De chemische reactie

Een **chemische reactie** is een proces waarbij stoffen worden omgezet tot andere stoffen.
De oorspronkelijke stoffen noemen we de **beginproducten** of **reagentia**, en die worden omgezet tot **eindproducten** of **reactieproducten**.

Een chemische reactie wordt beschreven door een **reactievergelijking** met in het linkerlid de beginproducten die door een pijl gescheiden zijn van het rechterlid met de eindproducten:

$$\text{reagentia} \longrightarrow \text{reactieproducten}$$

Twee moleculen diwaterstof reageren met één molecule dizuurstof tot twee watermoleculen:

diwaterstof	+	dizuurstof	⟶	water
$2\,H_2$	+	O_2	⟶	$2\,H_2O$

Er zijn verschillende *types* chemische reacties, bijvoorbeeld naargelang de bindingen die verbroken of gevormd worden en of er elektronen of andere deeltjes worden overgedragen. Er kunnen zich producten vormen van een bepaalde soort, reacties kunnen al dan niet in evenwicht zijn, enzovoort.

Onder andere volgende belangrijke reactietypes worden onderscheiden:

- **neerslagreactie:** kan plaatsvinden na het samenvoegen van twee goed oplosbare stoffen in water die vervolgens in ionen splitsen. Bepaalde combinaties van een negatief geladen ion en een positief geladen ion leveren een slecht oplosbaar zout op. Dit slecht oplosbare zout wordt een vaste stof die we neerslag noemen. In de reactievergelijking wordt dit voorgesteld met een pijltje naar beneden achter de chemische formule van de stof die neerslaat. We bespreken de neerslagreacties in deze cursus niet verder.

$$\mathrm{NaCl\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \longrightarrow NaNO_3\ (aq) + AgCl\ (\downarrow)}$$
$$\mathrm{Na_2CO_3\ (aq) + Ca(NO_3)_2\ (aq) \longrightarrow 2\,NaNO_3\ (aq) + CaCO_3(\downarrow)}$$

Uitweiding 1 (De fasetoestand van reagentia en producten)**.**

In de reactievergelijking wordt soms ook de fase van de stoffen weergegeven met een afkorting van de fase tussen haakjes achter de stoffen. De belangrijkste afkortingen zijn (g), (l), en (s), voor gassen, vloeistoffen (liquids), en vaste stoffen (solids) respectievelijk. Daarnaast zal je ook vaak (aq) tegenkomen voor waterige (aqueous) oplossingen. In oudere teksten gebruikte men ook vaak de pijltjes $(\downarrow)$ en $(\uparrow)$ om de vorming van een neerslag of een gas aan te duiden.

Hoewel de afkortingen gebaseerd op de Engelse benamingen het meest voorkomen, vind je soms ook onderstaande Nederlandse afkortingen:

toestand	**symbool**	**Nederlands symbool**
gas	(g)	(g)
vloeistof	(l)	(vl)
vast	(s)	(v)
waterige oplossing	(aq)	(opl)
neerslagvorming	$(\downarrow)$	$(\downarrow)$
gasvorming	$(\uparrow)$	$(\uparrow)$

- **zuur-basereactie:** (ook **neutralisatiereactie**) is een reactie tussen een zuur en een base waarbij een proton wordt overgedragen van het zuur naar de base. Hierbij ontstaan een zout en water:

CC BY-NC-SA 4.0

$$\underset{\text{zuur}}{\mathrm{HCl}} + \underset{\text{base}}{\mathrm{KOH}} \longrightarrow \underset{\text{zout}}{\mathrm{KCl}} + \underset{\text{water}}{\mathrm{H_2O}}$$

- **redoxreactie (of oxidoreductiereactie):** is een reactie waarbij elektronen uitgewisseld worden tussen de reagentia. We zullen ze makkelijk herkennen omdat dit de enige reacties zijn waarbij het oxidatiegetal verandert van enkele elementen.

$$4\,\mathrm{Fe} + 3\,\mathrm{O_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{Fe_2O_3}$$
$$\mathrm{H_2S} + \mathrm{Cl_2} \longrightarrow \mathrm{S} + 2\,\mathrm{HCl}$$

0.1 Wet van behoud van massa

Bij een chemische reactie worden bestaande bindingen in moleculen verbroken, waardoor losse atomen ontstaan die in andere combinaties nieuwe moleculen vormen met andere eigenschappen. Omdat er geen atomen verdwijnen of bijkomen moet het aantal atomen van elke soort vóór de reactie gelijk zijn aan het aantal atomen van elke soort na de reactie. Dat is de betekenis van volgende algemene regel of wet:

De **wet van behoud van massa** (of de **wet van Lavoisier**) wordt geformuleerd als:

de totale massa van alle stoffen vóór reactie is gelijk aan de totale massa van alle stoffen na reactie.

of ook: de totale massa blijft behouden tijdens een chemische reactie.

of: in een reactievergelijking is per element het aantal atomen links en rechts gelijk.

of: in een reactie(vergelijking) moet de **atoombalans** in evenwicht zijn.

De massa blijft behouden:

Mg	$+$	S	$\longrightarrow$	MgS
$24{,}3\,\mathrm{g}$		$32{,}0\,\mathrm{g}$		$56{,}3\,\mathrm{g}$

Om aan de eis van massabehoud te voldoen is het meestal nodig om in de reactievergelijking aan de chemische formules voorgetallen of **stoichiometrische coëfficiënten** toe te voegen. Omdat fracties van moleculen niet bestaan moeten deze coëfficiënten **gehele getallen** zijn. Voor de eenvoud neemt men de kleinst mogelijke gehele getallen. De coëfficiënt 1 wordt niet vermeld.

In de meeste reacties kan de atoombalans vlot in evenwicht worden gebracht door **eenvoudig redeneren**. Soms werkt de algebraïsche methode van Bottomley, maar soms zijn ook andere technieken nodig.

- In een hypothetische reactie $\mathrm{H_2} + \mathrm{O_2} \longrightarrow \mathrm{H_2O}$ zou een O atoom verdwijnen, en dat kan niet. Dit is eenvoudig op te lossen door voor $\mathrm{H_2}$ en $\mathrm{H_2O}$ de coëfficiënt 2 te noteren. In de reactie $2\,\mathrm{H_2} + \mathrm{O_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{H_2O}$ klopt de atoombalans wel: zowel links als rechts zijn er vier H atomen en twee O atomen.
- Bij $\mathrm{N_2} + \mathrm{H_2} \longrightarrow \mathrm{NH_3}$ is de atoombalans niet in evenwicht, maar bij $\mathrm{N_2} + 3\,\mathrm{H_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{NH_3}$ wel (namelijk $2 \times \mathrm{N}$ en $6 \times \mathrm{H}$).

Elke reactievergelijking heeft zowel een kwalitatieve als een kwantitatieve betekenis:

kwalitatief zegt een reactievergelijking **welke** verbindingen de reagentia zijn en welke de reactieproducten. Dit kwalitatief aspect vind je terug in de chemische formules.

kwantitatief drukt een reactievergelijking een verband uit tussen de **hoeveelheden** van de reagentia die worden omgezet en de hoeveelheden van de reactieproducten die worden gevormd. Deze kwantitatieve informatie vind je in de stoichiometrische coëfficiënten.

In de vergelijking $4\mathrm{Al} + 3\mathrm{O_2} \longrightarrow 2\mathrm{Al_2O_3}$ geven de molecuulformules $\mathrm{Al}, \mathrm{O_2}$ en $\mathrm{Al_2O_3}$ de kwalitatieve informatie over de reactie, en de coëfficiënten $4, 3$ en 2 de bijhorende kwantitatieve informatie.

CC BY-NC-SA 4.0

De chemische reactie

Een reactievergelijking zegt *in welke verhoudingen* moleculen met elkaar reageren. Door de kleine massa's ($10^{-27}\,\mathrm{kg}$) is het onmogelijk om enkele atomen of moleculen af te wegen om deze te laten reageren volgens de aantallen weergegeven in de reactievergelijking. In de praktijk gebruikt men een meetbaar veelvoud van het aantal deeltjes. Door (alle coëfficiënten van) de reactievergelijking te vermenigvuldigen met het getal van Avogadro ($N_\mathrm{A} = 6{,}022 \times 10^{23}$) kan je de reactievergelijking ook **molair** interpreteren: ze drukt dan uit hoeveel mol van de reagentia met elkaar reageren tot hoeveel mol van de reactieproducten.

Je kan	$4\ \mathrm{Al}$	$+$	$3\ \mathrm{O_2}$	$\longrightarrow$	$2\ \mathrm{Al_2O_3}$
lezen als	4 moleculen Al	$+$	3 moleculen $\mathrm{O_2}$	$\longrightarrow$	2 moleculen $\mathrm{Al_2O_3}$
maar ook als	$4 \times \mathrm{N_A}$ moleculen Al	$+$	$3 \times \mathrm{N_A}$ moleculen $\mathrm{O_2}$	$\longrightarrow$	$2 \times \mathrm{N_A}$ moleculen $\mathrm{Al_2O_3}$
en dus als	4 mol Al	$+$	3 mol $\mathrm{O_2}$	$\longrightarrow$	2 mol $\mathrm{Al_2O_3}$

Oefening 1.

1. Als $12\,\mathrm{g}\ \mathrm{CH_4}$ verbrandt tot $33\,\mathrm{g}\ \mathrm{CO_2}$ en $27\,\mathrm{g}\ \mathrm{H_2O}$ volgens de reactie

$$\mathrm{CH_4(g)} + 2\,\mathrm{O_2(g)} \longrightarrow \mathrm{CO_2(g)} + 2\,\mathrm{H_2O\,(vl)}$$

dan was hiervoor ..... $\mathrm{g}\ \mathrm{O_2}$ nodig.

2. Als $169{,}9\,\mathrm{g}\ \mathrm{AgNO_3}$ reageert met $58{,}4\,\mathrm{g}\ \mathrm{NaCl}$ volgens de reactie

$$\mathrm{AgNO_3(aq)} + \mathrm{NaCl(aq)} \longrightarrow \mathrm{AgCl\,(\downarrow)} + \mathrm{NaNO_3(aq)}$$

waarbij er $143{,}3\,\mathrm{g}\ \mathrm{AgCl}$ neerslaat, dan werd dus ook ..... $\mathrm{g}\ \mathrm{NaNO_3}$ gevormd.

CC BY-NC-SA 4.0