

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### Avsnitt 0 – Kemi är...

#### 3. a)

$$m(\text{Fe}) = 5,0 \text{ g}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Fe}) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden med hjälp av formeln  $n = \frac{m}{M}$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{5,0 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}} = 0,08953 \text{ mol} \approx 0,090 \text{ mol}$$

#### b)

$$n(\text{Fe}) = 0,08953 \text{ mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$N(\text{Fe}) = ?$$

Vi bestämmer antalet järnatomer med hjälp av formeln  $n = \frac{N}{N_A}$ , där  $N = n \cdot N_A$

$$N(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot N_A = 0,08953 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} = 5,391 \cdot 10^{22} \approx 5,4 \cdot 10^{22}$$

#### c)

$$n(\text{Au}) = n(\text{Fe}) = 0,08953 \text{ mol}$$

$$M(\text{Au}) = 196,97 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Au}) = ?$$

Vi bestämmer massan för motsvarande antal guldatomer med hjälp av formeln

$$n = \frac{m}{M}, \text{ där } m = n \cdot M$$

$$m(\text{Au}) = n(\text{Au}) \cdot M(\text{Au}) = 0,08953 \text{ mol} \cdot 196,97 \text{ g/mol} = 17,63 \text{ g} \approx 18 \text{ g}$$

**4. a)**

$$m(\text{MgCO}_3) = 3,00 \text{ g}$$

$$M(\text{MgCO}_3) = 84,32 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden med hjälp av formeln  $n = \frac{m}{M}$

$$n(\text{MgCO}_3) = \frac{m(\text{MgCO}_3)}{M(\text{MgCO}_3)} = \frac{3,00 \text{ g}}{84,32 \text{ g/mol}} = 0,035579 \text{ mol} \approx 0,0356 \text{ mol}$$

**b)**

$$n(\text{MgCO}_3) = 0,035579 \text{ mol}$$

$$n(\text{joner}) = ?$$

Formeln för magnesiumkarbonat,  $\text{MgCO}_3$ , visar att en mol av föreningen innehåller en mol magnesiumjoner  $\text{Mg}^{2+}$  och en mol karbonatjoner  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Därmed får vi  $n(\text{joner}) = 2 \cdot n(\text{förening})$ , det vill säga  $2 \cdot 0,035579 \text{ mol} = 0,071158 \text{ mol} \approx 0,0712 \text{ mol}$ .

**5. a)**

$$c(\text{NaOH(aq)}) = 0,500 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{lösning}) = 200 \text{ ml} = 0,200 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{NaOH}) = 39,998 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd natriumhydroxid som behövs för lösningen med hjälp av formeln:

$$c = \frac{n}{V}, \text{ där } n = c \cdot V$$

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{lösning}) = 0,500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,200 \text{ dm}^3 = 0,10000 \text{ mol}$$

Vi beräknar hur mycket natriumhydroxid vi måste väga upp:

$$n = \frac{m}{M}, \text{ där } m = n \cdot M$$

$$M(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,1000 \text{ mol} \cdot 39,998 \text{ g/mol} = 3,9998 \text{ g} \approx 4,00 \text{ g}.$$

**b)**

- Vi väger upp 4,00 gram natriumhydroxid så noggrant som möjligt. Vi löser upp natriumhydroxiden i ett dekanterglas i en mängd destillerat vatten som är mindre än slutvolymen.
- När natriumhydroxiden har löst sig helt flyttar vi lösningen till en 200 milliliters mätkolv.
- Vi sköljer dekanterglaset några gånger med en liten mängd vatten.
- Vi fyller mätkolven upp till märket och blandar om i lösningen några gånger.
- Vi gör de nödvändiga märkningarna på kolven och lägger till faropiktogrammet för frätande ämne.

**c)**

Eftersom natriumhydroxid är ett frätande ämne måste vi använda skyddsglasögon och skyddshandskar när vi hanterar ämnet. Vi sätter dessutom till ett varningsmärke för frätande ämne på lösningens förvaringsflaska.

**6.**

**a)** Märkningen betyder att ämnet är miljöfarligt.

**b)** vattenlösning

**c)** Med en fyllpipett, eftersom fyllpipetter är det noggrannaste mätredskapet när det gäller att mäta upp volymer.

**d)** I en 100 milliliters mätkolv

**e)**

$$c_1 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_1 = 5,00 \text{ ml} = 0,00500 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ dm}^3$$

$$c_2 = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd kopparsulfat som ska ingå i lösningen med hjälp av formeln

$$c = \frac{n}{V}, \text{ där } n = c \cdot V$$

$$n(\text{CuSO}_4) = c_1(\text{CuSO}_4) \cdot V_1 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,00500 \text{ dm}^3 = 5,0000 \cdot 10^{-5} \text{ mol.}$$

Vi bestämmer koncentrationen av kopparsulfat i utspädningen med hjälp av formeln

$$c = \frac{n}{V}$$

$$c_2 = \frac{n(\text{CuSO}_4)}{V_2} = \frac{5,0000 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,100 \text{ dm}^3} = 5,0000 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \approx 0,500 \text{ mmol/dm}^3.$$

**f)**

$$c(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}(\text{aq})) = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{lösning}) = 50,0 \text{ ml} = 0,0500 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) = 249,700 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden kopparsulfat med kristallvatten i den framställda lösningen:

$$c = \frac{n}{V}, \text{ där } n = c \cdot V$$

$$\begin{aligned} n(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) &= c(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) \cdot V(\text{lösning}) = 0,0100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0500 \text{ dm}^3 \\ &= 5,0000 \cdot 10^{-4} \text{ mol.} \end{aligned}$$

Vi beräknar massan för kopparsulfat med kristallvatten:

$$n = \frac{m}{M}, \text{ där } m = n \cdot M$$

$$\begin{aligned} m(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) &= n(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}) \\ &= 5,0000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 249,700 \text{ g/mol} = 0,12485 \text{ g} \approx 0,125 \text{ g.} \end{aligned}$$

7.

$$m\text{-}\%(\text{HNO}_3) = 69\% = 0,69$$

$$\rho(\text{HNO}_3) = 1,41 \text{ g/cm}^3$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,018 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{HNO}_3) = ?$$

Enligt den givna densiteten väger en milliliter lösning 1,41 gram. Enligt det väger en liter lösning ( $\text{dm}^3$ )  $1\,000 \text{ cm}^3 \cdot 1,41 \text{ g/cm}^3 = 1\,410 \text{ g}$ .

Enligt andelen i massprocent är massan för salpetersyra i en liter lösning  $m(\text{HNO}_3) = 0,69 \cdot 1\,410 \text{ g} = 972,9 \text{ g}$ .

Substansmängden för salpetersyran i en liter lösning är

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{972,9 \text{ g}}{63,018 \text{ g/mol}} = 15,44 \text{ mol.}$$

Salpetersyrans koncentration är

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{HNO}_3)} = \frac{15,44 \text{ mol}}{1,0 \text{ dm}^3} = 15,44 \text{ mol/dm}^3 \approx 15 \text{ mol/dm}^3.$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### Kapitel 1.1 Varför sker kemiska reaktioner?

#### 1.5

##### a)

$$\Delta H = -1370 \text{ kJ}$$

$$\Delta S = +160 \text{ J} = 0,160 \text{ kJ (observera enhetsomvandlingen)}$$

$$t = 25,0 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = (273,15 + 25,0) \text{ K} = 298,15 \text{ K}$$

$$\Delta G = ?$$

Vi beräknar förändringen i Gibbs fria energi med hjälp av uttrycket

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \Rightarrow \Delta G = (-1370 \text{ kJ}) - 298,15 \cdot (+0,160 \text{ kJ}) = -1417,7 \text{ kJ} \approx -1420 \text{ kJ}.$$

Eftersom  $\Delta G$  har ett negativt värde är reaktionen spontan.

**b)** Etanol- och syremolekylerna måste ha tillräckligt hög energi för att kollisionen ska leda till en reaktion. Den värmeenergi som förekommer vid rumstemperatur räcker inte till för att överskrida tröskeln för aktiveringsenergin.

**c)** Genom att tillföra mera energi med till exempel en brinnande tändsticka kan man få reaktionen att starta.

#### 1.6

$$\Delta H = +179 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S = +160 \text{ J/mol} \cdot \text{K} = +0,160 \text{ J/mol} \cdot \text{K (observera enhetsomvandlingen)}$$

$$t = 20,0 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T = (20,0 + 273,15) \text{ K} = 293,15 \text{ K}$$

Kalciumkarbonat sönderfaller spontant vid rumstemperatur om värdet för förändringen i Gibbs fria energi är negativt.

Vi beräknar värdet för  $\Delta G$  ur uttrycket  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ .

$$\Delta G = (+179 \text{ kJ/mol}) - 293,15 \text{ K} (+0,160 \text{ J/mol} \cdot \text{K}) = +132,096 \text{ kJ/mol} \approx +132 \text{ kJ/mol}.$$

Eftersom  $\Delta G$  har ett positivt värde är reaktionen inte spontan.

För att reaktionen ska ske spontant måste uttrycket  $\Delta H - T\Delta S$  få ett negativt värde. Reaktionen är spontan då  $\Delta H - T\Delta S < 0$ . Eftersom  $\Delta H$  har ett positivt värde måste värdet för  $T\Delta S$  vara större än värdet för  $\Delta H$ . Vi bestämmer med vilket värde för  $T$  det här uppfylls:

$$T > \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{+179\text{kJ/mol}}{+0,160\text{kJ/mol}\cdot\text{K}} = 1118,75 \text{ K.}$$

Vi omvandlar temperaturen till Celsiusgrader:  $t = (1118,75 - 273,15) \text{ }^\circ\text{C} = 845,60 \text{ }^\circ\text{C} \approx 846 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Kalciumkarbonat sönderfaller spontant då temperaturen är över  $846 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### Kapitel 1.3 Använda balanserade reaktionslikheter

#### 1.13

a)  $m(\text{H}_2) = 10,0 \text{ g}$

$$M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}_2) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten är  $2 \text{ H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi beräknar substansmängden för väte:

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{10,0 \text{ g}}{2,016 \text{ g/mol}} = 4,9603 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten  $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2)} = \frac{1}{2}$ , alltså är

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 4,9603 \text{ mol} = 2,4802 \text{ mol.}$$

Vi beräknar syrets massa:

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 2,4802 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 79,366 \text{ g} \approx 79,4 \text{ g.}$$

#### b)

$$n(\text{H}_2) = 4,9603 \text{ mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten  $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2)} = \frac{2}{2}$  alltså  $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 4,9603 \text{ mol}$ .

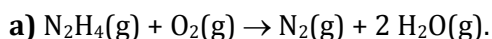
Vi beräknar vattnets massa:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 4,9603 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 89,365 \text{ g} \approx 89,4 \text{ g} \approx 0,0894 \text{ kg}$$

c) När vi adderar vätetts och vattnets massa ( $10,0 \text{ g} + 79,4 \text{ g} = 89,4 \text{ g}$ ) och jämför med massan av det vatten som bildas ( $89,4 \text{ g}$ ) ser vi att ingen materie försvinner vid reaktionen.



### 1.14



b)

$$m(\text{N}_2\text{H}_4) = 150 \text{ g}$$

$$M(\text{N}_2\text{H}_4) = 32,052 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}_2) = ?$$

Vi beräknar substansmängden hydrazin

$$n(\text{N}_2\text{H}_4) = \frac{m(\text{N}_2\text{H}_4)}{M(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{150 \text{ g}}{32,052 \text{ g/mol}} = 4,6799 \text{ mol}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten får vi

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{1}{1} \text{ det vill säga } n(\text{O}_2) = n(\text{N}_2\text{H}_4) = 4,6799 \text{ mol.}$$

Vi beräknar syrets massa:

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 4,6799 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 149,76 \text{ g} \approx 150 \text{ g.}$$

c)

$$m(\text{N}_2\text{H}_4) = 3,0 \text{ kg} = 3\,000 \text{ g}$$

$$M(\text{N}_2\text{H}_4) = 32,052 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{gaserna}) = ?$$

Vi beräknar substansmängden hydrazin

$$n(\text{N}_2\text{H}_4) = \frac{m(\text{N}_2\text{H}_4)}{M(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{3\,000 \text{ g}}{32,052 \text{ g/mol}} = 93,60 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten

$$\frac{n(\text{gaserna})}{n(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{3}{1}$$

$$\text{alltså är } n(\text{gaserna}) = 3 \cdot n(\text{N}_2\text{H}_4) = 3 \cdot 93,60 \text{ mol} = 280,80 \text{ mol} \approx 280 \text{ mol.}$$

### 1.15

a)

$$m(\text{O}_2) = 0,50 \text{ g}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 77,98 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten är  $2 \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 4 \text{NaOH}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g})$ .

Vi beräknar substansmängden syre  $n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{0,50 \text{ g}}{32,00 \text{ g/mol}} = 0,01563 \text{ mol}$ .

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{Na}_2\text{O}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1} \text{ alltså är } n(\text{Na}_2\text{O}_2) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,01563 \text{ mol} = 0,03126 \text{ mol}.$$

Vi beräknar massan för natriumperoxid

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = n(\text{Na}_2\text{O}_2) \cdot M(\text{Na}_2\text{O}_2) = 0,03126 \text{ mol} \cdot 77,98 \text{ g/mol} = 2,438 \text{ g} \approx 2,4 \text{ g}.$$

b)

$$n(\text{O}_2) = 0,01563 \text{ mol}$$

$$V(\text{lösning}) = 75 \text{ ml} = 0,075 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = ?$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{O}_2)} = \frac{4}{1}, \text{ alltså är } n(\text{NaOH}) = 4 \cdot n(\text{O}_2) = 4 \cdot 0,01563 \text{ mol} = 0,06252 \text{ mol}.$$

Vi löser ut natriumhydroxidlösningens koncentration ur formeln  $c = \frac{n}{V}$ .

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{lösning})} = \frac{0,06252 \text{ mol}}{0,075 \text{ dm}^3} = 0,8336 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,83 \text{ mol/dm}^3.$$

### 1.16

$$m(\text{KClO}_3) = 2,00 \text{ g}$$

$$M(\text{KClO}_3) = 122,55 \text{ g/mol}$$

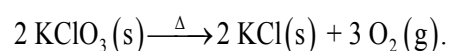
$$m(\text{spruta}) = 11,450 \text{ g}$$

$$m(\text{spruta} + \text{O}_2) = 12,170 \text{ g}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$\text{utbytes-\%}(\text{O}_2) = ?$$

Reaktionslikheten som beskriver sönderfallet av kaliumklorat är



Vi beräknar substansmängden kaliumklorat:

$$n(\text{KClO}_3) = \frac{m(\text{KClO}_3)}{M(\text{KClO}_3)} = \frac{2,00 \text{ g}}{122,55 \text{ g/mol}} = 0,016320 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{KClO}_3)} = \frac{3}{2}, \text{ alltså är } n(\text{O}_2) = \frac{3}{2} \cdot 0,016320 \text{ mol} = 0,024480 \text{ mol.}$$

Vi beräknar det teoretiska utbytet för syre:

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,024480 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 0,78336 \text{ g.}$$

Vi beräknar syrets massa utifrån våra vägningar:

$$m(\text{O}_2) = m(\text{spruta} + \text{O}_2) - m(\text{spruta}) = 12,170 \text{ g} - 11,450 \text{ g} = 0,720 \text{ g.}$$

Det procentuella utbytet för syret är

$$\text{utbytes-\%}(\text{O}_2) = \frac{\text{massan vi fick}}{\text{teoretisk massa}} = \frac{0,720 \text{ g}}{0,78336 \text{ g}} \cdot 100 \% = 91,912 \% \approx 91,9 \%$$

### 1.17

a)

$$V(\text{NaOH}) = 25,0 \text{ ml} = 0,0250 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,10 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{HCl}) = 15,8 \text{ ml} = 0,0158 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = ?$$

Reaktionslikheten för neutralisationsreaktionen  $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi beräknar substansmängden för saltsyran med hjälp av formeln  $c = \frac{n}{V}$ , som ger

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,10 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0158 \text{ dm}^3 = 0,001580 \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är  $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0,001580 \text{ mol}$ .

Vi beräknar natriumhydroxidlösningens koncentration:

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{V(\text{NaOH})} = \frac{0,001580 \text{ mol}}{0,0250 \text{ dm}^3} = 0,06320 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,063 \text{ mol/dm}^3.$$

b)

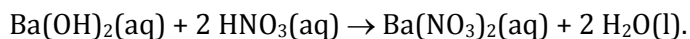
$$c(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,00250 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 10,0 \text{ ml} = 0,0100 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HNO}_3) = 0,500 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{HNO}_3) = ?$$

Reaktionslikheten för neutralisationsreaktionen är



Vi beräknar substansmängden för bariumhydroxiden med hjälp av formeln  $c = \frac{n}{V}$ , som ger

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = c(\text{Ba}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,00250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ dm}^3 = 2,5000 \cdot 10^{-5} \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{HNO}_3)}{n(\text{Ba}(\text{OH})_2)} = \frac{2}{1}, \text{ alltså } n(\text{HNO}_3) = 2 \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 2,5000 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$= 5,0000 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Vi bestämmer volymen för salpetersyran med hjälp av formeln  $c = \frac{n}{V}$ , som ger

$$V(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{c(\text{HNO}_3)} = \frac{5,0000 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,500 \text{ mol/dm}^3} = 0,00010000 \text{ dm}^3 \approx 0,100 \text{ ml.}$$

## 1.18

### a)

Vi börjar med att balansera kol- och väteatomerna. Alla kolatomer (x) i utgångsämnet finns i koldioxidmolekylen, alltså skriver vi koefficienten x framför koldioxid  $x \Rightarrow x \text{ CO}_2$ .

Alla väteatomer (y) i utgångsämnet finns i vattenmolekylen, alltså skriver vi koefficienten  $\frac{1}{2}$  framför vattnet  $y \Rightarrow \frac{1}{2} y \text{ H}_2\text{O}$ .

Den sammanlagda mängden syremolekyler i reaktionsprodukterna är därmed  $2x + \frac{1}{2}y$ .

Vi skriver den här koefficienten framför den förening i utgångsämnen som innehåller syre, det vill säga framför NO  $\Rightarrow 2x + \frac{1}{2}y \text{ NO}$ .

Vi använder koefficienten framför NO för att få koefficienten för kvävemolekylen i reaktionsprodukten. Kvävets koefficient är  $\frac{1}{2} \cdot (2x + \frac{1}{2}y) \text{ N}_2 \Rightarrow x + \frac{1}{4} y \text{ N}_2$ .

Den balanserade reaktionslikheten är  $\text{C}_x\text{H}_y (\text{g}) + (2x + \frac{1}{2} y) \text{ NO} (\text{g}) \rightarrow x \text{ CO}_2 (\text{g}) + \frac{1}{2} y \text{ H}_2\text{O} (\text{g}) + (x + \frac{1}{4} y) \text{ N}_2 (\text{g})$ .

### b)

$$m(\text{CO}_2) = 10,0 \text{ g}$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4,60 \text{ g}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ g/mol}$$

Vi bestämmer substansmängden för den koldioxid som bildas:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{10,0 \text{ g}}{44,01 \text{ g/mol}} = 0,22722 \text{ mol.}$$

Substansmängden för kolatomerna i kolvätet  $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,22722 \text{ mol}$ .

Vi bestämmer substansmängden för det vatten som bildas:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{4,60\text{g}}{18,016\text{ g/mol}} = 0,25533\text{ mol.}$$

Substansmängden för väteatomerna i kolvävet  $n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,25533\text{ mol} = 0,51066\text{ mol}$ .

Proportionen för substansmängden kol- och väteatomer

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,22722\text{ mol} : 0,51066\text{ mol}$$

$\approx 1 : 2,25$  som ger oss heltalsförhållandet  $4 : 9$ .

Kolvätets proportionsformel är  $(\text{C}_4\text{H}_9)_x$ .

**c)**

$$m(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1,0\text{ kg} = 1\,000\text{ g}$$

$$M(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114,224\text{ g/mol}$$

$$M(\text{NO}) = 30,01\text{ g/mol}$$

$$m(\text{NO}) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten är  $2\text{ C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 50\text{ NO}(\text{g}) \rightarrow 16\text{ CO}_2(\text{g}) + 18\text{ H}_2\text{O}(\text{g}) + 25\text{ N}_2(\text{g})$ .

Vi beräknar substansmängden oktan:

$$n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \frac{m(\text{C}_8\text{H}_{18})}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{1000\text{ g}}{114,224\text{ g/mol}} = 8,755\text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionsformeln är

$$\frac{n(\text{NO})}{n(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{50}{2}, \text{ alltså är } n(\text{NO}) = \frac{50}{2} \cdot n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 25 \cdot 8,755\text{ mol} = 218,9\text{ mol.}$$

Vi beräknar kväveoxidens massa:

$$m(\text{NO}) = n(\text{NO}) \cdot M(\text{NO}) = 218,9\text{ mol} \cdot 30,01\text{ g/mol} = 6569\text{ g} \approx 6,6\text{ kg.}$$

## Facit till uppgifterna i läroboken

### Öva mera!

#### Studentexamensuppgifter

2.

$$V(\text{kloritprov}) = 25,0 \text{ ml} = 0,0250 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 32,5 \text{ ml} = 0,0325 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,200 \text{ M} = 0,200 \text{ mol/dm}^3$$

$$c(\text{NaClO}) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden för de tiosulfatjoner ( $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ) som reagerat med jod med hjälp

av formeln  $c = \frac{n}{V}$ , som ger  $n = c \cdot V$ .

Eftersom substansmängden tiosulfatjoner är samma som substansmängden natriumtiosulfat skriver vi

$$\begin{aligned} n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) &= n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \\ &= 0,200 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0325 \text{ dm}^3 = 0,0065000 \text{ mol.} \end{aligned}$$

Enligt koefficienterna i den senare reaktionslikheten får vi:

$$\frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{1}{2}, \text{ därmed är } n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{2} \cdot 0,0065000 \text{ mol} = 0,0032500 \text{ mol.}$$

Ur den övre reaktionslikheten ser vi att  $n(\text{I}_2) = n(\text{ClO}^-)$ , som i sin tur är  $n(\text{NaClO})$ , alltså är  $n(\text{NaClO}) = 0,0032500 \text{ mol}$ .

Vi bestämmer kloritens natriumhypokloritkoncentration:

$$c(\text{NaClO}) = \frac{n(\text{NaClO})}{V(\text{kloritprov})} = \frac{0,0032500 \text{ mol}}{0,0250 \text{ dm}^3} = 0,13000 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,130 \text{ mol/dm}^3.$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 2.1 Redoxreaktioner

#### 2.6

a) Järn(III)oxid består av  $\text{Fe}^{3+}$  och  $\text{O}^{2-}$ -joner. Aluminium är det grundämne som avger en av sina ytterelektroner till  $\text{Fe}^{3+}$ -jonerna, varpå det bildas järnatomer och aluminiumjoner  $\text{Al}^{3+}$ . Det är alltså aluminium som oxideras och järn(III)-jonerna som reduceras.

b) Eftersom aluminium oxideras fungerar det som reduktionsmedel. Som oxidationsmedel fungerar järnjonerna i järn(III)oxid, som reduceras till grundämnet järn.

c)

$$m(\text{Fe}) = 100,0 \text{ g}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Al}) = 26,98 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 159,70 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Al}) = ?$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd järn som bildas:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{100,0 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}} = 1,79051 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{Al})}{n(\text{Fe})} = \frac{2}{2}, \text{ alltså är } n(\text{Al}) = n(\text{Fe}) = 1,79051 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{n(\text{Fe})} = \frac{1}{2}, \text{ alltså är } n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Fe}) = \frac{1}{2} \cdot 1,79051 \text{ mol} = 0,895255 \text{ mol}$$

Vi beräknar massan för utgångsämnen:

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 1,79051 \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g/mol} = 48,3080 \text{ g} \approx 48,31 \text{ g}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,895255 \text{ mol} \cdot 159,70 \text{ g/mol} = 142,972 \text{ g} \approx 143,0 \text{ g.}$$



## 2.7

$$m(\text{järntråd}) = 2,225 \text{ g}$$

$$V(\text{provlösning}) = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{titrerat prov}) = 25,0 \text{ ml} = 0,0250 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})) = 0,0185 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})) = 31,0 \text{ cm}^3 = 0,0310 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$m\text{-}\%(\text{Fe}) = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd kaliumdikromatlösning som behövts för en fullständig reaktion med järn(II)jonerna i provet som togs vid titreringen:

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = c(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,0185 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0310 \text{ dm}^3 = 5,7350 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

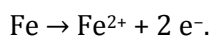
Ur formeln för kaliumdikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) ser vi att en mol kaliumdikromat innehåller en mol dikromatjoner ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), alltså är substansmängden för de dikromatjoner som reagerat

$$n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 5,7350 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{Fe}^{2+})}{n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})} = \frac{6}{1}, \text{ alltså är } n(\text{Fe}^{2+}) = 6 \cdot 5,7350 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 3,4410 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Järnatomerna oxiderar till järn(II)joner enligt följande delreaktion:



En mol järnatomer producerar därmed en mol järn(II)joner, alltså är  $n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}^{2+})$ . Utifrån det här kan vi bestämma massan järn i 25,0 milliliter av provet:

$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 3,4410 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,19218 \text{ g.}$$

Det ursprungliga provets totala volym var 250 milliliter, alltså är den totala massan för järnet i järntrådsprovet  $10 \cdot 0,19218 \text{ g} = 1,9218 \text{ g}$ .

Till sist bestämmer vi järnhalten i järntråden i massprocent:

$$m\text{-}\%(\text{Fe}) = \frac{1,9218 \text{ g}}{2,225 \text{ g}} \cdot 100 \% = 86,373 \% \approx 86,4 \%$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 2.2 Syror, baser och neutralisationsreaktioner

#### 2.10

a)

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 10 \text{ ml} = 0,010 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,035 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{NaOH}) = ?$$

Neutralisationsreaktionen är  $2 \text{ NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi bestämmer substansmängden svavelsyra:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,010 \text{ dm}^3 = 0,001500 \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten

$$\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{1}, \text{ där } n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,001500 \text{ mol} = 0,003000 \text{ mol}.$$

Vi bestämmer volymen natriumhydroxid:

$$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{c(\text{NaOH})} = \frac{0,003000 \text{ mol}}{0,035 \text{ mol/dm}^3} = 0,08571 \text{ dm}^3 \approx 86 \text{ ml}.$$

b)

$$m(\text{HCl}) = 1,65 \text{ g}$$

$$M(\text{HCl}) = 36,458 \text{ g/mol}$$

$$V_1(\text{HCl}) = 1,0 \text{ l} = 1,0 \text{ dm}^3$$

$$V_2(\text{HCl}) = 40 \text{ ml} = 0,040 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,025 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{Ca}(\text{OH})_2) = ?$$

Neutralisationsreaktionen är  $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2 \text{ HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + 2 \text{ H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi bestämmer substansmängden väteklorid i en liter saltsyra:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{1,65 \text{ g}}{36,458 \text{ g/mol}} = 0,045258 \text{ mol.}$$

Saltsyrans koncentration är därmed:

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{HCl})} = \frac{0,045258 \text{ mol}}{1,0 \text{ dm}^3} = 0,4529 \text{ mol/dm}^3.$$

Vi bestämmer substansmängden saltsyra i volymen 40 ml (=  $V_2(\text{HCl})$ ):

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V_2(\text{HCl}) = 0,4529 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,040 \text{ dm}^3 = 0,018116 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2}, \text{ där } n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,018116 \text{ mol} = 0,009058 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer kalciumhydroxidens volym:

$$V(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{n(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{c(\text{Ca}(\text{OH})_2)} = \frac{0,009058 \text{ mol}}{0,025 \text{ mol/dm}^3} = 0,36232 \text{ dm}^3 \approx 36 \text{ ml.}$$

**c)**

$$m(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 130 \text{ mg} = 0,130 \text{ g}$$

$$M(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 58,326 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,075 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{H}_3\text{PO}_4) = ?$$

Neutralisationsreaktionen är  $3 \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi bestämmer substansmängden magnesiumhydroxid:

$$n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{m(\text{Mg}(\text{OH})_2)}{M(\text{Mg}(\text{OH})_2)} = \frac{0,130 \text{ g}}{58,326 \text{ g/mol}} = 0,0022289 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{n(\text{Mg}(\text{OH})_2)} = \frac{2}{3}, \text{ d\u00e4r } n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,0022289 \text{ mol} = 0,0014859 \text{ mol}.$$

Vi best\u00e4mmer fosforsyrans volym:

$$V(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{c(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{0,0014859 \text{ mol}}{0,075 \text{ mol/dm}^3} = 0,01981 \text{ dm}^3 \approx 20 \text{ ml}.$$

## 2.11

$$m(\text{reng\u00f6ringsmedel}) = 25,37 \text{ g}$$

$$V_1(\text{provl\u00f6sning}) = 250 \text{ ml}$$

$$V_2(\text{titrerad provl\u00f6sning}) = 10,0 \text{ ml}$$

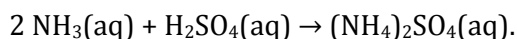
$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,036 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 37,3 \text{ ml} = 0,0373 \text{ dm}^3$$

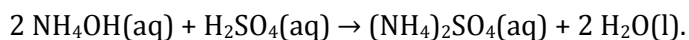
$$M(\text{NH}_3) = 17,034 \text{ g/mol}$$

$$m\text{-}\%(\text{NH}_3) = ?$$

Neutralisationsreaktionen \u00e4r



eller



Vi ber\u00e4knar den substansm\u00e4ngd svavelsyra som f\u00f6rbrukas vid neutralisationsreaktionen:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = c(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,036 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0373 \text{ dm}^3 = 0,001343 \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{2}{1}, \text{ d\u00e4r } n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,001343 \text{ mol} = 0,002686 \text{ mol}.$$

Vi ber\u00e4knar massan f\u00f6r ammoniak i det titrerade provet (10,0 ml):

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,002686 \text{ mol} \cdot 17,034 \text{ g/mol} = 0,04575 \text{ g}.$$

Man hade framställt ett prov på 250 milliliter av rengöringsmedlet, alltså är den totala massan för ammoniak i den mängd vi undersöker  $25 \cdot 0,04575 \text{ g} = 1,144 \text{ g}$ .

Vi beräknar andelen ammoniak i massprocent:

$$m\text{-}\%(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{näyte})} \cdot 100\% = \frac{1,144 \text{ g}}{23,37 \text{ g}} \cdot 100\% = 4,509\% \approx 4,5\%$$

Fenolftalein är en syra-basindikator. När vi tillsätter en indikator i provlösningen kan vi se när ekvivalenspunkten uppnås som en färgförändring av lösningen. Efter titreringen finns det endast salt och vatten i provlösningen så lösningen kan hällas ut i avloppet.

## 2.12

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl}) = 2,898 \text{ g}$$

$$V(\text{HCl}) = 45 \text{ ml} = 0,045 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 2,0 \text{ mol/dm}^3$$

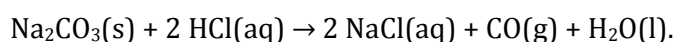
$$V(\text{NaOH}) = 19 \text{ ml} = 0,019 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 3,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ g/mol}$$

$$m\text{-}\%(\text{Na}_2\text{CO}_3) = ?$$

Natriumkarbonatet i blandningen reagerar med saltsyra enligt följande:



Den totala substansmängden saltsyra som tillsätts i provet är:

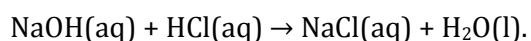
$$n(\text{HCl})_{\text{tillsatt}} = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 2,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,045 \text{ dm}^3 = 0,09000 \text{ mol}.$$

Med hjälp av den mängd natriumhydroxidlösning som går åt vid titreringen kan vi bestämma vilken substansmängd saltsyra som inte reagerat, det vill säga hur mycket överflödigt saltsyra det fanns.

Vi bestämmer den substansmängd natriumhydroxid som behövdes för neutralisationen:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 3,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,019 \text{ dm}^3 = 0,05700 \text{ mol}.$$

Natriumhydroxidens och saltsyrans neutralisationsreaktion:



Enligt det här får vi

$$n(\text{HCl})_{\text{överskott}} = n(\text{NaOH}) = 0,05700 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer den substansmängd saltsyra som har reagerat med natriumkarbonat vid sönderfallsreaktionen:

$$n(\text{HCl})_{\text{reagerat}} = n(\text{HCl})_{\text{tillsatt}} - n(\text{HCl})_{\text{överskott}} = 0,09000 \text{ mol} - 0,05700 \text{ mol} = 0,03300 \text{ mol.}$$

Enligt natriumkarbonatets sönderfallsreaktion

$$\frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2}, \text{ där } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,03300 \text{ mol} = 0,01650 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer massan för mängden natriumkarbonat i blandningen:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,01650 \text{ mol} \cdot 105,99 \text{ g/mol} = 1,749 \text{ g.}$$

Natriumkarbonatets andel i massprocent:

$$m\text{-}\%(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{näyte})} \cdot 100 \% = \frac{1,749 \text{ g}}{2,898 \text{ g}} \cdot 100 \% = 60,35 \% = 60 \%$$

Natriumkarbonatets substansmängd förändras inte då det löser sig i vattnet och därför har vattnets volym ingen betydelse.

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

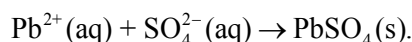
### 2.3 Utfällningsreaktioner

#### 2.14

a) En vattenlösning av kaliumnitrat innehåller  $K^+$ - och  $NO_3^-$ -joner. En vattenlösning av bariumklorid innehåller  $Ba^{2+}$ - och  $Cl^-$ -joner. Enligt tabellboken är både kaliumklorid och bariumnitrat salter som löser sig rikligt i vatten. Det bildas ingen fällning.

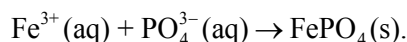
b) När vi förenar vattenlösningar av natriumsulfat och bly(II)nitrat bildas natriumnitrat och bly(II)sulfat. Enligt tabellboken är natriumnitrat ett salt som löser sig rikligt i vatten.

Bly(II)sulfat löser sig däremot knappt. Följande fällningsreaktion sker:



c) När vi förenar vattenlösningar av natriumfosfat och järn(III)nitrat bildas natriumnitrat och järn(III)fosfat. Enligt tabellboken är natriumnitrat ett salt som löser sig rikligt i vatten.

Järn(III)fosfat löser sig däremot knappt. Följande fällningsreaktion sker:



#### 2.15

$$m(\text{malmprov}) = 5,0 \text{ kg} = 5\,000 \text{ g}$$

$$V_1(\text{malmlösning}) = 20 \text{ l}$$

$$V_2(\text{provlösning}) = 200 \text{ ml}$$

$$m(\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4) = 140 \text{ mg} = 0,140 \text{ g}$$

$$M(\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4) = 288,922 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ni}) = 58,69 \text{ g/mol}$$

$$\%_0(\text{Ni}) = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd av föreningen  $\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4$  som fälls ut:

$$n(\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4) = \frac{m(\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4)}{M(\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4)} = \frac{0,140 \text{ g}}{288,922 \text{ g/mol}} = 4,8456 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

I formeln för föreningen  $\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4$  ser vi att en mol förening innehåller en mol  $\text{Ni(II)}$ joner, för ett prov på 200 ml gäller alltså  $n(\text{Ni}^{2+}) = n(\text{NiC}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4) = 4,8456 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$



Hela lösningens volym är 20 liter, alltså är substansmängden för nickel(II)jonerna i malmlösningen

$$n(\text{Ni}^{2+}) = 100 \cdot 4,8456 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,048456 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer massan för nickel(II)jonerna:

$$m(\text{Ni}^{2+}) = n(\text{Ni}^{2+}) \cdot M(\text{Ni}^{2+}) = 0,048456 \text{ mol} \cdot 58,69 \text{ g/mol} = 2,8439 \text{ g} = m(\text{Ni}).$$

Vi bestämmer hur många promille nickel malmen innehåller:

$$\text{‰}(\text{Ni}) = \frac{m(\text{Ni})}{m(\text{malm})} \cdot 1000 = \frac{2,8439 \text{ g}}{5000 \text{ g}} \cdot 1000 = 0,5688 \text{ ‰} = 0,57 \text{ ‰.}$$

## 2.16

a)

$$V(\text{vattenprov}) = 2,0 \text{ l}$$

$$m(\text{AgCl}) = 102 \text{ mg} = 0,102 \text{ g}$$

$$M(\text{AgCl}) = 143,32 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}^-) = 35,45 \text{ g/mol}$$

$$\text{Cl}^- \text{-halt (mg/l)} = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd silverklorid som fälls ut:

$$n(\text{AgCl}) = \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl})} = \frac{0,102 \text{ g}}{143,32 \text{ g/mol}} = 7,1169 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Enligt fällningsreaktionjen för silverklorid  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$  är

$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{\text{AgCl}} = \frac{1}{1}, \text{ där } n(\text{Cl}^-) = n(\text{AgCl}) = 7,1169 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Vi beräknar massan för kloridjonerna i provet:

$$m(\text{Cl}^-) = n(\text{Cl}^-) \cdot M(\text{Cl}) = 7,1169 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 35,45 \text{ g/mol} = 0,025229 \text{ g} = 25,229 \text{ mg.}$$

Man undersökte 2,0 liter grundvatten, alltså är koncentrationen av kloridjoner i enheten mg/l

$$\frac{25,229 \text{ mg}}{2,0 \text{ l}} = 12,61 \text{ mg/l} \approx 13 \text{ mg/l.}$$

**b)**

Det är besvärligt att hantera en så stor volym (2,0 liter) provlösning. Filtreringen av fällningen tar lång tid. Koncentrationen av kloridjoner i grundvattnet är mycket liten och genom att låta lösningen avdunsta får vi en mera koncentrerad lösning av kloridjoner. Fällningsreaktionen sker mera fullständigt när vi har en mindre volym av lösningen eftersom en del av silverkloridfällningen kan lösa sig om vi har en stor mängd vatten.

**c)** Vi skulle få ett för stort värde för koncentrationen av kloridjoner eftersom också sulfatjonerna kan fällas ut i form av svårslösligt silversulfat.

## 2.17

$$V(\text{avloppsvatten}) = 15\,500 \text{ m}^3 = 15\,500\,000 \text{ dm}^3 = 15\,500\,000 \text{ l}$$

$$\text{PO}_4^{3-}\text{-halt} = 22 \text{ mg/l}$$

$$M(\text{PO}_4^{3-}) = 94,97 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{FeSO}_4) = 151,92 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = ?$$

Vi beräknar den totala massan fosfatjoner i avloppsvattnet som kommer till reningsverket:

$$m(\text{PO}_4^{3-}) = 22 \text{ mg/l} \cdot 15\,500\,000 \text{ l} = 341\,000\,000 \text{ mg} = 341\,000 \text{ g.}$$

Vi beräknar den massa fosfatjoner som måste fällas ut för att 95 % av dem ska försvinna:

$$m(\text{PO}_4^{3-})_{\text{fälls ut}} = 0,95 \cdot 341\,000 \text{ g} = 323\,950 \text{ g.}$$

Vi bestämmer substansmängden för de fosfatjoner som fälls ut:

$$n(\text{PO}_4^{3-})_{\text{fälls ut}} = \frac{m(\text{PO}_4^{3-})}{M(\text{PO}_4^{3-})} = \frac{323\,950 \text{ g}}{94,97 \text{ g/mol}} = 3\,411 \text{ mol.}$$

Enligt reaktionslikheten för fällningsreaktionen:

$$\frac{n(\text{Fe}^{3+})}{n(\text{PO}_4^{3-})} = \frac{1}{1}, \text{ d\u00e4r } n(\text{Fe}^{3+}) = 3\,411 \text{ mol.}$$

Enligt formeln f\u00f6r j\u00e4rn(II)sulfat och oxidationsreaktionerna f\u00f6r j\u00e4rn(II)jonerna \u00e4r  $n(\text{FeSO}_4) = n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Fe}^{3+})$ , allts\u00e5 \u00e4r den substansm\u00e4ngd j\u00e4rn(II)sulfat som beh\u00f6vs 3 411 mol.

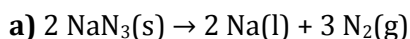
Vi best\u00e4mmer massan f\u00f6r den m\u00e4ngd j\u00e4rn(II)sulfat som beh\u00f6vs:

$$m(\text{FeSO}_4) = n(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{FeSO}_4) = 3\,411 \text{ mol} \cdot 151,92 \text{ g/mol} = 518\,200 \text{ g} = 518,2 \text{ kg} \approx 0,52 \text{ t.}$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 2.4 Sönderfallsreaktioner

#### 2.19



b)

$$V(\text{N}_2) = 40 \text{ l}$$

$$\rho(\text{N}_2) = 1,20 \text{ g/l}$$

$$M(\text{N}_2) = 28,02 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NaN}_3) = 65,02 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaN}_3) = ?$$

Vi bestämmer massan för den mängd kväve som bildas med hjälp av formeln för densitet

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ där } m = \rho \cdot V$$

$$m(\text{N}_2) = \rho(\text{N}_2) \cdot V(\text{N}_2) = 1,20 \text{ g/l} \cdot 40 \text{ l} = 48,00 \text{ g.}$$

Vi bestämmer substansmängden för kvävet som bildas:

$$n(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{48,00 \text{ g}}{28,02 \text{ g/mol}} = 1,713 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{NaN}_3)}{n(\text{N}_2)} = \frac{2}{3}, \text{ där } n(\text{NaN}_3) = \frac{2}{3} \cdot 1,713 \text{ mol} = 1,142 \text{ mol.}$$

Massan för den mängd natriumazid som behövs :

$$m(\text{NaN}_3) = n(\text{NaN}_3) \cdot M(\text{NaN}_3) = 1,142 \text{ mol} \cdot 65,02 \text{ g/mol} = 74,25 \approx 74 \text{ g.}$$

## 2.20

### a)

kalcit (kalksten) =  $\text{CaCO}_3$

kiseldioxid =  $\text{SiO}_2$

järn(III)oxid =  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

aluminiumoxid =  $\text{Al}_2\text{O}_3$

bränd kalk =  $\text{CaO}$

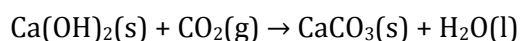
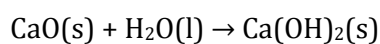
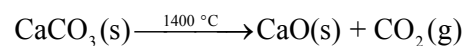
koldioxid =  $\text{CO}_2$

vatten =  $\text{H}_2\text{O}$

släckt kalk =  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

kalciumkarbonat =  $\text{CaCO}_3$

### b)



### c)

$$m(\text{CaO}) = 100 \text{ kg} = 100\,000 \text{ g}$$

$$M(\text{CaO}) = 56,08 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100,09 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden bränd kalk ( $\text{CaO}$ ):

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{100\,000 \text{ g}}{56,08 \text{ g/mol}} = 1\,783,2 \text{ mol.}$$

Reaktionslikheten för sönderfallsreaktionen för kalcit är  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ .

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{CaCO}_3)}{n(\text{CaO})} = \frac{1}{1}, \text{ där } n(\text{CaCO}_3) = 1\,783,2 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer massan för kalciten:

$$m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 1783,2 \text{ mol} \cdot 100,09 \text{ g/mol} = 178\,480 \text{ g} \approx 178 \text{ kg}.$$

## 2.21

a)

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,0 \text{ kg} = 2\,000 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,068 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = ?$$

Reaktionslikheten för jäsningsreaktionen är  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{aq}) + 2 \text{CO}_2(\text{g})$ .

Vi bestämmer den massa glukos som övergår i etanol:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,85 \cdot 2\,000 \text{ g} = 1\,700 \text{ g}.$$

Vi bestämmer den substansmängd glukos som övergår i etanol:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{1700 \text{ g}}{180,156 \text{ g/mol}} = 9,436 \text{ mol}.$$

Enligt jäsningsreaktionen för etanol

$$\frac{n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{2}{1}, \text{ där } n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 2 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2 \cdot 9,436 \text{ mol} = 18,87 \text{ mol}.$$

Massan för den etanol som bildas

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 18,87 \text{ mol} \cdot 46,068 \text{ g/mol} = 869,3 \text{ g} \approx 0,87 \text{ kg}.$$

b)

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 869,3 \text{ g} = 0,8693 \text{ kg}$$

$$\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,79 \text{ kg/dm}^3$$

$$V(\text{vatten}) = 10,0 \text{ l} = 10,0 \text{ dm}^3$$

$$\text{vol-\%}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = ?$$

Vi beräknar volymen av den etanol som bildas med hjälp av formeln för densitet

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ där } V = \frac{m}{\rho}.$$

$$V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})} = \frac{0,8693 \text{ kg}}{0,79 \text{ kg/dm}^3} = 1,100 \text{ dm}^3.$$

Lösningens totala volym är

$$V(\text{lösning}) = V(\text{vatten}) + V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 10,0 \text{ dm}^3 + 1,100 \text{ dm}^3 = 11,100 \text{ dm}^3.$$

Alkoholhalten i volymprocent är

$$\text{vol-\%}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{V(\text{lösning})} \cdot 100 \% = \frac{1,100 \text{ dm}^3}{11,100 \text{ dm}^3} \cdot 100 \% = 9,910 \% \approx 9,9 \%$$

**c)**

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 9,436 \text{ mol}$$

$$\rho(\text{CO}_2) = 1,9 \text{ kg/m}^3$$

$$M(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Enligt reaktionslikheten för etanolens jäsningsreaktion:

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{2}{1}, \text{ där } n(\text{CO}_2) = 2 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2 \cdot 9,436 \text{ mol} = 18,87 \text{ mol}.$$

Massan för den koldioxid som bildas är

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 18,87 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} = 830,5 \text{ g}.$$

Vi beräknar volymen för den koldioxid som bildas med hjälp av formeln för densitet

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ där } V = \frac{m}{\rho}.$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{\rho(\text{CO}_2)} = \frac{0,8305 \text{ kg}}{1,9 \text{ kg/m}^3} = 0,4371 \text{ m}^3 \approx 0,44 \text{ m}^3.$$

## 2.22

$$n(\text{gaserna}) = 1,56 \text{ mol}$$

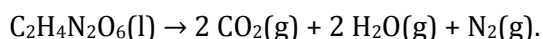
$$M(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) = 152,072 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) = ?$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten för sönderfallsreaktionen för dinitroglykol är:



Enligt den balanserade reaktionsformeln är

$$\frac{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6)}{n(\text{gaserna})} = \frac{1}{5}, \text{ d\u00e4r } n(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) = \frac{1}{5} \cdot n(\text{gaserna}) = \frac{1}{5} \cdot 1,56 \text{ mol} = 0,31200 \text{ mol}.$$

Vi best\u00e4mmer massan dinitroglykol:

$$m(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) = n(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) = 0,31200 \text{ mol} \cdot 152,072 \text{ g/mol} = 47,445 \text{ g} \approx 47,4 \text{ g}.$$

Enligt den balanserade reaktionsformeln \u00e4r

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6)} = \frac{2}{1}, \text{ d\u00e4r } n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6) = 2 \cdot 0,31200 \text{ mol} = 0,62400 \text{ mol}$$

eller:

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{gaserna})} = \frac{2}{5}, \text{ d\u00e4r } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2}{5} \cdot n(\text{gaserna}) = \frac{2}{5} \cdot 1,56 \text{ mol} = 0,62400 \text{ mol}$$

Vi ber\u00e4knar vatten\u00e5ngans massa:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,62400 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 11,242 \text{ g} \approx 11,2 \text{ g}.$$



## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### Öva mera!

#### Studentexamensuppgifter

2.

a)

$$m(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 232,2 \text{ mg} = 0,2322 \text{ g}$$

$$M(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 222,56 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Mg}^{2+}) = 24,31 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) = ?$$

Substansmängden dimagnesiumdifosfat:

$$n(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = \frac{m(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)}{M(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7)} = \frac{0,2322 \text{ g}}{222,56 \text{ g/mol}} = 0,00104331 \text{ mol.}$$

Enligt formeln innehåller en mol dimagnesiumdifosfat ( $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) två mol magnesiumjoner, alltså har den ursprungliga lösningen innehållit dubbelt så mycket magnesiumjoner, det vill säga

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 2 \cdot n(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 2 \cdot 0,00104331 \text{ mol} = 0,00208662 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer massan för magnesiumet i lösningen med hjälp av formeln  $n = \frac{m}{M}$ , där

$$m(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{Mg}^{2+}) \cdot M(\text{Mg}^{2+}) = 0,00208662 \text{ mol} \cdot 24,31 \text{ g/mol} = 0,0507257 \text{ g} \approx 50,73 \text{ mg.}$$

b)

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 0,00208662 \text{ mol}$$

$$V(\text{lösning}) = 100,0 \text{ ml} = 0,1000 \text{ l}$$

Lösningens koncentration av magnesiumjoner:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{n(\text{Mg}^{2+})}{V(\text{lösning})} = \frac{0,00208662 \text{ mol}}{0,1000 \text{ l}} = 0,0208662 \text{ mol/l} \approx 0,02087 \text{ mol/l.}$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 3.1 Fullständig och ofullständig förbränning – begränsande faktor

#### 3.2

##### a)

$$n(\text{SO}_2) = 3,0 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 2,0 \text{ mol}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är  $\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1}$  alltså är substansmängden för

svaveldioxiden som förbrukas i reaktionen  $2 \cdot n(\text{O}_2)$ . Eftersom det finns 2,0 mol syre skulle substansmängden för svaveldioxiden som reagerar vara  $2 \cdot 2,0 \text{ mol} = 4,0 \text{ mol}$ . Det finns ändå bara 3,0 mol svaveldioxid, alltså är det den begränsande faktorn.

##### b)

$$n(\text{SO}_2) = 3,0 \text{ mol (begränsande faktor)}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{till en början}} = 2,0 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2)_{\text{överskott}} = ?$$

Eftersom svaveldioxid är den begränsande faktorn i reaktionen beräknar vi den substansmängd syre som förbrukas utifrån den:

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{SO}_2)} = \frac{1}{2}, \text{ därmed är } n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{SO}_2) = \frac{1}{2} \cdot 3,0 \text{ mol} = 1,5 \text{ mol}.$$

Vi bestämmer överskottet syre:

$$n(\text{O}_2)_{\text{överskott}} = 2,0 \text{ mol} - 1,5 \text{ mol} = 0,5 \text{ mol}.$$

##### c)

$$n(\text{SO}_2) = 3,0 \text{ mol (begränsande faktor)}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är  $\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{SO}_2)} = \frac{2}{2} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_2) = 3,0 \text{ mol}.$

### 3.3

$$m(\text{O}_2) = 10,0 \text{ g}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2) = 20,0 \text{ g}$$

$$M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten är  $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi bestämmer substansmängden för båda utgångsämnen:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{10,0 \text{ g}}{32,00 \text{ g/mol}} = 0,31250 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{20,0 \text{ g}}{2,016 \text{ g/mol}} = 9,9206 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1} \text{ därmed är } n(\text{H}_2) = 2 \cdot n(\text{O}_2).$$

För att 0,31250 mol syrgas ska reagera fullständigt krävs följande substansmängd väte:

$$n(\text{H}_2) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,31250 \text{ mol} = 0,62500 \text{ mol.}$$

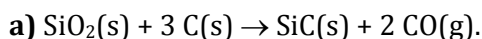
Eftersom vi har tillgång till 9,9206 mol väte, ett överskott, är det syret som tar slut först i reaktionen. Syret är därmed den begränsande faktorn. Det är alltså substansmängden syre som avgör substansmängden för det väte som bildas. Enligt den balanserade reaktionslikheten är

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{1}, \text{ därmed är } n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,31250 \text{ mol} = 0,62500 \text{ mol.}$$

Vi beräknar massan för vätet som bildas:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,62500 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 11,260 \text{ g} \approx 11,3 \text{ g.}$$

### 3.4



b)

$$m(\text{SiO}_2) = 3,00 \text{ g}$$

$$M(\text{SiO}_2) = 60,09 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}) = 4,50 \text{ g}$$

$$M(\text{C}) = 12,01 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{SiC}) = 40,10 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{SiC}) = ?$$

Vi beräknar substansmängden kiseldioxid och kol:

$$n(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{M(\text{SiO}_2)} = \frac{3,00 \text{ g}}{60,09 \text{ g/mol}} = 0,049925 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{4,50 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 0,37469 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är  $\frac{n(\text{C})}{n(\text{SiO}_2)} = \frac{3}{1}$ , alltså är substansmängden kol som

reagerar med kiseldioxiden  $n(\text{C}) = 3 \cdot n(\text{SiO}_2) = 3 \cdot 0,049925 \text{ mol} = 0,14978 \text{ mol}$ .

Eftersom vi har tillgång till 0,37469 mol kol finns det i överskott. Därmed är den begränsande faktorn i reaktionen kiseldioxid. Vi bestämmer substansmängden kiselkarbid med hjälp av substansmängden kiseldioxid.

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är  $n(\text{SiC}) = n(\text{SiO}_2) = 0,049925 \text{ mol}$ .

Vi bestämmer kiselkarbidens massa:

$$m(\text{SiC}) = n(\text{SiC}) \cdot M(\text{SiC}) = 0,049925 \text{ mol} \cdot 40,10 \text{ g/mol} = 2,0020 \text{ g} \approx 2,00 \text{ g.}$$

c)

$$n(\text{SiO}_2) = 0,049925 \text{ mol (begränsande faktor)}$$

$$n(\text{C})_{\text{till en början}} = 0,37469 \text{ mol}$$

$$m(\text{C})_{\text{överskott}} = ?$$

Vi beräknar den substansmängd kol som blir kvar (inte reagerar):

$$n(\text{C})_{\text{överskott}} = n(\text{C}) - 3 \cdot n(\text{SiO}_2) = 0,37469 \text{ mol} - 3 \cdot 0,049925 \text{ mol} = 0,22491 \text{ mol.}$$

Massan för kolet som blir kvar:

$$m(\text{C}) = n(\text{C})_{\text{överskott}} \cdot M(\text{C}) = 0,22491 \text{ mol} \cdot 12,01 \text{ g/mol} = 2,7012 \text{ g} \approx 2,70 \text{ g.}$$

### 3.5

$$m(\text{C}_2\text{H}_2) = 1,93 \text{ g}$$

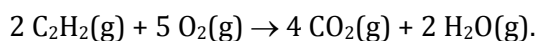
$$M(\text{C}_2\text{H}_2) = 26,036 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}_2) = 3,45 \text{ g}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}_2) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten för den fullständiga förbränningsreaktionen är



Vi bestämmer substansmängderna för utgångsämnen:

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_2)}{M(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{1,93 \text{ g}}{26,036 \text{ g/mol}} = 0,074128 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{3,45 \text{ g}}{32,00 \text{ g/mol}} = 0,10781 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är förhållandena mellan substansmängderna för utgångsämnen:

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_2\text{H}_2)} = \frac{5}{2}.$$

Enligt det här förhållandet borde substansmängden för syret vara

$$\frac{5}{2} \cdot n(\text{C}_2\text{H}_2) \text{ det vill säga } \frac{5}{2} \cdot 0,074128 \text{ mol} = 0,18532 \text{ mol.}$$

Vi har bara tillgång till 0,10781 mol syre, alltså är syret den begränsande faktorn i reaktionen. Därmed är förbränningen inte fullständig.

Vi beräknar massan för den mängd syre som krävs för en fullständig förbränning med hjälp av syrets substansmängd:

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,18532 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 5,9302 \text{ g} \approx 5,93 \text{ g}$$

### 3.6

$$V(\text{AgNO}_3(\text{aq})) = 25 \text{ ml} = 0,025 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{AgNO}_3(\text{aq})) = 0,010 \text{ mol/dm}^3$$

$$m(\text{Zn}) = 20 \text{ mg} = 0,020 \text{ g}$$

$$M(\text{Zn}) = 65,38 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Ag}) = ?$$

Vi bestämmer substansmängderna för utgångsämnen:

$$n(\text{AgNO}_3) = c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) = 0,010 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,025 \text{ dm}^3 = 2,500 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{0,020 \text{ g}}{65,38 \text{ g/mol}} = 3,059 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionsformeln är förhållandet mellan substansmängderna för utgångsämnen

$$\frac{n(\text{AgNO}_3)}{n(\text{Zn})} = \frac{2}{1}.$$

Enligt det här förhållandet är den substansmängd silvernitrat som krävs

$$n(\text{AgNO}_3) = 2 \cdot n(\text{Zn}) = 2 \cdot 3,059 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Eftersom vi bara har tillgång till  $2,500 \cdot 10^{-4}$  mol silvernitrat, är silvernitrat den begränsande faktorn i reaktionen.

Vi bestämmer substansmängden för den mängd silver som bildas med hjälp av substansmängden silvernitrat.

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{Ag})}{n(\text{AgNO}_3)} = \frac{2}{2} \Rightarrow n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) = 2,500 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Massan för silvret som bildas i reaktionen:

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 2,500 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 107,87 \text{ g/mol} = 0,02697 \text{ g} \approx 0,027 = 27 \text{ mg.}$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 3.2 Gasberäkningar

#### 3.9

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = 5,0 \text{ kg} = 5\,000 \text{ g}$$

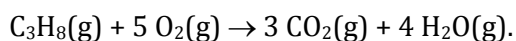
$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44,094 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$V(\text{O}_2) = ?$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten för förbränning av propan är



Vi bestämmer substansmängden propan:

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8)}{M(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{5000 \text{ g}}{44,094 \text{ g/mol}} = 113,4 \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{5}{1}, \text{ därmed är } n(\text{O}_2) = 5 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) = 5 \cdot 113,4 \text{ mol} = 567,0 \text{ mol}.$$

Volymen för syret som går åt vid NTP-förhållanden:

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 567,0 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} = 12\,710 \text{ dm}^3 \approx 13\,000 \text{ dm}^3 = 13 \cdot 10^3 \text{ l}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{3}{1} \text{ därmed är } n(\text{CO}_2) = 3 \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 113,4 \text{ mol} = 340,2 \text{ mol}.$$

Volymen koldioxid som frigörs vid NTP-förhållanden:

$$V(\text{CO}_2) = 340,2 \text{ mol} \cdot 22,41 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}} = 7\,624 \text{ dm}^3 \approx 7\,600 \text{ dm}^3 = 7,6 \cdot 10^3 \text{ l}.$$



### 3.10

$$m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 30 \text{ kg} = 30 \cdot 10^3 \text{ g}$$

$$M(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 60,062 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$V(\text{NH}_3) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden urea:

$$n(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = \frac{m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)}{M(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)} = \frac{30 \cdot 10^3 \text{ g}}{60,062 \text{ g/mol}} = 499,5 \text{ mol.}$$

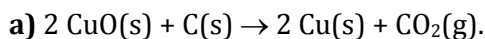
Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)} = \frac{2}{1}, \text{ därmed är } n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 2 \cdot 499,5 \text{ mol} = 999,0 \text{ mol.}$$

Volymen ammoniak vid NTP-förhållanden:

$$V(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot V_m = 999,0 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} = 22\,390 \text{ dm}^3 \approx 22\,000 \text{ dm}^3 = 22 \text{ m}^3.$$

### 3.11



b)

$$m(\text{CuO}) = 79,5 \text{ kg} = 79\,500 \text{ g}$$

$$m(\text{C}) = 100 \text{ kg} = 100\,000 \text{ g}$$

$$M(\text{CuO}) = 79,55 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}) = 12,01 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Cu}) = ?$$

Vi tar reda på vilket utgångsämne som är den begränsande faktorn i reaktionen.

Substansmängden koppar(II)oxid:

$$n(\text{CuO}) = \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})} = \frac{79\,500 \text{ g}}{79,55 \text{ g/mol}} = 999,37 \text{ mol.}$$

Substansmängden kol:

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{100\,000\text{ g}}{12,01\text{ g/mol}} = 8326,4\text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{CuO})} = \frac{1}{2}, \text{ därmed är substansmängden för det kol som behövs } n(\text{C}) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{CuO}) = \frac{1}{2} \cdot$$

$$999,37\text{ mol} = 499,69\text{ mol.}$$

Eftersom vi har tillgång till 8 326,4 mol kol finns det i överskott. Därmed är den begränsande faktorn i reaktionen koppar(II)oxid.

Enligt den balanserade reaktionslikheten är substansmängden koppar som bildas:

$$\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{CuO})} = \frac{2}{2}, \text{ därmed är } n(\text{Cu}) = n(\text{CuO}) = 999,37\text{ mol.}$$

Massan för den mängd koppar som bildas:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 999,37\text{ mol} \cdot 63,55\text{ g/mol} = 63510\text{ g} \approx 63,5\text{ kg.}$$

**c)**

$$n(\text{CuO}) = 999,37\text{ mol (begränsande faktor)}$$

$$V_m = 22,41\text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$V(\text{CO}_2) = ?$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CuO})} = \frac{1}{2}, \text{ därmed är } n(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{CuO}) = \frac{1}{2} \cdot 999,37\text{ mol} = 499,69\text{ mol.}$$

Volymen koldioxid vid NTP-förhållanden:

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot V_m = 499,69\text{ mol} \cdot 22,41\text{ dm}^3/\text{mol} = 11198\text{ dm}^3 \approx 11\,200\text{ dm}^3 = 11,2\text{ m}^3.$$

### 3.12

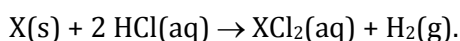
$$m(\text{X}) = 1,00 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,934 \text{ l} = 0,934 \text{ dm}^3$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$\text{X} = ?$$

Den balanserade reaktionslikheten för reaktionen mellan metall X och saltsyra:



Vi bestämmer substansmängden vätgas som bildas vid NTP-förhållanden:

$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{0,934 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,041678 \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{X})}{n(\text{H}_2)} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{X}) = n(\text{H}_2) = 0,041678 \text{ mol}.$$

Vi löser molmassan för metallen ur formeln

$$n = \frac{m}{M}, \text{ där } M(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{n(\text{X})} = \frac{1,00 \text{ g}}{0,041678 \text{ mol}} = 23,993 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Ur formeln  $\text{XCl}_2$  kan vi sluta oss till att metallen som efterfrågas bildas jonen  $\text{X}^{2+}$ , därmed kunde den vara en metall ur den andra huvudgruppen. Enligt tabellboken är  $M(\text{Mg}) = 24,31 \text{ g/mol}$ , vilket är närmast den utlösta molmassan. Metallen är alltså magnesium.

### 3.13

a) Den balanserade reaktionslikheten är  $2 \text{NaN}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}(\text{l}) + 3 \text{N}_2(\text{g})$ .

b)

$$m(\text{NaN}_3) = 120 \text{ g}$$

$$M(\text{NaN}_3) = 65,02 \text{ g/mol}$$

$$p = 120 \text{ kPa} = 120 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$T = (40 + 273,15) \text{ K} = 313,15 \text{ K}$$

$$R = 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V(\text{N}_2) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden natriumazid:

$$n(\text{NaN}_3) = \frac{m(\text{NaN}_3)}{M(\text{NaN}_3)} = \frac{120 \text{ g}}{65,02 \text{ g/mol}} = 1,8456 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{N}_2)}{n(\text{NaN}_3)} = \frac{3}{2} \Rightarrow n(\text{N}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{NaN}_3) = \frac{3}{2} \cdot 1,8456 \text{ mol} = 2,7684 \text{ mol.}$$

Vi beräknar kvävgasens volym i de givna förhållandena med hjälp av den ideala gaslagen:

$$pV = nRT, \text{ därmed är } V = \frac{nRT}{p}$$
$$V(\text{N}_2) = \frac{2,7684 \text{ mol} \cdot 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 313,15 \text{ K}}{120 \cdot 10^3 \text{ Pa}} = 0,060067 \text{ m}^3 \approx 60,1 \text{ dm}^3.$$

c) Kvävgasens volym skulle vara större, eftersom normaltrycket är lägre (cirka 101 kPa) än 120 kPa. När trycket minskar ökar gasens volym vid konstant temperatur.

### 3.14

$$m(\text{Fe}) = 0,900 \text{ g}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{HCl}) = 75 \text{ ml} = 0,075 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,500 \text{ mol/dm}^3$$

$$T = (15 + 273,15) \text{ K} = 288,15 \text{ K}$$

$$p = 0,96 \text{ bar}$$

$$R = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Den balanserade reaktionslikheten är  $\text{Fe}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{FeCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ .

Vi tar reda på vilket utgångsämne som är den begränsande faktorn i reaktionen.

Järnets substansmängd är:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} = \frac{0,900 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}} = 0,016115 \text{ mol.}$$

Saltsyrans substansmängd är:

$$n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,075 \text{ dm}^3 = 0,03750 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionsformeln är förhållandet mellan utgångsämnenas substansmängder

$$\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2}.$$

Den substansmängd järn som behövs är alltså  $n(\text{Fe}) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,0375 \text{ mol} = 0,0188 \text{ mol}$ .

Eftersom vi bara har tillgång till 0,016115 mol järn är järnet den begränsande faktorn i reaktionen. Vi beräknar substansmängden för den vätgas som bildas med hjälp av järnets substansmängd:

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{Fe})} = \frac{1}{1}, \text{ därmed är } n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,016115 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer vätgasens volym med hjälp av formeln för den ideala gaslagen:

$$V(\text{H}_2) = \frac{nRT}{p} = \frac{0,016115 \text{ mol} \cdot 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 288,15 \text{ K}}{0,96 \text{ bar}} = 0,4022 \text{ dm}^3 \approx 0,40 \text{ dm}^3.$$

### 3.15

$$V(\text{gas}) = 1,00 \text{ dm}^3$$

$$m(\text{gas}) = 1,477 \text{ g}$$

$$p = 1,00 \text{ bar}$$

$$T = (70,0 + 273,15) \text{ K} = 343,15 \text{ K}$$

$$R = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Omättat kolväte = ?

Vi bestämmer gasens substansmängd med hjälp av formeln för den ideala gaslagen  $pV = nRT$ :

$$n(\text{gas}) = \frac{pV}{RT} = \frac{1,00 \text{ bar} \cdot 1,00 \text{ dm}^3}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 343,15 \text{ K}} = 0,035049 \text{ mol}.$$

Vi löser gasens molmassa enligt följande:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow M(\text{gas}) = \frac{m(\text{gas})}{n(\text{gas})} = \frac{1,477 \text{ g}}{0,035049 \text{ mol}} = 42,141 \text{ g/mol} \approx 42,1 \text{ g/mol}.$$

Eftersom det är frågan om ett omättat kolväte med formeln  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  kan vi beräkna värdet för  $n$  med hjälp av uttrycket  $n \cdot 12,01 \text{ g/mol} + 2n \cdot 1,008 \text{ g/mol} = 42,1 \text{ g/mol}$ , som ger  $n = 3$ . Formeln för kolvätet är därmed  $\text{C}_3\text{H}_6$ , alltså innehåller kärlet propen.

### 3.16

$$V(\text{CO}_2) = 500 \text{ cm}^3 = 0,500 \text{ dm}^3$$

$$T = (175 + 273,15) \text{ K} = 448,15 \text{ K}$$

$$p = 1,01325 \text{ bar}$$

$$R = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$m\text{-}\%(\text{NaHCO}_3) = 96,0 \%$$

$$M(\text{NaHCO}_3) = 84,008 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{bakpulver}) = ?$$

Vi bestämmer den substansmängd koldioxid som behöver bildas.

Formeln för den ideala gaslagen är  $pV = nRT$ , som ger oss

$$n(\text{CO}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{1,01325 \text{ bar} \cdot 0,500 \text{ dm}^3}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 448,15 \text{ K}} = 0,013596 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,013596 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer den massa natriumvätekarbonat som sönderfallit:

$$m(\text{NaHCO}_3) = n(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 0,013596 \text{ mol} \cdot 84,008 \text{ g/mol} = 1,1422 \text{ g.}$$

Vi beräknar hur mycket bakpulver som behövs (i gram):

$$96,0 \% = \frac{1,1422 \text{ g}}{x \text{ g}} \cdot 100 \%, \text{ därmed är } x = 1,1898 \text{ g} \approx 1,19 \text{ g.}$$

### 3.17

$$V(\text{H}_2) = 31,0 \text{ ml} = 0,0310 \text{ dm}^3$$

$$T = (35,0 + 273,15) \text{ K} = 308,15 \text{ K}$$

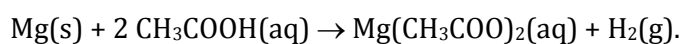
$$p = 1,01325 \text{ bar}$$

$$R = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$M(\text{Mg}) = 24,31 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Mg}) = ?$$

Reaktionslikheten för reaktionen mellan magnesium och ättiksyra:



Vi bestämmer substansmängden för vätgasen som bildas med hjälp av formeln för den ideala

$$\text{gaslagen: } n(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{1,01325 \text{ bar} \cdot 0,0310 \text{ dm}^3}{0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 308,15 \text{ K}} = 1,2260 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten  $n(\text{Mg}) = n(\text{H}_2) = 1,2260 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

Magnesiumets massa:

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 1,2260 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 24,31 \text{ g/mol} = 0,029804 \text{ g} \approx 0,0298 \text{ g} = 29,8 \text{ mg}.$$



## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### Öva mera!

#### Studentexamensuppgifter

1.

a)

$$m(\text{nitroglycerin}) = 2,0 \text{ g}$$

$$M(\text{nitroglycerin}) = 227,10 \text{ g/mol}$$

$$T = (120 + 273,15) \text{ K} = 393,15 \text{ K}$$

$$p = 101 \text{ kPa} = 101\,000 \text{ Pa}$$

$$R = 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$V(\text{reaktionsprodukter}) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden nitroglycerin:

$$n(\text{nitroglycerin}) = \frac{m}{M} = \frac{2,0 \text{ g}}{227,10 \text{ g/mol}} = 8,807 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{reaktionsprodukter})}{n(\text{nitroglycerin})} = \frac{29}{4}, \text{ som ger } n(\text{reaktionsprodukter}) = \frac{29}{4} \cdot n(\text{nitroglycerin})$$
$$= \frac{29}{4} \cdot 8,807 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,06385 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer de gasformiga reaktionsprodukternas volym med hjälp av formeln för den ideala gaslagen  $pV = nRT$ , där

$$V(\text{reaktionsprod.}) = \frac{nRT}{p} = \frac{0,06385 \text{ mol} \cdot 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 393,15 \text{ K}}{101\,000 \text{ Pa}}$$
$$= 2,066 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,1 \text{ dm}^3.$$

2.

a) Magnetit består av järnoxiderna FeO och Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. I FeO är järnets oxidationstal +II och i Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> +III.

b)

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 300,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2) = 10,0 \text{ g}$$

$$M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 231,55 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g/mol}$$

$$\text{utbytes-\%}(\text{Fe}) = ?$$

Vi tar reda på vilket utgångsämne som är den begränsande faktorn i reaktionen:

$$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{m(\text{Fe}_3\text{O}_4)}{M(\text{Fe}_3\text{O}_4)} = \frac{300,0 \text{ g}}{231,55 \text{ g/mol}} = 1,29562 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{10,0 \text{ g}}{2,016 \text{ g/mol}} = 4,9603 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{Fe}_3\text{O}_4)} = \frac{4}{1}$$

För att all magnetit ska reduceras till järn krävs följande substansmängd väte:

$$n(\text{H}_2) = 4 \cdot n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 4 \cdot 1,29562 \text{ mol} = 5,1825 \text{ mol.}$$

Eftersom vi bara har tillgång till 4,9603 mol väte är det den begränsande faktorn.

Vi bestämmer den substansmängd järn som bildas utifrån substansmängden väte.

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{H}_2)} = \frac{3}{4}, \text{ därmed är } n(\text{Fe}) = \frac{3}{4} \cdot n(\text{H}_2) = \frac{3}{4} \cdot 4,9603 \text{ mol} = 3,7202 \text{ mol.}$$

Den maximala mängd järn som kan bildas (teoretiskt utbyte):

$$m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 3,7202 \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 207,77 \text{ g}.$$

Det procentuella utbytet järn:

$$\text{utbytes-\%}(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})_{\text{mängd som bildats}}}{m(\text{Fe})_{\text{teoretiskt utbyte}}} \cdot 100 \% = \frac{195,0 \text{ g}}{207,77 \text{ g}} \cdot 100 \% = 93,854 \% \approx 93,9 \%$$

**3.**

**a)**

$$m(\text{CaO}) = 112 \text{ g}$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 224 \text{ g}$$

$$M(\text{CaO}) = 56,08 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,492 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NH}_3) = 17,034 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NH}_3) = ?$$

Vi bestämmer den begränsande faktorn i reaktionen:

$$n(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{112 \text{ g}}{56,08 \text{ g/mol}} = 1,9971 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{224 \text{ g}}{53,492 \text{ g/mol}} = 4,1875 \text{ mol}.$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{n(\text{CaO})} = \frac{2}{1}, \text{ där } n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 2 \cdot n(\text{CaO}). \text{ För att all kalciumoxid ska reagera behövas det } 2 \cdot$$

$$1,9971 \text{ mol} = 3,9942 \text{ mol ammoniumklorid}.$$

Eftersom vi har tillgång till 4,1875 mol ammoniumklorid finns det i överskott. Därmed är kalciumoxiden den begränsande faktorn.

Vi beräknar alltså substansmängden ammoniak som bildas med hjälp av substansmängden kalciumoxid. Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CaO})} = \frac{2}{1}, \text{ där } n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{CaO}) = 2 \cdot 1,9971 \text{ mol} = 3,9942 \text{ mol}.$$

Massan för ammoniak som bildas:

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 3,9942 \text{ mol} \cdot 17,034 \text{ g/mol} = 68,037 \text{ g} \approx 68,0 \text{ g}.$$

**b)**

De fasta ämnena i reaktionsblandningen är  $\text{CaCl}_2$  och överskottet  $\text{NH}_4\text{Cl}$ :a.

$$n(\text{CaO}) = 1,9971 \text{ mol (begränsande faktor)}$$

$$M(\text{CaCl}_2) = 110,98 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,492 \text{ g/mol}$$

Vi bestämmer hur mycket det finns av vardera fasta ämnet.

Vi har ammoniumklorid i överskott:

$$n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{reagerat}} = 2 \cdot n(\text{CaO}) = 2 \cdot 1,9971 \text{ mol} = 3,9942 \text{ mol}$$

$$n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{överskott}} = n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{i början}} - n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{reagerat}} = 4,1875 \text{ mol} - 3,9942 \text{ mol} = 0,1933 \text{ mol}.$$

Massan för den fasta ammoniumklorid som blir kvar i kärlet:

$$m(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{överskott}} = n(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{överskott}} \cdot M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,1933 \text{ mol} \cdot 53,492 \text{ g/mol} = 10,34 \text{ g}.$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten är substansmängden kalciumklorid som bildas:

$$n(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaO}) = 1,9971 \text{ mol}.$$

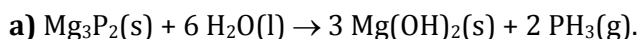
Kalciumkloridens massa:

$$m(\text{CaCl}_2) = n(\text{CaCl}_2) \cdot M(\text{CaCl}_2) = 1,9971 \text{ mol} \cdot 110,98 \text{ g/mol} = 221,64 \text{ g}.$$

Den totala massan för det fasta ämnet som är kvar i kärlet:

$$m = m(\text{NH}_4\text{Cl})_{\text{överskott}} + m(\text{CaCl}_2) = 10,34 \text{ g} + 221,64 \text{ g} = 231,98 \text{ g} \approx 232 \text{ g}$$

4.



b)

$$m\text{-}\%(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 66 \% = 0,66$$

$$M(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 134,87 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} = 22,41 \text{ l/mol}$$

$$V(\text{PH}_3) = ?$$

Vi bestämmer massan för magnesiumfosfiden som sönderfaller med hjälp av koncentrationen magnesiumfosfid i tabellerna:  $m(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 0,66 \cdot 5 \cdot 3,0 \text{ g} = 9,9 \text{ g}$ .

Substansmängden:

$$n(\text{Mg}_3\text{P}_2) = \frac{m(\text{Mg}_3\text{P}_2)}{M(\text{Mg}_3\text{P}_2)} = \frac{9,9 \text{ g}}{134,87 \text{ g/mol}} = 0,07340 \text{ mol}.$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{PH}_3)}{n(\text{Mg}_3\text{P}_2)} = \frac{2}{1}, \text{ därmed är } n(\text{PH}_3) = 2 \cdot n(\text{Mg}_3\text{P}_2) = 2 \cdot 0,07340 \text{ mol} = 0,1468 \text{ mol}.$$

Vi bestämmer fosfinvolymen med hjälp av den ideala gasens molvolym.

Formeln  $n = \frac{V}{V_m}$  ger oss:

$$V(\text{PH}_3) = n(\text{PH}_3) \cdot V_m = 0,1486 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ l/mol} = 3,290 \text{ l} \approx 3,3 \text{ l}.$$

c) Faropiktogrammen betyder:



Brandfarligt ämne

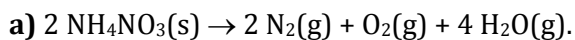


Miljöfarligt



Akut toxiskt ämne

5.



b)

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 2\,300 \text{ t} = 2,3 \cdot 10^9 \text{ g}$$

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,052 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$V(\text{gaserna}) = ?$$

Substansmängden ammoniumnitrat som exploderat:

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{2,3 \cdot 10^9 \text{ g}}{80,052 \text{ g/mol}} = 2,873 \cdot 10^7 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten bildas reaktionsprodukter i gasform:

$$2 \text{ mol} + 1 \text{ mol} + 4 \text{ mol} = 7 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{gaserna})}{n(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{7}{2}$$

$$\text{därmed är } n(\text{gaserna}) = \frac{7}{2} \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{7}{2} \cdot 2,873 \cdot 10^7 \text{ mol} = 1,006 \cdot 10^8 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer gasernas volym med hjälp av den ideala gasens molvolym ur formeln  $n = \frac{V}{V_m}$ :

$$V(\text{gaserna}) = n(\text{gaserna}) \cdot V_m = 1,006 \cdot 10^8 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$= 2,254 \cdot 10^9 \text{ dm}^3 \approx 2,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

c)

Sönderfallsreaktionen för ammoniumnitrat är mycket snabb och kraftigt exoterm, det frigörs alltså rikligt med värmeenergi i reaktionen. De gasformiga produkter som bildas utvidgas snabbt och åstadkommer en tryckvåg, vilket i sin tur ger upphov till explosionen.

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 4.1 Oxidation och reduktion av syreföreningar

#### 4.6

$$m\text{-}\%(\text{C}) = 68,4 \%$$

$$m\text{-}\%(\text{H}) = 11,4 \%$$

$$m\text{-}\%(\text{O}) = 20,2 \%$$

Först beräknar vi den empiriska formeln för förening X då vi antar att vi har 100 gram av föreningen. Enligt sammansättningen i massprocent innehåller den här massan följande mängder olika grundämnen:

$$m(\text{C}) = 68,4 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = 11,4 \text{ g}$$

$$m(\text{O}) = 20,2 \text{ g}$$

Vi bestämmer substansmängderna för grundämnesatomerna:

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{68,4 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 5,6953 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{11,4 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 11,310 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{20,2 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 1,2625 \text{ mol.}$$

Vi dividerar varje substansmängd med den minsta substansmängden (syrets) och får följande förhållande mellan substansmängderna;

$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 4,50 : 8,96 : 1$ . Utifrån det här får vi heltalsförhållandet 9:18:2 genom att multiplicera varje tal med två. Strukturformeln för X är därmed  $(\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2)_x$ .

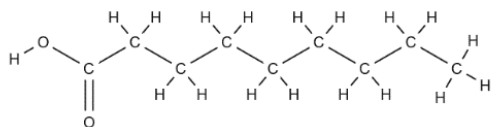
Vi beräknar x:s värde med hjälp av uttrycket

$$x \cdot (9 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,008 + 2 \cdot 16,00) = 158, \text{ som ger } 158,23 x = 158 \Rightarrow x = 1.$$

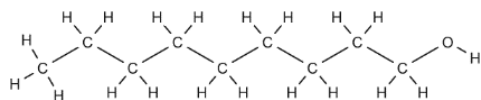
Molekylformeln för X är därmed  $\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$ .

Eftersom det finns två syreatomer i föreningen kan det vara frågan om en karboxylsyra eller en ester. Vi vet att föreningen reduceras, varpå det bildas förening Y, som enligt IR-spektrometrin innehåller en hydroxylgrupp som är typisk för alkoholer. Vid reduktion har det alltså bildats en alkohol. X är därmed en karboxylsyra som reduceras till en primär alkohol.

Strukturformeln för förening X



Strukturformeln för förening Y





## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 4.2 Substitutionsreaktioner

#### 4.11

$$M(X) = 78 \text{ g/mol}$$

$$m\text{-}\%(C) = 92,3 \%$$

$$m\text{-}\%(H) = 100,0 \% - 92,3 \% = 7,7 \%$$

Vi bestämmer strukturformeln för förening X genom att välja 100 g som massa för föreningen.

Substansmängderna för kol- och väteatomerna:

$$n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{92,3 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 7,6853 \text{ mol}$$

$$n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{7,7 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 7,6389 \text{ mol.}$$

Förhållandet mellan substansmängderna är  $n(C) : n(H) = 7,6853 \text{ mol} : 7,6389 \text{ mol}$ , som ger det minsta heltalsförhållandet  $n(C) : n(H) \approx 1:1$ . Strukturformeln för kolvätet är alltså  $(CH)_x$ .

Vi beräknar värdet för x:

$$x \cdot (12,01 + 1,008) \text{ g/mol} = 78 \text{ g/mol, därmed är } x = 5,9917 \approx 6.$$

Molekylformeln för förening X är  $C_6H_6$ , det är alltså frågan om bensen.

Vi bestämmer strukturformeln för förening Y:

$$m\text{-}\%(C) = 58,5 \%$$

$$m\text{-}\%(H) = 4,1 \%$$

$$m\text{-}\%(N) = 11,4 \%$$

$$m\text{-}\%(O) = 100,0 \% - (58,5 + 4,1 + 11,4) \% = 26,0 \%$$

Vi väljer massan 100 g för föreningen. Substansmängderna för de olika grundämnesatomerna:

$$n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{58,5 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 4,8709 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{4,1 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 4,0675 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}) = \frac{m(\text{N})}{M(\text{N})} = \frac{11,4 \text{ g}}{14,01 \text{ g/mol}} = 0,81370 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{26,0 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 1,6250 \text{ mol.}$$

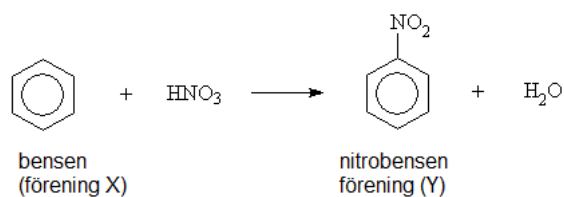
Förhållandet mellan substansmängderna är  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 4,8709 \text{ mol} : 4,0675 \text{ mol} : 0,81370 \text{ mol} : 1,6250 \text{ mol}$ . Vi dividerar varje substansmängd med den minsta substansmängden, det vill säga kvävet, varpå vi får följande förhållande mellan substansmängderna:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 5,9861 \text{ mol} : 4,9988 \text{ mol} : 1,000 \text{ mol} : 1,9971 \text{ mol.}$$

Ur det här får vi  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) \approx 6 : 5 : 1 : 2$ .

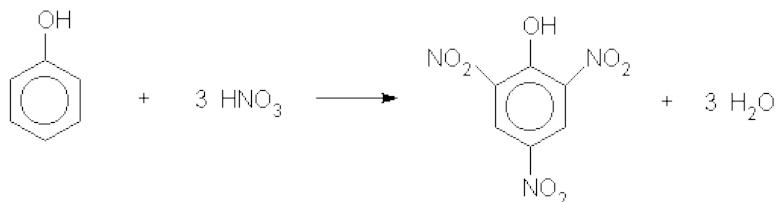
Strukturformeln för reaktionsprodukten är  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)_x$ . Ur formeln kan vi dra slutsatsen att bara en av väteatomerna i bensen ersätts med en grupp som innehåller kväve. Gruppen som innehåller kväve ska ha två syreatomer, alltså är det fråga om en nitrogrupp  $-\text{NO}_2$ .

Reaktionsprodukten är nitrobensen. Reaktionslikheten är:



#### 4.12

a)



b) 2,4,6-trinitrofenol

c)

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 10,0 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94,108 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 10,0 \text{ g}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,018 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{pikrinsyra}) = 229,114 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{pikrinsyra}) = ?$$

Vi tar reda på den begränsande faktorn. Substansmängden fenol:

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})} = \frac{10,0 \text{ g}}{94,108 \text{ g/mol}} = 0,10626 \text{ mol.}$$

Substansmängden kvävsyra:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{10,0 \text{ g}}{63,018 \text{ g/mol}} = 0,15868 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i den balanserade reaktionslikheten:

$$\frac{n(\text{HNO}_3)}{n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})} = \frac{3}{1} \text{ det vill säga substansmängden för kvävsyran borde vara tre gånger större än}$$

substansmängden fenol, det vill säga  $n(\text{HNO}_3) = 3 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 3 \cdot 0,10626 \text{ mol} = 0,31878 \text{ mol.}$

Eftersom vi bara har tillgång till 0,15868 mol kvävsyra är det den begränsande faktorn.

Vi bestämmer substansmängden för den pikrinsyra som bildas med hjälp av substansmängden för kvävsyran:

$$\frac{n(\text{pikrinsyra})}{n(\text{HNO}_3)} = \frac{1}{3}, \text{ därmed är } n(\text{pikrinsyra}) = \frac{1}{3} \cdot n(\text{HNO}_3) = \frac{1}{3} \cdot 0,15868 \text{ mol} = 0,052893 \text{ mol}.$$

Det teoretiska utbytet:

$$m(\text{pikrinsyra}) = n(\text{pikrinsyra}) \cdot M(\text{pikrinsyra}) = 0,052893 \text{ mol} \cdot 229,114 \text{ g/mol} = 12,119 \text{ g} \approx 12,1 \text{ g}.$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 4.3 Additions- och elimineringsreaktioner

#### 4.19

$$m(\text{alken}) = 0,500 \text{ g}$$

$$m(\text{Br}_2) = 0,950 \text{ g}$$

$$M(\text{Br}_2) = 159,80 \text{ g/mol}$$

Vi bestämmer den substansmängd brom som reagerat med alkenen:

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{0,950 \text{ g}}{159,80 \text{ g/mol}} = 5,9449 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Vid additionsreaktionen förbrukar en mol alken en mol brom, därmed är

$$n(\text{alken}) = n(\text{Br}_2) = 0,0059449 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer molmassan för alkenen med hjälp av formeln:

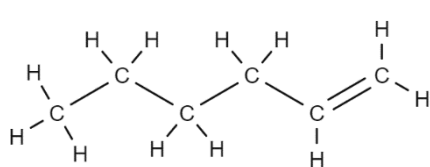
$$n = \frac{m}{M}, \text{ som ger } M = \frac{m}{n}$$

$$\Rightarrow M(\text{alken}) = \frac{0,500 \text{ g}}{5,9449 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = 84,106 \text{ g/mol.}$$

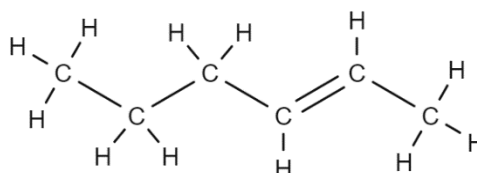
Eftersom den allmänna formeln för alkenernas homologa serie är  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , kan vi bestämma antalet kolatomer  $n$  med hjälp av ekvationen  $(n \cdot 12,01 \text{ g/mol} + 2n \cdot 1,008 \text{ g/mol}) = 84,106 \text{ g/mol}$

$$\Rightarrow 14,026n = 84,106, \text{ som ger } n = 5,9964 \approx 6.$$

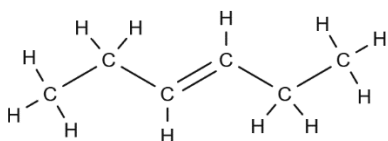
Molekylformeln för alkenen är  $C_6H_{12}$ . Eftersom föreningens kolstam inte är förgrenad är de möjliga strukturformlerna och namnen på föreningarna följande:



1-hexen (hex-1-en)



2-hexen (hex-2-en)



3-hexen (hex-3-en)

Det är frågan om ställningsisomeri.

#### 4.20

$$m(C_{57}H_{98}O_6) = 140 \text{ kg} = 140\,000 \text{ g}$$

$$M(C_{57}H_{98}O_6) = 879,354 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$V(H_2) = ?$$

Vi bestämmer substansmängden triglycerid:

$$n(\text{triglycerid}) = \frac{m(\text{triglycerid})}{M(\text{triglycerid})} = \frac{140\,000 \text{ g}}{879,354 \text{ g/mol}} = 159,21 \text{ mol.}$$

En triglyceridmolekyl innehåller tre linolsyramolekyler i glycerol.

Varje linolsyramolekyl har två C=C-bindningar, det vill säga  $n(C=C) = 2 \cdot n(\text{triglycerid}) =$

$2 \cdot 159,21 \text{ mol} = 318,42 \text{ mol}$ . Substansmängden C=C-bindningar som går att hydrogenera är 40

% av den totala substansmängden C=C-bindningar, alltså  $0,40 \cdot 318,42 \text{ mol} = 127,368 \text{ mol}$ .

När vi hydrogenerar en mol C=C-bindningar går det åt en mol vätgas. Substansmängden vätgas som behövs är  $n(\text{H}_2) = n(\text{C}=\text{C}) = 382,104 \text{ mol}$ .

Vi bestämmer vätgasens volym i NTP-förhållanden:

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{V_m}, \text{ som ger } V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 382,104 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} \\ &= 8563,0 \text{ dm}^3 \approx 8560 \text{ dm}^3 = 8,56 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 4.4 Kondensations- och hydrolysreaktioner

#### 4.28

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 35 \text{ g}$$

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,068 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = 88,104 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = ?$$

$$\text{utbytes-\%}(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = ?$$

Reaktionslikheten för förestringsreaktionen är



Vi bestämmer substansmängden etanol:

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})} = \frac{35 \text{ g}}{46,068 \text{ g/mol}} = 0,7597 \text{ mol.}$$

Enligt koefficienterna i reaktionslikheten  $n(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$  det vill säga

$$n(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = 0,7597 \text{ mol.}$$

Vi bestämmer den massa etylacetat som kan bildas:

$$m(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = n(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) \cdot M(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3)$$

$$= 0,7597 \text{ mol} \cdot 88,104 \text{ g/mol} = 66,93 \text{ g} \approx 67 \text{ g.}$$

Det procentuella utbytet för etylacetat:

$$\text{utbytes-\%}(\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3) = \frac{42 \text{ g}}{66,93 \text{ g}} \cdot 100 \% = 62,75 \% \approx 63 \%.$$



### 4.31

Vi vet följande om den ester som efterfrågas:

$$m\text{-}\%(\text{H}) = 7,41 \%$$

$$m\text{-}\%(\text{C}) = 77,78 \%$$

$$m\text{-}\%(\text{O}) = 14,81 \%$$

$$m(\text{alkohol}) = 0,720 \text{ mg}$$

Alkoholen är aromatisk.

Vi bestämmer den empiriska formeln för alkoholen. Enligt grundämnenas andelar i massprocent innehåller 100 g alkohol 7,41 g väte, 77,78 g kol och 14,81 g syre.

Vi bestämmer de olika grundämnenas substansmängder:

$$n(\text{H}) = \frac{7,41 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 7,3512 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = \frac{77,78 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 6,4763 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = \frac{14,81 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 0,92563 \text{ mol.}$$

Vi dividerar varje substansmängd med den minsta substansmängden (syrets), varpå vi får förhållandet  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 7,0 : 7,9 : 1,0$ ,

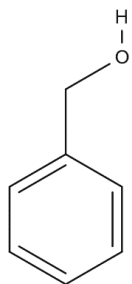
som ger oss heltalsförhållandet  $7 : 8 : 1$ .

Den empiriska formeln för den ester som frigörs vid hydrolysen är därmed  $(\text{C}_7\text{H}_8\text{O})_x$ . Vi bestämmer  $x$  ur ekvationen  $x(7 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,008 + 16,00) = 108$ .

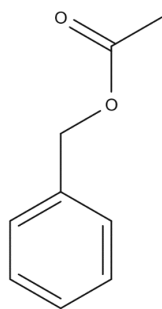
Vi får lösningen  $108,134x = 108$ , som ger oss  $x = 1$ .

Strukturformeln för alkoholen är  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ . Vi vet att alkoholen är aromatisk, alltså har den en bensenring med sex kolatomer och hydroxylgruppen får inte sitta fast direkt i bensenringen (då skulle det vara frågan om fenol.)

Den aromatiska alkohol som motsvarar strukturformeln  $C_7H_8O$  är bensylalkohol, som har följande strukturformel:



Strukturformeln för estern är därmed:



## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 5.1 Reaktionsvärme och Hess lag

#### 5.3

För att få 10 000 kJ energi krävs  $\frac{10\,000\text{ kJ}}{1\,367\text{ kJ/mol}} = 7,315\text{ mol etanol}$ .

Den här mängden etanol kostar  $7,315\text{ mol} \cdot 0,60\text{ €/mol} = 4,39\text{ €}$ .

Mängden oktan som behövs är  $\frac{10\,000\text{ kJ}}{5\,470\text{ kJ/mol}} = 1,828\text{ mol}$ .

Den här mängden kostar  $1,828\text{ mol} \cdot 2,50\text{ €/mol} = 4,57\text{ €}$ .

Den mängd dekan som behövs för att producera lika mycket energi:

$\frac{10\,000\text{ kJ}}{6\,778\text{ kJ/mol}} = 1,475\text{ mol}$ .

Den här mängden kostar  $1,475\text{ mol} \cdot 5,10\text{ €/mol} = 7,52\text{ €}$ . Etanol är förmånligast.

#### 5.4

a)

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \cdot 10^3\text{ l}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,00\text{ kg/dm}^3$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016\text{ g/mol}$$

$$\Delta H = ?$$

Vi bestämmer massan för det vatten som bildas med hjälp av dess densitet:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1,00\text{ kg/l} \cdot 1,00 \cdot 10^3\text{ l} = 1,00 \cdot 10^3\text{ kg} = 1,00 \cdot 10^6\text{ g}$$

Vi bestämmer substansmängden för det vatten som bildas:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,00 \cdot 10^6\text{ g}}{18,016\text{ g/mol}} = 55\,506\text{ mol}$$

Den efterfrågade entalpiförändringen:

$$\Delta H = 55\,506\text{ mol} \cdot (-285,8\text{ kJ/mol}) = -1,5864 \cdot 10^7\text{ kJ} \approx -1,59 \cdot 10^7\text{ kJ} = -1,59 \cdot 10^4\text{ MJ}$$

**b)**

$$V(\text{H}_2) = 120 \text{ ml} = 0,120 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 150 \text{ ml} = 0,150 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$V_m = 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$\Delta H = ?$$

Vi bestämmer substansmängderna för vätet och syret i reaktionen:

$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{0,120 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,0053548 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{0,150 \text{ dm}^3}{22,41 \text{ dm}^3/\text{mol}} = 0,0066934 \text{ mol.}$$

Enligt den balanserade reaktionslikheten är  $n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}_2)$ .

För att allt väte ska reagera behövs  $\frac{1}{2} \cdot 0,0053548 \text{ mol} = 0,0026774 \text{ mol}$  syre. Eftersom det

finns 0,0066934 mol syre finns det i överskott. Substansmängden vatten som bildas beror på substansmängden väte (begränsande faktor), därmed är  $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = 0,0053548 \text{ mol}$ .

Reaktionens entalpiförändring  $\Delta H = 0,0053548 \text{ mol} \cdot (-285,8 \text{ kJ/mol}) = -1,5304 \text{ kJ} \approx -1,53 \text{ kJ}$ .

Det frigörs 1,53 kJ värme.

**c)** Värdet för entalpiförändringen skulle vara mindre, eftersom det också frigörs värme när gasformigt vatten kondenseras till vätska (exoterm fasövergång).

**d)** När väte brinner bildas endast vatten och därför är väte en mera miljövänlig energikälla än de kolhaltiga fossila bränslena. Framställning av väte kräver energi eftersom det endast förekommer i mycket små mängder i luften. Dessutom finns det många riskfaktorer som förknippas med transport och lagring av gasformigt väte.

## 5.5

a)

$$V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 1\,000\text{ l}$$

$$V(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) = 1\,000\text{ l}$$

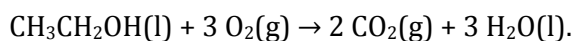
$$\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,79\text{ g/cm}^3 = 0,79\text{ kg/l}$$

$$\rho(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) = 0,70\text{ g/cm}^3 = 0,70\text{ kg/l}$$

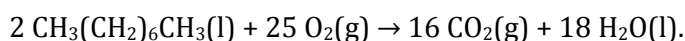
$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,068\text{ g/mol}$$

$$M(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) = 114,224\text{ g/mol}$$

Reaktionslikheten för förbränningen av etanol:



Reaktionslikheten för förbränningen av oktan:



Vi bestämmer massan för vardera ämnet med hjälp av den givna volymen och ämnens densitet:

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,79\text{ kg/l} \cdot 1\,000\text{ l} = 790\text{ kg} = 790\,000\text{ g}$$

$$\begin{aligned} m(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) &= \rho(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) \cdot V(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) \\ &= 0,70\text{ kg/l} \cdot 1\,000\text{ l} = 700\text{ kg} = 700\,000\text{ g}. \end{aligned}$$

Vi bestämmer substansmängderna för ämnena:

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{790\,000\text{ g}}{46,068\text{ g/mol}} = 1\,7148,6\text{ mol} \approx 17\,150\text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) = \frac{700\,000\text{ g}}{114,224\text{ g/mol}} = 6128,31\text{ mol} \approx 6\,128\text{ mol}.$$

Vi utgår från de balanserade reaktionslikheterna för att bestämma substansmängden för den koldioxid som bildas i reaktionerna.

Enligt förbränningsreaktionen för etanol:

$$n(\text{CO}_2) = 2 \cdot n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 2 \cdot 17\,150\text{ mol} = 34\,300\text{ mol} \approx 34 \cdot 10^3\text{ mol}.$$

Enligt förbränningsreaktionen för oktan:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{16}{2} \cdot n(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3) = \frac{16}{2} \cdot 6\,128 \text{ mol} = 49\,024 \text{ mol} \approx 49 \cdot 10^3 \text{ mol}.$$

Det frigörs mera koldioxid i förbränningsreaktionen med oktan.

**b)** Oktan har ett större (cirka 1,6-faldigt) värmevärde och samma massa oktan producerar alltså mera energi. Dessutom är energitätheten i oktan ungefär 1,8-faldig jämfört med energitätheten i etanol. En lika stor volym av oktan producerar därmed mera energi.

## 5.10

**a)**

$$m(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 450 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58,120 \text{ g/mol}$$

$$\Delta H_c(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2\,859 \text{ kJ/mol}$$

Vi bestämmer substansmängden för butan:

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10})}{M(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{450 \text{ g}}{58,120 \text{ g/mol}} = 7,7426 \text{ mol}.$$

Värmeenergin som frigörs:  $7,7426 \text{ mol} \cdot 2\,859 \text{ kJ/mol} = 22\,136 \text{ kJ} \approx 2,21 \cdot 10^4 \text{ kJ}.$

**b)**

$$m(\text{gasblandning}) = 400 \text{ g}$$

$$m\text{-}\%(\text{C}_3\text{H}_8) = 20,0 \% = 0,200$$

$$m\text{-}\%(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 80,0 \% = 0,800$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44,094 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58,120 \text{ g/mol}$$

$$\Delta H_c(\text{C}_3\text{H}_8) = 2\,200 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_c(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2\,859 \text{ kJ/mol}$$

Enligt sammansättningen i massprocent är massan för propan och butan:

$$m(\text{propan}) = 0,200 \cdot 400 \text{ g} = 80,0 \text{ g}$$

$$m(\text{butan}) = 0,800 \cdot 400 \text{ g} = 320 \text{ g}.$$

Vi bestämmer substansmängderna för gaserna:

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8)}{M(\text{C}_3\text{H}_8)} = \frac{80,0 \text{ g}}{44,094 \text{ g/mol}} = 1,8143 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_{10})}{M(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{320 \text{ g}}{58,120 \text{ g/mol}} = 5,5058 \text{ mol.}$$

Den mängd värmeenergi som frigörs vid förbränningen:

$$1,8143 \text{ mol} \cdot 2\,220 \text{ kJ/mol} + 5,5058 \text{ mol} \cdot 2\,859 \text{ kJ/mol} = 19\,768 \text{ kJ} \approx 19\,800 \text{ kJ.}$$

### 5.11

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 100 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6) = 100 \text{ g}$$

$$M(\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6) = 891,450 \text{ g/mol}$$

Vi bestämmer substansmängderna för ämnena:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{100 \text{ g}}{180,156 \text{ g/mol}} = 0,55507 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6) = \frac{100 \text{ g}}{891,450 \text{ g/mol}} = 0,11218 \text{ mol.}$$

Vi beräknar den energimängd som motsvarar de substansmängder vi löste ut. Vi märker att de givna förbränningsvärmena gäller för en glukosmol, men två mol tristearin.

Från 100 gram glukos får vi  $0,55507 \text{ mol} \cdot 2816 \text{ kJ/mol} = 1563,1 \text{ kJ} \approx 1560 \text{ kJ}$  energi.

Från 100 gram fett får vi  $0,11218 \text{ mol} \cdot 75520 \text{ kJ}/2 \text{ mol} = 4235,9 \text{ kJ} \approx 4240 \text{ kJ}$  energi.

Energimängden från fett är cirka 2,7-faldig ( $\frac{4240 \text{ kJ}}{1560 \text{ kJ}} = 2,718$ ).

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### 5.2 Beräkning och experimentell bestämning av reaktionsvärmets

#### 5.13

I alla punkter kan vi räkna ut entalpiförändringen ur

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_f (\text{reaktionsprodukter}) - \Sigma \Delta H_f (\text{utgångsämnen}).$$

För utgångsämnen är bildningsvärmets noll. Bildningsvärmets för de andra ämnen finns i tabellboken. Vi multiplicerar bildningsvärmets för varje ämne med substansmängden vi får från reaktionslikhetens koefficient.

**a)** Reaktionslikheten är:  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2 \text{Al}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ .

$$\Delta H_f(\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})) = -822,2 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})) = -1670,0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{Al}(\text{s})) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{Fe}(\text{s})) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = 1 \text{ mol } (-1670,0 \text{ kJ/mol}) - 1 \text{ mol } (-822,2 \text{ kJ/mol}) = -847,8 \text{ kJ}.$$

**b)** Reaktionslikheten är  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$ .

$$\Delta H_f(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = +52,3 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})) = -84,7 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{H}_2(\text{g})) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = 1 \text{ mol } (-84,7 \text{ kJ/mol}) - 1 \text{ mol } (+52,3 \text{ kJ/mol}) = -137,0 \text{ kJ}.$$

**c)** Reaktionslikheten är  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$ .

$$\Delta H_f(\text{CaO}(\text{s})) = -635,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{CaCO}_3(\text{s})) = -1206,9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H = 1 \text{ mol } (-1206,9 \text{ kJ/mol}) - [1 \text{ mol } (-635,5 \text{ kJ/mol}) + 1 \text{ mol } (-393,5 \text{ kJ/mol})] \\ = -177,9 \text{ kJ}.$$



**d)** Reaktionslikheten är  $2 \text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) + 15 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 12 \text{CO}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

$$\Delta H_f(\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})) = +49,0 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}(\text{l})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f(\text{O}_2(\text{g})) = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{aligned} \Delta H &= [(12 \text{ mol} (-393,5 \text{ kJ/mol}) + 6 \text{ mol} (-285,8 \text{ kJ/mol})) - 2 \text{ mol} (+49,0 \text{ kJ/mol})] \\ &= -6534,8 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

### 5.14

**a)**  $\text{C}_{\text{grafit}}(\text{s}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ .

**b)** Reaktionslikheten för förbränningsreaktionen per en mol metanol är  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 1\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Vi får bildningsvärmets för de olika ämnena i reaktionen ur tabellboken:

$$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H_f = -238,6 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_f = 0 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_f = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_f = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

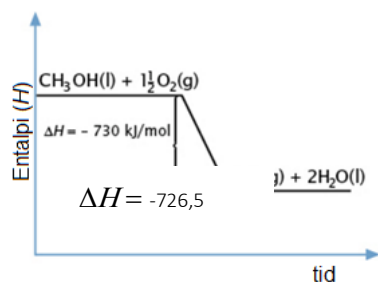
$$\Delta H_c(\text{CH}_3\text{OH}) = ?$$

Vi använder uttrycket  $\Delta H_c = \sum \Delta H_f (\text{reaktionsprodukterna}) - \sum \Delta H_f (\text{utgångsämnen})$ :

$$\begin{aligned} \Delta H_c &= [-393,5 \text{ kJ/mol} + 2 \cdot (-285,8 \text{ kJ/mol})] - [(-238,6 \text{ kJ/mol}) + \frac{1}{2} \cdot 0 \text{ kJ/mol}] \\ &= -726,5 \text{ kJ/mol}. \end{aligned}$$

Det frigörs 726,5 kJ/mol värme.

c)



### 5.16

Den energimängd som krävs för att bryta bindningarna:

$$\text{CH}_4: \quad 4 \text{ mol C-H-bindningar} \quad = +(4 \text{ mol} \cdot 412 \text{ kJ/mol}) = +1 \, 648 \text{ kJ}$$

$$\text{Cl}_2: \quad \underline{1 \text{ mol Cl-Cl-bindningar}} \quad = +(1 \text{ mol} \cdot 242 \text{ kJ/mol}) = +242 \text{ kJ}$$

Sammanlagt: +1 890 kJ

Den energimängd som frigörs när bindningarna bildas:

$$\text{CH}_3\text{Cl}: \quad 3 \text{ mol C-H-bindningar} \quad = -(3 \text{ mol} \cdot 412 \text{ kJ/mol}) = -1 \, 236 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ mol C-Cl-bindningar} \quad = -(1 \text{ mol} \cdot 338 \text{ kJ/mol}) = -338 \text{ kJ}$$

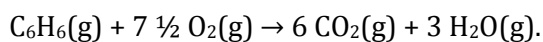
$$\text{HCl}: \quad \underline{1 \text{ mol H-Cl-bindningar}} \quad = -(1 \text{ mol} \cdot 431 \text{ kJ/mol}) = -431 \text{ kJ}$$

Sammanlagt: -2 005 kJ

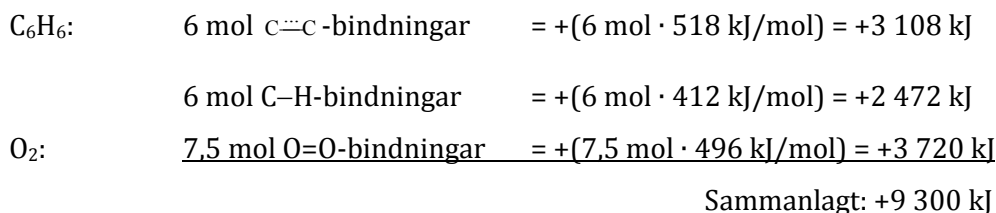
Vi räknar ihop den energimängd som krävs för att bryta bindningarna och den energimängd som frigörs när bindningarna bildas:  $\Delta H = +1 \, 890 \text{ kJ} + (-2 \, 005 \text{ kJ}) = -115 \text{ kJ}$ .

### 5.17

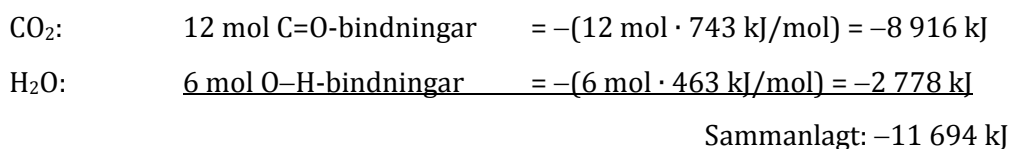
Formeln för förbränningsreaktionen för bensen (per en mol bensen):



Den energimängd som krävs för att bryta bindningarna:



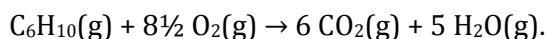
Den energimängd som frigörs när bindningarna bildas:



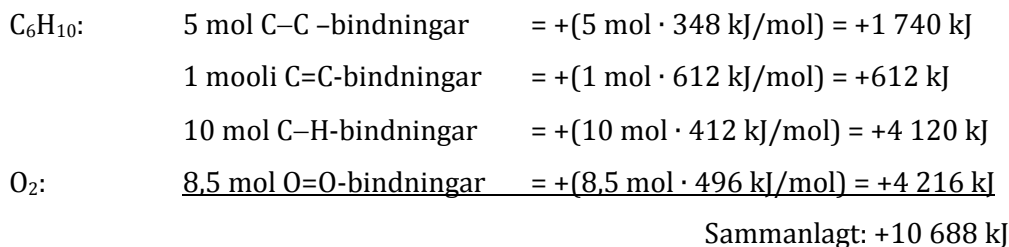
Vi adderar den energimängd som binds och frigörs:

$$\Delta H_c(\text{C}_6\text{H}_6) = +9\,300 \text{ kJ} + (-11\,694 \text{ kJ}) = -2\,394 \text{ kJ} \approx -2,4 \text{ MJ}.$$

Ekvationen för förbränningsreaktionen för cyklohexen (per en mol cyklohexen):



Den energimängd som krävs för att bryta bindningarna:



Den energimängd som frigörs när bindningarna bildas:

$$\text{CO}_2: \quad 12 \text{ mol C=O-bindningar} \quad = -(12 \text{ mol} \cdot 743 \text{ kJ/mol}) = -8916 \text{ kJ}$$

$$\text{H}_2\text{O}: \quad \underline{10 \text{ mol O-H-bindningar}} \quad = \underline{-(10 \text{ mol} \cdot 463 \text{ kJ/mol}) = -4630 \text{ kJ}}$$

$$\text{Sammanlagt: } -13\,546 \text{ kJ}$$

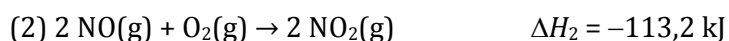
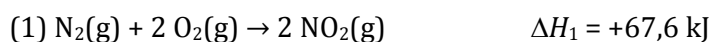
Vi adderar den energimängd som binds och frigörs:

$$\Delta H_c(\text{C}_6\text{H}_{10}) = +10\,688 \text{ kJ} + (-13\,546 \text{ kJ}) = -2\,858 \text{ kJ} \approx -2,9 \text{ MJ.}$$

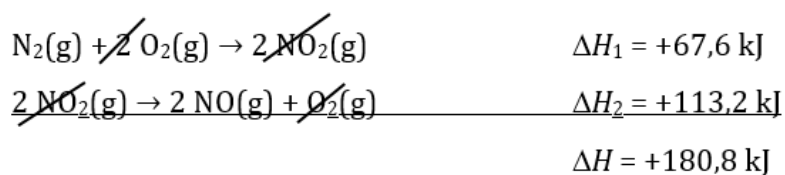
Det frigörs mest värme i förbränningsreaktionen med cyklohexen.

### 5.18

Vi betecknar reaktionerna med (1) och (2).

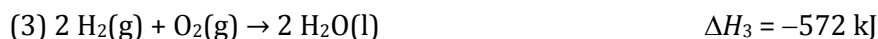
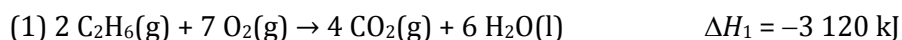


Vi använder reaktionerna (1) och (2) så att vi får formeln för den reaktion som efterfrågas. Vi skriver reaktion (1) som den står men reaktion (2) omvänt, varpå vi får reaktionsprodukten för den reaktion som efterfrågas, (2 NO(g)). Samtidigt byts förtecknet för entalpiförändringen i den här reaktionen. Vi skriver reaktionerna under varandra och adderar dem varpå vi får reaktionslikheten för den reaktion som efterfrågas och kan lösa ut  $\Delta H$ .

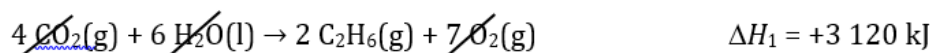


### 5.19

Vi skriver de givna reaktionerna:



Vi börjar med att skriva reaktion (1) omvänt, varpå entalpiförändringen byter förtecken. Vi multiplicerar reaktionslikheten (2) med fyra (eftersom det finns 4 mol koldioxid i reaktion (1)), varpå vi också måste multiplicera entalpiförändringen med fyra. Vi multiplicerar reaktionslikheten (3) med tre (eftersom det finns 6 mol vatten i reaktion (1)), varpå också entalpiförändringen ska multipliceras med tre. Till sist adderar vi likheterna och entalpiförändringarna:



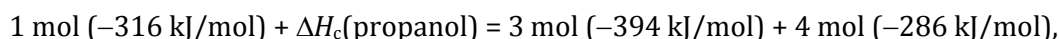
Entalpiförändringen som man frågar efter är fälten av denna, eftersom den efterfrågade reaktionen



### 5.20

Enligt Hess lag är  $\Delta H_f(\text{propanol}) + \Delta H_c(\text{propanol}) = \Delta H_c(\text{C}) + \Delta H_c(\text{H}_2)$ .

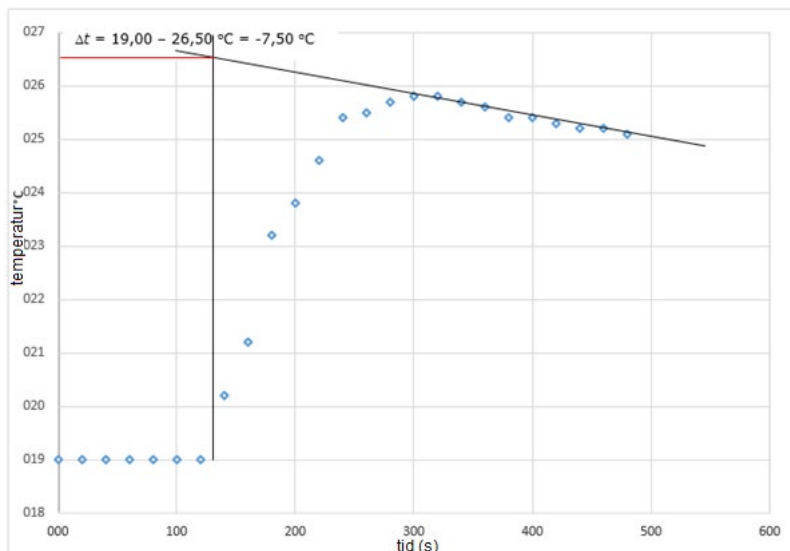
Eftersom tre mol kol och fyra mol väte förbränns måste vi multiplicera förbränningsvärmets för de här reaktionerna med substansmängderna för de ämnen som deltar i reaktionen. Eftersom det finns en mol propanol multiplicerar vi dess bildningsvärme med ett och får:



där  $\Delta H_c(\text{propanol}) = -2\,010 \text{ kJ}$ .

## 5.21

Vi bedömer  $\Delta t$  ur grafen enligt följande (observera att man har beaktat att det är frågan om en exoterm reaktion, där det alltså frigörs värme).



Vi beräknar lösningsvärmets för kopparsulfat utan kristallvatten  $\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4)$ :

$$\Delta t = -7,50 \text{ °C} = -7,50 \text{ K}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 50,0 \text{ ml} \Rightarrow m = 50,0 \text{ g} = 0,0500 \text{ kg}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 3,99 \text{ g}$$

$$M(\text{CuSO}_4) = 159,62 \text{ g/mol}$$

$$\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,0500 \text{ kg} \cdot (-7,50 \text{ K}) = -1,5713 \text{ kJ}.$$

Substansmängden för den lösta kopparsulfaten:

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{3,99 \text{ g}}{159,62 \text{ g/mol}} = 0,024997 \text{ mol}.$$

Vi löser ut lösningsvärmets för en mol kopparsulfat:

$$\frac{\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4)}{n(\text{CuSO}_4)} = \frac{-1,5713 \text{ kJ}}{0,024997 \text{ mol}} = -62,860 \text{ kJ/mol} \approx -62,9 \text{ kJ/mol}.$$

Vi beräknar lösningsvärmets för kopparsulfat med kristallvatten  $\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ :

$\Delta t = -1,10 \text{ }^\circ\text{C} = -1,10 \text{ K}$  (vi betecknar  $\Delta t$  som ett negativt tal eftersom det enligt uppgiften är frågan om en exoterm process).

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 50,0 \text{ ml} \Rightarrow m = 50,0 \text{ g} = 0,0500 \text{ kg}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 6,50 \text{ g}$$

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,70 \text{ g/mol}$$

$$\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,0500 \text{ kg} \cdot (-1,10 \text{ K}) = -0,23045 \text{ kJ}.$$

Substansmängden för den lösta kopparsulfaten med kristallvatten:

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{6,50 \text{ g}}{249,70 \text{ g/mol}} = 0,026031 \text{ mol}.$$

Vi bestämmer lösningsvärmets för en mol kopparsulfat med kristallvatten:

$$\frac{\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{-0,23045 \text{ kJ}}{0,026031 \text{ mol}} = -8,8529 \text{ kJ/mol} \approx -8,85 \text{ kJ/mol}.$$

Vi får reaktionsvärmets  $\Delta H_x$  för reaktionen  $\text{CuSO}_4(\text{s}) + 5 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}(\text{s})$  ur ekvationen  $\Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4) = \Delta H_x + \Delta H_{\text{sol}}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ .

Genom att skriva in de värden vi löst ut tidigare får vi

$$-62,9 \text{ kJ} = \Delta H_x + (-8,85 \text{ kJ/mol}), \text{ där } \Delta H_x = -54,05 \text{ kJ/mol} \approx -54,1 \text{ kJ/mol}.$$

### 5.23

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 4,25 \text{ g}$$

$$M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,052 \text{ g/mol}$$

$$t_1 = 22,0 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = (22,0 + 273,15) \text{ K} = 295,15 \text{ K}$$

$$t_2 = 16,9 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = (16,9 + 273,15) \text{ K} = 290,05 \text{ K}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 60,0 \text{ ml}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\Delta H_{\text{sol}} = ?$$

Vi använder formeln  $\Delta H = c \cdot m \cdot \Delta T$ .

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 295,15 \text{ K} - 290,05 \text{ K} = 5,10 \text{ K}.$$

Vi omvandlar vattnets volym till en massa ( $m$ ) med hjälp av vattnets densitet:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ g/ml} \cdot 60,0 \text{ ml} = 60,0 \text{ g} = 0,0600 \text{ kg}.$$

$$\Delta H_{\text{sol}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,0600 \text{ kg} \cdot 5,10 \text{ K} = 1,2821 \text{ kJ}.$$

Vi bestämmer substansmängden för det lösta ammoniumnitratet:

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = \frac{m(\text{NH}_4\text{NO}_3)}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{4,25 \text{ g}}{80,052 \text{ g/mol}} = 0,053090 \text{ mol}.$$

Vi bestämmer lösningsvärmets per en mol ammoniumnitrat:

$$\frac{\Delta H_{\text{sol}}}{n(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{1,2821 \text{ kJ}}{0,053090 \text{ mol}} = 24,150 \text{ kJ/mol} \approx 24,2 \text{ kJ/mol}.$$

Eftersom vattnets temperatur sjönk under processen är det frågan om en endoterm process, därmed är

$$\Delta H_{\text{sol}}(\text{NH}_4\text{NO}_3) = +24,2 \text{ kJ/mol}.$$



## 5.24

a)

$$m(\text{brännare}) \text{ i början} = 228,15 \text{ g}$$

$$m(\text{brännare}) \text{ i slutet} = 227,71 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g} = 0,250 \text{ kg}$$

$$t_1(\text{H}_2\text{O}) = 20,8 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = (20,8 + 273,15) \text{ K} = 293,95 \text{ K}$$

$$t_2(\text{H}_2\text{O}) = 33,1 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = (33,1 + 273,15) \text{ K} = 306,25 \text{ K}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\Delta H_c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = ?$$

Vi beräknar förändringen i temperatur  $\Delta T = T_1 - T_2 = 293,95 \text{ K} - 306,25 \text{ K} = -12,30 \text{ K}$ .

Vi använder formeln  $\Delta H = c \cdot m \cdot \Delta T$  och bestämmer hur mycket värme som frigjorts vid förbränningsreaktionen.

$$\Delta H_c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,250 \text{ kg} \cdot (-12,30 \text{ K}) = -12,884 \text{ kJ}.$$

Vi beräknar massan för etanolen som brunnit:

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 228,15 \text{ g} - 227,71 \text{ g} = 0,44 \text{ g}.$$

Vi beräknar substansmängden för etanolen:

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})} = \frac{0,44 \text{ g}}{46,068 \text{ g/mol}} = 9,551 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

Vi beräknar förbränningsvärmets per en mol etanol:

$$\Delta H_c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{-12,884 \text{ kJ}}{9,551 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = -1\,350,0 \text{ kJ/mol} \approx -1\,350 \text{ kJ/mol}.$$

**b)**

Det värde vi får för förbränningsvärmets i laborationen är lägre än tabellvärdet. Det här kan bero på något av följande:

- all frigjord värme överförs inte till vattnet
- dekanterglaset, termometern och brännaren binder också värme
- systemet är öppet och det frigörs också värme till omgivningen
- all etanol brinner inte fullständigt
- experimentet upprepas endast en gång
- etanolen är inte helt ren.

### 5.25

$$c(\text{NaOH}) = 1,0 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{NaOH}) = 25 \text{ ml} = 0,025 \text{ l}$$

$$c(\text{HCl}) = 1,0 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{HCl}) = 25 \text{ ml} = 0,025 \text{ l}$$

Reaktionslikheten för neutralisationsreaktionen är  $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Saltsyran och natriumhydroxiden som reagerar har samma substansmängder, eftersom de har samma koncentration och volym. Därmed är  $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = c \cdot V = 1,0 \text{ mol/l} \cdot 0,025 \text{ l} = 0,025 \text{ mol}$ .

Enligt den balanserade reaktionslikheten bildas det 0,025 mol vatten.

$$\text{Vi löser ut } \Delta T = T_1 - T_2 = (20,0 + 273,15 \text{ K}) - (26,1 + 273,15 \text{ K}) = -6,1 \text{ K}.$$

$$V(\text{lösning}) = 25 \text{ ml} + 25 \text{ ml} = 50 \text{ ml}.$$

Vi använder densiteten för rent vatten, varpå  $m(\text{lösning}) = 50 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$

$$c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\Delta H = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,050 \text{ kg} \cdot (-6,1 \text{ K}) = -1,278 \text{ kJ}.$$

$$\text{Entalpiförändringen per en mol vatten är } \frac{-1,278 \text{ kJ}}{0,025 \text{ mol}} = -51,12 \text{ kJ} \approx -51 \text{ kJ}.$$

### 5.26

Reaktionslikheten är:  $\text{KOH(aq)} + \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{KCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ .

**a)**

Det är frågan om en exoterm reaktion, eftersom temperaturen på reaktionsblandningen stiger (det frigörs värme).

**b)**

$V(\text{HCl}) = 30,00 \text{ ml}$ . Vid det här skedet är temperaturen på reaktionsblandningen högst, vilket innebär att all kaliumhydroxid har neutraliserats.

**c)**

$$V(\text{lösning}) = 25,00 \text{ ml} + 30,00 \text{ ml} = 55,00 \text{ ml}$$

$$m = 55,00 \text{ g} = 0,05500 \text{ kg}$$

$$c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$t_1 = 25,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 32,00 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = (25,00 + 273,15) \text{ K} - (32,00 + 273,15) \text{ K} = -7,00 \text{ K}$$

$$\Delta H = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,05500 \text{ kg} \cdot (-7,00 \text{ K}) = -1,6131 \text{ kJ} \approx -1,61 \text{ kJ}$$

**d)**

Reaktionsblandningen börjar svalna eftersom neutralisationen är fullständig och därför frigörs det inte mera värme. Temperaturen på blandningen börjar jämna ut sig med omgivningen.

## Facit till räkneuppgifterna i läroboken

### Öva mera!

#### Studentexamensuppgifter

1.

a) En mol kalciumkarbonat producerar en mol kalciumjoner och en mol karbonatjoner i en vattenlösning. Uttryck;

$$K_s(\text{CaCO}_3) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 3,4 \cdot 10^{-9} \text{ (mol/l)}^2.$$

När vi betecknar kalciumkarbonatens löslighet  $x$  mol/l

$$\Rightarrow [\text{Ca}^{2+}] = x \text{ mol/l och } [\text{CO}_3^{2-}] = x \text{ mol/l.}$$

Då kan vi beräkna lösligheten  $x$  ur ekvationen:

$$(x \text{ mol/l}) \cdot (x \text{ mol/l}) = 3,4 \cdot 10^{-9} \text{ (mol/l)}^2, \text{ som ger } x = 5,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l.}$$

På motsvarande sätt producerar en mol kalciumhydroxid en mol kalciumjoner och två mol hydroxidjoner i vattenlösning. Uttrycket för kalciumhydroxidens löslighet

$$K_s(\text{Ca(OH)}_2) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ (mol/l)}^3.$$

När vi betecknar kalciumhydroxidens löslighet  $x$  mol/l

$$\Rightarrow [\text{Ca}^{2+}] = x \text{ mol/l och } [\text{OH}^-] = 2x \text{ mol/l.}$$

Då kan vi beräkna lösligheten  $x$  ur ekvationen:

$$(x \text{ mol/l}) \cdot (2x \text{ mol/l})^2 = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ (mol/l)}^3, \text{ som ger } x = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l.}$$

Lösligheten för kalciumkarbonat är betydligt mindre än lösligheten för kalciumhydroxid.

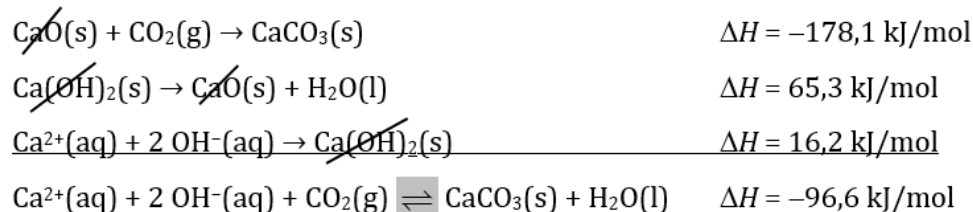
Därmed kommer kalciumkarbonat att fällas ut när vattenlösningen av kalciumhydroxid reagerar med koldioxiden i luften.

b)

Vi tillsätter en syra i fällningen. Karbonater faller sönder när de utsätts för syror och som följd bildas det koldioxid. Vi kan se bildandet av koldioxid som bubblor i lösningen.

c)

Vi tillämpar Hess lag. Vi kombinerar de givna reaktionerna så att vi kan lösa ut entalpiförändringen för den reaktion som efterfrågas och adderar därefter förändringarna.



d) Eftersom det är frågan om en exoterm reaktion ( $\Delta H < 0$ ), reaktionsblandningen att värmas upp.

2.

a)

Enligt tabellen är H–H-bindningsenergin 436 kJ/mol. För att sönderdela en mol väte krävs det alltså 436 kJ.

b)

Dubbelbindningen består av två olika bindningar, det vill säga en  $\sigma$ -bindning och en  $\pi$ -bindning. Vi får den energi som krävs för att bryta  $\pi$ -bindningen genom att subtrahera C–C-bindningens bindningsenergi från C=C-bindningens bindningsenergi:

$$E = (612 - 348) \text{ kJ/mol} = 264 \text{ kJ/mol.}$$

c)

$\Delta H^\circ$  beräknad med hjälp av bindningsenergierna i tabellen:

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= +\sum(\text{bindningarna i utgångsämnen bryts}) + [-\sum(\text{bindningarna i reaktionsprodukterna bildas})] \\ &= + (1 \text{ mol} \cdot 612 \text{ kJ/mol} + 4 \text{ mol} \cdot 412 \text{ kJ/mol} + 1 \text{ mol} \cdot 436 \text{ kJ/mol}) \\ &\quad + [-(6 \text{ mol} \cdot 412 \text{ kJ/mol} + 1 \text{ mol} \cdot 348 \text{ kJ/mol})] \\ &= -124 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$H^\circ$  med hjälp av bildningsvärmen i tabellboken:

$$\begin{aligned}\Delta H^\circ &= \sum(\text{reaktionsprodukternas bildningsvärmen}) - \sum(\text{utgångsämnenas bildningsvärmen}) \\ &\Rightarrow \Delta H(\text{C}_2\text{H}_6) - (\Delta H(\text{C}_2\text{H}_4) + (\Delta H(\text{H}_2))) \\ &= [1 \text{ mol } (-84,7 \text{ kJ/mol})] - [1 \text{ mol } (+52,3 \text{ kJ/mol}) + 0 \text{ kJ/mol}] \\ &= -137 \text{ kJ}.\end{aligned}$$

**d)**

Värdena för bindningsenergin utgör medeltalen av bindningsenergierna för likartade kovalenta bindningar. Till exempel är bindningsenergin för dubbelbindningen i eten inte exakt samma som den är för dubbelbindningen i propen. Dessutom hänvisar värdena för bindningsenergi alltid till gasformiga ämnen. Bildningsvärmen är däremot experimentellt bestämda och gäller alltid för en viss reaktion. Därför är bildningsvärmen mera pålitliga än bindningsenergierna.