14,0 + 1,008 \cdot 4 + 14,0 + 16,0 \cdot 3) \text{ g/mol}} = 1,2495002 \text{ mol} \approx 1,25 \text{ mol}$$

$$\text{b.} \quad q = n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \cdot \Delta H = 1,2495002 \cdot 26500 \text{ J} = 33111,7553 \text{ J} \approx 33,1 \text{ kJ}$$

$$\text{c.} \quad C = \frac{q}{m\Delta T} = \frac{33111,7553 \text{ J}}{(100 + 1000) \text{ g} \cdot 7,3 \text{ K}} = 4,1235063 \text{ J/g}\cdot\text{K} \approx 4,1 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$6.6 \quad \text{a.} \quad n_{\text{KOH}} = \frac{m_{\text{KOH}}}{M_{\text{KOH}}} = \frac{10,0 \text{ g}}{(39,1 + 16,0 + 1,008) \text{ g/mol}} = 0,17822704 \text{ mol} \approx 0,178 \text{ mol}$$

$$\text{b.} \quad q = Cm\Delta T = 4,1 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot (10,0 + 500) \text{ g} \cdot 4,7 \text{ K} = 9827,7 \text{ J} \approx 9,83 \text{ kJ}$$

$$\text{c.} \quad \frac{q}{n_{\text{KOH}}} = \frac{9827,7 \text{ J}}{0,17822704 \text{ mol}} = 55141,259 \text{ J/mol} \Rightarrow \Delta H = 55141,259 \text{ kJ} \approx 55,1 \text{ kJ}$$

$$6.7 \quad \text{a.} \quad n_{\text{Zn(NO}_3)_2} = \frac{m_{\text{Zn(NO}_3)_2}}{M_{\text{Zn(NO}_3)_2}} = \frac{15 \text{ g}}{(65,4 + (14,0 + 16,0 \cdot 3) \cdot 2) \text{ g/mol}} = 0,079174657 \text{ mol} \approx 0,0792 \text{ mol}$$

$$\text{b.} \quad q = n_{\text{Zn(NO}_3)_2} \cdot \Delta H = 0,079174657 \cdot 83,9 \text{ kJ} = 6,64466737 \text{ kJ} \approx 6,64 \text{ kJ}$$

$$\text{c.} \quad \Delta T = \frac{q}{Cm} = \frac{6644,66737 \text{ J}}{4,1 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot (15 + 250) \text{ g}} = 6,11566256 \text{ K}$$

$$T = 22,0^\circ\text{C} + 6,11566256^\circ\text{C} = 28,11566256^\circ\text{C} \approx 28,1^\circ\text{C}$$

$$6.8 \quad m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{q}{C\Delta T} \quad \text{och} \quad q = m_{\text{Csl}} \Delta H. \quad \text{Vi får då att}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{Csl}} \Delta H}{C\Delta T} \quad \text{och att} \quad m_{\text{Csl}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} C \Delta T}{\Delta H} = \frac{100 \cdot 4,1 \cdot 5,0}{33200} \text{ g} = 0,0617469 \text{ g} \approx 617 \text{ mg}$$

$$6.9 \quad q = n\Delta H_{\text{c, H}_2} = 15 \text{ mol} \cdot 285,8 \text{ kJ/mol} = 4287 \text{ kJ} \approx 4,3 \text{ MJ}$$

$$6.10 \quad q = n\Delta H_{\text{c, C}_2\text{H}_2} = \frac{m}{M} \Delta H_{\text{c, C}_2\text{H}_2} = \frac{15 \text{ g}}{(12,0 \cdot 2 + 1,008 \cdot 2) \text{ g/mol}} \cdot 1299 \text{ kJ/mol} = 748,96218 \text{ kJ} \approx 0,75 \text{ MJ}$$

$$6.11 \quad q = n\Delta H_{\text{c, CH}_3\text{OH}}$$

$$n = \frac{q}{\Delta H_{\text{c, CH}_3\text{OH}}} = \frac{1000 \text{ kJ}}{715,0 \text{ kJ/mol}} = 1,3986014 \text{ mol} \approx 1,399 \text{ mol}$$

$$6.12 \quad q = n\Delta H_{\text{c, C}_8\text{H}_{18}} = \frac{m}{M} \Delta H_{\text{c, C}_8\text{H}_{18}}$$

$$m = \frac{qM}{\Delta H_{\text{c, C}_8\text{H}_{18}}} = \frac{1500\text{kJ} \cdot (12,0 \cdot 8 + 1,008 \cdot 18)\text{g/mol}}{5512 \text{ kJ/mol}} = 31,062409\text{g} \approx 31,06\text{g}$$

6.13 Vi räknar ut den värmemängd som måste föras till vattnet för att värma det:

$$q = Cm_{\text{H}_2\text{O}}\Delta T = 4,18 \text{ J/gK} \cdot 1000\text{g} \cdot (100-25,0)\text{K} = 313,500\text{kJ}$$

Denna värmemängd måste bildas när propanet förbränns:

$$q = n\Delta H_{\text{c, C}_3\text{H}_8} = \frac{m}{M} \Delta H_{\text{c, C}_3\text{H}_8}$$

$$m = \frac{qM}{\Delta H_{\text{c, C}_3\text{H}_8}} = \frac{313,500\text{kJ} \cdot (12,0 \cdot 3 + 1,008 \cdot 8)\text{g/mol}}{2220\text{kJ/mol}} = 6,2225514\text{g} \approx 6,22\text{g}$$

6.14 Vi räknar ut den värmemängd som måste föras till vattnet för att värma det:

$$q = Cm_{\text{H}_2\text{O}}\Delta T = 4,18 \text{ J/gK} \cdot 250\text{g} \cdot (100-15,0)\text{K} = 88,825\text{kJ}$$

Denna värmemängd måste bildas när veden förbränns:

$$m_{\text{ved}} = \frac{88,825\text{kJ}}{8,3\text{kJ/g}} = 10,701807\text{g} \approx 11\text{g}$$

6.15 Det bildas 2 mol NO i reaktionen. Därför blir ΔH för reaktionen $2 \cdot 90\text{kJ} = 180\text{kJ}$

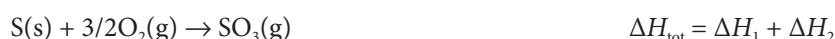
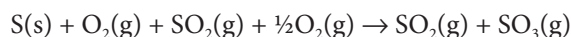
$$6.16 \quad \Delta H = 2 \cdot (-46)\text{kJ} = -92\text{kJ}$$

6.17 Eftersom reaktionen är det omvända mot bildningen av H_2O , blir ΔH för reaktionen samma som för bildningsentalpin, men med omvänt tecken.

$$\Delta H = +286\text{kJ}$$

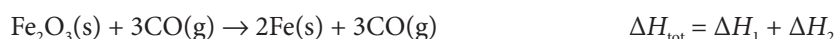
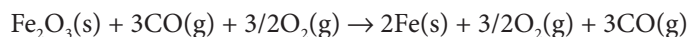
$$6.18 \quad \Delta H = 2 \cdot (-26)\text{kJ} = -52\text{kJ}$$

6.19 Om vi lägger ihop delreaktionerna som anges i uppgiften får vi:



$$\Delta H_{\text{tot}} = -298\text{kJ} + (-97\text{kJ}) = -395\text{kJ}$$

- 6.20 Vi använder oss av delreaktionerna som anges i uppgiften, och lägger samman dem. Lagg märke till att den andra reaktionen har multiplicerats med 3.



$$\Delta H_{\text{tot}} = 822\text{kJ} + 3 \cdot (-284\text{kJ}) = -30\text{kJ}$$

- 6.21 a. Eftersom det går från sammanlagt fyra partiklar före reaktion till fem partiklar efter reaktion, så ökar oordningen, d.v.s. $\Delta S > 0$.
- b. Eftersom det går från en fast partikel före reaktion till två lösta partiklar efter reaktion, så ökar oordningen, d.v.s. $\Delta S > 0$.
- c. Eftersom det går från sammanlagt tolv partiklar i gasform före reaktion till sammanlagt sju partiklar efter reaktion, så minskar oordningen, d.v.s. $\Delta S < 0$.
- d. Eftersom det går från sammanlagt tre partiklar före reaktion till en partikel efter reaktion, så minskar oordningen, d.v.s. $\Delta S < 0$.

- 6.22 a. $\Delta H < 0$ och $\Delta S > 0$. Vi utvärderar ekvation 6.12:

$$\Delta G = \underbrace{\Delta H}_{<0} - T \underbrace{\Delta S}_{>0}$$

$$\underbrace{\quad}_{<0}$$

Eftersom $\Delta G < 0$ för alla T är reaktionen alltid spontan.

- b. $\Delta H < 0$ och $\Delta S < 0$. Vi utvärderar ekvation 6.12:

$$\Delta G = \underbrace{\Delta H}_{<0} - T \underbrace{\Delta S}_{<0}$$

$$\underbrace{\quad}_{>0}$$

$$\begin{array}{l} <0 \text{ vid låga } T \\ >0 \text{ vid höga } T \end{array}$$

Eftersom $\Delta G > 0$ vid höga T är reaktionen inte spontan om temperaturen är för hög.

- c. $\Delta H > 0$ och $\Delta S < 0$. Vi utvärderar ekvation 6.12:

$$\Delta G = \underbrace{\Delta H}_{>0} - T \underbrace{\Delta S}_{<0}$$

$$\underbrace{\quad}_{>0}$$

$$\underbrace{\quad}_{<0}$$

Eftersom $\Delta G > 0$ för alla T är reaktionen aldrig spontan. (För att reaktionen, som är fotosyntesreaktionen, ska ske krävs ständig tillförsel av energi i form av solljus.)

- d. $\Delta H > 0$ och $\Delta S > 0$. Vi utvärderar ekvation 6.12:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

>0	$-$	>0
>0	$-$	>0
<0	$-$	<0
<0 vid höga T	$-$	>0 vid låga T

Eftersom $\Delta G > 0$ vid låga T kan reaktionen inte ske vid alltför låga temperaturer.

- e. $\Delta H < 0$ och $\Delta S > 0$. Vi utvärderar ekvation 6.12:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

<0	$-$	>0
<0	$-$	<0
<0	$-$	<0

Eftersom $\Delta G < 0$ vid alla T är reaktionen alltid spontan.

- f. $\Delta H > 0$ och $\Delta S < 0$. Vi utvärderar ekvation 6.12:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

>0	$-$	<0
>0	$-$	>0
>0	$-$	>0

Eftersom $\Delta G > 0$ vid alla T är reaktionen aldrig spontan.

7. Kemisk jämvikt

$$7.9 \quad K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \Leftrightarrow [\text{I}_2] = \frac{[\text{HI}]^2}{K \cdot [\text{H}_2]} = \frac{(1,33 \text{ M})^2}{49 \cdot 0,0200 \text{ M}} = 1,805 \text{ M} \approx 1,8 \text{ M}$$

$$7.10 \quad K = \frac{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]} \Leftrightarrow$$

$$[\text{H}_2]^3 = \frac{K \cdot [\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}]} \Rightarrow$$

$$[\text{H}_2] = \sqrt[3]{\frac{K \cdot [\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}]}} = \sqrt[3]{\frac{3,17 \cdot 10^{-5} \text{ M}^2 \cdot 0,200 \text{ M} \cdot 0,150 \text{ M}}{1,37 \cdot 10^{-2} \text{ M}}} = 0,0410979 \text{ M} \approx 0,0411 \text{ M}$$

7.14 Reaktionsformeln säger oss att för varje mol HI som går åt, bildas $\frac{1}{2}$ mol H_2 och $\frac{1}{2}$ mol I_2 .

	[HI]	[H ₂]	[I ₂]	
före jämvikt	2,00	0	0	M
ändring	-x	$+\frac{1}{2}x$	$+\frac{1}{2}x$	M
vid jämvikt	2,00-x	$\frac{1}{2}x$	$\frac{1}{2}x$	M

$$K = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$$

Vi sätter in värdena och löser ut x:

$$1,36 \cdot 10^{-3} = \frac{\frac{1}{2}x \cdot \frac{1}{2}x}{(2,00-x)^2}$$

$$1,36 \cdot 10^{-3} = \frac{\left(\frac{1}{2}x\right)^2}{(2,00-2x)^2}$$

$$\sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{1}{2}x\right)^2}{(2,00-2x)^2}} = \frac{\frac{1}{2}x}{2,00-2x}$$

$$\sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} \cdot (2,00-2x) = \frac{1}{2}x$$

$$2,00 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} - 2 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} \cdot x = \frac{1}{2}x$$

$$2,00 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} \cdot x + \frac{1}{2}x = \left(2 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2}\right)x$$

$$\frac{2,00 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}}}{2 \cdot \sqrt{1,36 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2}} = x = 0,1285499$$

Nu kan vi räkna ut $[\text{H}_2]$:

$$[\text{H}_2] = \frac{1}{2}x = \frac{1}{2} \cdot 0,1285499 \text{ M} = 0,0642749 \text{ M} \approx 0,0643 \text{ M}$$

$$7.15 \quad a. \quad Q = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]} = \frac{1,00\text{M} \cdot 1,00\text{M}}{1,00\text{M} \cdot 1,00\text{M}} = 1 < 1,7 = K$$

Eftersom $Q < K$ kommer reaktionen att gå åt höger.

- b. Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	[CO ₂]	[H ₂]	[H ₂ O]	[CO]	
före jämvikt	1,00	1,00	1,00	1,00	M
ändring	-x	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	1,00-x	1,00-x	1,00+x	1,00+x	M

$$K = \frac{[\text{H}_2\text{O}][\text{CO}]}{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}$$

Vi sätter in värdena och löser ut x :

$$1,7 = \frac{(1,00+x)(1,00+x)}{(1,00-x)(1,00-x)} = \frac{(1,00+x)^2}{(1,00-x)^2}$$

$$\sqrt{1,7} = \frac{(1,00+x)}{(1,00-x)}$$

$$\sqrt{1,7} \cdot (1,00-x) = 1,00+x$$

$$\sqrt{1,7} - \sqrt{1,7} \cdot x = 1,00+x$$

$$\sqrt{1,7} - 1,00 = x + \sqrt{1,7} \cdot x = (1 + \sqrt{1,7})x$$

$$x = \frac{\sqrt{1,7} - 1,00}{1 + \sqrt{1,7}} = 0,1318843$$

Gasernas koncentration vid jämvikt:

$$[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = (1,00 - 0,1318843)\text{M} = 0,8681156\text{M} \approx 0,87\text{M}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = [\text{CO}] = (1,00 + 0,1318843)\text{M} = 1,1318843\text{M} \approx 1,1\text{M}$$

$$7.16 \quad a. \quad K = \frac{[\text{NO}]^2}{[\text{O}_2][\text{N}_2]} = \frac{(0,22\text{M})^2}{0,50\text{M} \cdot 1,0\text{M}} = 0,0968 \approx 0,097$$

- b. Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	[O ₂]	[N ₂]	[NO]	
före jämvikt	0,50 + 0,50	1,0	0,22	M
ändring	-x	-x	+2x	M
vid jämvikt	1,0-x	1,0-x	0,22+2x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x :

$$\begin{aligned}
 0,0968 &= \frac{(0,22+2x)^2}{(1,0-x)(1,0-x)} = \frac{(0,22+2x)^2}{(1,0-x)^2} \\
 \sqrt{0,0968} &= \sqrt{\frac{(0,22+2x)^2}{(1,0-x)^2}} = \frac{0,22+2x}{1,0-x} \\
 \sqrt{0,0968} \cdot (1,0-x) &= 0,22+2x \\
 \sqrt{0,0968} - \sqrt{0,0968} \cdot x &= 0,22+2x \\
 \sqrt{0,0968} - 0,22 &= 2x + \sqrt{0,0968} \cdot x \\
 \sqrt{0,0968} - 0,22 &= (2 + \sqrt{0,0968})x \\
 x &= \frac{\sqrt{0,0968} - 0,22}{(2 + \sqrt{0,0968})} = 0,0394296
 \end{aligned}$$

Vi beräknar koncentrationerna på de ingående gaserna:

$$\begin{aligned}
 [\text{O}_2] &= [\text{N}_2] = (1,0 - 0,0394296)\text{M} = 0,9605703\text{M} \approx 0,96\text{M} \\
 [\text{NO}] &= (0,22 + 2 \cdot 0,0394296)\text{M} = 0,2988593\text{M} \approx 0,30\text{M}
 \end{aligned}$$

- c. Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	[O ₂]	[N ₂]	[NO]	
före jämvikt	0,50 + 1,5	1,0	0,22	M
ändring	-x	-x	-2x	M
vid jämvikt	2,0-x	1,0-x	0,22+2x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x :

$$0,0968 = \frac{(0,22+2x)^2}{(2,0-x)(1,0-x)}$$

Den här ekvationen kan vi inte lösa så lätt som att dra roten ur båda leden och sedan lösa ut x . Istället måste vi använda kvadreringsreglerna och utföra alla multiplikationer, för att till sist använda den generella lösningen till en andragradsekvation för att lösa ut x .

$$\begin{aligned}
 0,0968 &= \frac{(0,22+2x)^2}{(2,0-x)(1,0-x)} \\
 0,0968 &= \frac{0,22^2 + 2 \cdot 0,22 \cdot 2x + (2x)^2}{2,0 - 2,0x - x + x^2} = \frac{0,0484 + 0,88x + 4x^2}{2 - 3x + x^2} \\
 0,0968(2 - 3x + x^2) &= 0,0484 + 0,88x + 4x^2 \\
 0,1936 - 0,2904x + 0,0968x^2 &= 0,0484 + 0,88x + 4x^2 \\
 0,1452 - 1,1704x - 3,9032x^2 &= 0 \\
 x^2 + \frac{1,1704}{3,9032}x + \frac{0,1452}{-3,9032} &= 0 \\
 x &= -\frac{1,1704}{3,9032 \cdot 2} + \sqrt{\left(\frac{1,1704}{3,9032 \cdot 2}\right)^2 - \frac{0,1452}{-3,9032}} = 0,094364
 \end{aligned}$$

Vi beräknar koncentrationerna på de ingående gaserna:

$$\begin{aligned}
 [\text{O}_2] &= (2,0 - 0,094364)\text{M} = 1,905636\text{M} \approx 1,9\text{M} \\
 [\text{N}_2] &= (1,0 - 0,094364)\text{M} = 0,9056359\text{M} \approx 0,91\text{M} \\
 [\text{NO}] &= (0,22 + 2 \cdot 0,094364)\text{M} = 0,408728\text{M} \approx 0,41\text{M}
 \end{aligned}$$

8. Syror och baser



Reaktionsformeln säger att molförhållandet $\text{HNO}_3:\text{NaOH} = 1:1$.

Först räknar vi ut hur stor substansmängd HNO_3 som finns i bägaren (ekvation 3.7):

$$n_{\text{HNO}_3} = c_{\text{HNO}_3} V_{\text{HNO}_3} = 0,200 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0500 \text{ dm}^3 = 0,0100 \text{ mol}$$

a. Eftersom $\text{HNO}_3:\text{NaOH} = 1:1$ blir $n_{\text{NaOH}} = n_{\text{HNO}_3} = 0,0100 \text{ mol}$.

b.
$$V_{\text{NaOH}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{c_{\text{NaOH}}} = \frac{0,0100 \text{ mol}}{2,5 \text{ mol/dm}^3} = 0,0040 \text{ dm}^3 = 4,0 \text{ ml}$$

c.
$$m_{\text{NaOH}} = n_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = 0,0100 \text{ mol} \cdot (23,0 + 16,0 + 1,008) \text{ g/mol} = 0,40008 \text{ g} \approx 0,400 \text{ g}$$



Reaktionsformeln säger att molförhållandet $\text{HNO}_3:\text{NaOH} = 1:1$.

$$n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 0,200 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0523 \text{ dm}^3 = 0,01046 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{HCl}}$$

$$c_{\text{NaOH}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{0,01046 \text{ mol}}{0,0250 \text{ dm}^3} = 0,4184 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,418 \text{ M}$$



b. Reaktionsformeln säger att molförhållandet $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{NaOH} = 1:2$.

$$n_{\text{NaOH}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0268 \text{ dm}^3 = 0,0067 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} n_{\text{NaOH}} = \frac{1}{2} \cdot 0,0067 \text{ mol} = 0,00335 \text{ mol}$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{0,00335 \text{ mol}}{0,0200 \text{ dm}^3} = 0,1675 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,168 \text{ M}$$

8.12 c. $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(2,5 \cdot 10^{-7}) = 6,60206 < 7$

Alltså är lösningen sur.

d. Eftersom $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ är lösningen basisk.

8.13 a. $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,00} \text{ M} = 0,010 \text{ M}$

b. Eftersom HCl är en stark syra, är den fullständigt protolyserad.

$$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- \text{. Molförhållandet } \text{HCl}:\text{H}_3\text{O}^+ = 1:1 \text{. Alltså är } [\text{H}_3\text{O}^+] = c_{\text{HCl}} = 0,25 \text{ M}$$

c. H_2SO_4 är en stark syra. I svaga lösningar är båda vätejonerna protolyserade. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$. Molförhållandet $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_3\text{O}^+ = 1:2$. Alltså är $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 3,00 \cdot 10^{-4} \text{ M} = 6,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

- 8.14 a. $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(3,97 \cdot 10^{-11}) = 10,401209 \approx 10,40$
- b. Eftersom HCl är en stark syra, är den fullständigt protolyserad.
 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$. Molförhållandet $\text{HCl}:\text{H}_3\text{O}^+ = 1:1$. Alltså är $[\text{H}_3\text{O}^+] = c_{\text{HCl}} = 0,25\text{M}$
 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,25 = 0,6020599 \approx 0,60$
- c. H_2SO_4 är en stark syra. I svaga lösningar är båda vätejonerna protolyserade. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$.
 Molförhållandet $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_3\text{O}^+ = 1:2$. Alltså är $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 3,00 \cdot 10^{-4}\text{M} = 6,00 \cdot 10^{-4}\text{M}$
 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(6,00 \cdot 10^{-4}) = 3,2218487 \approx 3,22$

- 8.15 c. Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{HC}_2\text{O}_4^-]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$	
före jämvikt	0,0100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,0100-x	x	x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x:

$$5,1 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,0100 - x}$$

$$5,1 \cdot 10^{-5} (0,0100 - x) = x^2$$

$$5,1 \cdot 10^{-7} - 5,1 \cdot 10^{-5}x = x^2$$

$$x^2 + 5,1 \cdot 10^{-5}x - 5,1 \cdot 10^{-7} = 0$$

$$x = -\frac{5,1 \cdot 10^{-5}}{2} + \sqrt{\left(\frac{5,1 \cdot 10^{-5}}{2}\right)^2 + 5,1 \cdot 10^{-7}} = 6,89097 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6,89 \cdot 10^{-4}\text{M}$$

- 8.17 $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{COO}^-] = 10^{-\text{pH}}\text{M} = 10^{-2,292}\text{M}$$

Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{HCOOH}]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{COO}^-]$	
före jämvikt	0,150	0	0	M
ändring	- $10^{-2,292}$	+ $10^{-2,292}$	+ $10^{-2,292}$	M
vid jämvikt	$0,150 - 10^{-2,292}$	$10^{-2,292}$	$10^{-2,292}$	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och räknar först ut K_a och sedan $\text{p}K_a$.

$$K_a = \frac{10^{-2,292}\text{M} \cdot 10^{-2,292}\text{M}}{(0,150 - 10^{-2,292})\text{M}} = 1,79865 \cdot 10^{-4}\text{M}$$

$$\text{p}K_a = -\log K_a = -\log(1,79865 \cdot 10^{-4}) = 3,7450532$$



$$K_a = 10^{-\text{p}K_a} \text{M} = 10^{-4,19} \text{M}$$

Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]$	
före jämvikt	0,350	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,350-x	x	x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x:

$$10^{-4,19} = \frac{x \cdot x}{0,350 - x}$$

$$10^{-4,19}(0,350 - x) = x^2$$

$$10^{-4,19} \cdot 0,350 - 10^{-4,19}x = x^2$$

$$x^2 + 10^{-4,19}x - 10^{-4,19} \cdot 0,350 = 0$$

$$x = -\frac{10^{-4,19}}{2} + \sqrt{\left(\frac{10^{-4,19}}{2}\right)^2 + 10^{-4,19} \cdot 0,350} = 0,00472155 = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0,00473155 = 2,32592 \approx 2,33$$

8.19 c. Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{NH}_3]$	$[\text{NH}_4^+]$	$[\text{OH}^-]$	
före jämvikt	0,125	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,125-x	x	x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x:

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,125 - x}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5}(0,125 - x) = x^2$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,125 - 1,8 \cdot 10^{-5}x = x^2$$

$$x^2 + 1,8 \cdot 10^{-5}x - 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,125 = 0$$

$$x = -\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{2} + \sqrt{\left(\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{2}\right)^2 + 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,125} = 0,00149102 \approx 1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

- 8.20 c. Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

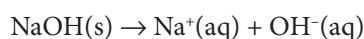
	$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2]$	$[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+]$	$[\text{OH}^-]$	
före jämvikt	0,750	0	0	M
ändring	$0,750 - 0,0202$	$+ 0,0202$	$+ 0,0202$	M
vid jämvikt	0,7298	0,0202	0,0202	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och räknar ut K_b :

$$K_b = \frac{0,0202 \text{ M} \cdot 0,0202 \text{ M}}{0,7298 \text{ M}} = 5,59112 \cdot 10^{-4} \text{ M} \approx 5,6 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

- 8.21 a. $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,25} \text{ M} = 5,62341 \cdot 10^{-3} \text{ M} \approx 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
 b. $\text{pOH} = \text{p}K_w - \text{pH} = 14,00 - 2,25 = 11,75$
 c. $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} \text{ M} = 10^{-11,75} = 1,77827 \cdot 10^{-12} \text{ M} \approx 1,78 \cdot 10^{-12} \text{ M}$
- 8.22 a. Syran protolyseras enligt $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$. Eftersom syran är stark, protolyseras den fullständigt och $[\text{H}^+] = 2,0 \text{ M}$.
 b. $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 2,0 = -0,30103 \approx -0,30$
 c. $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14,00} \text{ M}^2}{2,0 \text{ M}} = 5,0 \cdot 10^{-15,00} \text{ M}$
 d. $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(5,0 \cdot 10^{-15}) = 14,30103 \approx 14,30$
- 8.23 a. $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(7,25 \cdot 10^{-5}) = 4,139662 \approx 4,140$
 b. $\text{pH} = \text{p}K_w - \text{pOH} = 14,00 - 4,139662 = 9,860338 \approx 9,860$
 c. $[\text{H}^+] = 10^{-9,860338} \text{ M} = 1,37931 \cdot 10^{-10} \text{ M} \approx 1,38 \cdot 10^{-10} \text{ M}$

- 8.24 Natriumhydroxiden löses enligt följande reaktion:



$$c_{\text{NaOH}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{m_{\text{NaOH}} / M_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{2,50 \text{ g} / (23,0 + 16,0 + 1,008) \text{ g/mol}}{0,100 \text{ dm}^3} = 0,624875 \text{ mol/dm}^3$$

- a. Eftersom molförhållandet $\text{NaOH}:\text{OH}^- = 1:1$ blir $[\text{OH}^-] = c_{\text{NaOH}} \approx 0,625 \text{ M}$
 b. $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 0,624875 = 0,2042068 \approx 0,204$
 c. $[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14,00} \text{ M}^2}{0,624875 \text{ M}} = 1,60032 \cdot 10^{-14} \text{ M} \approx 1,60 \cdot 10^{-14,00} \text{ M}$
 d. $\text{pH} = \text{p}K_w - \text{pOH} = 14,00 - 0,2042068 = 13,795793 \approx 13,796$

- 8.25 a. Syran protolyseras enligt $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$. Eftersom syran är stark, protolyseras den fullständigt och $[\text{H}^+] = 2,0\text{M}$.
- b. $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 2,0 = -0,30103 \approx -0,30$
- c. $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{0,69 \cdot 10^{-14,00}\text{M}^2}{2,0\text{M}} = 3,45 \cdot 10^{-15,00}\text{M}$
- d. $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(3,45 \cdot 10^{-15}) = 14,462181 \approx 14,46$

- 8.26 I en neutral lösning är $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$. Ekvation 8.45 ger att:

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Eftersom $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ kan vi sätta båda till x och skriva:

$$K_w = x \cdot x$$

$$9,2 \cdot 10^{-14}\text{M}^2 = x^2$$

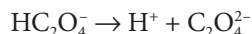
$$x = \sqrt{9,2 \cdot 10^{-14}\text{M}^2} = 3,03315 \cdot 10^{-7}\text{M} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(3,03315 \cdot 10^{-7}) = 6,5181061 \approx 6,52$$

- 8.29 a. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14,00}\text{M}^2}{2,2 \cdot 10^{-8}\text{M}} = 4,54545 \cdot 10^{-7}\text{M} \approx 4,5 \cdot 10^{-7}\text{M}$
- b. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14,00}\text{M}^2}{1,9 \cdot 10^{-10}\text{M}} = 5,26315 \cdot 10^{-5}\text{M} \approx 5,3 \cdot 10^{-5}\text{M}$
- c. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14,00}\text{M}^2}{2,0 \cdot 10^{-5}\text{M}} = 5,0 \cdot 10^{-10}\text{M}$
- d. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14,00}\text{M}^2}{7,5 \cdot 10^{-10}\text{M}} = 1,33333 \cdot 10^{-5}\text{M} \approx 1,3 \cdot 10^{-5}\text{M}$
- e. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14,00}\text{M}^2}{1,8 \cdot 10^{-5}\text{M}} = 5,55555 \cdot 10^{-10}\text{M} \approx 5,6 \cdot 10^{-10}\text{M}$

- 8.30 a. $\text{p}K_b = \text{p}K_w - \text{p}K_a = \text{p}K_w - (-\log(K_a)) = 14,00 - (-\log(1,0 \cdot 10^{-2})) = 12,00$
- b. $\text{p}K_b = \text{p}K_w - \text{p}K_a = \text{p}K_w - (-\log(K_a)) = 14,00 - (-\log(1,2 \cdot 10^{-13})) = 1,0791813 \approx 1,08$
- c. $\text{p}K_b = \text{p}K_w - \text{p}K_a = \text{p}K_w - (-\log(K_a)) = 14,00 - (-\log(5,8 \cdot 10^{-10})) = 4,763428 \approx 4,76$
- d. $\text{p}K_b = \text{p}K_w - \text{p}K_a = \text{p}K_w - (-\log(K_a)) = 14,00 - (-\log(5,6 \cdot 10^{-10})) = 4,748188 \approx 4,75$
- e. $\text{p}K_b = \text{p}K_w - \text{p}K_a = \text{p}K_w - (-\log(K_a)) = 14,00 - (-\log(4,4 \cdot 10^{-13})) = 1,6434527 \approx 1,64$

- 8.31 a. Eftersom K_a -värdet anges i uppgiften, ställer vi upp protolysreaktionen som en syra som protolyseras:



Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{HC}_2\text{O}_4^-]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$	
före protolys	0,100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,100-x	x	x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}$$

$$5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M} = \frac{x \cdot x}{0,100 \text{ M} - x}$$

$$5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}(0,100 \text{ M} - x) = x^2$$

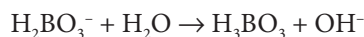
$$5,1 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2 - 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}x = x^2$$

$$x^2 + 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}x - 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2 = 0$$

$$x = -\frac{5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}}{2} + \sqrt{\left(\frac{5,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}}{2}\right)^2 + 5,1 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2} = 2,23296 \cdot 10^{-3} \text{ M} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2,23296 \cdot 10^{-3}) = 2,6511187 \approx 2,65$$

- b. Eftersom K_b -värdet anges i uppgiften, ställer vi upp reaktionen som en basreaktion:



Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{H}_2\text{BO}_3^-]$	$[\text{H}_3\text{BO}_3]$	$[\text{OH}^-]$	
före protolys	0,100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,10-x	x	x	M

Vi sätter in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x:

$$K_b = \frac{[\text{H}_3\text{BO}_3][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{BO}_3^-]}$$

$$1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M} = \frac{x \cdot x}{0,100 \text{ M} - x}$$

$$1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M}(0,100 \text{ M} - x) = x^2$$

$$1,7 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2 - 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot x = x^2$$

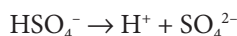
$$x^2 + 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot x - 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2 = 0$$

$$x = -\frac{1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M}}{2} + \sqrt{\left(\frac{1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M}}{2}\right)^2 + 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2} = 1,29601 \cdot 10^{-3} \text{ M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(1,29601 \cdot 10^{-3}) = 2,8873903$$

$$\text{pH} = 14,00 - 2,8873903 \approx 11,11$$

- c. Eftersom K_a -värdet anges i uppgiften, ställer vi upp protolysreaktionen som en syra som protolyseras:



Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{HSO}_4^-]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{SO}_4^{2-}]$	
före protolys	0,100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,100-x	x	x	M

Vi sätter vi in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x :

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{HSO}_4^-]}$$

$$0,0100\text{M} = \frac{x \cdot x}{0,100\text{M} - x}$$

$$0,0100\text{M}(0,100\text{M} - x) = x^2$$

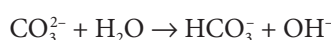
$$0,00100\text{M}^2 - 0,0100\text{M} \cdot x = x^2$$

$$x^2 + 0,0100\text{M} \cdot x - 0,00100\text{M}^2 = 0$$

$$x = -\frac{0,0100\text{M}}{2} + \sqrt{\left(\frac{0,0100\text{M}}{2}\right)^2 + 0,00100\text{M}^2} = 0,0270156\text{M} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0,0270156 = 1,568385 \approx 1,57$$

- d. Eftersom $\text{p}K_b$ -värdet anges i uppgiften, ställer vi upp reaktionen som en basreaktion:



Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{H}_2\text{BO}_3^-]$	$[\text{H}_3\text{BO}_3]$	$[\text{OH}^-]$	
före protolys	0,100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,100-x	x	x	M

Vi räknar först ut K_b .

$$K_b = 10^{-\text{p}K_b} = 10^{-3,68}\text{M}$$

Därefter sätter vi in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x :

$$K_b = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

$$10^{-3,68}\text{M} = \frac{x \cdot x}{0,100\text{M} - x}$$

$$10^{-3,68}\text{M}(0,100\text{M} - x) = x^2$$

$$10^{-4,68}\text{M}^2 - 10^{-3,68}\text{M} \cdot x = x^2$$

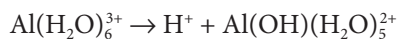
$$x^2 + 10^{-3,68}\text{M} \cdot x - 10^{-4,68}\text{M}^2 = 0$$

$$x = -\frac{10^{-3,68}\text{M}}{2} + \sqrt{\left(\frac{10^{-3,68}\text{M}}{2}\right)^2 + 10^{-4,68}\text{M}^2} = 4,46761 \cdot 10^{-3}\text{M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(4,46761 \cdot 10^{-3}) = 2,3499247$$

$$\text{pH} = 14,00 - 2,3499247 \approx 11,65$$

- e. Eftersom pK_a -värdet anges i uppgiften, ställer vi upp protolysreaktionen som en syra som protolyseras:



Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]$	$[\text{H}^+]$	$[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}]$	
före protolys	0,100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,100-x	x	x	M

Vi räknar först ut K_a .

$$K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-5,00} \text{M}$$

Därefter sätter vi in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x :

$$K_b = \frac{[\text{H}^+][\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5^{2+}]}{[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}]}$$

$$10^{-5,00} \text{M} = \frac{x \cdot x}{0,100 \text{M} - x}$$

$$10^{-5,00} \text{M}(0,100 \text{M} - x) = x^2$$

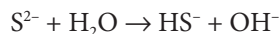
$$10^{-6,00} \text{M}^2 - 10^{-5,00} \text{M} \cdot x = x^2$$

$$x^2 + 10^{-5,00} \text{M} \cdot x - 10^{-6,00} \text{M}^2 = 0$$

$$x = -\frac{10^{-5,00} \text{M}}{2} + \sqrt{\left(\frac{10^{-5,00} \text{M}}{2}\right)^2 + 10^{-6,00} \text{M}^2} = 9,95012 \cdot 10^{-4} \text{M} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(9,95012 \cdot 10^{-4}) = 3,0021715 \approx 3,00$$

- f. Eftersom pK_b -värdet anges i uppgiften, ställer vi upp reaktionen som en basreaktion:



Vi ställer upp en tabell som visar vilka förändringar som kommer att ske:

	$[S^{2-}]$	$[HS^-]$	$[OH^-]$	
före protolys	0,100	0	0	M
ändring	-x	+x	+x	M
vid jämvikt	0,100-x	x	x	M

Vi räknar först ut K_b .

$$K_b = 10^{-pK_b} = 10^{-1,08} M$$

Därefter sätter vi in värdena i jämviktsekvationen och löser ut x:

$$K_b = \frac{[HS^-][OH^-]}{[S^{2-}]}$$

$$10^{-1,08} M = \frac{x \cdot x}{0,100 M - x}$$

$$10^{-1,08} M(0,100 M - x) = x^2$$

$$10^{-2,08} M^2 - 10^{-1,08} M \cdot x = x^2$$

$$x^2 + 10^{-1,08} M \cdot x - 10^{-2,08} M^2 = 0$$

$$x = -\frac{10^{-1,08} M}{2} + \sqrt{\left(\frac{10^{-1,08} M}{2}\right)^2 + 10^{-2,08} M^2} = 0,0586476 M = [OH^-]$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 0,0586476 = 1,2317497$$

$$pH = 14,00 - 1,2317497 = 12,76825 \approx 12,77$$

- 8.33 Vi använder oss av ekvation 8.61 för att lösa uppgifterna.

a.
$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\right) = 9,25 + \log\left(\frac{0,15 M}{0,25 M}\right) = 9,0281513 \approx 9,03$$

b.
$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[H_2BO_3]}{[H_3BO_3]}\right) = 9,24 + \log\left(\frac{0,25 M}{0,30 M}\right) = 9,1608188 \approx 9,16$$

c.
$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[HS^-]}{[H_2S]}\right) = 7,05 + \log\left(\frac{0,45 M}{0,15 M}\right) = 7,5271213 \approx 7,53$$

8.34 Först räknar vi ut koncentrationerna på de ingående ämnena:

$$c_{1,\text{HCOO}^-} \cdot V_{1,\text{HCOO}^-} = c_{2,\text{HCOO}^-} \cdot V_{2,\text{HCOO}^-}$$

$$c_{2,\text{HCOO}^-} = \frac{c_{1,\text{HCOO}^-} \cdot V_{1,\text{HCOO}^-}}{V_{2,\text{HCOO}^-}} = \frac{0,050 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,070 \text{ dm}^3}{(0,070 + 0,020) \text{ dm}^3} = 0,0388888 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{1,\text{HCOOH}} \cdot V_{1,\text{HCOOH}} = c_{2,\text{HCOOH}} \cdot V_{2,\text{HCOOH}}$$

$$c_{2,\text{HCOOH}} = \frac{c_{1,\text{HCOOH}} \cdot V_{1,\text{HCOOH}}}{V_{2,\text{HCOOH}}} = \frac{0,0150 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,020 \text{ dm}^3}{(0,070 + 0,020) \text{ dm}^3} = 3,33333 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Nu använder vi oss av formel 8.61 för att räkna ut pH:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}\right) = -\log(K_a) + \log\left(\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}\right) =$$

$$= -\log(1,8 \cdot 10^{-4}) + \log\left(\frac{0,0388888 \text{ M}}{0,00333333 \text{ M}}\right) = 4,8116776 \approx 4,81$$

8.35 Vi tecknar mjölksyran HL och laktatjonen L⁻.
Först räknar vi ut koncentrationerna av de ingående ämnena:

$$c_{1,\text{L}^-} \cdot V_{1,\text{L}^-} = c_{2,\text{L}^-} \cdot V_{2,\text{L}^-}$$

$$c_{2,\text{L}^-} = \frac{c_{1,\text{L}^-} \cdot V_{1,\text{L}^-}}{V_{2,\text{L}^-}} = \frac{0,30 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,200 \text{ dm}^3}{(0,200 + 0,200) \text{ dm}^3} = 0,15 \text{ mol/dm}^3$$

$$c_{1,\text{HL}} \cdot V_{1,\text{HL}} = c_{2,\text{HL}} \cdot V_{2,\text{HL}}$$

$$c_{2,\text{HL}} = \frac{c_{1,\text{HL}} \cdot V_{1,\text{HL}}}{V_{2,\text{HL}}} = \frac{0,10 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,200 \text{ dm}^3}{(0,200 + 0,200) \text{ dm}^3} = 0,050 \text{ mol/dm}^3$$

Nu använder vi oss av formel 8.61 för att räkna ut pH:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[\text{L}^-]}{[\text{HL}]}\right) = 3,08 + \log\left(\frac{0,15 \text{ M}}{0,050 \text{ M}}\right) = 3,5571213 \approx 3,56$$

10. Elektrokemi

$$10.3 \quad c. \quad E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0$$

$$0,77\text{V} = e_{\text{Ag}}^0 - 0$$

$$e_{\text{Ag}}^0 = +0,77\text{V}$$

10.4 Eftersom zink är ädlare än magnesium (figur 9.1), kommer magnesiummetallen att oxideras. Därför är magnesiumelektroden minuspol

$$E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0$$

$$1,61\text{V} = -0,76\text{V} - e_{\text{Mg}}^0$$

$$e_{\text{Mg}}^0 = -1,61\text{V} - 0,76\text{V} = 2,37\text{V}$$

10.5 a. Magnesiumelektroden är minuspol, eftersom den oxideras.

$$E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0 = e_{\text{Zn}}^0 - e_{\text{Mg}}^0 = -0,76\text{V} - (-2,37\text{V}) = 1,61\text{V}$$

b. Magnesiumelektroden är minuspol, eftersom den oxideras.

$$E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0 = e_{\text{Cu}}^0 - e_{\text{Mg}}^0 = -0,34\text{V} - (-2,37\text{V}) = 2,71\text{V}$$

c. Järnelektroden är minuspol, eftersom den oxideras.

$$E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0 = e_{\text{Ag}}^0 - e_{\text{Fe}}^0 = 0,80\text{V} - (-0,45\text{V}) = 1,25\text{V}$$

d. Zinkelektroden är minuspol, eftersom den oxideras.

$$E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0 = e_{\text{H}}^0 - e_{\text{Zn}}^0 = -0\text{V} - (-0,76\text{V}) = 0,76\text{V}$$

e. Vätgaselektroden är minuspol, eftersom den oxideras.

$$E = e_{\text{pluspol}}^0 - e_{\text{minuspol}}^0 = e_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}}^0 - e_{\text{H}}^0 = 1,23\text{V} - (-0\text{V}) = 1,23\text{V}$$

11. Organisk kemi

$$11.5 \quad \text{b.} \quad n_{\text{C}_{10}\text{H}_{22}} = \frac{m_{\text{C}_{10}\text{H}_{22}}}{M_{\text{C}_{10}\text{H}_{22}}} = \frac{10,0\text{g}}{(12,0 \cdot 10 + 1,008 \cdot 22)\text{g/mol}} = 0,0703353 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 10 n_{\text{C}_{10}\text{H}_{22}} = 10 \cdot 0,0703353 \text{ mol} = 0,7033535 \text{ mol}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2} RT}{p} = \frac{0,7033535 \cdot 8,314 \cdot (300 + 273,15)}{101300} \text{ m}^3 = 0,0330858 \text{ m}^3 \approx 33,1 \text{ dm}^3$$



$$n_{\text{CuO}} = \frac{m_{\text{CuO}}}{M_{\text{CuO}}} = \frac{0,250\text{g}}{(63,5 + 16,0)\text{g/mol}} = 0,00314465 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{CuO}} = \frac{1}{2} \cdot 0,00314465 \text{ mol} = 0,00157232 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Cu}_2\text{O}} = n_{\text{Cu}_2\text{O}} \cdot M_{\text{Cu}_2\text{O}} = 0,00157232 \text{ mol} \cdot (63,5 \cdot 2 + 16,0)\text{g/mol} = 0,2248427 \text{ g} \approx 0,225 \text{ g}$$



Molförhållande: 1:1:1:1

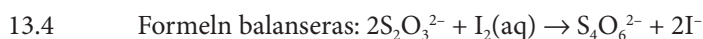
$$n_{\text{NaHS}} = \frac{m_{\text{NaHS}}}{M_{\text{NaHS}}} = \frac{1,00\text{g}}{(23,0 + 1,008 + 32,1)\text{g/mol}} = 0,0178227 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{Br}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{Br}}}{M_{\text{CH}_3\text{Br}}} = \frac{1,00\text{g}}{(12,0 + 1,008 \cdot 3 + 79,9)\text{g/mol}} = 0,0105347 \text{ mol}$$

Eftersom $n_{\text{NaHS}} > n_{\text{CH}_3\text{Br}}$ blir CH_3Br utbytesbestämmande.

$$n_{\text{CH}_3\text{SH}} = n_{\text{CH}_3\text{Br}} = 0,0105347 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CH}_3\text{SH}} = 70\% \cdot n_{\text{CH}_3\text{SH}} \cdot M_{\text{CH}_3\text{SH}} = 0,70 \cdot 0,0105347 \text{ mol} \cdot (12,0 + 1,008 \cdot 4 + 32,1)\text{g/mol} = 0,3549407 \text{ g} \approx 0,35 \text{ g}$$



$$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = c_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \cdot V_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0102 \text{ dm}^3 = 0,00102 \text{ mol}$$

Reaktionsformeln ger att $n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} : n_{\text{I}_2} = 2 : 1$ och alltså att

$$n_{\text{I}_2} = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{2} = \frac{0,00102 \text{ mol}}{2} = 0,00051 \text{ mol}$$

$$c_{\text{I}_2} = \frac{n_{\text{I}_2}}{V_{\text{I}_2}} = \frac{0,00051 \text{ mol}}{0,025 \text{ dm}^3} = 0,0204 \text{ mol/dm}^3$$

13.5 10,2°dH motsvarar 102 mg CaO/dm³. I 50 ml kranvatten är massan CaO alltså:

$$m_{\text{CaO}} = 0,050 \text{ dm}^3 \cdot 0,102 \text{ g/dm}^3 = 0,0051 \text{ g}$$

Vi räknar ut substansmängden CaO i 50 ml kranvatten:

$$n_{\text{CaO}} = \frac{m_{\text{CaO}}}{M_{\text{CaO}}} = \frac{0,0051 \text{ g}}{(40,1 + 16,0) \text{ g/mol}} = 9,090909 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Eftersom $n_{\text{CaO}} : n_{\text{EDTA}} = 1 : 1$ blir $n_{\text{EDTA}} = n_{\text{CaO}} = 9,090909 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.

Volymen EDTA som går åt blir då:

$$V_{\text{EDTA}} = \frac{n_{\text{EDTA}}}{c_{\text{EDTA}}} = \frac{9,090909 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,0100 \text{ mol/dm}^3} = 9,090909 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \approx 9,09 \text{ ml}$$

13.12
$$\frac{5,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}}{0,421} = \frac{x}{0,322}$$

$$x = \frac{0,322 \cdot 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ M}}{0,421} = 3,82422803 \cdot 10^{-4} \text{ M} \approx 3,82 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$