

## 1.3 Stoffen en hun eigenschappen

▶ Het is je misschien weleens opgevallen dat er achter op een tankauto altijd een oranje bord zit met allerlei vreemde symbolen. Door dat bord weet de brandweer bij een ongeluk wat er in de tankauto zit. Hoe kun je aan het bord zien of de stof gevaarlijk is of niet?

### Stoffen

Een stof is iets wat massa heeft. Alles om je heen bestaat uit stoffen. Lucht bijvoorbeeld bestaat voor het grootste deel uit de stoffen zuurstof en stikstof. Je bestaat zelf ook uit stoffen. Je haren bijvoorbeeld zijn gemaakt van eiwitten en er zit heel veel van de stof water in je lichaam.



1.8 Zijn alle eigenschappen van deze kaarsen ook stofeigenschappen?

### Stofeigenschappen

Een **stofeigenschap** is een eigenschap die bij een stof hoort. Voorbeelden van stofeigenschappen zijn: kleur, smaak, oplosbaarheid, brandbaarheid en fase bij kamertemperatuur. Als je maar genoeg eigenschappen van een stof kent, dan weet je met welke stof je hebt te maken.

Een witte, vaste stof die zoet smaakt en oplosbaar is in water zou weleens de stof suiker kunnen zijn. Je kunt in opdracht 18 oefenen met stofeigenschappen.

Alle stoffen verschillen in één of meer eigenschappen. Er zijn geen twee verschillende stoffen bekend met precies dezelfde combinatie van stofeigenschappen.

**Elke stof heeft een unieke combinatie van stofeigenschappen.**

### Stofconstanten

De temperaturen waarbij een stof van fase verandert, noemen we het smeltpunt en het kookpunt van de stof. Smeltpunt en kookpunt zijn stofeigenschappen, maar wel bijzondere eigenschappen. We noemen het smeltpunt en kookpunt van een stof ook wel **stofconstanten**.

**Een stofconstante is een stofeigenschap die je met een getal kunt aangeven, gevolgd door een eenheid.**

Een voorbeeld van een stofconstante: het kookpunt van water is 100 °C (100 is het getal en °C is de eenheid).

Een andere stofconstante die je al kent is de **dichtheid** van een stof. De dichtheid van een stof is de massa van 1 m<sup>3</sup> van die stof. Je kunt ook zeggen:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

Als eenheid kun je kg/m<sup>3</sup> of g/cm<sup>3</sup> gebruiken.

### Veilig omgaan met stoffen

Sommige stofeigenschappen maken dat een stof gevaarlijk is. Je moet goed weten hoe je met een gevaarlijke stof om moet gaan. Net als waarschuwborden in het verkeer kennen we ook 'waarschuwborden' voor gevaarlijke stoffen. In figuur 1.9a zie je de meest voorkomende **gevarentekens** of **pictogrammen**.

Het is belangrijk dat over de hele wereld fabrikanten dezelfde symbolen en gevaaraanduidingen gebruiken. Daarom veranderen binnenkort niet alleen de pictogrammen, maar ook de andere informatie op etiketten van chemische middelen. In 2015 is een nieuw systeem verplicht voor alle producten en fabrikanten. Dit systeem heet Globally Harmonised System en het wordt afgekort met GHS. In figuur 1.9b zie je een aantal van de nieuwe pictogrammen. Ten opzichte van de oude pictogrammen zijn ze wat uitgebreider. In de oude pictogrammen is er bijvoorbeeld maar één pictogram voor de giftigheid van een stof. Bij de nieuwe pictogrammen bestaat er niet alleen een pictogram voor giftige stoffen, maar ook een ander pictogram voor wat minder giftige, maar wel schadelijke stoffen.

Behalve pictogrammen worden er ook waarschuwingssinnen voor bijzondere gevaren ('risk') gebruikt, de zogenaamde **R-zinnen**. Verder bestaan er ook nog veiligheidsaanbevelingen ('safety'), de zogenaamde **S-zinnen**.

Of een stof gevaarlijk is en waar het gevaar uit bestaat, kun je terugvinden in boeken zoals 'Veilig practicum' of 'Chemiekaarten'. Daar kun je ook de R-zinnen en S-zinnen vinden. Je kunt ze ook op internet vinden. 'Veilig practicum' is een boek waarin voor allerlei stoffen, die je op de middelbare school bij het practicum gebruikt, is aangegeven wat de gevaren zijn en hoe je op een veilige manier met die stof kunt werken. Ook lees je in dit boek wat je moet doen als er iets fout gaat. Op elke school is minstens één exemplaar van dit naslagwerk aanwezig. Het boek 'Chemiekaarten' is de grote broer van 'Veilig practicum'. Hierin staat van

alle bekende stoffen die in laboratorium en industrie worden gebruikt, beschreven hoe je ermee moet werken. Een voorbeeld van een chemiekaart zie je afgebeeld in figuur 1.10.

Op de chemiekaart in figuur 1.10 kun je niet alleen de fysische eigenschappen van ethanol (= alcohol) terugvinden, maar ook gegevens over de giftigheid, brandbaarheid, enzovoort. Je ziet hoe je ongelukken bij het werken met de stof kunt voorkomen en ook wat je in geval van een noodsituatie moet doen.

## Materialen

Er zijn stoffen die je goed kunt gebruiken om er iets van te maken. De stof ijzer bijvoorbeeld wordt gebruikt om bruggen van te maken. Van de stof plastic kun je emmers en borden maken. Stoffen waar je iets van kunt maken, noemen we ook wel **materialen**. Materialen kun je onderverdelen in vier groepen:

- **metalen**;
- **natuurlijke polymeren**, zoals cellulose, zetmeel, eiwit, rubber, enzovoort;
- **synthetische polymeren**, zoals plastics, kunst-rubber, enzovoort;
- **composieten**.

Een composiet is een mengsel van twee of meer materialen door elkaar.



1.9a De op dit moment meest voorkomende gevarentekens



1.9b De nieuwe pictogrammen die vanaf 2015 worden gebruikt

## ETHANOL

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Kookpunt, °C	78	<b>KLEURLOZE VLOEISTOF MET TYPERENDE GEUR</b>	
Smeltpunt, °C	-117	De damp mengt zich goed met lucht, makkelijke vorming van explosieve mengsels. Reageert heftig met oxidatiemiddelen met kans op brand en explosie.	
Vlampunt, °C	12 <sup>1)</sup>	MAC-waarde 500 ppm 1000 mg/m <sup>3</sup>	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	370	<b>Geurwaarneming:</b> De geur alleen geeft onvoldoende informatie over het acute gezondheidsrisico.	
Explosiegrenzen, volume% in lucht	3,4 - 19	<b>Wijze van opname/inademingsrisico:</b> De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van de damp en door inslikken. Blootstelling aan deze stof kan vastgesteld worden door een bepaling van deze stof en/of zijn afbraakproduct in bloed en uitademingslucht. Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht zal door verdamping van deze stof bij ca. 20°C vrij langzaam worden bereikt; bij vernevelen achter veel sneller.	
Minimum ontstekingsenergie, mJ	0,4	<b>Directe gevolgen:</b> De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de ademhalingsorganen. De vloeistof ontvet de huid. De stof kan in hoge concentraties of na inslikken aanleiding geven tot opwinding en/of bewustzijnsverlaging.	
Soortelijke geleiding, pS/m	1,3·10 <sup>5</sup>	<b>Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling:</b> De stof kan op de lever inwerken, met als gevolg orgaanbeschadigingen. Kan de mannelijke vruchtbaarheid verlagen. <sup>2)</sup> Kan het ongeboren kind schaden. <sup>3)</sup> Overdracht via moedermelk is mogelijk.	
Dampspanning in mbar bij 20°C	58,5		
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)	1,6		
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,04		
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,8		
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	volledig		
Log P octanol/water	-0,3		
Brutoformule	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O		
Relatieve molecuulmassa	46,1		
DIRECTE GEVAREN	PREVENTIE	BLUSSTOFFEN	
<b>Brand:</b> zeer brandgevaarlijk.	geen open vuur, geen vonken en niet roken.	poeder, alcoholbestendig schuim, zeer veel water, koolzuur.	
<b>Explosie:</b> damp met lucht explosief.	gesloten apparatuur, ventilatie, explosieveilige elektrische apparatuur en verlichting, voorkam handgereedschap, bij vullen, aftappen of verwerken geen perslucht toepassen.	bij brand: tanks/vaten koel houden door spuiten met water.	
SYMPTOMEN	PREVENTIE	EERSTE HULP	
<b>Inademen:</b> hoesten, hoofdpijn, duizeligheid, sufheid.	ventilatie, ruimtelijke afzuiging, plaatselijke afzuiging, ademhalingsbescherming (filtertype A).	frisse lucht, rust en arts raadplegen.	
<b>Huid:</b> roodheid.	handschoenen (butylrubber, neopreen).	verontreinigde kleding uittrekken en huid spoelen met veel water of douchen.	
<b>Ogen:</b> roodheid, pijn.	veiligheidsbril.	minimaal 15 minuten spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar (oog)arts brengen.	
<b>Inslikken:</b> hoofdpijn, duizeligheid, sufheid.		mond laten spoelen en zo nodig arts raadplegen.	
NOODSITUATIE EN OPRUIMING		ETIKETTERING EN OPSLAG	
<b>NOODSITUATIE:</b> Explosiegevaar! Bij grotere hoeveelheden: gevarenszone ONMIDDELIJK ontruimen en (laten) afzetten. Deskundige waarschuwen!		<b>Afleveringsetiket:</b> <sup>4)</sup>	
<b>Opruimen gemorst product:</b> Draag handschoenen, laarzen, filtermasker met filtertype A en veiligheidsbril. Extra ventilatie. Gemorst product indampen en zorgvuldig opzuigen (explosieveilige stofzuiger) en eventueel hergebruiken. Restant verwijderen met water. Spoelwater afvoeren naar riool. Eventuele vaten etiketteren en afvoeren volgens regionale regels.		 LICH ontvlambaar R: 11 S: (2-)7-16 NFPA: 	
<b>Interventiewaarden:</b> VRW = 1000 mg/m <sup>3</sup> ; AGW = 5000 mg/m <sup>3</sup> ; LBW = 20000 mg/m <sup>3</sup>		<b>Opslag:</b> Brandveilig en gescheiden van oxidatiemiddelen.	
OPMERKINGEN			
<sup>1)</sup> Vlampunt van oplossingen in water: 95 vol.-%: 14°C; 80 vol.-%: 20°C; 70 vol.-%: 21°C; 60 vol.-%: 22°C; 50 vol.-%: 24°C; 40 vol.-%: 26°C; 30 vol.-%: 29°C; 20 vol.-%: 36°C; 10 vol.-%: 49°C; 5 vol.-%: 62°C. <sup>2)</sup> De reprotische effecten zijn vastgesteld na herhaaldelijke, overdadige consumptie van ethanol; het is onwaarschijnlijk dat deze effecten optreden door blootstelling beneden de MAC-waarde in arbeidssituaties. <sup>3)</sup> Aanvullende registratie verplicht volgens Arbeidsomstandighedenbesluit, art. 4.2, lid 5 (Stb. 60, 1997 en Stb. 211, 2000). <sup>4)</sup> De gezondheidsrisico's op de kaart en die op het afleveringsetiket kunnen uiteenlopen omdat de kaart op basis van recentere gegevens en/of andere criteria is opgesteld dan het afleveringsetiket.			
TREM-stofkaart: 30S1170; TREM-groepskaart: 30GF1-I+II; ERIC-kaart: 3-09		GEVI: 33; UN-nummer: 1170	

## 1.4 De bouwstenen van stoffen

► **Aardolie is een mengsel van meer dan 100 000 verschillende stoffen. Elk van deze stoffen heeft zijn eigen unieke combinatie van stoffeigenschappen. Dat komt doordat elke stof bestaat uit zijn eigen soort moleculen.**

**In aardolie zitten dus meer dan 100 000 verschillende soorten moleculen. Maar er bestaan veel meer stoffen dan die in aardolie voorkomen. Hoeveel verschillende soorten moleculen bestaan er dan? Hoe kun je begrijpen dat er zoveel verschillende soorten moleculen bestaan?**

### Zuivere stoffen en mengsels

In het dagelijks leven is een zuivere stof iets anders dan in de scheikunde. In het dagelijks leven noemen we sinaasappelsap (figuur 1.11) zuiver als het uit sinaasappelen is geperst. Er is niets aan toegevoegd, geen extra vitaminen of water! Scheikundig gezien is dat sinaasappelsap helemaal geen zuivere stof. Het bevat water en vruchtsuiker en vitamine C en nog veel meer stoffen. In de scheikunde is een **zuivere stof één stof**. Als er twee of meer stoffen door elkaar zijn gemengd, spreken we in de scheikunde van een **mengsel**.

### Moleculen

Door het vele onderzoek dat de afgelopen eeuwen is uitgevoerd, weten we dat stoffen uit heel kleine deeltjes bestaan. Bij de meeste stoffen zijn deze deeltjes **moleculen**.

Een zuivere stof bestaat uit allemaal dezelfde deeltjes. De stof water bijvoorbeeld bestaat uit alleen maar watermoleculen.

Sinaasappelsap is geen zuivere stof, maar bevat een groot aantal verschillende stoffen. Het bestaat dus niet uit 'sinaasappelsapmoleculen', maar uit een mengsel van veel verschillende soorten moleculen. Elke stof uit sinaasappelsap heeft zijn eigen molecuulsoort.

**Een zuivere stof is één stof en bestaat uit dezelfde moleculen.**

**Er bestaan tientallen miljoenen verschillende stoffen, dus ook tientallen miljoenen soorten moleculen.**

In de scheikunde werken we vaak met modellen. Omdat moleculen te klein zijn om ze te kunnen zien, maken we er een tekening van of we bouwen een driedimensionaal model van plastic. Ook kunnen we een 3D-model op de computer tekenen. Zo proberen we ons een voorstelling te maken van een molecuul. Hierdoor kunnen we de eigenschappen van de stof, die uit die moleculen bestaat, beter begrijpen en soms verklaren. In figuur 1.12 zie je een **molecuultekening** van een watermolecuul.



1.11 Sinaasappelsap zonder toevoegingen



1.12 Tekening van een watermolecuul

### Hoe klein zijn moleculen?

Moleculen zijn ontzettend klein. Kleiner dan je je kunt voorstellen. Stel dat je de moleculen van een suikerklontje zou kunnen veranderen in zandkorrels. Dan zou je met dat zand heel Nederland kunnen bedekken met een laag van 12 m. Dat is even hoog als een flat van vier verdiepingen.

### Atomen

Moleculen bestaan uit **atomen**. Dat is bedacht door Dalton rond 1805. Hij stelde elk atoom voor als een bolletje. Atomen van verschillende soort zijn verschillend van grootte en massa. In zijn tijd waren er nog maar enkele atoomsoorten bekend. Tegenwoordig zijn dat er ongeveer 110.

Twee of meer atomen vormen samen een molecuul. De atomen kunnen van dezelfde soort zijn, maar ook van verschillende soorten.

In figuur 1.13 zie je tekeningen van twee verschillende moleculen, een azijnzuurmolecuul en een alcoholmolecuul. Beide moleculen bestaan uit dezelfde soorten atomen, namelijk koolstofatomen (zwart), zuurstofatomen (rood) en waterstofatomen (wit). Maar de aantallen atomen van elke soort (behalve koolstof) zijn verschillend.



1.13a Een azijnzuurmolecuul



1.13b Een alcoholmolecuul

### Nieuwe elementen in het heelal?

Het licht van een ster kun je opvangen en splitsen in verschillende kleuren. Een scheikundige kan daarmee vaststellen uit welke atoomsoorten de ster bestaat. Al die atoomsoorten kennen we op aarde ook. Er komen in het heelal dus geen nieuwe atoomsoorten voor.

Een alcoholmolecuul ziet er dus anders uit dan een azijnzuurmolecuul. De stof alcohol heeft daarom heel andere eigenschappen dan de stof azijnzuur.

Met de 26 letters van ons alfabet kun je heel veel combinaties maken. Maar niet elke combinatie is een woord dat betekenis heeft (figuur 1.14).

Zo kun je met 110 verschillende atoomsoorten ook oneindig veel combinaties bedenken. In principe zou je dus oneindig veel verschillende moleculen kunnen maken. Als je dat zou doen, merk je dat veel van die moleculen meteen uit elkaar vallen. Die moleculen kunnen dus niet bestaan. Scheikundigen kunnen vaak voorspellen welke combinaties van atomen wel en welke niet kunnen bestaan.

**Er bestaan ongeveer 110 verschillende soorten atomen. Twee of meer atomen samen vormen een molecuul. Een molecuul kan bestaan uit atomen van één soort, maar ook uit atomen van verschillende soorten.**



1.14 Niet elke combinatie van letters levert een goed Nederlands woord op.

## 1.5 Fasen, faseveranderingen en scheiden van mengsels

▶ Een mengsel van verschillend gekleurde M&M's kun je scheiden door de M&M's te sorteren op kleur. Een mengsel van stoffen bestaat uit verschillende soorten moleculen. Als je een mengsel gaat scheiden, ben je bezig met het sorteren van de moleculen. Soort bij soort.

### Fasen

Ijs, water en waterdamp bestaan alle drie uit watermoleculen. Toch ziet ijs er anders uit dan water, zie figuur 1.17. Hoe kan dat? Het antwoord is dat we hier hebben te maken met verschillende fasen van de stof water.

Een stof kan in drie fasen voorkomen: de vaste, de vloeibare en de gasvormige fase. Elke stof heeft zijn eigen smeltpunt en kookpunt. De fase van een stof wordt bepaald door de temperatuur van de stof (en de druk).

Een stof is vast bij een temperatuur die lager is dan het smeltpunt.

Een stof is vloeibaar bij een temperatuur die tussen het smeltpunt en het kookpunt in ligt.

Een stof is gasvormig bij een temperatuur die hoger is dan het kookpunt.



1.17 Water in de vaste en de vloeibare fase

Als voorbeeld nemen we de stof alcohol.

### Wat is de fase van alcohol bij 0 °C?

Het kookpunt van alcohol is +78 °C en het smeltpunt is -114 °C. Deze gegevens staan uitgezet op een temperatuurlijn in figuur 1.18. Je ziet in die figuur dat alcohol bij 0 °C vloeibaar is.

### Toestandsaanduidingen

De fase waarin een stof voorkomt, kun je aangeven door middel van een letter tussen haakjes.

- Als een stof vast is, schrijf je er **(s)** achter. De s is afgeleid van solidum of solid.
- Bevindt een stof zich in de vloeibare fase, dan geef je dat aan met **(l)**. De letter l komt van liquidum of liquid.
- Als een stof gasvormig is, geef je dat aan met **(g)**. De letter g komt van gas.

De letters s, l en g noemen we **toestandsaanduidingen**.

### Temperatuur

We geven een temperatuur soms aan in °C. Maar meestal gebruiken we de eenheid **kelvin**, weergegeven met het symbool K. Je kunt de temperatuur in °C omrekenen in kelvin.

De temperatuur in °C + 273 is de temperatuur in kelvin.

De temperatuur in kelvin - 273 is de temperatuur in °C.

### Omrekenen van temperaturen

20 °C is  $20 + 273 = 293$  K

300 K is  $300 - 273 = 27$  °C



1.18 Een temperatuurlijn

### Leven op planeten?

Misschien wel, maar niet in ons zonnestelsel. Op aarde is de temperatuur gemiddeld 20 °C. Dan is water vloeibaar, zuurstof een gas en ijzer vast. Maar op Venus is het gemiddeld 450 °C. Vloeibaar water bestaat daar niet. Lood en zink zijn dan vloeibaar. En op Saturnus is het -180 °C. Daar is aardgas vloeibaar.

### Fasen en moleculen

In de vorige paragraaf heb je geleerd dat de bouwstenen van een stof moleculen heten. In figuur 1.21 zijn de moleculen getekend van een stof die zich in de vaste, de vloeibare en de gasvormige fase bevindt. Je ziet dat de moleculen in elke fase precies hetzelfde zijn. Het verschil zit hem in de plaats van de moleculen en de onderlinge afstand tussen de moleculen. De fase van een stof wordt dus bepaald door:

- de afstand tussen de moleculen;
- de plaats van de moleculen.

In elke fase zijn de moleculen precies hetzelfde.



1.19 In het vriesvak van een koelkast ontstaat ijs uit waterdamp. Deze faseverandering heet rijpen.

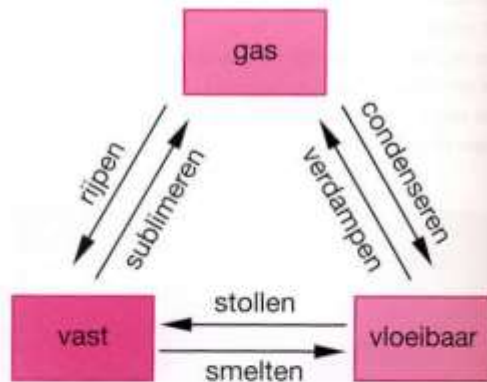
### Faseveranderingen

Als je water verwarmt, wordt het waterdamp. Als je water afkoelt, wordt het ijs. Maar daarbij blijven de watermoleculen precies hetzelfde. Kijk nog maar eens naar figuur 1.21. Elke stof kun je veranderen van de ene fase in de andere door de stof te verwarmen of af te koelen. In de **fasedriehoek** in figuur 1.20 zie je dat elke **faseverandering** zijn eigen naam heeft. Het is belangrijk dat je de namen van de faseveranderingen goed kent.

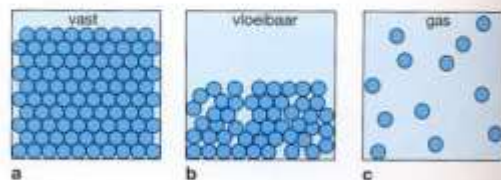
### Vanderwaalskrachten

De temperatuur waarbij een stof smelt of verdampt, hangt samen met de sterkte van de aantrekkingskrachten tussen de moleculen. Deze aantrekkingskrachten noemen we **vanderwaalskrachten**. De sterkte van de vanderwaalskrachten hangt af van de massa van de moleculen. Hoe zwaarder de moleculen, des te sterker zijn de vanderwaalskrachten.

In figuur 1.22 kun je dit goed zien. Hier vind je moleculen van een aantal eenvoudige zuivere stoffen die uit aardolie gehaald kunnen worden. Als de moleculen zwaarder worden, neemt de onderlinge aantrekkingskracht tussen de moleculen toe en wordt het kookpunt van de stof hoger.



1.20 De fasedriehoek



1.21 De drie fasen. (a) De moleculen trillen op een vaste plaats; de afstand tussen de moleculen is klein. (b) De moleculen bewegen langs elkaar; de afstand tussen de moleculen is klein. (c) De moleculen bewegen met grote snelheid langs elkaar; de afstand tussen de moleculen is groot.

### Hoe herken je een mengsel?

Een mengsel bestaat uit twee of meer stoffen. In het dagelijks leven komen er veel meer mengsels voor dan zuivere stoffen. Lucht, zeewater, sinaasappelsap en bloed zijn voorbeelden van mengsels.

Een zuivere stof is één stof. Zuivere stoffen kom je minder vaak tegen. Suiker, gedestilleerd water en diamant zijn voorbeelden van zuivere stoffen.

Op de verpakking van een product staat de **samenstelling** vermeld. Dan weet je of het product uit één stof bestaat, of dat er twee of meer stoffen door elkaar zijn gemengd. In figuur 1.23 kun je zien uit hoeveel stoffen melk bestaat en welke stoffen dat zijn.

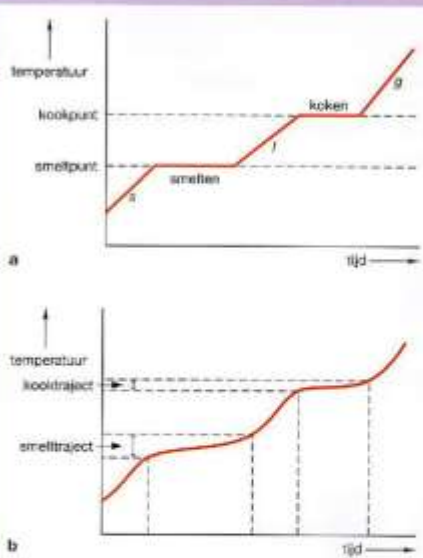
Soms heb je geen verpakking bij de hand of is de samenstelling van het product dat erin zit niet vermeld. Dan kun je een proef doen om erachter te komen of je te maken hebt met een zuivere stof of een mengsel. Je laat de stof die je wilt onderzoeken, smelten of koken. Je meet de temperatuur tijdens het smelten of tijdens het koken.

Als het gaat om een zuivere stof, blijft de temperatuur hetzelfde. De stof heeft een **smeltpunt** en **kookpunt**. Gaat het om een mengsel, dan loopt de temperatuur langzaam op. We spreken dan van een **smelttraject** en **kooktraject**. Dit is weergegeven in de diagrammen van figuur 1.24.

**Een zuivere stof heeft een smeltpunt en een kookpunt.**

**Een mengsel heeft een smelttraject en een kooktraject.**

1.23 Melk is een mengsel.



1.24 Het temperatuurverloop tijdens het verwarmen van een zuivere stof (a) en van een mengsel (b)

naam	molecuulmodel	kookpunt K	naam	molecuulmodel	kookpunt K
methaan		112	propana		231
ethaan		185	butaan		273

1.22 Vier stoffen en hun moleculen. Hoe groter de massa van de moleculen, des te hoger het kookpunt van de stof.



## Scheiden van een mengsel

Een mengsel kun je weer uit elkaar halen. Na afloop heb je dan de zuivere stoffen in handen waaruit het mengsel was samengesteld. Dit noem je het **scheiden** van een mengsel. Hierbij veranderen de stoffen niet en ook de stoffeigenschappen blijven gelijk. De moleculen veranderen dus ook niet. Bij het scheiden van een mengsel ben je bezig met het **sorteren** van de moleculen, zie figuur 1.25.

De stoffen waaruit een mengsel bestaat, verschillen in een aantal stoffeigenschappen. Van deze verschillen maak je gebruik als je een mengsel gaat scheiden. Je gaat nu drie scheidingsmethoden leren: extraheren, filtreren en indampen. Daarbij maak je gebruik van de practicumhulpmiddelen die in figuur 1.26 zijn afgebeeld.

## Extraheren

Zand uit Zandvoort bevat veel zout en zand uit Apeldoorn niet. Zout is oplosbaar in water en zand niet. Van dit **verschil in oplosbaarheid** maken we gebruik om het zout uit het mengsel van zand en zout te halen. Door water toe te voegen aan het mengsel, zal het zout oplossen en het zand niet. Deze scheidingsmethode heet **extraheren**. Het gebruikte oplosmiddel, in dit geval water, heet een **extractiemiddel**.



1.25 Op een markt is de diverse koopwaar ook gesorteerd op basis van verschil in eigenschappen.



1 trechter



2 bekerglas



3 erlenmeyer



4 indampschaalje



5 driehoek



1.26 Nog enkele practicumhulpmiddelen

## Filtreren

Opgeloste zoutdeeltjes zijn erg klein, zandkorrels zijn groot. Om de zoute oplossing te scheiden van het zand, maak je gebruik van dit **verschil in deeltjesgrootte**. De methode die je dan toepast, heet **filtreren**. De vloeistof met de opgeloste zoutdeeltjes loopt door het filter heen, het zand niet.

De zoutoplossing noemen we het **filtraat**, het zand heet het **residu**. Zie de figuren 1.27 en 1.28.

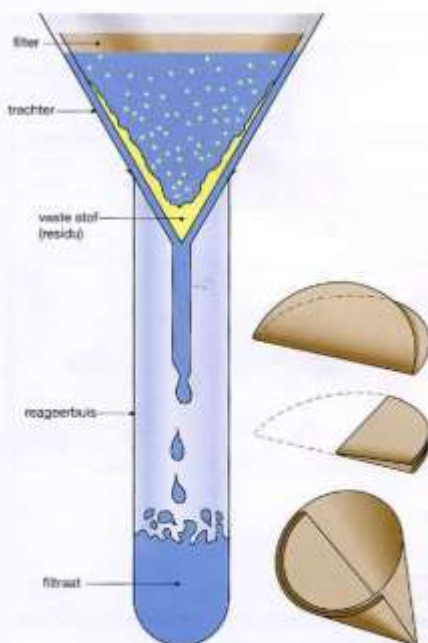
## Indampen

Water kookt bij een veel lagere temperatuur dan zout. Om het water en het opgeloste zout te scheiden, maak je gebruik van het **verschil in kookpunt**. Deze scheidingsmethode heet **indampen**. Het zout blijft achter in het indampschaltje, het water verdwijnt in de lucht.

**Een mengsel van twee vaste stoffen kun je scheiden door te extraheren.**

**Een mengsel van een niet-opgeloste vaste stof en een vloeistof kun je scheiden door te filtreren.**

**Een mengsel van een opgeloste vaste stof en een vloeistof kun je scheiden door in te dampen.**



1.27 Een filtrereopstelling

1.28 Het vouwen van een papierfilter

## Basisexperimenten

### 1.7 Zand uit Zandvoort?

In dit experiment onderzoek je of een monster zand afkomstig is uit Zandvoort of uit Apeldoorn.

### 1.8 Kraanwater of gedestilleerd water?

In dit experiment onderzoek je of je met hard water, zacht water of gedestilleerd water hebt te maken.

## Extra experimenten

### 1.9 Sublimeren of rijpen?

### 1.10 Stolpunt of stoltraject?

## Site

### Faseovergangen

Wat is de fase van een bepaalde stof bij een bepaalde temperatuur? Dat kun je hier oefenen.

### Een zuivere stof of een mengsel?

Heeft een stof een smeltpunt of een stoltraject? Als je dat weet, weet je of het om een zuivere stof of om een mengsel gaat.

### Extraheren

Een mengsel van twee vaste stoffen kun je scheiden door te extraheren. Hoe dat in zijn werk gaat leer je hier.

### Test jezelf

Controleer of je de stof van deze paragraaf begrijpt en kunt toepassen.

## 1.6 Atoomsoorten, elementen en verbindingen

► Goud wordt veel gebruikt om sieraden van te maken, bijvoorbeeld armbanden. Maar omdat goud een zacht metaal is, komen er snel krassen op een armband. IJzer is een veel harder metaal. Waarom maakt een edelsmid daar dan geen sieraden van?

### Symbolen van atoomsoorten

In paragraaf 1.4 heb je geleerd dat er circa 110 soorten atomen bestaan en dat je daarmee tientallen miljoenen verschillende moleculen kunt maken.

Om de atoomsoorten van elkaar te onderscheiden, heeft elke **atoomsoort** een eigen naam en een eigen **symbool**. Dit symbool is soms de eerste letter van de Nederlandse naam, soms de eerste letter van de Latijnse naam. Als er kans is op een misverstand, dan worden er twee letters gebruikt. De eerste letter is altijd een hoofdletter en de tweede een kleine letter.

Leer van elk van de atoomsoorten die in figuur 1.31 staan de Nederlandse naam en het symbool goed uit je hoofd. De Latijnse naam hoeft je niet te kennen, maar die maakt soms duidelijk waar het symbool vandaan komt.

Onthoud ook of een atoomsoort bij de *metalen* of de *niet-metalen* hoort. Waarom deze onderverdeling van belang is, komt later nog aan de orde.

### Het periodiek systeem

De symbolen van alle atoomsoorten staan gerangschikt in een overzicht dat we het **periodiek systeem** noemen. In figuur 1.33 staat een afbeelding van het periodiek systeem. Je kunt hierin ook zien waar de symbolen van de metalen en waar de symbolen van de niet-metalen staan. De verticale kolommen in het periodiek systeem noemen we **groepen**. De horizontale rijen in het periodiek systeem heten **perioden**. Achter in dit boek vind je als bijlage ook een afbeelding van het periodiek systeem.

**Atoomsoorten die in het periodiek systeem in dezelfde groep staan, dus onder elkaar, lijken in eigenschappen sterk op elkaar.**

atoomsoorten			
metalen		niet-metalen	
naam	symbool	naam	symbool
aluminium	Al	argon	Ar
berium	Ba	broom	Br
calcium	Ca	chloor	Cl
chromium	Cr	fluor	F
goud (aurum)	Au	fosfor (phosphorus)	P
kalium	K	helium	He
kobalt	Co	jood (iodium)	I
koper (cuprum)	Cu	koolstof (carboneum)	C
kwik (hydrargyrum)	Hg	neon	Ne
lood (plumbum)	Pb	silicium	Si
magnesium	Mg	stikstof (nitrogenium)	N
mangaan	Mn	waterstof (hydrogenium)	H
natrium	Na	zuurstof (oxygenium)	O
nikkel	Ni	zwavel (sulfur)	S
platina	Pt		
radium	Ra		
tin (stannum)	Sn		
titaan	Ti		
uraan	U		
wolfram	W		
ijzer (ferrum)	Fe		
zilver (argentum)	Ag		
zink	Zn		

1.31 Namen en symbolen van een aantal atoomsoorten



1.32 Een kratermeer op Oost-Java. De gele stof zwavel is duidelijk zichtbaar.

## Elementen en verbindingen

De moleculen van de meeste stoffen bestaan uit meer dan één atoomsoort. Kijk nog maar eens naar de molecuultekeningen in de vorige paragrafen: je ziet bolletjes van verschillende kleur en grootte. Deze stoffen heten **verbindingen** of ontleedbare stoffen. Er bestaan tientallen miljoenen verbindingen.

De moleculen van een stof kunnen ook uit dezelfde atomen bestaan. Deze stoffen heten **elementen** of niet-ontleedbare stoffen. Hiervan zijn er maar circa 110 bekend.

In de natuur komen maar enkele elementen voor; bijvoorbeeld de stof zwavel (zie figuur 1.32) of de stoffen goud, koolstof, stikstof en zuurstof.

De meeste stoffen die je in de natuur kunt vinden, zijn verbindingen. Bijvoorbeeld de stof aluminiumoxide die in bauxiet zit of de stof cellulose die in planten voorkomt.

**Elementen zijn stoffen waarvan de bouwstenen bestaan uit één atoomsoort.**

**Verbindingen zijn stoffen waarvan de bouwstenen bestaan uit twee of meer verschillende atoomsoorten.**

## Metalen en niet-metalen

De meest gebruikelijke indeling van de elementen is die in metalen en niet-metalen. Beide groepen worden hierna kort besproken.

## Metalen

### Aigemene kenmerken van metalen

Een metaal is een stof waar maar één atoomsoort in voorkomt. Het is dus een element. Aangezien er ruim 70 atoomsoorten tot de metalen gerekend worden, bestaan er ook ruim 70 elementen die we metalen noemen. Een aantal daarvan ken je al wel, zoals goud, zilver, ijzer, koper, lood, tin en zink. Metalen hebben een aantal gemeenschappelijke kenmerken.

### Alle metalen:

- hebben een glimmend oppervlak;
- geleiden warmte en elektrische stroom;
- kunnen vervormd worden, vooral als ze heet zijn;
- kunnen in gesmolten toestand worden gemengd met andere metalen.

### Edelheid van metalen

Corrosiegevoeligheid is een materiaaleigenschap die bij metalen belangrijk kan zijn. Corrosie is een ingewikkeld proces waarbij metalen reageren met stoffen uit de omgeving, zoals water en zuurstof. Dit proces wordt soms ook roesten genoemd. Van goud is bekend dat het niet roest, ijzer roest betrekkelijk snel. Niet elk metaal vertoont dus hetzelfde gedrag. Op grond van hun corrosiegevoeligheid onderscheiden we: **edele metalen**, **halfedele metalen**, **onedele metalen** en **zeer onedele metalen**. Zie figuur 1.34.

Groep	1	2	3	58/71 90/103	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Groep
Periode	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Periode
1	1 H																		2 He	1
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	2
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	3
4	19 K	20 Ca	21 Sc		22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	4
5	37 Rb	38 Sr	39 Y		40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	5
6	55 Cs	56 Ba	57 La	58/71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	6
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90/103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt										7
				58/71	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
				90/103	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

Metalen
  Niet-metalen

1.33 Het periodiek systeem

Bij (zeer) onedele metalen is van een glimmend oppervlak meestal niet veel te merken. Maar dat komt doordat de buitenkant van het metaal is bedekt met een oxidelaagje. Dat ontstaat als het metaal aan vochtige lucht wordt blootgesteld. Als je dit oxidelaagje weghaalt, komt het glimmende metaal weer tevoorschijn.

#### Zuiver goud

Zuiver goud is heel zacht en in het gebruik is dat fastig. Daarom gebruik je goud meestal als mengsel. Het goudgehalte geef je aan met karaat. 24 Karaat is dan zuiver goud. Een ring van 18 karaat bestaat dan voor drievierde deel uit zuiver goud.

#### Lichte en zware metalen

Je kunt metalen ook op een heel andere manier onderverdelen. Je let dan niet op de verschillen in edelheid, maar op de verschillen in dichtheid. Metalen met een kleine dichtheid noemen we **lichte metalen**. Een goed voorbeeld daarvan is natrium, dat zou zelfs op water kunnen blijven drijven! Lichte metalen zoals magnesium en aluminium worden op ruime schaal toegepast in de luchtvaart. Titaan (figuur 1.35) is een metaal dat een kleine dichtheid combineert met een tamelijk hoog smeltpunt. Dat maakt het tot een geschikt materiaal voor de supersonische luchtvaart en de ruimtevaart.

**Zware metalen** hebben een grote dichtheid. Verreweg de meeste metalen horen bij deze groep. Verbindingen waarin de atomen van een aantal zware metalen voorkomen, zijn heel erg giftig. Het betreft hier onder andere verbindingen waarin de atoomsoorten cadmium, kwik, thallium en lood voorkomen. Verontreiniging van de bodem en van het grondwater met deze giftige verbindingen vormt in veel gebieden een groot milieuprobleem. De oorzaak van deze verontreiniging is vaak de niet erg verantwoorde manier waarop men in het verleden in de chemische industrie met reactieafval omging. Maar ook de manier waarop wij met ons afval omgaan, speelt een rol, zie de kenniskaart 4 achter in dit boek.

#### Legeringen

Hoe zuiverder een metaal is, des te gemakkelijker kan het vervormd worden. Soms lukt dat zelfs al bij kamertemperatuur. Om een metaal wat stugger te maken, wordt het soms opzettelijk 'verontreinigd' met een ander metaal. Er ontstaat dan een **legering**.

**Een legering is een afgekoeld mengsel van samengesmolten metalen.**

indeling	voorbeeld	toepassing	opmerkingen
edele metalen	zilver, platina en goud	geschikt materiaal voor siervoorwerpen	platina is schaars, dus heel duur goud is het meest duurzaam
halfedele metalen	koper en kwik	koper: elektriciteitsdraden en waterleidingbuizen kwik (vroeger veel) gebruikt in thermometers	kwik is het enige metaal dat bij kamertemperatuur voelbaar is, let op: kwikdamp is buitengewoon giftig
onedele metalen	ijzer, zink en lood	zink wordt gebruikt als dakbedekking ijzer wordt gebruikt voor bruggen of hekken lood wordt gebruikt als dakbedekking	ijzer roest; zink en lood worden dof
zeer onedele metalen	natrium en kalium	natrium wordt toegepast in natriumlampen (autosnelwegverlichting)	zo onedel dat ze zelfs reageren met vochtige lucht; deze metalen worden ondergedompeld in paraffineolie bewaard

1.34

Legeringen ontstaan door het mengen van gesmolten metalen. Het gestolde metaalmengsel, de legering, heeft vaak heel andere eigenschappen dan de afzonderlijke metalen. Zo kan staal 'roestvrij' worden gemaakt door het te legeren met nikkel of chroom. 'Roestvrij' is niet zo'n goede naam: roestvast komt dichterbij de waarheid. Ook het smeltpunt van een legering wijkt vaak sterk af van dat van de afzonderlijke metalen. Een legering met een heel erg laag smeltpunt is het materiaal dat wordt toegepast in sprinkierinstallaties, zie figuur 1.36. Dat zijn automatische brandblusinstallaties die beginnen te sproeien zodra ergens in het afsluitmechanisme een onderdeel wegsmeelt. Dit onderdeel noemt men een smeltzekering. Het is gemaakt van een legering van bismut, cadmium, zink en tin, die een smeltpunt heeft van circa 68 °C. In figuur 1.37 vind je gegevens over een aantal veelgebruikte legeringen.



1.35 Racefietsen worden soms van het superlichte metaal titaan gemaakt.

## Niet-metalen

Een niet-metaal is een stof waar maar één atoomsoort in voorkomt. Het is dus een element. Aangezien er ongeveer twintig atoomsoorten niet tot de metalen behoren, bestaan er ook ongeveer twintig elementen die we niet-metalen noemen. In figuur 1.38 staan de belangrijkste niet-metalen.

### Norit

Norit is de handelsnaam voor koolstofpoeder. Norit wordt gebruikt:

- in filters van aquaria, zwembaden en drinkwaterbedrijven om water te zuiveren;
- in tabletvorm om lichte voedselvergiftigingen te bestrijden;
- als Noritfilter in gasmaskers voor ruimtes waar giftige gassen vrij kunnen komen.







1.36 Een sprinkierinstallatie




legering	samenstellende metalen
messing	koper en zink
brons	koper en tin
soldeer	tin en lood
zilveramalgaam*	zilver en kwik
duraluminium	aluminium en koper
roestvast staal	ijzer en chroom (of nikkel)

\* een legering waarin kwik voorkomt heet een amalgaam

1.37 Enkele legeringen en hun samenstelling

groep	naam	beschrijving
halogenen	fluor	 F 19,00 19F 100% -188,1°C -85,1°C -82,1°C -108,1°C
	chloor	 Cl 35,45 35Cl 75,8% 37Cl 24,2% -34,0°C -34,6°C -34,0°C
	broom	 Br 79,90 79Br 50,6% 81Br 49,4% -7,6°C -23,9°C -23,9°C
	jood	 I 126,90 127I 100% -113,5°C -113,5°C -113,5°C -184,3°C

overige	koolstof	 C 12,01 12C 98,9% 13C 1,1% 3,5°C 3,5°C 3,5°C -108,1°C
	fosfor	 P 30,97 31P 100% -132,7°C -132,7°C -132,7°C -253,7°C
	zwavel	 S 32,06 32S 95,0% 34S 4,2% 36S 0,8% -112,0°C -112,0°C -112,0°C -203,0°C
	zuurstof	 O 15,99 16O 99,76% 17O 0,04% 18O 0,20% -218,8°C -218,8°C -218,8°C -183,0°C
	stikstof	 N 14,01 14N 99,6% 15N 0,4% -195,8°C -195,8°C -195,8°C -209,9°C
	waterstof	 H 1,008 1H 99,98% 2H 0,02% -252,9°C -252,9°C -252,9°C -252,9°C

groep	naam	beschrijving
edelgasen	helium	 He 4,00 3He 0,00013% 4He 99,99987% -273,15°C -273,15°C -273,15°C -273,15°C
	neon	 Ne 20,18 20Ne 90,5% 21Ne 0,27% 22Ne 8,23% -248,6°C -248,6°C -248,6°C -248,6°C
	argon	 Ar 39,95 36Ar 0,33% 38Ar 9,50% 40Ar 99,17% -185,9°C -185,9°C -185,9°C -185,9°C

1.38 De namen van de belangrijkste niet-metalen en de symbolen van de atoomsoorten die erin voorkomen.

## ► Site

### Atoomsoorten

Er bestaan ongeveer 110 verschillende atoomsoorten.

Je gaat hier oefenen met de namen en symbolen van een aantal van die atoomsoorten.

### Het periodiek systeem

De symbolen van alle atoomsoorten staan gerangschikt in het periodiek systeem. Je maakt hier kennis met een aantal verschillende periodieke systemen.

### Bijzondere groepen

Mengsels van metalen, atoomsoorten die in dezelfde groep staan, hebben alle bijzondere eigenschappen.

### Test jezelf

Controleer of je de stof van deze paragraaf begrijpt en kunt toepassen.

## Opdrachten

**A 47**

Noem vier algemene kenmerken van metalen.

**A 48**

a Leg uit wat het verschil is tussen edele metalen en onedele metalen.

b Geef van beide metaalsoorten twee voorbeelden.

**A 49**

a Wat zijn 'lichte' en 'zware' metalen?

b Noem twee lichte metalen en zoek van elk een toepassing.

**B 50**

a Hoe komt het dat het element goud in de aardkorst voorkomt en het element natrium niet?

b Komt de atoomsoort natrium in de aardkorst voor? Licht je antwoord toe.

**B 51** ▶Site

Hieronder staan de namen van tien metalen.

a Geef de symbolen van de atoomsoorten waaruit deze metalen bestaan.

b Zoek van elk metaal een toepassing.

c Noem de effecten op de gezondheid en het milieu.

1 nikkel	6 koper
2 zink	7 chroom
3 titaan	8 lood
4 aluminium	9 tin
5 ijzer	10 radium

**A 52**

Pannen worden vaak gemaakt van roestvast staal (rvs). Dit is een mengsel van ijzer, nikkel en chroom. Hoe noem je een mengsel van metalen?

**A 53**

a Wat is zilveramalgaam?

b Wat is messing?

c Wat is brons?

**C 54** E

Wat is op moleculair niveau het verschil tussen een mengsel van twee metaalpoeders en een legering van die twee metalen? Leg je antwoord nauwkeurig uit.

**C 55** ▶Site

a Zoek op internet met het zoekwoord 'periodiek systeem' naar de naam van de atoomsoort met symbool At. Noteer de naam.

b De gezondheidseffecten van de atoomsoort At zijn nog niet onderzocht. Waarom niet?

c Onderzoekers nemen aan dat de gezondheidseffecten gelijk zijn aan die van de atoomsoort jood. Waarom denken ze dit?

d Verwacht je dat de atoomsoort At een risico voor het milieu zal opleveren? Leg je antwoord uit.

**B 56**

a Noem de twee kristalvormen waarin koolstof in de natuur voorkomt en geef van elk een toepassing.

b Waterstof en helium zijn gassen met een zeer kleine dichtheid, waardoor ze beide bruikbaar zijn als ballonvulling. In de praktijk geeft men echter de voorkeur aan helium. Verklaar dit.

**B 57**

In 1774 verscheen in Stockholm een boek van de Zweedse geleerde Scheele (1742–1786). In dit boek beschreef hij de eigenschappen van een gas dat hij had ontdekt:

- de stof heeft een scherpe, verstikkende geur;
- in water opgelost, geeft het een heldere geelachtige kleur;
- insecten gaan er onmiddellijk in dood;
- als het gas in contact komt met stoffen die de atoomsoort natrium bevatten, kan keukenzout ontstaan.

Pas in 1810 stelde de Engelsman Davy (1778–1829) vast dat het gas dat Scheele had beschreven, een niet-ontleedbare stof is.

Welke stof had Scheele beschreven?

- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| A ammoniak | C fosfor   | E zoutzuur |
| B chloor   | D stikstof | F zuurstof |

**B 58** ★ ▶Site

Zoek op internet het voorkomen, de eigenschappen en toepassingen van zuurstof, stikstof en waterstof op. Overleg met je docent hoe je de resultaten gaat presenteren.

### Je kunt nu:

- de namen en symbolen van de meest voorkomende atoomsoorten opschrijven;
- uitleggen wat een element en een verbinding is;
- uitleggen wat het periodiek systeem is;
- een metaal herkennen aan zijn algemene kenmerken;
- voorbeelden noemen van legeringen en vertellen hoe ze worden gemaakt;
- voorbeelden van metalen en niet-metalen noemen.

### Test jezelf: ▶Site