Stoichiometrische coëfficiënten bepalen

In veel gevallen kan je via **eenvoudig redeneren** de coëfficiënten bepalen bij een reactievergelijking. Bij complexe vergelijkingen kan je een stelsel opstellen en oplossen (de zogenaamde **methode van Bottomley**). Beide methodes worden uitgelegd met een voorbeeld.

Stappenplan Atoombalans opstellen via **eenvoudig redeneren**.

Om voor een reactie als $\mathrm{C_3H_8 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O}$ *alle* atoomsoorten in balans te brengen,

1. kies je (indien mogelijk) een atoomsoort die zowel links als rechts maar in één molecuulformule voorkomt. Als er meerdere dergelijke atoomsoorten zijn, kies je die met *de hoogste index*.

   In het voorbeeld kies je dus eerst voor waterstof H, want in het linkerlid komt dit element enkel voor in de verbinding $\mathrm{C_3H_8}$ en in het rechterlid enkel in $\mathrm{H_2O}$.

2. kies je coëfficiënten zodat de balans *voor deze atoomsoort* klopt.

   Om links en rechts evenveel H-atomen te hebben, plaats je bij $\mathrm{H_2O}$ de coëfficiënt 4:

   H-balans: $\mathrm{C_3H_8} + \mathrm{O_2} \longrightarrow \mathrm{CO_2} + 4\,\mathrm{H_2O}$ $(1 \times 8 = 8 = 4 \times 2$ H-atomen$)$

3. bepaal je vervolgens de coëfficiënten voor de andere molecuulformules:

   C-balans: $\mathrm{C_3H_8} + \mathrm{O_2} \longrightarrow 3\,\mathrm{CO_2} + 4\,\mathrm{H_2O}$ $(1 \times 3 = 3 = 3 \times 1$ C-atomen$)$

   O-balans: $\mathrm{C_3H_8} + 5\,\mathrm{O_2} \longrightarrow 3\,\mathrm{CO_2} + 4\,\mathrm{H_2O}$ $(3 \times 2 + 4 \times 1 = 10 = 5 \times 2$ O-atomen$)$

De correcte reactievergelijking is dus $\mathrm{C_3H_8 + 5\,O_2 \longrightarrow 3\,CO_2 + 4\,H_2O}$

Een coëfficiënt moet steeds een geheel getal zijn. Als niet-gehele coëfficiënten voorkomen dan vermenigvuldig je alle coëfficiënten met eenzelfde getal zodat de kleinst mogelijke gehele getallen overblijven.

De reactievergelijking $\mathrm{Na} + \frac{1}{2}\,\mathrm{Cl_2} \longrightarrow \mathrm{NaCl}$ wordt gewoonlijk niet geschreven wegens de breuk $\frac{1}{2}$. Je werkt de breuk weg door alle coëfficiënten met 2 te vermenigvuldigen: $2\,\mathrm{Na} + \mathrm{Cl_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{NaCl}$.

Bij complexere reacties kan je ook met een stelsel van vergelijkingen werken. Deze methode noemt men ook de **methode van Bottomley** en we leggen ze uit samen met een voorbeeld.

Stappenplan Methode van **Bottomley**.

Om een reactie als $\mathrm{P_4 + I_2 + H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + HI}$ balanceren,

1. schrijf je de gezochte coëfficiënten als onbekenden $a, b, c, \ldots$

   $$a\,\mathrm{P_4} + b\,\mathrm{I_2} + c\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow d\,\mathrm{H_3PO_3} + e\,\mathrm{HI}$$

2. schrijf je voor elk atoomsoort de atoombalans als een algebraïsche vergelijking:

   $$\begin{aligned} \mathrm{P}\text{-balans:} &\quad 4a = d \\ \mathrm{H}\text{-balans:} &\quad 2c = 3d + e \\ \mathrm{I}\text{-balans:} &\quad 2b = e \\ \mathrm{O}\text{-balans:} &\quad c = 3d \end{aligned}$$

3. los je dit stelsel in de onbekenden $a, b, c, \ldots$ op.

   In dit geval is het handig om de onbekende met het grootste voorgetal gelijk aan 1 te stellen, dus hier is dat $a = 1$, en dan de andere onbekenden te berekenen.

   Uit de P-balans volgt dat $d = 4$, dan volgt uit de O-balans dat $c = 12$, en dus volgt uit de H-balans dat $e = 24 - 12 = 12$ en tenslotte dat $b = 6$.

CC BY-NC-SA 4.0

Stoichiometrische coëfficiënten bepalen

De correcte reactievergelijking is bijgevolg $\mathrm{P_4} + 6\,\mathrm{I_2} + 12\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow 4\,\mathrm{H_3PO_3} + 12\,\mathrm{HI}$.

De methode van Bottomley werkt enkel als er voldoende vergelijkingen zijn die een unieke oplossing hebben voor de verschillende onbekenden (de coëfficiënten). Dus mag het aantal coëfficiënten ten hoogste één meer zijn dan het aantal verschillende atomen.

Uitweiding 1 (Meer dan één mogelijke oplossing)**.**

Bepaal de coëfficiënten voor de reactie

$$\mathrm{KMnO_4} \;+\; \mathrm{H_2SO_4} \;+\; \mathrm{H_2O_2} \longrightarrow \mathrm{K_2SO_4} \;+\; \mathrm{MnSO_4} \;+\; \mathrm{H_2O} \;+\; \mathrm{O_2}$$

Oefening 1. Vul de correcte coëfficiënten aan om onderstaande reacties te balanceren. Bij deze eenvoudige voorbeelden lukt dat via eenvoudig redeneren.

1. ..... Mg + ... $\mathrm{O_2}$ $\longrightarrow$ ..... MgO

2. ..... $\mathrm{H_2SO_4}$ + ... NaOH $\longrightarrow$ ..... $\mathrm{Na_2SO_4}$ + ... $\mathrm{H_2O}$

3. ..... $\mathrm{H_2S}$ + ... $\mathrm{O_2}$ $\longrightarrow$ ..... $\mathrm{H_2O}$ + ... $\mathrm{SO_2}$

4. ..... $\mathrm{NH_3}$ + ... $\mathrm{O_2}$ $\longrightarrow$ ..... NO + ... $\mathrm{H_2O}$

CC BY-NC-SA 4.0