Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Chemie Overal



Noordhoff Uitgevers

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Chemie Overal

3 vwo

Zevende editie

Auteurs
Joost Arends
Sjef Buil
Drewes van der Laag
Guus Rus
Bertie Spillane
Yvonne Veldema
Hans Wouters

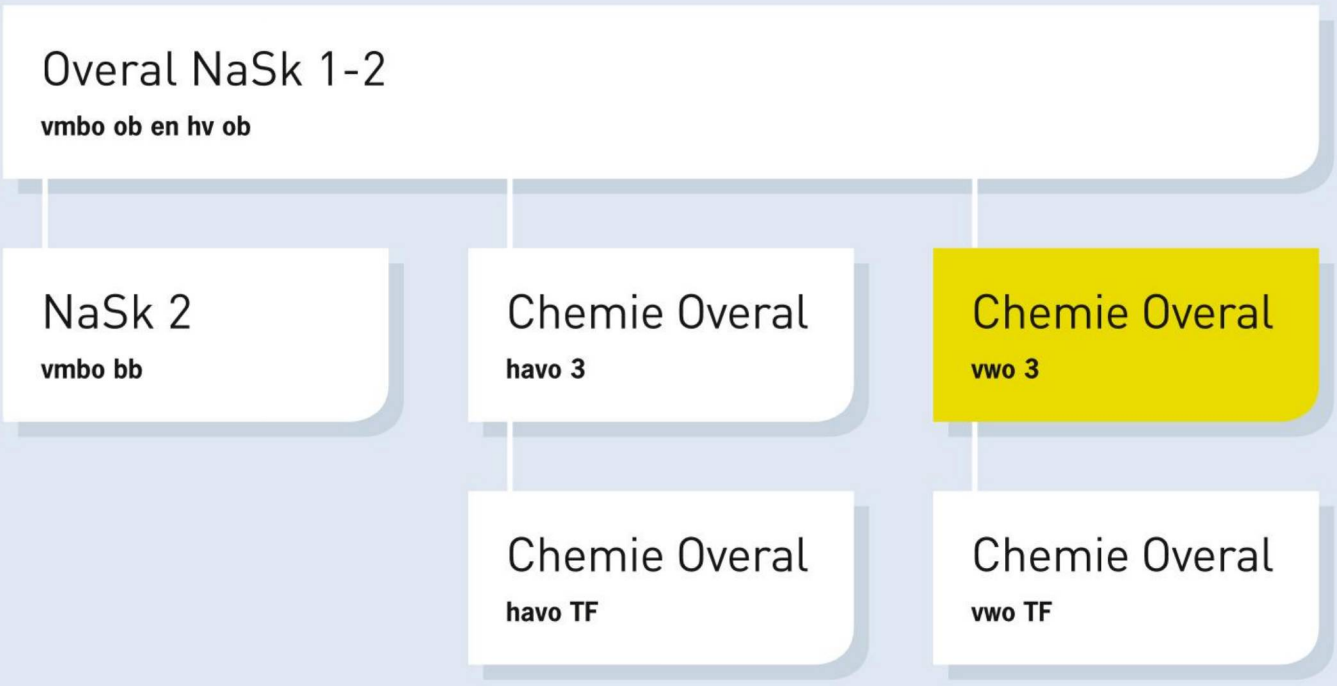
ICT
Floor Bos
Nico Kabel
Patrick van Kempen
Drewes van der Laag
Machteld Petram

Eindredacteur
Juleke van Rhijn

Noordhoff Uitgevers

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Serieoverzicht



Colofon
Vormgeving binnenwerk: Bloemvis design en communicatie, Groningen
Vormgeving omslag: InOntwerp, Assen
Omslagbeeld: Shutterstock
Technisch tekenwerk: Integra Software Services, India

MIX
Papier van verantwoorde herkomst
FSC® C118189

0 / 16

© 2016 Noordhoff Uitgevers bv, Groningen/Houten, The Netherlands

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means,electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior written permission of the publisher.

ISBN 978-90-01-87762-0

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Voor de leerling

Je begint met een nieuw vak: scheikunde. Scheikunde speelt in ons leven op allerlei gebieden een belangrijke rol. Bij scheikunde doe je regelmatig experimenten om de theorie te onderbouwen. Of je doet experimenten om de theorie af te leiden.

Opdrachten
In dit boek staat voor de opdrachten een A, B of C. Hieraan zie je wat het niveau is van de opdracht (zie de legenda hiernaast). Daarnaast zijn in het boek twee leerroutes aangegeven: de M-route en de N-route. Als je voor een maatschappij profiel kiest in klas 4, kun je de M-route volgen. Je hoeft dan de vragen met het N-symbool niet te maken. Kies je het vak scheikunde in een N-profiel, dan volg je de N-route en hoef je de vragen met het M-symbool niet te maken.

Experimenten
Aan het einde van een paragraaf staan de experimenten uitgewerkt. Er zijn ook extra experimenten die online te vinden zijn. Daar vind je ook de werkbladen van alle experimenten.

Keuzeopdrachten
Ieder hoofdstuk sluit af met een aantal keuzeopdrachten. Vanaf hoofdstuk 4 is een van de keuzeopdrachten verdiepend. Dat staat aangegeven met een ster.

Online
Alle opdrachten en teksten uit dit boek vind je terug op Chemie Overal online (chemieoveral.online.noordhoff.nl). Hier vind je ook herhalingsopdrachten, filmpjes van de experimenten, animaties, oefentoetsen, uitwerkingen en extra practica. Wanneer je de opdrachten maakt op Chemie Overal online krijg je tips en feedback en worden automatisch de juiste opdrachten voor je klaargezet. Je kunt makkelijk je resultaten volgen. Als je de oefentoets online maakt, krijg je een studieadvies.

Veel plezier met Chemie Overal!

De auteurs

Legenda

- ● Verwijzing naar een experiment
- ✱ Verdiepende keuzeopdracht. Dit is extra uitdagende leerstof.
- A Kennisopdrachten
- B Eenvoudige toepassingsopdrachten
- C Complexere toepassingsopdrachten en inzichtsopdrachten
- M Leerroute met vrijwel alle A- en B-opdrachten en een deel van de C-opdrachten
- N Leerroute met een deel van de A- en B-opdrachten en de meeste C-opdrachten

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Inhoud

1 Scheikunde is overal 6

1.1 Stofeigenschappen 8
1.2 Veiligheid 14
1.3 Faseveranderingen 24

Afsluiting 31
Overzicht begrippen 35

2 Scheidingsmethoden 36

2.1 Soorten mengsels 38
2.2 Scheiden van mengsels 45
2.3 Indampen en destilleren 53
2.4 Rekenen aan oplossingen 60

Afsluiting 65
Overzicht begrippen 69

3 Bouwstenen van stoffen 70

3.1 Macro- en microniveau 72
3.2 Het periodiek systeem 77
3.3 Formuletaal 84
3.4 Atoombouw 91

Afsluiting 97
Overzicht begrippen 101

4 Chemische reacties 102

4.1 Kenmerken van een reacties 104
4.2 Reactievergelijkingen 114
4.3 Rekenen aan reacties 120

Afsluiting 126
Overzicht begrippen 133

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

5 Reacties en energie 134

5.1 Verbranding 136
5.2 Ontleding van stoffen 146
5.3 Overmaat en ondermaat 152
5.4 Energie en reactiesnelheid 157

Afsluiting 164
Overzicht begrippen 169

6 Chemische industrie 170

6.1 Scheiding in de industrie 172
6.2 Syntheseroutes 180
6.3 Oplosmiddelen 188

Afsluiting 196
Overzicht begrippen 201

7 Een indeling van stoffen 202

7.1 Stroomgeleiding 204
7.2 Metalen 209
7.3 Moleculaire stoffen 217
7.4 Zouten 225

Afsluiting 230
Overzicht begrippen 233

8 Koolstofchemie 234

8.1 Koolwaterstoffen 236
8.2 Systematische namen 242
8.3 Karakteristieke groepen 251

Afsluiting 258
Overzicht begrippen 263

Periodiek systeem 264
Atoomnummers 266
Kenniskaarten 267
Register 272
Verantwoording 274

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

1 Scheikunde is overal

Paragrafen	Experimenten
1.1 Stofeigenschappen	
1.2 Veiligheid	1.1 Hoe werkt de gasbrander? 1.2 Hoe kun je een stof herkennen? 1.3 Wat gebeurt er als je magnesium verbrandt?
1.3 Faseveranderingen	1.5 Sublimeren of rijpen? 1.6 Stolpunt of stoltraject?
Afsluiting	
Overzicht begrippen	

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Scheikunde is overal

Van over de hele wereld zijn graffiti-kunstenaars naar het Art Festival in Zuid-Afrika gekomen met hun straatkunst. Om de juiste verf te maken voor graffiti heb je scheikunde nodig.

1



© Noordhoff Uitgevers bv

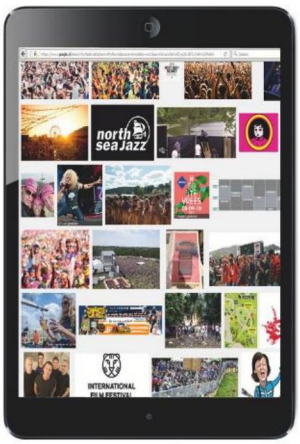
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Snowboarden
Als je gaat snowboarden heb je te maken met verschillende stoffen. Je boardt op sneeuw en je beweegt je voort in de lucht. De materialen die je gebruikt en de kleding die je draagt zijn gemaakt van stoffen. Allemaal scheikunde!



Je leert
- wat scheikunde ofwel chemie is en wat je ermee kunt doen;
- wat stoffen zijn en welke eigenschappen ze hebben;
- rekenen met grootheden en eenheden.

1.1 Stofeigenschappen



1.1 Geen tablet zonder scheikunde.

Wat is scheikunde?
Scheikunde houdt zich bezig met stoffen. Alles om je heen bestaat uit stoffen. Zo bestaat lucht voor het grootste gedeelte uit de stoffen stikstof en zuurstof, maar je bestaat zelf ook uit stoffen. Je haren zijn gemaakt van eiwitten en er zit veel van de stof water in je lichaam. Een stof is alles wat massa heeft.
In de scheikunde kijk je niet alleen naar de eigenschappen van deze stoffen, maar ben je ook bezig met het omzetten van stoffen in andere stoffen. Met scheikunde worden in de industrie talloze stoffen geproduceerd, zoals een groot deel van de stoffen waar je kleding van is gemaakt. Ook je mobiele telefoon of tablet bestaat voor 100% uit met scheikunde gemaakte stoffen (zie figuur 1.1). Het maken van de meeste medicijnen is alleen mogelijk met scheikunde. Je begrijpt dus wel hoe belangrijk het is dat je andere stoffen kunt maken.

Maar ook als je thuis vlees braadt, ben je met scheikunde bezig omdat er tijdens het braden van het vlees stoffen veranderen. En voor het schoonmaken van je kamer gebruik je producten uit de scheikunde. Scheikunde of chemie speelt in ons leven op allerlei gebieden een belangrijke rol.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



1.2 De marshmallows die je in de chocoladefontein doet zijn zoet door de suiker die er in zit.

Stofeigenschappen

Als je stoffen voor een bepaald doel wilt gebruiken, kijk je naar de eigenschappen van de stof en als je nieuwe stoffen wilt maken, bedenk je van tevoren welke eigenschappen de stof moet hebben. Zo moet een snowboard sterk zijn, maar ook kunnen buigen. Je noemt deze eigenschappen **stofeigenschappen**. Denk bijvoorbeeld aan kleur, smaak, oplosbaarheid, brandbaarheid en de fase bij kamertemperatuur. Zo heeft suiker bijvoorbeeld als stofeigenschappen dat het een witte, vaste stof is die goed in water oplosbaar is en zoet smaakt (zie figuur 1.2). Aan de stofeigenschappen kun je een stof herkennen. Als er bij twee stoffen één of meer eigenschappen verschillen, dan weet je dat de stoffen verschillend zijn.

Stofconstanten

Ook het smeltpunt en het kookpunt van een stof zijn stofeigenschappen. De temperatuur waarbij een stof smelt is het smeltpunt en de temperatuur waarbij een stof kookt is het kookpunt van die stof. Omdat je deze stofeigenschappen met een getal kunt weergeven, gevolgd door een eenheid, noem je ze wel **stofconstanten**.
Zo heeft water een smeltpunt van 0 °C en een kookpunt van 100 °C.

Een andere belangrijke stofconstante is de dichtheid. De massa en het volume zijn geen stofeigenschappen, maar de dichtheid is dat wel. De massa van een stof is geen stofeigenschap omdat de massa van de stof niet alleen afhangt van de stof, maar ook van hoeveel stof je hebt. Om dezelfde reden is het volume ook geen stofeigenschap.
De dichtheid van een stof is de massa van 1 m^3 van die stof. Die is dus enkel afhankelijk van de stof, omdat je een vaste hoeveelheid neemt. In formulevorm is de dichtheid:

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

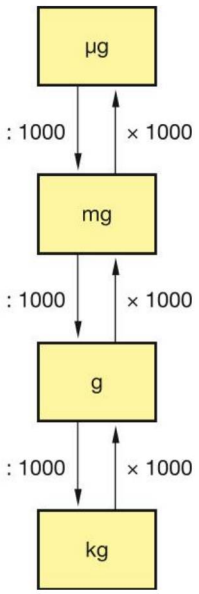
Als eenheid kun je bijvoorbeeld kg/m^3 of g/cm^3 gebruiken.



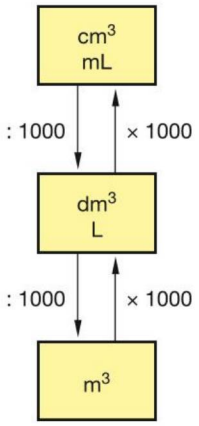
1.3 Bij een chocoladefontein moet je de chocolade vloeibaar maken. In de vloeibare chocolade kun je marshmallows of fruit houden. Maar je moet de chocolade verwarmen tot hij net gaat smelten, anders krijgt hij een bittere smaak.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



1.4a Omrekenschema met eenheden voor het rekenen met massa's



1.4b Omrekenschema met eenheden voor het rekenen met volumes

Eenheden en grootheden

Eigenschappen die je kunt meten zoals massa en volume, noem je **grootheden**. De **eenheid** is de maat waarmee je een grootheid meet, zoals kilogram voor massa of liter voor volume. De massa van een stof druk je vaak uit in kilogram (kg). Kilo (k) is een voorvoegsel en betekent duizend. Het is belangrijk dat je kunt rekenen met deze eenheden. Hieronder volgen een paar voorbeelden en in figuur 1.4a en b zie je een handig overzicht dat je kan helpen bij het rekenen met eenheden.

Rekenvoorbeeld: Rekenen met eenheden en de dichtheid

a Je hebt 150 mg suiker. Hoeveel kilogram is dat?

In het omrekenschema in figuur 1.4a zie je dat het verschil tussen de eenheid mg en de eenheid kg 1000 × 1000 is, ofwel $1{,}0{\cdot}10^3 \times 1{,}0{\cdot}10^3 = 1{,}0{\cdot}10^6$. De verhoudingstabel ziet er dan als volgt uit:

mg	$1{,}0{\cdot}10^6$	150
kg	1,0	x

$$x = \frac{1{,}0\ \text{kg} \times 150\ \text{mg}}{1{,}0{\cdot}10^6\ \text{mg}} = 1{,}5{\cdot}10^{-4}\ \text{kg}$$

b Van 325 g suiker is het volume 0,205 L. Hoeveel m^3 is dat?

In het omrekenschema in figuur 1.4b zie je dat het verschil tussen de eenheid L en de eenheid m^3 1000 is, ofwel $1{,}0{\cdot}10^3$. De verhoudingstabel ziet er dan als volgt uit:

L (dm^3)	$1{,}0{\cdot}10^3$	0,205
m^3	1,0	x

$$x = \frac{1{,}0\ \text{m}^3 \times 0{,}205\ \text{L}}{1{,}0{\cdot}10^3\ \text{L}} = 2{,}1{\cdot}10^{-4}\ \text{m}^3$$

c Bereken met je uitkomst bij b de dichtheid van suiker in kg/m^3.

In opdracht b heb je al uitgerekend wat het volume in m^3 van 325 g suiker is. Nu moet je de massa van suiker in g nog omrekenen naar kg. In het omrekenschema in figuur 1.4a zie je dat het verschil tussen de eenheid g en kg 1000 is, ofwel $1{,}0{\cdot}10^3$. De verhoudingstabel ziet er dan als volgt uit:

g	$1{,}0{\cdot}10^3$	325
kg	1,0	x

$$x = \frac{1{,}0\ \text{kg} \times 325\ \text{g}}{1{,}0{\cdot}10^3\ \text{g}} = 3{,}25{\cdot}10^{-1}\ \text{kg}$$

Je weet nu de massa van de suiker in kg en het volume in m^3. De dichtheid wordt dan:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{3{,}25{\cdot}10^{-1}\ \text{kg}}{2{,}1{\cdot}10^{-4}\ \text{m}^3} = 1{,}6{\cdot}10^3\ \text{kg/m}^3$$

© Noordhoff Uitgevers bv

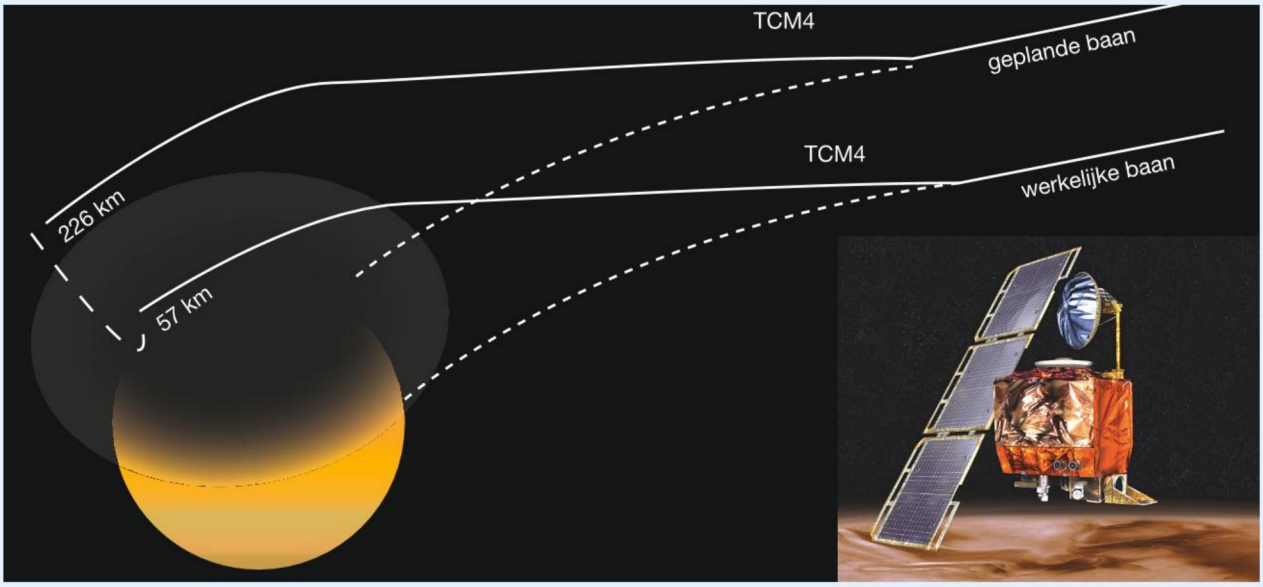
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Een rampzalige fout met eenheden

In 1998 werd door de NASA de Mars Climate Orbiter gelanceerd. Dit was een onbemande ruimtesonde die het klimaat van Mars, de atmosfeer en de veranderingen in het planeetoppervlak moest bestuderen. Helaas heeft de ruimtesonde zijn doel nooit bereikt (zie figuur 1.5). Waarschijnlijk is hij vernietigd in de atmosfeer van Mars. De mislukking is te wijten aan een menselijke fout.

Misschien is het je weleens opgevallen dat Amerikanen snelheden vaak uitdrukken in mijlen per uur, terwijl wij kilometer per uur gebruiken. Er bestaan twee verschillende stelsels die wereldwijd worden gebruikt. De berekeningen voor de stuurmotoren werden uitgevoerd in het Brits-Amerikaanse maatsysteem: pondseconden. De software stond ingesteld op newtonseconden. Hierdoor is de sonde te dicht bij de planeet gekomen. Een dure fout van 327,6 miljoen dollar.

Er gaat vaker wat mis met het rekenen met eenheden. In 1983 kwam een Boeing 767 in de lucht zonder brandstof te zitten, en dat op bijna 13 km hoogte. Gelukkig slaagden de piloten erin het vliegtuig op een luchthaven aan de grond te zetten.
Later bleek wat er mis was gegaan. Allereerst werkte het systeem dat de hoeveelheid brandstof aangeeft niet goed. Maar dat verklaart geen tekort aan brandstof. Dat was ontstaan door een fout in de berekeningen voor de hoeveelheid brandstof. De piloten gebruikten 1,77 pound/L, in plaats van 0,8 kg/L. De software werkte wel met kg/L en vertaalde dit alles in 20 400 kg, in plaats van in 20 400 pound. Hierdoor was er veel te weinig brandstof aanwezig. Dankzij de vaardigheden van de piloten werd een ramp voorkomen.



1.5 De Mars Climate Orbiter kwam in een baan te dicht rond Mars door een rekenfout met eenheden.

Samenvatting

- Scheikunde gaat over stoffen en het veranderen van stoffen in andere stoffen.
- Een stof kun je herkennen aan zijn stofeigenschappen.
- Stofeigenschappen die je kunt weergeven met een getal noem je stofconstanten.
- Dichtheid = massa ÷ volume.
- Eigenschappen die je kunt meten noem je grootheden. De eenheid is de maat waarmee je een grootheid meet.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Je komt er bij deze opdracht achter dat je al wat van scheikunde weet. Ook ontdek je dat scheikunde een veelzijdig vak is.

a Noem vijf activiteiten die je de laatste 24 uur hebt uitgevoerd, waarvan je denkt dat scheikunde er een belangrijke rol bij speelde. Schrijf daarna op wat je denkt dat scheikunde inhoudt.

b Schrijf een aantal beroepen op die volgens jou met scheikunde hebben te maken. Raadpleeg hiervoor ook de site.

c Vorm groepjes van vier leerlingen. Je krijgt nu vijf minuten de tijd om aan elkaar te vertellen wat je hebt opgeschreven. Zorg ervoor dat je het als groepje eens wordt over een beschrijving van het vak scheikunde en schrijf deze op. Zoek ook naar verschillen en overeenkomsten met de vakken natuurkunde en biologie.

d Maak een lijstje met beroepen die volgens je groepje met scheikunde hebben te maken. Misschien ben je al pratend tot de conclusie gekomen dat sommige beroepen (ook) met natuurkunde of met biologie hebben te maken. Noteer dat dan achter die beroepen.

e Iemand van je groepje brengt aan de hele klas verslag uit over jullie bevindingen.

B 2

Kies een van de beroepen uit die je bij opdracht 1 hebt genoemd. Hieronder staan vragen over dit beroep. Beantwoord deze vragen met behulp van informatie die je hebt gekregen van iemand die dit beroep uitoefent. Je kunt natuurlijk ook informatie zoeken in boeken of op internet. Maak van deze opdracht een verslag met je computer. Plak het verslag in je schrift.

- Welke opleiding heb je nodig voor het beroep dat je hebt uitgekozen?
- Heeft dit beroep alleen met scheikunde of ook met andere vakken te maken?
- Werk je binnen of buiten?
- Werk je alleen of in een team?
- Heeft het werk van de eventuele andere teamleden ook alleen met scheikunde te maken of juist niet?
- Aan welke veiligheidsvoorschriften moet je je in de werkruimte houden?
- Is er gevaar voor het milieu?
- Wat doe je om risico's voor het milieu en de eigen gezondheid te vermijden?

B 3

Noem tien belangrijke stofeigenschappen.

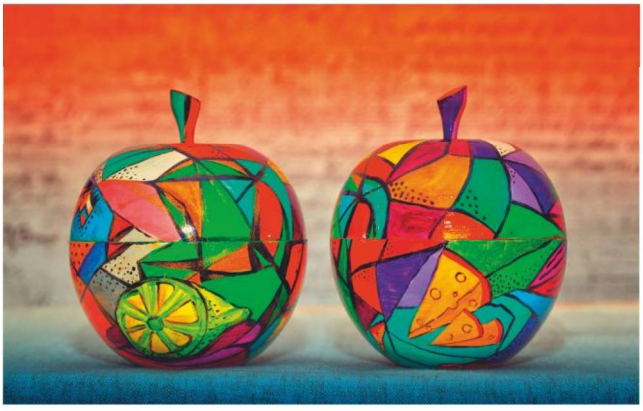
B 4

Hieronder zie je een overzicht van een aantal eigenschappen. Geef bij elke eigenschap aan of ze een stofeigenschap is of niet.

- kleur
- fase bij kamertemperatuur
- smeltpunt
- geur
- kookpunt
- dichtheid
- vorm
- massa
- uitzetting
- brandbaarheid
- volume
- bestand tegen zuren
- giftig
- smaak
- oplosbaarheid
- temperatuur

B 5 M

Kleur is een stofeigenschap. In figuur 1.6 zie je twee beschilderde voorwerpen. Omdat kleur een stofeigenschap is, vindt Anjolina dat de kleur die je ziet een stofeigenschap is van het houten voorwerp. Leg uit of je het met haar eens bent.



1.6

B 6

Voer onderstaande berekeningen uit en laat duidelijk zien welke stappen je uitvoert.

a Bereken hoeveel mL 56 L is.

b Bereken hoeveel ton 5,78 kg is. Een ton is 1000 kg.

c Bereken hoeveel cm^3 10 L is.

d Bereken hoeveel mg 3,5 g is.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

B 7 M

a Wat versta je onder chemofobie? Maak bij deze opdracht gebruik van internet.

b Je moet voor een reclamebureau door middel van een publiciteitscampagne het beeld verbeteren dat mensen van chemie hebben. Leg uit welke twee kernpunten je voor deze campagne zou kiezen.

B 8

Lees de tekst in het kader 'Een rampzalige fout met eenheden' en beantwoord de volgende vragen.

a Bereken hoeveel kg één pound is.

b Bereken hoeveel liter brandstof de piloten minder mee hadden dan ze dachten.

C 9 N

De massa van een diamant wordt weergegeven in karaat.
1 karaat is gelijk aan 0,200 g.

a Is karaat een grootheid of een eenheid?

b Is de grootte van de diamant een stofeigenschap?

De grootste ongeslepen diamant die op aarde is gevonden was 3106 karaat. Bij het slijpen wordt een diamant een stuk kleiner. Het grootste geslepen stuk uit deze diamant is 530 karaat (zie ook figuur 1.7).

c Bereken wat het verschil is in massa van de geslepen en de ongeslepen diamant. Geef je antwoord in gram.



1.7 De grootste geslepen diamant is 'the Golden Jubilee', 545,67 karaat.

De dichtheid van diamant is 3,51 kg/dm^3.

d Bereken het volume van de geslepen en de ongeslepen diamant. Geef je antwoorden in dm^3.

In plaats van in het aantal kg/dm^3 kun je de dichtheid ook uitdrukken in karaat/dm^3.

e Is dit een stofeigenschap? En zo ja, is het dan een stofconstante?

C 10

Je kent vast wel het grapje: 'wat is zwaarder een kilo veren of een kilo lood?' Sjaak vindt dat er eigenlijk kilogram zou moeten staan.

a Leg uit waarom Sjaak gelijk heeft.

b Geef een antwoord op de vraag 'wat is zwaarder een kilogram veren of een kilogram lood?'

Vaak gebruik je in spreektaal de massa in plaats van de dichtheid.

c Leg uit waarom je wel kunt zeggen dat de dichtheid van lood groter is dan de dichtheid van veren, maar waarom je niet kunt zeggen dat de massa van lood groter is dan de massa van veren.

Soms zie je in een strip iemand met een grote zak gouden munten lopen. Zo hebben de 'zware jongens' van Donald Duck regelmatig een flinke hoeveelheid goud op hun rug.

d Leg uit waarom dit in het echt niet kan.

C 11 N

Vorm groepjes van twee of drie leerlingen en maak een woordweb. De begrippen die je er in elk geval in moet verwerken zijn: scheikunde, stoffen, stofeigenschappen en dichtheid. Maar je kunt er zelf vast nog veel meer bedenken.
Overleg met je docent of je je woordweb moet inleveren.

Je kunt nu

- uitleggen wat scheikunde is;
- uitleggen wat stoffen zijn;
- vertellen dat elke stof een specifieke verzameling eigenschappen heeft;
- werken met eenheden en grootheden.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Brand bij Chemie-Pack
In 2011 was er een brand bij het bedrijf Chemie-Pack in Moerdijk. Hulpverleners en brandweermannen moeten bij zo'n brand inschatten hoe zij hun eigen veiligheid en die van anderen kunnen waarborgen. Denk aan beschermende kleding, het tegengaan van te veel rook inademen en het voorkomen van schade aan het milieu.



Je leert
- hoe je veilig kunt werken;
- hoe je een natuurwetenschappelijk onderzoek uitvoert.

1.2 Veiligheid



1.8 De belangrijkste gevarenpictogrammen

Veilig omgaan met stoffen
Bij het vak scheikunde werk je met stoffen. Als je er niet op een goede manier mee omgaat, kunnen deze stoffen gevaarlijk zijn. Om te voorkomen dat het misgaat zijn er een aantal belangrijke regels over veiligheid, waar je je aan moet houden. Deze staan in het kader op de volgende bladzijde.
Net als waarschuwingsborden in het verkeer, ken je ook 'waarschuwingsborden' voor gevaarlijke stoffen. In figuur 1.8 zie je de meest voorkomende **gevarenpictogrammen.** Deze worden over de hele wereld gebruikt en staan op de verpakking waar de stoffen in zitten.

Als je meer informatie over een stof zoekt en wilt nagaan hoe je er veilig mee om moet gaan, kun je gebruikmaken van het boek **Chemiekaarten**. In dit boek is per stof aangegeven wat de gevaren zijn. Ook lees je in dit boek wat je moet doen als er iets fout gaat. Op een chemiekaart kun je niet alleen de fysische eigenschappen van stoffen terugvinden zoals smeltpunt, kookpunt en dichtheid, maar ook gegevens over giftigheid, brandbaarheid, enzovoort. Je ziet hoe je ongelukken bij het werken met een stof kunt voorkomen en ook wat je in geval van een noodsituatie moet doen. Een belangrijk gegeven is de **grenswaarde**. Deze geeft aan hoeveel mg van een stof in 1 m^3 lucht aanwezig mag zijn. Ga je voorbij deze grens, dan is het schadelijk voor de gezondheid. Op de volgende bladzijde is een deel van een chemiekaart van zoutzuur weergegeven. Hierop zie je ook H- en P-zinnen. Dit zijn codes waarvan je de betekenis kunt opzoeken.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



1.9 Als je aan een stof ruikt, doe dit dan heel voorzichtig.

H-zinnen gaan over gezondheidsgevaren (H van hazard). **P-zinnen** gaan over preventie (P van prevention), het voorkomen van ongelukken. H-314 betekent bijvoorbeeld huidirritatie, veroorzaakt ernstige brandwonden. De betekenis van andere H- en P-zinnen kun je op internet vinden.

Veiligheidsregels

1 Draag altijd een bril.
2 Draag altijd een laboratoriumjas en knoop deze dicht.
3 Bind lange haren bij elkaar.
4 Neem zo min mogelijk spullen mee het practicumlokaal in.
5 Werk rustig en geconcentreerd.
6 Houd je stipt aan de proefvoorschriften.
7 Twijfel je ergens aan, raadpleeg dan je docent.
8 Richt een reageerbuis nooit op jezelf of op een ander.
9 Proef niet van de stoffen.
10 Raak stoffen niet met je handen aan.
11 Als je moet ruiken aan stoffen, ruik dan heel voorzichtig, zie figuur 1.9.
12 Eet en drink niet in het practicumlokaal.
13 Was na afloop van het practicum goed je handen.

Hieronder staat in figuur 1.10 een voorbeeld van gegevens die een veiligheidskaart kan bevatten.

ZOUTZUUR **(geconcentreerd)** **HCl** 37 massa-% in water	**Eigenschappen** kleurloze, rokende vloeistof niet brandbaar reageert heftig met metalen
	**Gebruik leerlingen** alleen in verdunde vorm verdunnen door zoutzuur aan water toe te voegen, niet andersom, en voorzichtig hanteren
H-zinnen: H314 – H335 P-zinnen: P261 – P280 – P305 + P351 + P338 – P310	
Gezondheid: bijtend voor de huid, de ogen en de ademhalingsorganen **Ogen:** spoelen met water **Ingeslikt:** mond spoelen, eventueel naar het ziekenhuis **Ingeademd:** in de frisse lucht brengen **Huid/kleding:** spoelen met veel water **Gemorst:** lokaal ventileren, vloeistof bestrooien met soda, veel water toevoegen en opdweilen	

1.10 Voorbeeld van een gedeelte van een mogelijke veiligheidskaart

Voorschriften

- Experiment 1.1
- Experiment 1.2
- Experiment 1.3

Bij experimenten in de scheikunde werk je met stoffen. Deze stoffen zitten vaak in een reageerbuis. Water voeg je toe met een spuitfles en je verwarmt met een gasbrander. Van alle hulpmiddelen die je bij proeven gebruikt, gaan we dieper in op de gasbrander en de spuitfles. Zie ook figuur 1.11.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

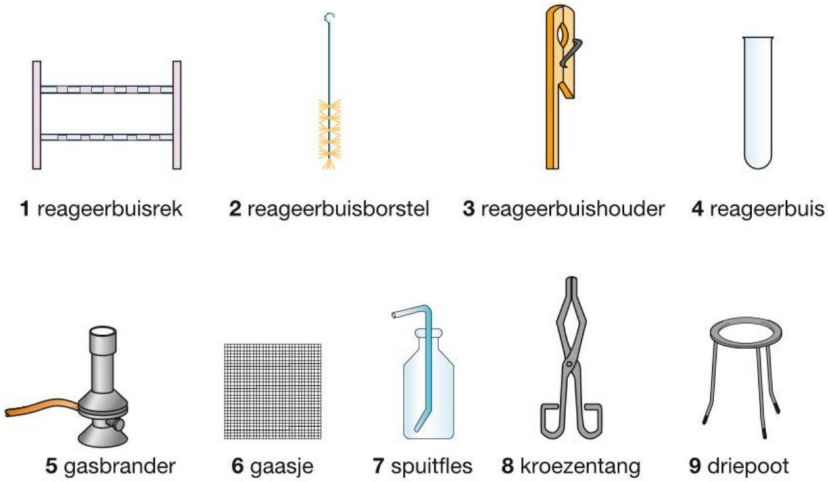
Gasbrander

Als je bij een scheikundepracticum iets verwarmt, gebruik je vaak een **gasbrander**. Om goed met deze brander om te leren gaan kun je experiment 1.1 uitvoeren. Je kunt bij de brander naast de gastoevoer ook de luchttoevoer regelen. Als je de vlam goed zichtbaar wilt hebben, bijvoorbeeld omdat je deze even niet gebruikt, gebruik je de **gele vlam**. De luchttoevoer is dan helemaal dicht. Deze vlam noem je ook wel de **pauzevlam**. Een vrijwel **kleurloze vlam** gebruik je meestal als je een kleine hoeveelheid stof voorzichtig moet verwarmen. Je hebt dan de luchttoevoer een beetje openstaan. De **ruisende vlam** gebruik je als je een grote hoeveelheid stof sterk moet verhitten, je zet dan de luchttoevoer ver open.

Spuitfles met water

Kraanwater bevat allerlei opgeloste stoffen. Die kunnen tijdens een experiment storend werken. Daarom is de spuitfles die je in het practicumlokaal ziet niet gevuld met kraanwater. Het water in de spuitfles is **gedestilleerd water**. Dat is kraanwater waaruit opgeloste stoffen zijn verwijderd.





1.11 Enkele hulpmiddelen bij het practicum



1.12 Het verbranden van metalen geeft mooie kleuren.

Experimenten

Bij het vak scheikunde doe je regelmatig **experimenten**. Je kunt een theorie hebben en proberen om die met experimenten te onderbouwen. Je kunt ook een onderzoek doen waarbij je uit de experimenten een theorie opstelt. Je gaat zelf dit jaar ook veel experimenten doen, waarbij je praktische vaardigheden ontwikkelt. Die vaardigheden kun je toepassen wanneer je een onderzoek gaat doen.

Bij een onderzoek stel je voor je een experiment doet eerst een onderzoeksvraag op. Je bedenkt een experiment om je onderzoeksvraag te beantwoorden. Voor dit experiment maak je een werkplan en daarna voer je het experiment uit. Je gebruikt je waarnemingen om in de conclusie de onderzoeksvraag te beantwoorden.

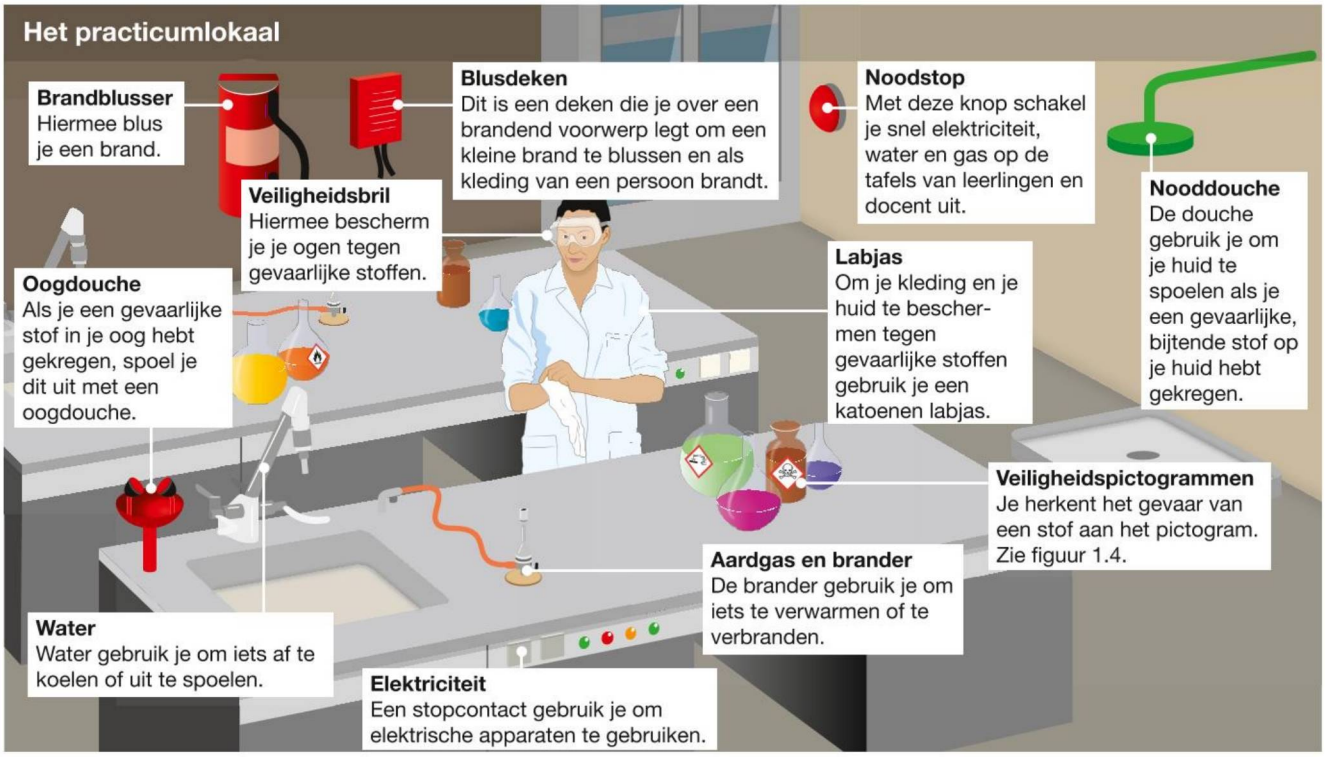
Bij het doen van experimenten doorloop je een aantal stappen: handelingen, waarnemingen en conclusies. Als je bijvoorbeeld wilt weten of magnesium brandbaar is (zie experiment 1.3), dan zijn er een aantal **handelingen** die je uitvoert. Je steekt een brander aan, je pakt een stukje magnesium, enzovoort.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Vervolgens doe je een aantal **waarnemingen**. Je ziet bijvoorbeeld dat er een fel wit licht ontstaat en er ontstaat wit poeder. Je **conclusie** is dan dat magnesium brandbaar is, omdat je kon zien dat het vlam vatte.

Experimenten spelen een belangrijke rol in natuurwetenschappelijk onderzoek. Tijdens een experiment houd je vaak een **logboek** bij. Het doel van een logboek is dat je later kunt teruglezen wat er precies op een bepaald moment is gebeurd. Soms maak je een **verslag** van het experiment.



1.13 Practicumlokaal met middelen om de veiligheid te verhogen

Samenvatting

- Je kent nu acht gevarenpictogrammen.
- In het boek Chemiekaarten vind je informatie over stoffen en hoe je er veilig mee om moet gaan.
- De grenswaarde van een stof geeft aan hoeveel mg van de stof in 1 m^3 lucht aanwezig mag zijn.
- Bij een gasbrander gebruik je de gele vlam als pauzevlam, de kleurloze vlam om iets te verwarmen en de ruisende vlam om een grote hoeveelheid te verwarmen.
- Gedestilleerd water is water waar opgeloste stoffen uit zijn verwijderd.
- Je noemt de dingen die je doet handelingen. Wat je kunt zien, horen, voelen of ruiken zijn waarnemingen. Uit je waarnemingen kun je een conclusie trekken.

© Noordhoff Uitgevers bv

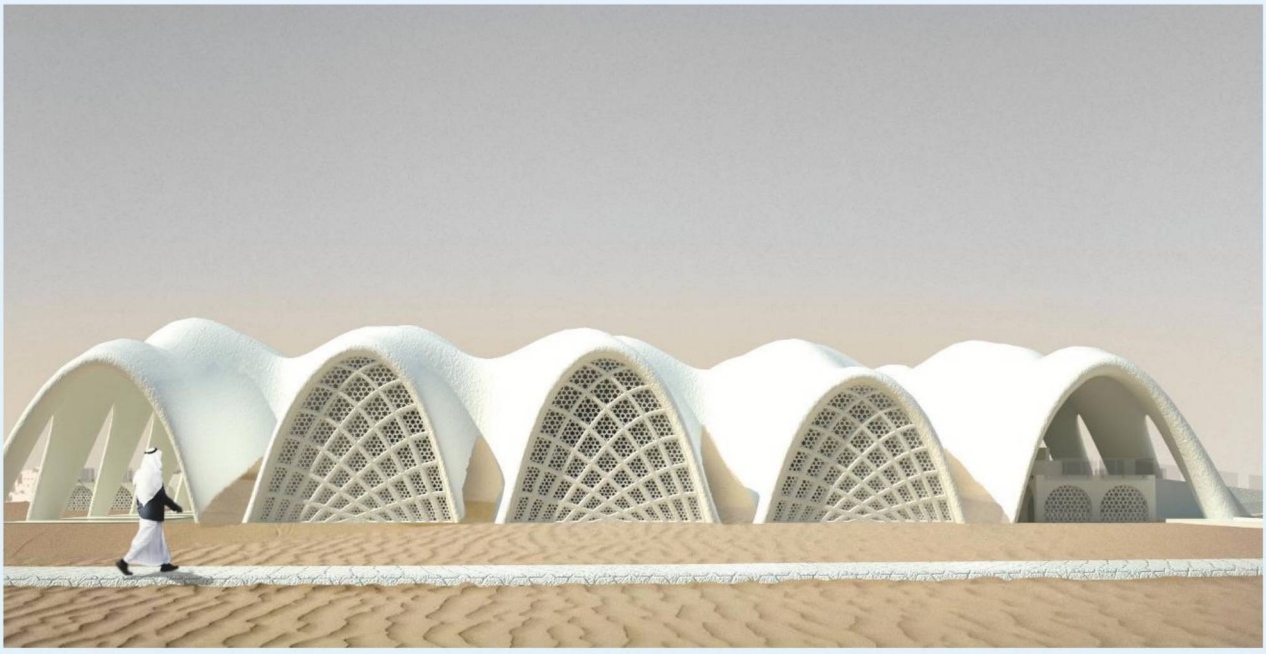
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenteren met een stad van zeezout

Met experimenten kun je een theorie onderbouwen. Dat kan bij alle vakken, niet alleen bij scheikunde, maar ook bij architectuur. De theorie van architect Eric Geboers is: *zeezout kan bruikbaar zijn als bouwmateriaal.*
In 2015 is hij afgestudeerd aan de TU Delft op zijn onderzoek naar bouwen met zeewater. Hij concentreerde zich op woestijnen. Woestijnen zijn heel droog, maar gek genoeg liggen veel woestijnen in de buurt van zee. In een al bestaand Sahara Forest project splitsen onderzoekers zeewater in water en zout. Ze gebruiken het water om gewassen te verbouwen in kassen en het zout verkopen ze. Het zout, dacht Geboers, is misschien ook als bouwstof te gebruiken. Als je kijkt naar de stofeigenschappen van zout, dan is zout niet alleen schitterend wit, zodat het licht (warmte) reflecteert, maar in een dunne laag heeft het juist de eigenschap dat het ook licht goed doorlaat. Een andere stofeigenschap van zout is de vorm van de zoutkorrels, de kristalvorm. Als je zoutkristallen onder een microscoop bekijkt, zie je dat de zoutkristallen kleine kubusjes zijn. Kubusjes zijn goed te stapelen, een eigenschap die misschien ook van belang is voor een bouwmateriaal.
Hoe heeft hij zijn experiment aangepakt?

'Ik heb een pak zout gekocht in de supermarkt en ben toen gaan experimenteren. Ik bakte net zolang zoutstaafjes in mijn oven tot ik een recept had dat stevige staafjes opleverde. Die heb ik toen getest op hun sterkte. Zout bleek niet zo goed bestand tegen trekkrachten, maar het houdt zich tegen drukkrachten zeker net zo goed als beton. Dat maakt het geschikt om boog- en koepelconstructies mee te bouwen' (zie figuur 1.14).

Om te zorgen dat de zoutkristallen goed aan elkaar kleven heeft Geboers het zout gemengd met zetmeel gewonnen uit algen die in het zeewater zijn verbouwd. Zout is goed oplosbaar in water. Hoewel het niet vaak regent in de woestijn moet je de zoutkoepel wel waterbestendig maken. Dat kan door een harde coating van kunststof aan te brengen.
Na het testen van zijn zoutstaafjes heeft hij een schaalmodel van een koepelgebouw gemaakt om te zien of bouwen met zout een mogelijkheid is. Met zijn model heeft Eric Geboers al twee prijzen gewonnen.
Het werken van Geboers is een voorbeeld van hoe je met experimenten een theorie kunt onderbouwen.
Bron: buildingwithseawater.com



1.14 Animatiemodel van een gebouwontwerp gemaakt van zeezout.

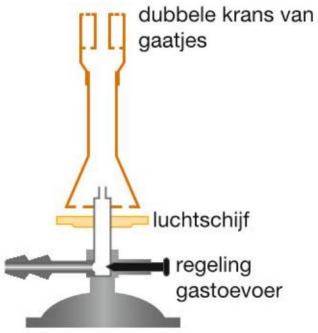
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

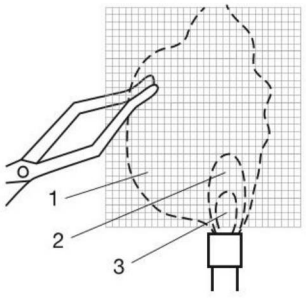
Experimenten

1.1 Hoe werkt de gasbrander?

Wat je nodig hebt
- brander
- gaasje
- kroezentang
- lucifers
- reageerbuishouder
- reageerbuisrekje
- twee reageerbuizen
- spuitfles gevuld met gedestilleerd water



1.15 de gasbrander



1.16 Het gaasje met de kroezentang

Inleiding
In dit experiment leer je met de gasbrander werken, zie figuur 1.15.

Uitvoering
1 Steek de brander aan.
- Draai de luchtschijf helemaal dicht (is omhoog).
- Draai de gasregelknop helemaal dicht (is naar binnen).
- Open de gaskraan op de labtafel.
- Houd een brandende lucifer vlak boven de brander.
- Draai de gasregelknop een beetje open en steek de vlam aan.

2 Regel de kleur van de vlam.
- Maak een geluidloze, kleurloze vlam door de luchtschijf een beetje open te draaien.
- Maak een ruisende blauwe vlam door de luchtschijf verder open te draaien.

3 Regel de hoogte van de vlam.
- Laat de brander met een geluidloze, kleurloze vlam branden.
- Draai de gasregelknop langzaam verder open en weer terug.

4 Controleer waar de ruisende, blauwe vlam het heetst is.
- Maak een ruisende, blauwe vlam.
- Houd met behulp van een kroezentang een gaasje *verticaal* in deze vlam waarbij het midden van het gaasje op de branderkop rust (zie figuur 1.16).
- Noteer welke kleur het gaasje krijgt in punt 1, 2 en 3.
- Houd met behulp van een kroezentang het gaasje *horizontaal* in de ruisende, blauwe vlam.
- Kijk naar de kleur van het gaasje op drie verschillende hoogten:
  a in de blauwe kern;
  b precies op het topje van de blauwe kern;
  c boven de blauwe kern.

5 Verwarm een vloeistof in een reageerbuis.
- Klem de reageerbuis met de houten reageerbuishouder aan de bovenkant vast om te voorkomen dat de knijper gaat branden.
- Als je een vloeistof in een reageerbuis verwarmt, moet je de inhoud van de buis een beetje schudden om te voorkomen dat de vloeistof plotseling uit de buis spuit.
- Vul twee reageerbuizen voor een kwart met water uit de spuitfles.
- Maak de buitenkant van de buizen goed droog.
- Verwarm de ene reageerbuis in een gele vlam totdat het water kookt.
- Verwarm de andere reageerbuis in een (niet-ruisende) kleurloze vlam totdat het water kookt.

6 Zet de brander uit.
- Draai de luchtschijf dicht.
- Draai de gasregelknop dicht.
- Draai de gaskraan dicht.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



1.17 De kleuren van de vlam van de gasbrander

Waarnemingen en conclusies

1 Geef bij elke stand van de luchtschijf aan wat het effect is op de kleur en het geluid van de vlam.

2 Concludeer aan de hand van de kleur van het gaasje (onderdeel 4) op welke plaats de ruisende, blauwe vlam het heetst is. Geef dit bij zowel de verticale als de horizontale stand van het gaasje aan.

3 Met welke stand van de vlam kun je het snelst water in een reageerbuis aan de kook brengen?

4 In onderdeel 5 zie je een verschil tussen de buitenkanten van de reageerbuizen na verwarmen in de vlam. Verklaar het verschil.

Vraag

Bij onderdeel 5 wordt een gaasje horizontaal in een ruisende vlam gehouden.

1 Is een ruisende vlam het heetst in de blauwe kern? Zo nee, waar is een ruisende vlam dan wel het heetst?

2 Op welke waarneming baseer je het antwoord op vraag 1?

1.2 Hoe kun je een stof herkennen?

Wat je nodig hebt

- brander
- vijf genummerde reageerbuizen
- lucifers
- metalen lepel
- de volgende vijf stoffen:
  - calciumcarbonaat (krijt)
  - citroenzuur
  - bijenwas
  - glucose (druivensuiker)
  - natriumchloride (keukenzout)
- tegel of vuurvast materiaal
- tissues
- spateltje
- spuitfles met gedestilleerd water

Inleiding

Stoffen kun je van elkaar onderscheiden door hun verschil in eigenschappen. In dit experiment identificeer je vijf witte, vaste stoffen door gebruik te maken van hun verschillen in stofeigenschappen. Er kunnen stoffen bijzitten die behoorlijk brandbaar zijn. Houd je lepel daarom altijd boven een tegel of ander vuurvast materiaal.

Uitvoering

In elke reageerbuis zit een beetje van één van de vijf stoffen. Zoek voor elk buisje uit welke stof erin zit. Doe daarvoor met elke stof de volgende vier experimenten.

Experiment 1

Bekijk de stof goed. Omschrijf het uiterlijk zo duidelijk mogelijk. Heeft de stof bijvoorbeeld grote of kleine kristalletjes of is de stof een poeder?

Experiment 2

Ruik voorzichtig aan de stof door met je hand de lucht boven de buis voorzichtig naar je toe te wapperen. Houd je neus niet vlak boven de buis (zie figuur 1.9).

Experiment 3

Breng een beetje van de stof op een lepel en verhit voorzichtig in een kleurloze vlam. Als je denkt dat de stof brandt, haal je de lepel steeds even uit de vlam. Blijft de stof ook buiten de vlam branden, dan is hij brandbaar. Spoel de lepel na ieder proefje af met water en droog hem vervolgens met een tissue.

Experiment 4

Doe 1 á 2 cm gedestilleerd water in de reageerbuis. Doe een spatelpuntje van een stof in de reageerbuis en schud enige tijd goed. Noteer of de stof oplost in water. Spoel de reageerbuis na elke proef met gedestilleerd water. Je onderzoekt de oplosbaarheid van de stof in water.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Waarnemingen en conclusies

1 Verwerk je waarnemingen van experiment 1 t/m 4 overzichtelijk in een tabel. Beschrijf voor elke stof die je hebt onderzocht het uiterlijk, de geur, de brandbaarheid en de oplosbaarheid in water.

2 Hoe heten de stoffen in de verschillende buizen? Verklaar je antwoord aan de hand van je waarnemingen.

Vragen

Je hebt een beetje van de stof glucose (druivensuiker) op een theelepeltje verhit.

a Noem vier stofeigenschappen van glucose.

b Beschrijf wat je waarneemt tijdens het verhitten van glucose.

c Noem twee stofeigenschappen van glucose die overeenkomen met die van de stof citroenzuur.

d Noem twee stofeigenschappen van glucose die overeenkomen met die van de stof calciumcarbonaat (krijt).

e Noem drie stofeigenschappen van de stof natriumchloride (keukenzout), die verschillen van de eigenschappen van de stof glucose.

1.3 Wat gebeurt er als je magnesium verbrandt?

Wat je nodig hebt

- brander
- kroezentang
- lucifers
- porseleinen schaaltje
- magnesiumlint (circa 5 cm)



1.18 Brandend magnesium

Inleiding

In dit experiment ga je een stukje magnesium verbranden. Hierbij worden stoffen omgezet in andere stoffen.

Uitvoering

1 Pak een stukje magnesiumlint met de kroezentang vast en houdt het in de vlam.

2 Haal het lint uit de vlam zodra het gaat branden.

3 Verzamel het verbrande magnesium in een schaaltje.

4 Laat het goed afkoelen en wrijf een klein beetje van het verbrande magnesium fijn tussen duim en wijsvinger.

Waarnemingen

Beschrijf hoe magnesiumlint eruitziet en wat je waarneemt tijdens het experiment. Beschrijf het reactieproduct.

Conclusie

Leg uit of je waarnemingen overeenkomen met de beschrijving in de paragraaf over het verbranden van magnesium.

1.4 Metalen met niet-metalen

Je kunt de beschrijving van dit experiment downloaden van de site of vragen aan je docent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 12

Kijk naar de chemiekaart van ammoniak in het boek Chemiekaarten of op het internet.

a Welke gevarenpictogrammen staan op de chemiekaart afgebeeld?
b Met welke gevaren moet je rekening houden als je ammoniak gebruikt?
c Wat kun je doen ter preventie van deze gevaren?

A 13

a Welke vlam gebruik je voor het verwarmen van een oplossing in een reageerbuis?
b Welke vlam gebruik je voor het verwarmen van een liter water?

A 14

Een brander heeft een ruisende vlam met een blauwe kern. Wat moet je achtereenvolgens doen om deze brander veilig uit te zetten?

A 15

a Wat is gedestilleerd water?
b Bij scheikunde gebruik je nooit kraanwater. Waarom doe je dat niet?

B 16

Lees de tekst in het kader 'Experimenteren met een stad van zeezout'. Geef daarna in het onderstaande stukje per regel aan of de beschreven handeling of bewering betrekking heeft op een handeling, een waarneming of een conclusie in het experimentele onderzoek naar zout als bouwmateriaal.

1 Zout is een witte stof.
2 Je koopt een pak zout.
3 De kristalvorm van zout is een kubusje.
4 De zoutkoepel bezwijkt niet bij grote druk.
5 Zout is goed bruikbaar als bouwmateriaal.
6 Je bakt zoutstaafjes.
7 Je mengt zout met zetmeel uit algen.
8 Zetmeel kleeft de zandkorrels aan elkaar.
9 Het zout op de koepel lost niet op als er een coating op zit.

B 17 M

Schrijf een kort verhaal over het belang van veilig werken bij scheikunde.

B 18 N

Bij het verbranden van een lucifer komt 10 mg zwaveldioxide vrij. De grenswaarde van zwaveldioxide is 15 mg zwaveldioxide per m^3 lucht (figuur 1.19). In een scheikundelokaal bevindt zich 200 m^3 lucht. Een groep leerlingen gebruikt tijdens een practicum veertig lucifers om de branders aan te steken.

a Laat met behulp van een berekening zien of tijdens dit practicum de wettelijk toegestane hoeveelheid zwaveldioxide in het lokaal wordt overschreden.
b Welke voorzorgsmaatregelen kun je nemen als je met zwaveldioxide gaat werken?
c Mag het restant van dit product in de vuilnisbak of is het chemisch afval?



1.19 Naast lava komt bij de uitbarsting van een vulkaan ook zwaveldioxide vrij.

B 19 M

De stof alcohol wordt in de scheikunde wel ethanol genoemd. Op de veiligheidskaart van deze stof staat het volgende vermeld:
H-zinnen: H225
P-zinnen: P210



1.20

a Wat betekent het gevarenpictogram dat in figuur 1.20 vermeld staat?
b Zoek op internet de betekenis van de gegeven H- en P-zinnen op.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Kijk nog eens naar het deel van de veiligheidskaart van zoutzuur op bladzijde 15.

c Welke gevarenpictogrammen denk je dat op de volledige veiligheidskaart staan afgedrukt?

B 20 Chemie-Pack

Op 5 januari 2011 brak er brand uit bij het bedrijf Chemie-Pack in Moerdijk. Op dit bedrijf stonden tanks gevuld met bijtende en brandbare vloeistoffen. De tanks explodeerden en er werden extreem hoge temperaturen bereikt.

a Welke gevarenpictogrammen passen bij de stoffen die in de tanks zaten?

Er kwam bij de brand ook veel rook vrij. Door de wind trok deze rook in de richting van Rotterdam en Dordrecht.
De rookwolk bleek gelukkig niet giftig te zijn. Als er brand uitbreekt bij een chemicaliën opslagplaats en er extreem hoge temperaturen ontstaan, dan wordt er vaak voor gekozen om de brand te laten uitbranden.

b Leg uit waarom uit de situatie bij Chemie-Pack blijkt dat dit een juiste beslissing kan zijn.

Er was bij de brand veel roet vrijgekomen. Uit metingen bleek dat er voor mensen geen schadelijke concentraties aan stoffen op grondniveau aanwezig waren. Toch werd de bewoners wel afgeraden om groenten uit eigen tuin te eten.

c Waarom denk je dat dit toch wordt afgeraden?

In het bluswater waren wel grote hoeveelheden chemicaliën aanwezig. De brandweer heeft dit met schuim afgedekt.

d Waarom zou de brandweer dit doen?

C 21 N

Jelle en Ilse knappen hun huis op. Met een ammoniakoplossing (ammonia) ontvetten zij de deuren en deurposten voordat zij deze opnieuw gaan verven.

De grenswaarde van ammoniak is 14 mg/m^3.

a Wat zegt de grenswaarde?

De ammoniakoplossing in de fles heeft een massapercentage van 25 massaprocent. Dat betekent dat 25% van de massa van de oplossing ammoniak is. De rest is water. In 100 g ammoniakoplossing zit dus 25 g ammoniak opgelost.
Ilse leest eerst het etiket op de fles ammoniakoplossing. Daar staat: 'Voor het afbijten van verfresten en ontvetten van oppervlakken kunt u een half kopje ammonia (ammoniakoplossing) verdunnen met 5 L water.' Een half kopje ammoniakoplossing weegt 80 g.

b Bereken hoeveel gram ammoniak in 80 g oplossing zit. Je kunt hierbij gebruikmaken van het schema hieronder. Dat is nog niet volledig ingevuld.

ammoniak (g)	25	...
oplossing (g)	100	...

c Verandert deze hoeveelheid ammoniak wanneer je de inhoud van het kopje met water verdunt?

Ilse mengt in een emmer een half kopje ammoniakoplossing met 5 L water. Ze is nog niet begonnen met haar werk, of Jelle loopt de emmer omver. Neem aan dat alle ammoniak verdampt en in de lucht terechtkomt.
De afmetingen van de kamer waarin Jelle en Ilse werken zijn 4,5 m × 10 m × 2,5 m.

d Bereken de inhoud van de kamer in m^3.

e Bereken de concentratie van de ammoniak in de lucht in de kamer in mg per m^3.

f Wat is je conclusie als je deze waarde vergelijkt met de grenswaarde van ammoniak?

g Leg uit wat Jelle en Ilse volgens jou moeten doen nadat de emmer is omgestoten.

Je kunt nu

- de meest voorkomende gevarenpictogrammen herkennen en uitleggen wat ze betekenen;
- veilig werken met stoffen;
- veilig werken met de brander;
- veilig een practicum uitvoeren;
- aangeven wat handelingen, waarnemingen en conclusies zijn bij het doen van experimenten.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Water
Een pinguïn kan zwemmen in water, maar kan ook op ijs lopen. Zowel ijs als water bestaat uit dezelfde stof: water. IJs ziet er wel heel anders uit dan water, er is een duidelijk verschil tussen de vaste stof en de vloeistof.

Je leert
- dat stoffen in verschillende fasen voorkomen en van fase kunnen veranderen;
- het verschil tussen een mengsel en een zuivere stof.

1.3 Faseveranderingen

Fasen

IJs, water en waterdamp bestaan alle drie uit dezelfde stof: water. Toch ziet ijs er anders uit dan water. Dit komt doordat je hier hebt te maken met verschillende fasen van de stof water. Een stof kan in drie **fasen** voorkomen: de vaste, de vloeibare en de gasvormige fase. In paragraaf 1 heb je geleerd dat elke stof zijn eigen smeltpunt en kookpunt heeft. Dit zijn stofconstanten. 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 ligt. Een stof is gasvormig bij een temperatuur die hoger is dan het kookpunt.

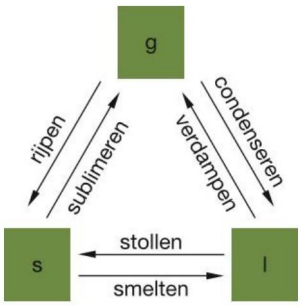
Toestandsaanduidingen

● Experiment 1.5

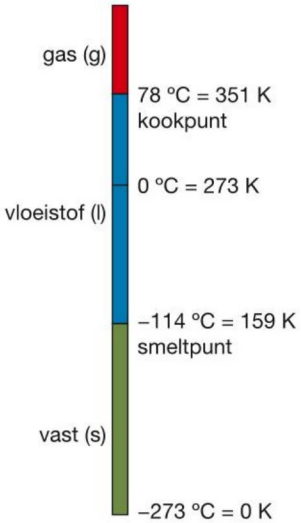
De fase waarin een stof voorkomt, kun je aangeven door middel van een letter tussen haakjes. Als een stof vast is, schrijf je er (s) achter. De s is afgeleid van solid. Het ijs dat je op de foto ziet kun je weergeven met: water (s).
Bevindt een stof zich in de vloeibare fase, dan geef je dat aan met (l). De letter l komt van liquid. Het vloeibare water dat je op de foto ziet kun je weergegeven met: water (l). Als een stof gasvormig is, geef je dat aan met (g). De letter g komt van gas.
Als een stof wordt opgelost in water, dan geef je dat aan met (aq) van aqua. Suiker die in water is opgelost noteer je als: suiker (aq).
De notatie s, l, g en aq noem je **toestandsaanduidingen**.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



1.21 De fasedriehoek



1.22 De temperatuurlijn van ethanol

● Experiment 1.6

Faseveranderingen

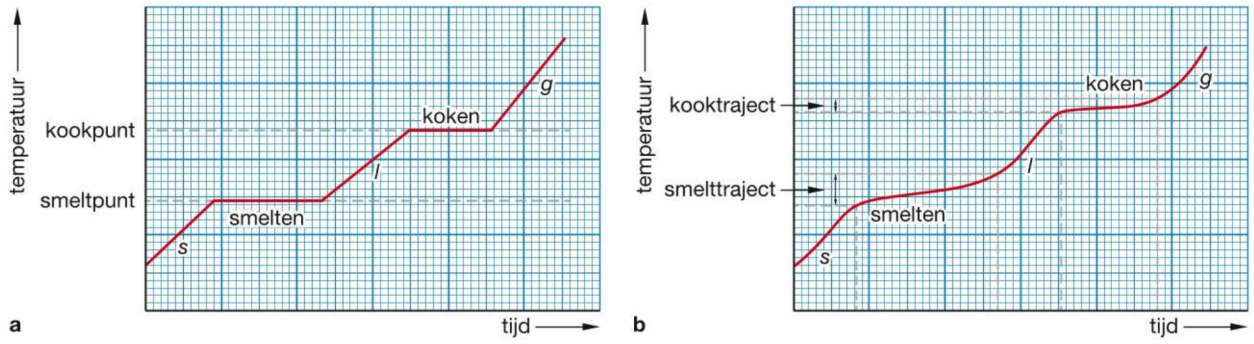
Als je water verwarmt, wordt het waterdamp. Als je water afkoelt, wordt het ijs. Stoffen kunnen van de ene fase in de andere overgaan door de stof te verwarmen of af te koelen. In de **fasedriehoek** in figuur 1.21 zie je dat elke **faseverandering** haar eigen naam heeft. Het is belangrijk dat je de namen van de faseveranderingen goed kent. Als water verdampt gaat het dus van de vloeibare fase naar de gasvormige fase. Dit kun je als volgt in een schema weergeven: water (l) → water (g).
Je geeft dan aan dat vloeibaar water wordt omgezet in gasvormig water. De pijl houdt in dat er iets verandert.

Temperatuurschalen (Celsius en kelvin)

Je geeft een temperatuur soms aan in °C. Maar meestal gebruik je de eenheid **kelvin**, weergegeven met het symbool K. Je kunt de temperatuur in °C omrekenen in kelvin. Als je bij de temperatuur in graden Celsius (°C) 273 optelt, krijg je de temperatuur in kelvin. Trek je van de temperatuur in kelvin 273 af, dan krijg je de temperatuur in graden Celsius. Als het 20 °C is, dan is het 20 + 273 = 293 K. Als het 373 K is, dan is het 373 – 273 = 100 °C.
Om te bepalen in welke fase een stof zich bevindt kun je gebruikmaken van een temperatuurlijn. In figuur 1.22 zie je de temperatuurlijn van ethanol (alcohol). Als het bijvoorbeeld 60 °C is, dan is ethanol dus vloeibaar (in het blauwe gebied).

Zuivere stoffen en mengsels

Een **zuivere stof** is één stof. Suiker is een voorbeeld van een zuivere stof. Als je suiker toevoegt aan water, dan ontstaat suikerwater. Dit is 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.
Ook melk is een mengsel. Op de verpakking van producten zoals melk staat de **samenstelling** vermeld. Hierdoor weet je of het product uit één stof bestaat, of uit een mengsel van twee of meer stoffen.
Staat de samenstelling van het product niet op de verpakking, dan kun je er met een proef achter komen of de stof zuiver is 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 tijdens het smelten of koken hetzelfde. De stof heeft een **smeltpunt** en een **kookpunt**. Gaat het om een mengsel, dan loopt de temperatuur tijdens het smelten of koken langzaam op. Je spreekt dan van een **smelttraject** of een **kooktraject**. Dit is weergegeven in de diagrammen van figuur 1.23.



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

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Purper, een koninklijke kleur

Als je nu kleren koopt, maakt de kleur van de kleding niets uit voor de prijs. Of je een blauwe jurk koopt of dezelfde jurk in geel, de prijs blijft hetzelfde. Maar een paar honderd jaar terug hing de prijs van je jurk af van de kleur. Sommige verfstoffen waren heel moeilijk te krijgen en dus erg duur. Een voorbeeld hiervan is het Tyreens purper.
De verfstof stamt uit de tijd van de Feniciërs rond 1500 voor Christus en werd gemaakt uit zeeslakken, die in de Middellandse zee leven.

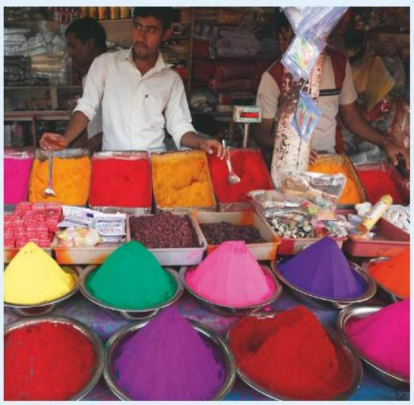
Na het opvissen van de Murex zeeslakken (zie figuur 1.24a) worden ze gestampt en in loden vaten gedaan. Zout wordt toegevoegd en de slakken moeten dan drie dagen staan. Daarna worden ze een dag of tien gekookt om de verfstof te concentreren. De stank bij dit proces schijnt vreselijk te zijn geweest.

Na tien dagen wordt het textiel in de vaten gedaan en het blijft daar net zo lang tot de kleur goed is. De verfstof is zo duur omdat 12 000 slakken maar 1,4 g verfstof opleveren. De kleurstof stond bekend als 'Koninklijk Purper'. Zo hadden de keizers van Byzantium een wet gemaakt waardoor het iedereen behalve de keizers verboden was kleding in Tyreens purper te dragen. Eeuwen later deed koningin Elizabeth I van Engeland precies hetzelfde (zie figuur 1.24b).

Biologische verfstoffen zijn geen zuivere stoffen. maar altijd mengsels. Zo moet voor het verven van kleren met Tyreens purper altijd zout in het mengsel zitten. Tegenwoordig worden verfstoffen gemaakt in fabrieken met scheikundige processen, waardoor de prijzen van de verfstoffen veel lager liggen en onderling niet meer zo veel verschillen in prijs. Maar ook deze synthetische verfstoffen moeten vaak worden gemengd met andere stoffen om een goed resultaat te geven.







1.24a: Slakkenhuizen van de Murex slak b: Het doodskleed in Tyreens purper van Karel de Grote c: Verfstoffen op de markt in India. Deze worden nog vaak uit planten gemaakt.

Samenvatting

- Een stof is vast (s) bij een temperatuur die lager is dan het smeltpunt. Een stof is vloeibaar (l) bij een temperatuur die tussen het smeltpunt en het kookpunt in ligt. Een stof is gasvormig (g) bij een temperatuur die hoger is dan het kookpunt.
- Elke faseverandering heeft haar eigen naam. Je kent nu deze namen.
- Als je bij de temperatuur in graden Celsius 273 optelt, krijg je de temperatuur in kelvin. Trek je van de temperatuur in kelvin 273 af, dan krijg je de temperatuur in graden Celsius.
- Een zuivere stof bestaat uit één stof en heeft een smeltpunt en een kookpunt.
- Een mengsel bestaat uit meerdere stoffen en heeft een smelttraject en een kooktraject.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

1.5 Sublimeren of rijpen?

Wat je nodig hebt
- afzuigerlenmeyer
- rubberen speentje
- centrifugebuis
- zandbad
- afzuigring
- ijs in schilfers
- horlogeglas
- pipetje
- spatel
- mengsel van koolstofpoeder en benzoëzuur

Inleiding
Hoe herken je sublimatie en rijping (figuur 1.25)?

Wat je moet doen
Let op, het verwarmingselement van het zandbad is erg heet.
1. Schakel het zandbad in op de hoogste stand.
2. Breng een spatelpunt van het te scheiden mengsel in de droge afzuigerlenmeyer en verdeel het gelijkmatig over de bodem.
3. Schuif de afzuigring om de centrifugebuis. Zet hiervoor de buis met de punt omhoog op de tafel.
4. Plaats de centrifugebuis in de afzuigerlenmeyer met de punt circa 5 mm boven de bodem. Druk de buis niet te vast aan.
5. Zet het rubberen speentje op de zijtuit van de afzuigerlenmeyer en vul de centrifugebuis met stukjes ijs.
6. Draai het verwarmingselement naar een lagere stand en duw de erlenmeyer in het warme zand.
7. Houd de warmtetoevoer constant totdat de sublimatie klaar is.
8. Vervang het ijswater in de buis door kraanwater en haal de centrifugebuis voorzichtig uit de erlenmeyer.
9. Krabbel met de spatel de stof van de punt van de buis af en verzamel het op een horlogeglas.

Waarnemingen en conclusies
1. Op welke plaats in de opstelling vindt sublimatie plaats? En welke stof uit het mengsel sublimeert?
2. Waar vindt rijping plaats? En welke stof uit het mengsel rijpt?
3. Waarom vervang je het ijswater door water van kamertemperatuur?
4. Welke stof blijft er achter in de erlenmeyer?



1.25 Als het 's nachts koud wordt kan waterdamp uit de lucht rechtstreeks overgaan in ijs. Dat heet rijpen en het geeft een mooi laagje op de takken van de bomen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

1.6 Stolpunt of stoltraject?

Wat je nodig hebt
- thermometer
- stopwatch
- drie reageerbuizen
- reageerbuisrekje
- 5 g stearinezuur
- 5 g palmitinezuur
- mengsel van 2,5 g palmitinezuur en 2,5 g stearinezuur
- verwarmingselement of brander

Inleiding

Hoe kun je aantonen dat een stof zuiver is en hoe herken je een mengsel?

Wat je moet doen

1 Smelt wat stearinezuur in een reageerbuis door voorzichtig te verwarmen tot de temperatuur circa 100 °C is.
2 Start de stopwatch.
3 Houd de thermometer in de gesmolten stof en noteer om de dertig seconden de temperatuur.
4 Schud de reageerbuis tijdens de meting totdat de stof is gestold. Zodra alle stof is gestold daalt de temperatuur weer. Deze daling verloopt langzaam zodat het punt waarop de daling intreedt meestal niet is te zien.
5 Herhaal de proef met zuiver palmitinezuur.
6 Herhaal de proef met een mengsel van stearinezuur en palmitinezuur.
7 Maak van alle drie de metingen een grafiek waarbij je de tijd uitzet tegen de temperatuur.

Waarnemingen en conclusies

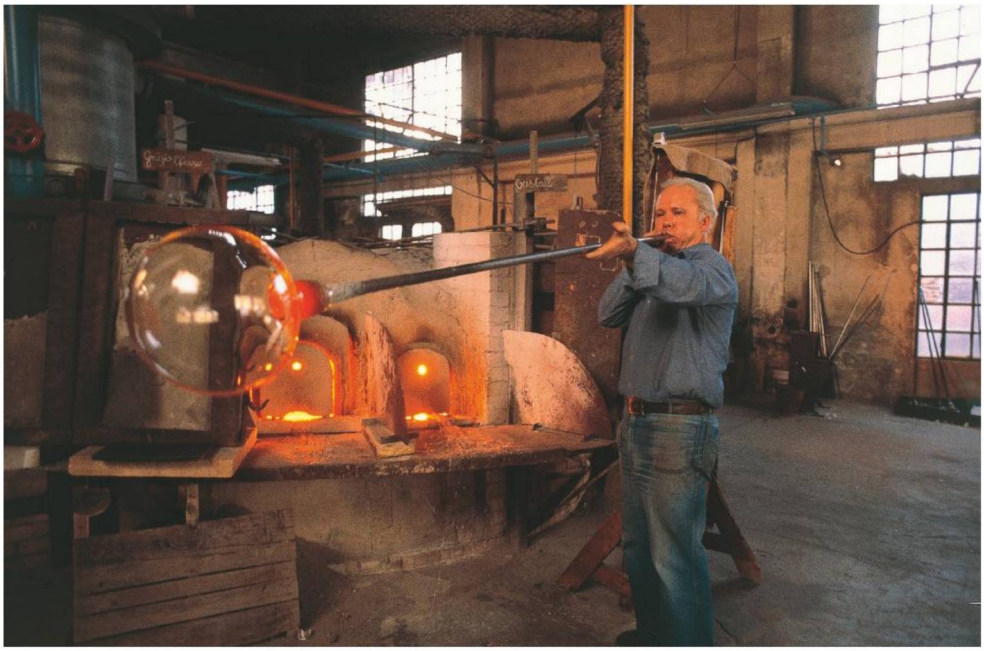
1 Wat neem je waar in de temperatuurgrafiek tijdens het stollen van stearinezuur? En tijdens het stollen van palmitinezuur? Welke conclusie kun je trekken?
2 Wat neem je waar in de temperatuurgrafiek tijdens het stollen van het mengsel? Welke conclusie kun je trekken?

1.7 Hoe bewerk je glas?

Je kunt de beschrijving van dit experiment downloaden van de site of vragen aan je docent.



1.27 De glaskunstenaar Dale Chihuly maakt bomen van glas.



1.26 Als je glas verwarmt, kun je het vervormen door te blazen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 22

In welke drie fasen kan een stof zich bevinden? Geef zowel de naam als de letter waarmee je de fase weergeeft.

A 23

Geef voor de volgende situaties aan in welke fase het water zich bevindt.

a ijzel op de weg
b mist
c dauw op het gras.

A 24

a Omschrijf wat wordt bedoeld met een zuivere stof.
b Omschrijf wat wordt bedoeld met een mengsel.

A 25

Hoe kun je experimenteel bepalen of je te hebt maken met een zuivere stof of een mengsel?

B 26

Leg uit hoe het komt dat brillenglazen soms beslaan.

B 27

a Leg uit of zuivere berglucht scheikundig gezien ook een zuivere stof is.
b Leg uit of niet-vervuild zeewater scheikundig gezien een zuivere stof is.

B 28 M

Marieke zegt dat suiker een voorbeeld is van een zuivere stof. Mark zegt dat het een mengsel is. Wie heeft er gelijk en waarom?

B 29

In figuur 1.22 staat de temperatuurlijn van ethanol. Gebruik deze figuur om de volgende vragen te beantwoorden.
In welke fase bevindt ethanol zich bij:

a 50 °C
b −50 °C
c 100 °C

B 30

Teken zelf een temperatuurlijn voor de stof water.

B 31

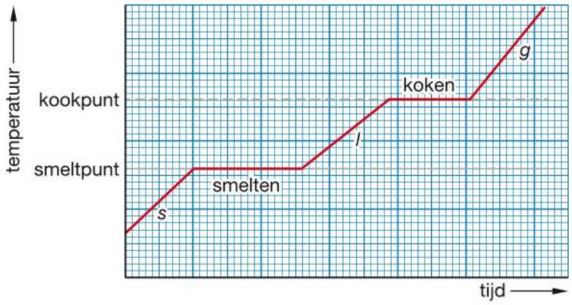
a Neem onderstaande tabel over in je schrift en vul de temperaturen in °C in.

stof	smelt-punt (K)	smelt-punt (°C)	kook-punt (K)	kook-punt (°C)
benzeen	279		353	
kamfer	453		477	
kwik	234		630	
lood	601		2022	
azijnzuur	290		391	
zwavel-dioxide	198		263	

b Beredeneer in welke fase elk van deze stoffen zich bevindt bij 298 K.
c Beredeneer nu in welke fase elk van deze stoffen zich bevindt bij 498 K.
d In welk temperatuurgebied zijn de stoffen benzeen, kwik en azijnzuur alle drie vloeibaar?
e Bereken wat een temperatuur van 298 K in °C is.

B 32 N

In figuur 1.28 zie je het smeltpunt en kookpunt van een zuivere stof. Teken eenzelfde figuur, maar dan voor het condenseren en stollen van een mengsel.



1.28 Het smeltpunt en kookpunt van een zuivere stof.

B 33 M

Op 21 juli 1983 werd op de zuidpool de laagste temperatuur ooit op aarde gemeten. Deze bedroeg −89,2 °C. Het smeltpunt van zuurstof is −219 °C en het kookpunt −183 °C.
Leg uit of zuurstof bij −89,2 °C nog wel gasvormig is.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

B 34

Lees de tekst in het kader 'Purper, een koninklijke kleur' en beantwoord de volgende vragen.
Voor de productie van Tyreens purper waren vroeger veel slakken nodig om 1,4 g purper te krijgen.

a Bereken hoeveel milligram Tyreens purper een slak levert.

Behalve vanwege de prijs zijn er ook verfstoffen die niet meer worden gebruikt omdat ze giftig zijn. Van Gogh gebruikte voor zijn schilderijen cadmiumgeel als gele verfstof voor zijn zonnebloemen. Dit gebruik je nu niet meer vanwege het giftige cadmium.

b Welk(e) gevarenpictogram(men) zou jij voor cadmiumgeel gebruiken?

Cadmiumgeel is een vaste stof.

c Heeft Van Gogh het cadmiumgeel als zuivere stof gebruikt? Zo nee, bedenk een stof waarmee hij het cadmiumgeel kan hebben gemengd.



1.29 De eens felgele bloemen zijn geel/grijs geworden.

Om sommige schilderijen te beschermen werd vaak een vernislaag aangebracht, omdat het cadmiumgeel in de tijd verbleekt. Maar dat bleek niet zo'n goed idee, er bleek zich op het cadmiumgeel een donkere brosse korst te vormen. Met behulp van röntgenstralen werd onderzocht welke stof de geel/grijze korst veroorzaakte (zie figuur 1.29). De stof bleek cadmiumoxalaat te zijn.

d Uit welke stofeigenschap blijkt dat cadmiumgeel niet dezelfde stof kan zijn als cadmiumoxalaat?

C 35 N

Veel vliegtuigen gebruiken kerosine als brandstof. Kerosine wordt gemaakt uit aardolie. Kerosine is een mengsel met een kooktraject van 70 °C tot 90 °C. In figuur 1.30 staan vier diagrammen.

a Welk van de diagrammen hoort bij het kooktraject van kerosine?

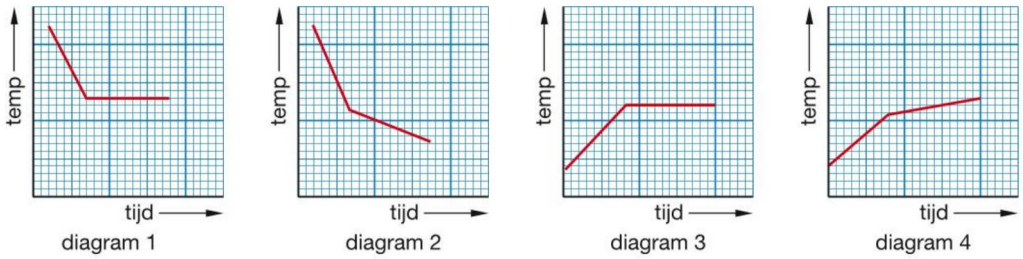
Een Boeing 737 gebruikt $3{,}1 \cdot 10^3$ L kerosine per uur. Ga ervan uit dat kerosine een dichtheid heeft van $0{,}80 \cdot 10^3$ kg/m^3.

b Bereken hoeveel kilogram kerosine deze Boeing per uur gebruikt.

Frituurvet is een mogelijk alternatief voor kerosine. Uit gebruikt frituurvet kan namelijk biodiesel worden gemaakt. In een filmpje van de NOS wordt het volgende beweerd: 'Voor een retourvlucht Amsterdam–Parijs is 11 000 L frituurvet nodig. Dat komt overeen met het afgewerkte frituurvet van 7700 kg patat.'

c Bereken hoeveel bakjes patat je moet bakken voor deze retourvlucht. Ga er bij de berekening van uit dat één bakje 150 g patat bevat.

Bron: CE vmbo 2015-I.



1.30

Je kunt nu
- de fasen en faseveranderingen benoemen;
- de temperatuur in °C omrekenen naar K en andersom;
- het verschil aantonen tussen een mengsel en een zuivere stof.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 **a** Als je proeven doet, heb je in een vaste volgorde te maken met handelingen, waarnemingen en conclusies. Leg uit waarom dit juist in deze volgorde is.

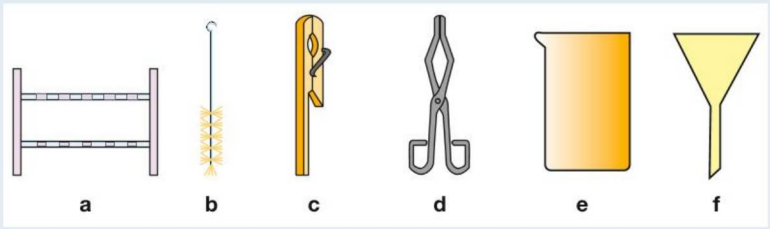
b Leg uit in welke van de onderstaande zinnen er sprake is van een handeling, een waarneming of een conclusie.

1 Je laat een brandende lucifer in een bakje met benzine vallen.
2 De benzine vliegt in brand.
3 Benzine is een licht ontvlambare stof.
4 Benzine is een brandbare stof.
5 Het wordt warm in de omgeving van het bakje.
6 Bij de verbranding van benzine komt warmte vrij.

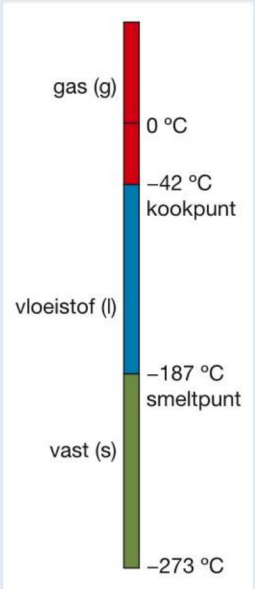
2 **a** Noem drie beroepen waarin je regelmatig moet werken met stoffen die schadelijk zijn voor de gezondheid.

b Geef bij elk voorbeeld een voorzorgsmaatregel die je kunt treffen om het risico voor de betrokken werknemers te verminderen.

3 Geef de namen van de voorwerpen waarvan je in figuur 1.31 een schematische tekening ziet.



1.31 Schematische tekening van een aantal voorwerpen



1.32 De temperatuurlijn van propaan

4 In figuur 1.32 zijn een aantal gegevens van de stof propaan weergegeven. Bekijk de temperatuurlijn en geef antwoord op de volgende vragen.

a Bij welke temperatuur verwacht je dat het smeltpunt van propaan ligt? Hoeveel K is dat?
b Bij welke temperatuur ligt het kookpunt? Hoeveel K is dat?
c In welke fase bevindt propaan zich bij 100 K? En bij 300 K?

5 Hoe heten de volgende faseovergangen?

a water (g) → water (s)
b zwavel (s) → zwavel (l)
c jood (s) → jood (g)
d kaarsvet (l) → kaarsvet (s)
e alcohol (g) → alcohol (l)
f butagas (l) → butagas (g)

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

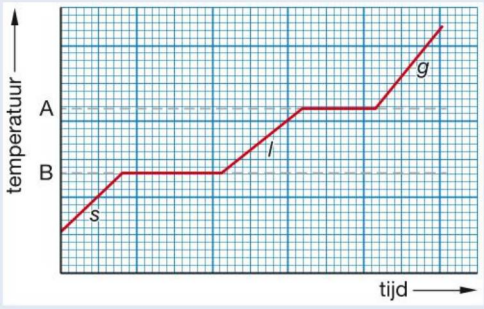
6 Bekijk het diagram in figuur 1.33 en geef antwoord op de volgende vragen.

a Dit diagram heeft betrekking op de stof methanol. Wat gebeurt er achtereenvolgens met deze stof?

b Wat stelt de temperatuur bij A voor?

c Wat stelt de temperatuur bij B voor?

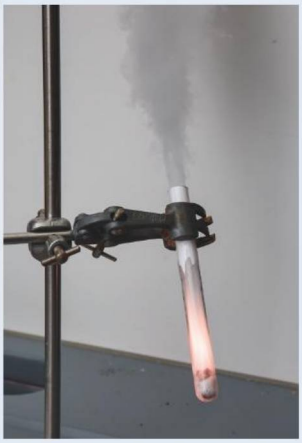
d Leg uit of methanol een mengsel of een zuivere stof is.



1.33 Een temperatuur,tijddiagram

7 **Snoep geeft energie**





1.34 Dit snoepje geeft veel energie.

In het boek 'Show de chemie' staan experimenten beschreven. Eén daarvan is een demonstratieproef met een snoepje dat voornamelijk bestaat uit suiker: een tumtum. De proef heet: 'Snoep geeft energie' (zie figuur 1.34).
De uitvoering staat hieronder verkort weergegeven.

- Zet in de zuurkast een statief met reageerbuisklem klaar.
- Doe 13 g kaliumchloraat in een hardglazen reageerbuis.
- Verhit de reageerbuis in de reageerbuisklem tot het kaliumchloraat is gesmolten.
- Verwijder de brander.
- Laat met een pincet een half tumtummetje in de reageerbuis glijden.

a Welke faseovergang hoort bij het smelten van kaliumchloraat?

A kaliumchloraat (aq) → kaliumchloraat (l)
B kaliumchloraat (l) → kaliumchloraat (s)
C kaliumchloraat (s) → kaliumchloraat (aq)
D kaliumchloraat (s) → kaliumchloraat (l)

Kaliumchloraat is een gevaarlijke stof. Op het etiket van de pot moeten volgens de chemiekaart van de stof onderstaande pictogrammen staan (figuur 1.35):



1.35 Pictogrammen op het etiket van kaliumchloraat

b Wat betekenen deze pictogrammen?

A ontvlambaar, giftig en gevaar voor de gezondheid
B ontvlambaar, schadelijk en gevaarlijk voor het milieu
C oxiderend, giftig en gevaar voor de gezondheid
D oxiderend, schadelijk en gevaarlijk voor het milieu

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Met de luchttoevoer van een brander kun je de kleur van de vlam regelen.

c Welke kleur heeft de vlam wanneer de luchttoevoer dicht is?

A blauw
B geel
C kleurloos

Bron: CE vmbo 2013-II.

M 8 Waterstofperoxide

Lees het tekstfragment hieronder en beantwoord daarna de vragen.

Van zo'n 900 chemische stoffen is een veiligheidskaart opgenomen in het boek 'Chemiekaarten'. Hierop staan gegevens voor veilig werken. Waterstofperoxide heeft drie aparte kaarten: voor de volumepercentages 10%, 35% en 50%. Een volumepercentage van 10% houdt in dat 10% van het volume van de oplossing waterstofperoxide is. De overgebleven 90% is water.
Hieronder is een aantal gegevens uit deze drie kaarten samengevoegd.

Waterstofperoxide	**10%**	**35%**	**50%**
	Kleurloze oplossing De stof ontleedt bij verhitting en bij contact met een ruw oppervlak onder vorming van zuurstof, dat brand bevorderend werkt. De oplossing kan in basisch milieu, vooral in aanwezigheid van metaalionen, heftig ontleden.		
Kookpunt °C	100	108	114
Smeltpunt °C	0	–33	–50
Dichtheid g/cm^3	1,0	1,1	1,2
Directe gevaren		**Eerste hulp**	
Explosie: kans op explosie door ontleding			
Ogen: bijtend, roodheid, pijn, slecht zien		Spoelen met veel water	
Opruiming		**Opslag**	
Deskundige waarschuwen. Draag chemiepak en ademluchtmasker. Extra ventilatie. Met veel water wegspoelen.		Gescheiden van brandbare stoffen en van sterke basen. Koel en donker bewaren.	

1.36 Gegevens over de drie verschillende oplossingen van waterstofperoxide

a Leg uit of de dichtheid van zuiver waterstofperoxide groter of kleiner is dan van zuiver water.

Waterstofperoxide heeft een kookpunt van 150 °C. Daarom is het gebruik van het woord 'kookpunt' in de samengestelde veiligheidskaart eigenlijk onjuist. De gegeven temperatuurwaarden geven aan tot welke temperatuur de vloeistoffen zullen koken.

b Leg uit welk woord op de plaats van 'kookpunt' had moeten staan.

Wanneer de waterstofperoxide-oplossing in de ogen komt, kan dit de ogen beschadigen.

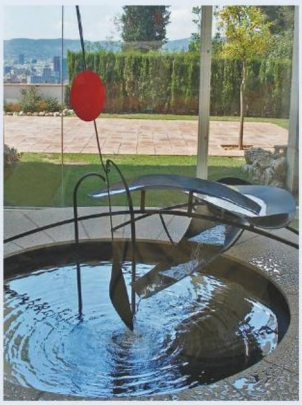
c Noem twee manieren waarop de in de tabel beschreven eerste hulp verdere beschadiging voorkomt.

Bron: CE vmbo 2012-I.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

N 9 Kunstwerk van kwik



1.37 De kwikfontein

In 1937 heeft de kunstenaar Calder een kwikfontein gemaakt (zie figuur 1.37). Hiervoor werd 200 liter kwik aangevoerd. De fontein bestaat uit metalen platen waarover het kwik naar beneden rolt en uiteindelijk in een bad vol kwik terechtkomt. De bezoekers mochten destijds hun vingers in het bad steken om het koude metaal te voelen. Ook konden ze er munten inwerpen die dan bleven drijven. Het kunstwerk werd later verplaatst naar een afgesloten glazen vitrinekast.
(Naar: Periodic Tales – Hugh Aldersey-Williams)

a Wat is de toestandsaanduiding van kwik bij kamertemperatuur?
A (aq)
B (g)
C (l)
D (s)

De massa van 1,0 mL kwik is 13,5 g.
b Bereken hoeveel ton kwik werd aangevoerd voor dit kunstwerk (1 ton is 1000 kg).
c Was de dichtheid van de munten (zin 5) groter dan, gelijk aan of kleiner dan die van kwik?
A groter dan
B gelijk aan
C kleiner dan

Het kunstwerk werd verplaatst vanwege een gevaarlijke stofeigenschap van kwik.
d Bedenk deze stofeigenschap.
Bron: CE vmbo 2015-II.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van drie keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je één van deze keuzeopdrachten gaan doen.

1 Alchemie

Scheikunde is een wetenschap die in vergelijking met natuurkunde nog niet zo lang bestaat. Alchemie werd al wel vele jaren beoefend, maar pas ten tijde van de Franse Revolutie werd voor het eerst de term scheikunde gebruikt. Onderzoek zelf hoe scheikunde is ontstaan.

2 Stof X

Wat komt er allemaal kijken bij het herkennen van een stof? In deze opdracht identificeer je een stof. Dit betekent dat je een onderzoek uitvoert naar de stofeigenschappen van die stof. Denk bijvoorbeeld aan stofeigenschappen als geur, smaak, kleur, smeltpunt, dichtheid, enzovoort.

3 Stapelen

Water en limonadesiroop zijn goed mengbaar, maar olie en water niet. De eigenschap dichtheid speelt hierbij een rol. In deze opdracht probeer je vloeistoffen met verschillende dichtheid te mengen. Je krijgt de beschikking over een aantal vloeistoffen, een maatcilinder en een pipet.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

Dichtheid

De dichtheid van een stof is: $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$

Experimenten

Experimenten voer je uit om een theorie te onderbouwen of om een nieuwe theorie op te stellen.
Je noemt de dingen die je bij een experiment doet **handelingen**. Wat je kunt zien, horen, voelen of ruiken is een **waarneming**. Door na te denken over je waarnemingen kun je een **conclusie** trekken.

Fasen van een stof

Een stof is vast (s) bij een temperatuur die lager is dan het smeltpunt. Een stof is vloeibaar (l) bij een temperatuur die tussen het smeltpunt en het kookpunt in ligt. Bij een temperatuur die hoger is dan het kookpunt is een stof gasvormig (g).

Faseverandering

(s) → (l) smelten
(l) → (s) stollen
(l) → (g) verdampen
(g) → (l) condenseren
(s) → (g) sublimeren
(g) → (s) rijpen

Grenswaarde

De grenswaarde geeft aan hoeveel mg van de stof in een m^3 lucht aanwezig mag zijn. Ga je voorbij deze grens, dan is het schadelijk.

Grootheden en eenheden

Een grootheid is een eigenschap die meetbaar is. Als je dit uitdrukt met een getal, dan staat er achter dit getal een eenheid. De eenheid is de maat waarmee je een grootheid meet, zoals kilogram voor massa of liter voor volume.

Mengsel

Een mengsel bestaat uit meerdere stoffen en heeft een **smelttraject** en een **kooktraject**.

Scheikunde

Scheikunde is een natuurwetenschap die zich bezighoudt met stoffen en het veranderen van stoffen.

Stofconstanten

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

Stofeigenschappen

Een stofeigenschap is een eigenschap waar je een stof aan herkent. Elke stof heeft een unieke combinatie van stofeigenschappen.

Stoffen

Alles wat massa heeft is een stof. Alles om je heen (en ook jijzelf) bestaat uit stoffen.

Temperatuur

Als je bij de temperatuur in graden Celsius 273 optelt, krijg je de temperatuur in kelvin. Trek je van de temperatuur in kelvin 273 af, dan krijg je de temperatuur in graden Celsius.

Zuivere stof

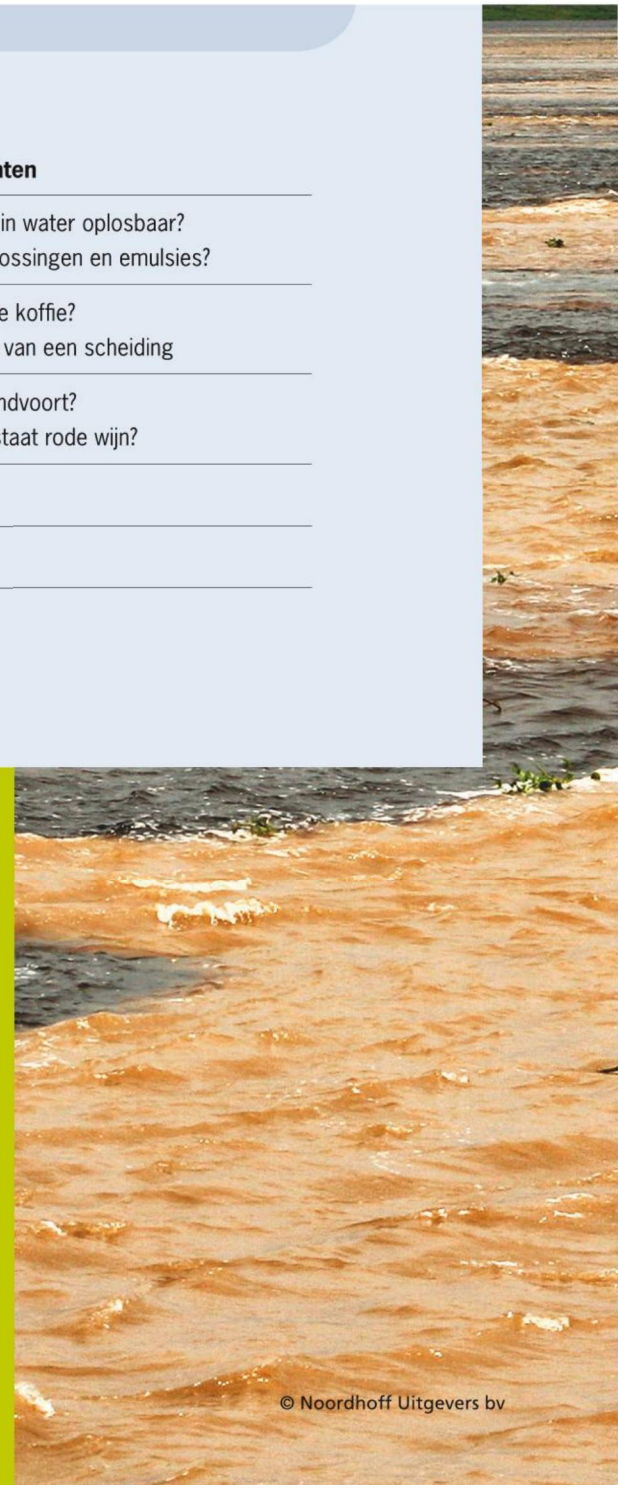
Een zuivere stof bestaat uit één stof en heeft een smeltpunt en een kookpunt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2 Scheidingsmethoden

Paragrafen	Experimenten
2.1 Soorten mengsels	2.1 Is elke stof in water oplosbaar? 2.2 Wat zijn oplossingen en emulsies?
2.2 Scheiden van mengsels	2.5 Hoe maak je koffie? 2.6 Rendement van een scheiding
2.3 Indampen en destilleren	2.7 Zand uit Zandvoort? 2.8 Waaruit bestaat rode wijn?
2.4 Rekenen aan oplossingen	
Afsluiting	
Overzicht begrippen	



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Mengen en scheiden

Bij het samenvloeien van de Amazone-rivier en de rivier de Negro ontstaat een vreemd fenomeen. Het blauwzwarte water van de Negro stroomt kilometers verder met het bruingele water van de Amazone zonder te mengen.

2

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Mist
Op het water en land ligt een deken van mist. Mist is een mengsel van kleine waterdruppeltjes en lucht. Al die zwevende waterdruppeltjes benemen het zicht.



Je leert
- verschillende soorten mengsels kennen.

2.1 Soorten mengsels

● Experiment 2.1

Oplossingen en suspensies
Een mengsel bestaat uit twee of meer stoffen. Voorbeelden van mengsels met een vloeistof zijn thee en sinaasappelsap, zie figuur 2.1a en 2.1b. Thee is een oplossing. Een **oplossing** is een helder mengsel van een stof in een vloeistof. In een oplossing is de opgeloste stof zo fijn verdeeld dat de vloeistof helder en doorzichtig is. Andere voorbeelden van oplossingen zijn drinkwater, cola, appelsap en brandspiritus.
Sinaasappelsap is een **suspensie**. Een suspensie is een troebel mengsel van een vaste stof in een vloeistof. Door een suspensie kun je niet heen kijken, de deeltjes in de vloeistof zijn te groot om het licht door te laten. Vaak zijn de deeltjes zo groot dat ze naar de bodem zakken. Daarom moet je sinaaspappelsap schudden voor het gebruik. Andere voorbeelden van suspensies zijn modderwater en vloeibaar schuurmiddel.
Thee is een geelgekleurde oplossing en suikerwater is een kleurloze oplossing. Een suspensie is nooit kleurloos, maar altijd gekleurd of wit.


a


b

2.1a De heldere thee is een oplossing. b Het troebele sinaasappelsap is een suspensie.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

● Experiment 2.2

Emulsies

Niet elke troebele vloeistof is een suspensie. De fritessaus in figuur 2.2b is vloeibaar vet met water gemengd. Vet mengt pas met water als je een hulpstof gebruikt, een **emulgator**. De waterdeeltjes in het vet zijn zo groot dat de vloeistof net als bij een suspensie troebel is. Een troebel mengsel van twee vloeistoffen heet een **emulsie**.
Als benzine op water drijft, kun je afwasmiddel op het water spuiten. Dan mengt de olie wel met het water, het afwasmiddel is de emulgator.
Zonder emulgator zal een emulsie weer snel ontmengen. Door verschil in dichtheid zie je dan de twee vloeistoffen boven elkaar, er vormt zich dan een **tweelagensysteem**. In figuur 2.2a is de bovenste laag olie en daaronder zit water.

a  b 

2.2a Olie blijft op het water drijven, het mengt niet. b In fritessaus is vloeibaar vet wel gemengd met water dankzij een emulgator.

Andere mengsels

Bij een suspensie en een emulsie is er sprake van mengsels waarbij stoffen niet tot in de kleinste deeltjes zijn gemengd, waardoor de mengsels troebel zijn. Andere voorbeelden van mengsels waar je niet doorheen kunt kijken zijn:

- rook, een mengsel van een vaste stof in een gas (figuur 2.3);
- schuim, een mengsel van een gas in een vloeistof (figuur 2.4);
- nevel, een mengsel van een vloeistof in een gas (figuur 2.5).

Gassen mengen altijd tot één gasfase. Een mengsel van gassen is dus altijd doorzichtig. Een mengsel van twee vaste fasen komt ook voor, denk bijvoorbeeld aan kiezels in beton. Ook hier zijn de afzonderlijke stoffen nog te herkennen.



2.3 Rook



2.4 Schuim



2.5 Nevel

© Noordhoff Uitgevers bv

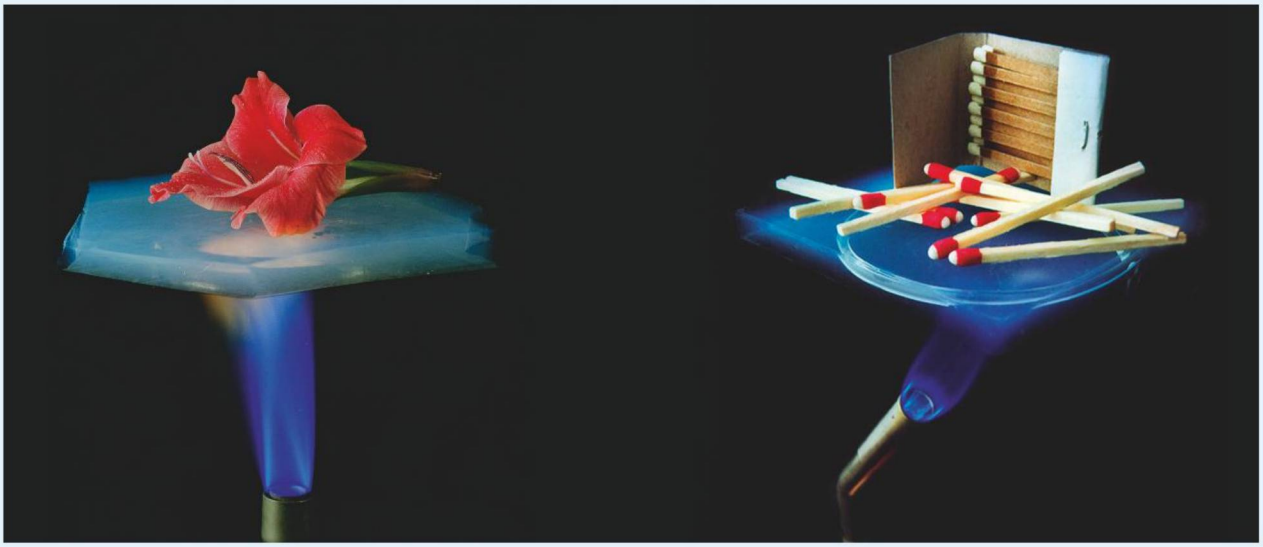
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Aerogel, een vaste stof die in de lucht zweeft

Een gel is een bijzondere vorm van een mengsel van een vaste stof en een vloeistof. Het mengsel heeft een puddingachtige structuur. Denk bijvoorbeeld ook aan haargel en lijm. Als de vloeistof van de gel verdampt, dan vormt de achterblijvende vaste stof een stevig geheel. Daardoor blijft je haar keurig in vorm en vormt de lijm een stevige verbinding.

De bloem en de lucifers op de foto van figuur 2.6 worden beschermd tegen de hitte van de vlam door een bijzondere stof: aerogel. Aerogel houdt warmte, maar ook kou zeer goed tegen.
Aerogel is een mengsel van een vaste stof en een gas. Wetenschappers hebben de stof steeds lichter gemaakt en zijn nu zelfs in staat aerogel te maken die lichter is dan lucht.

Door deze eigenschappen is aerogel een geschikte stof in de ruimtevaart voor isolatie van apparaten. In de ruimte komen zeer hoge én lage temperaturen voor. Ook is de kleine dichtheid van groot belang voor gebruik in de ruimte. Het kost immers minder energie om een satelliet in de ruimte te brengen als de massa kleiner is.
Bij een aerogel vormt de vaste stof een stevige structuur rond het gas dat ook in het mengsel zit. Hierdoor kan het gas niet ontsnappen en is de aerogel een vaste stof.
De aerogel kan wel voor 99,98% uit gas bestaan. Door een zeer licht gas te kiezen, is men erin geslaagd aerogel te maken met een dichtheid van 1,0 mg/cm^3. Dat is dus zeer licht materiaal, als je het bijvoorbeeld vergelijkt met lucht, die een dichtheid heeft 1,2 mg/cm^3.



2.6 Aerogels waarop een bloem ligt en een hoeveelheid lucifers. De lucifers ontbranden niet.

Samenvatting

- Een oplossing is een helder mengsel van een vaste stof of vloeistof met een andere vloeistof.
- Een suspensie is een troebel mengsel van een vaste stof en een vloeistof.
- Een emulsie is een troebel mengsel van twee vloeistoffen.
- Een emulgator zorgt ervoor dat de emulsie in een tweelagensysteem niet snel scheidt.
- Andere mengsels waarbij de twee stoffen zich in verschillende fasen bevinden zijn rook, schuim en nevel.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

2.1 Is elke stof in water oplosbaar?

Wat je nodig hebt
- reageerbuisrekje
- reageerbuizen
- stopjes
- spatels
- ammoniumchloride (figuur 2.8)
- jood
- natriumcarbonaat
- natriumchloride
- water (in spuitfles)
- wasbenzine (in spuitfles)



2.7 Rekje met reageerbuizen

Inleiding
Er zijn verschillende soorten oplosmiddelen. Twee daarvan zijn water en wasbenzine. In dit experiment onderzoek je voor vier vaste stoffen of ze oplosbaar zijn in water en/of in wasbenzine.

Uitvoering
1 Doe van elke vaste stof een spatelpuntje in een reageerbuis (figuur 2.7).
2 Spuit er water bij totdat de reageerbuizen tot een kwart zijn gevuld.
3 Plaats op elke buis een stopje en schud met een krachtige polsbeweging.
4 Herhaal onderdeel 1 t/m 3 voor alle vaste stoffen, maar spuit er deze keer wasbenzine bij in plaats van water.

Waarnemingen
Verwerk je waarnemingen in een overzichtelijke tabel. Geef hierin aan of de mengsels van vaste stof en vloeistof helder of troebel zijn.

Conclusies
1 Welke stof(fen) is (zijn) oplosbaar in water?
2 Welke stof(fen) is (zijn) oplosbaar in wasbenzine?

Vragen
1 Waarom mag je niet meer dan een spatelpuntje van de vaste stof gebruiken?
2 Je hebt gevonden dat er in sommige gevallen geen oplossing ontstaat.
   a Weet je zeker of er niet een klein beetje van de stof oplost?
   b Hoe zou je dit kunnen controleren met een proefje?



2.8 De stof ammoniumchloride staat ook bekend als salmiak, een belangrijk bestanddeel van drop.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2.2 Wat zijn oplossingen en emulsies?

Wat je nodig hebt
- reageerbuizen
- reageerbuisrekje
- stopje
- alcohol (ethanol)
- demiwater of gedestilleerd water
- slaolie
- wasbenzine
- afwasmiddel

Inleiding
In deze proef onderzoek je welke vloeistoffen samen een oplossing vormen en welke niet mengen. Je ziet hoe je met behulp van een emulgator (figuur 2.9) een emulsie kunt maken.

Uitvoering
1 Schenk gelijke hoeveelheden water en wasbenzine in een reageerbuis. De buis mag in totaal voor niet meer dan een derde deel zijn gevuld.
2 Zet het stopje op de buis en schud met een krachtige polsbeweging.
3 Bekijk de inhoud van de buis direct na het schudden. Bewaar deze buis voor onderdeel 5.
4 Voer onderdeel 1 t/m 3 ook uit voor alle combinaties van de stoffen water, alcohol en slaolie.
5 Voeg aan de reageerbuis met water en wasbenzine vier druppels afwasmiddel toe en schud weer.

Waarnemingen
Verwerk je waarnemingen in een overzichtelijke tabel. Daarin moet je het antwoord op de volgende vragen kunnen aflezen.
1 Zijn de mengsels helder of troebel vlak na het mengen?
2 Wat zie je als je de mengsels even laat staan?

Conclusies
1 Welke mengsels zijn oplossingen en welke zijn emulsies?
2 Wat is het effect van het afwasmiddel?

Vragen
1 Leg uit of wasmiddel in deze proef een goede emulgator is.
2 Water in een benzinetank geeft al snel een storing van de motor. Waarom komt het water in de tank eerder bij de motor dan de benzine?





2.9a en b Voor het maken van kaas heb je een emulgator nodig.

2.3 Hoe maak je tandpasta?

2.4 Hoe maak je een reinigingscrème?

Je kunt de beschrijving van deze experimenten downloaden van de site of vragen aan je docent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Neem onderstaande tekst over in je schrift en vul hem op de juiste manier aan. Je mag kiezen uit de volgende begrippen: *kleurloos, uitzakken, krijt, helder, afwasmiddel, ondoorzichtig, water, oplossing, tweelagensysteem, troebel, ontmengen, suspensie, emulgator, doorzichtig, olie, emulsie.*

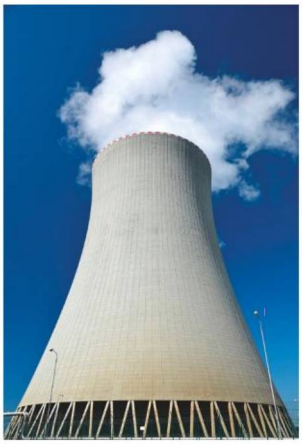
De vaste stof ... lost niet op in ... Als je een beetje van deze vaste stof met water mengt, ontstaat een ... mengsel, dat je een ... noemt. Als je dit mengsel enige tijd laat staan, zal het ... De vloeistof ... lost niet op in water. Wanneer je een beetje van deze vloeistof met water mengt, ontstaat een ... mengsel, dat je een ... noemt. Als je dit mengsel enige tijd laat staan, zal het mengsel spontaan ... Er ontstaat dan een ... Dit kun je voorkomen door aan het mengsel een ... toe te voegen, bijvoorbeeld ...

A 2

Koen mengt suiker met water. Louise mengt krijt met water. Djoeke mengt olijfolie met water. Daarna schudden deze drie leerlingen de reageerbuis waarin hun mengsel zit. Geef bij elke leerling aan of hij/zij een oplossing, een emulsie of een suspensie heeft gemaakt.

A 3

Geef van de vier voorbeelden in figuur 2.10 aan welk soort mengsel er is te zien. Geef ook aan in welke fase de twee stoffen uit het mengsel zich bevinden.



2.10a Wolk uit de koeltoren



b Op het strand



2.10c Hier brandt iets.



d Utrechtse Domtoren in mist

B 4

Hieronder staan voorbeelden van mengsels. Geef van elk mengel aan of er sprake is van een oplossing of een suspensie.

a cola
b zwarte koffie
c jus d'orange
d bloed

B 5

Halfvolle melk bevat 1,5% vet. Leg uit wat voor soort mengsel halfvolle melk is.

B 6

Reinigingsmelk is een emulsie. Reinigingsmelk gebruik je om je huid schoon te maken.

a Waarom haalt de reinigingsmelk in water oplosbaar vuil weg?
b Waarom haalt reinigingsmelk vettig vuil weg?

B 7

Om een mooie gladde jus te maken kun je het volgende recept toepassen. 'Verwarm het vet en een theelepel bloem voorzichtig. Laat de bloem bruin worden en voeg vervolgens al roerend water toe tot er een egale jus ontstaat.'

a Welk soort mengsel is jus?
b Welke functie heeft de bloem?
c Je kunt ook jus maken zonder de bloem te gebruiken. Welk verschil zie je tussen de jus met bloem en zonder bloem?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 8 N

In halvarine zit meer dan 50% water. Toch is het een vaste stof.

a Je zou halvarine een omgekeerde suspensie kunnen noemen. Leg uit waarom.
b Wat ontstaat er als je halvarine smelt?
c Waarom kun je halvarine niet goed gebruiken om te braden?

C 9

Modern schuurmiddel bevat microdeeltjes.

a Leg uit of hier sprake is van een suspensie of van een oplossing.
b Vroeger moest je oppassen met het gebruik van een schuurmiddel omdat het gemakkelijk krassen veroorzaakte. Wat heeft de fabrikant aan het schuurmiddel veranderd om ervoor te zorgen dat het veel minder krast?

C 10 M

a Neem tabel 2.11 over in je schrift en vul de kenmerken van de mengsels in. Vul steeds in *ja*, *nee* of *soms*.
b Geef van elk soort mengsel een voorbeeld.

C 11

Lees de tekst in het kader 'Aerogel, een vaste stof die in de lucht zweeft' en beantwoord de volgende vragen.

a Beschrijf de werking van de haargel.

Onder de baksteen in figuur 2.12 zit een blokje aerogel. Het blokje heeft een volume van 70 cm^3. De dichtheid is 1,0 mg/cm^3.



2.12 Een baksteen op een blokje aerogel

b Bereken de massa van het blokje

99% van het volume van het blokje bestaat uit helium met een dichtheid van 0,18 mg/cm^3.

c Bereken het volume van het helium in het blokje.
d Bereken de massa van het helium.
e Bereken de massa van de vaste stof in de aerogel.

soort mengsel	**kleur**			**helderheid**		**voorbeeld**
	het mengsel is:			het mengsel is:		
	kleurloos	gekleurd	wit	doorzichtig	ondoorzichtig	
vaste stoffen	...	...	...	...	...	
gassen	...	...	...	...	...	
oplossing	...	...	...	...	...	
suspensie	...	...	...	...	...	
emulsie	...	...	...	...	...	

2.11

Je kunt nu
- uitleggen wat een oplossing en een suspensie is;
- uitleggen wat een emulsie is en de functie van een emulgator beschrijven;
- de mengsels nevel, rook en schuim beschrijven en van elk een voorbeeld geven.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Water filtreren
Water drinken uit een rivier of sloot is ongezond. In ontwikkelingslanden is meestal geen schoon drinkwater beschikbaar. Door gebruik te maken van een speciaal filter kun je het water wel drinken. Kan het filter alle stoffen tegenhouden?

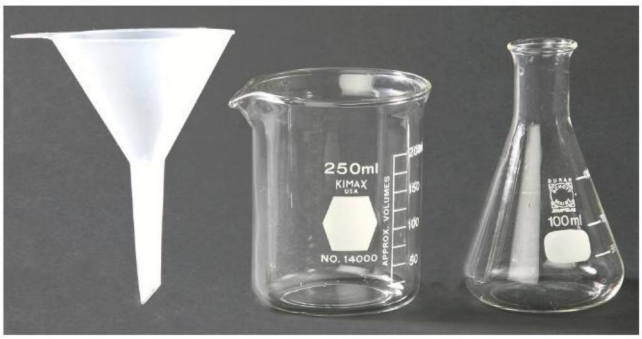


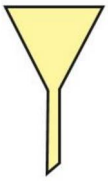
Je leert
- een mengsel te scheiden in zijn componenten door gebruik te maken van verschil in oplosbaarheid en verschil in deeltjesgrootte;
- dat een scheiding nooit helemaal volledig is.

2.2 Scheiden van mengsels

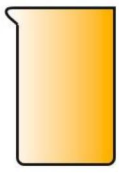
Scheiden door verschil in stofeigenschappen
Het slootwater uit de opening is een mengsel waar je water uit wilt halen. Na afloop heb je dan zuiver water in handen. Het uit elkaar halen van de stoffen in een mengsel heet **scheiden**. Hierbij veranderen de stoffen niet en ook de stofeigenschappen blijven gelijk.

De stoffen waaruit een mengsel bestaat, verschillen in een aantal stofeigenschappen. Van deze verschillen maak je gebruik als je een mengsel gaat scheiden. Je leert in deze paragraaf vier scheidingsmethoden kennen: bezinken, centrifugeren, filtreren en extraheren. Daarbij maak je onder andere gebruik van de practicumhulpmiddelen die in figuur 2.13 zijn afgebeeld.





1 trechter



2 bekerglas



3 erlenmeyer

2.13 Enkele practicum hulpmiddelen

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bezinken en centrifugeren

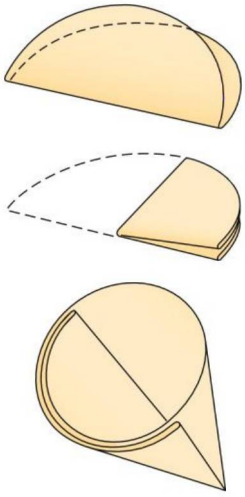
Een suspensie en een emulsie zijn troebele mengsels. Na verloop van tijd scheiden deze mengsels vanzelf. In een suspensie en emulsie zakt de stof met de grootse dichtheid op den duur naar de bodem. Dat noem je **bezinken**.
In figuur 2.14 zie je in het rechter glas slootwater, waarbij aarde nog is gemengd met het water. In het linker glas is de aarde naar de bodem gezakt.
De scheidingsmethode bezinken berust op verschil in dichtheid. Bezinken kan lang duren. Om het bezinken te versnellen, kun je het mengsel **centrifugeren**. Het mengsel draait daarbij met zeer grote snelheid rond in een centrifuge (zie figuur 2.15).



2.14 Bezinken en centrifugeren

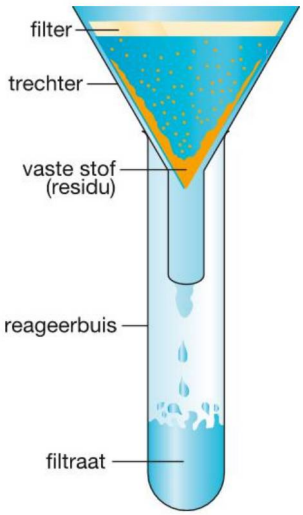


2.15 Centrifuge



2.16 Het vouwen van een papierfilter

De suspensie of emulsie, die je wilt scheiden, wordt in een centrifugebuisje gestopt. Het buisje draait rond met de opening naar het midden gericht. De stof in het mengsel met de grootste dichtheid wordt naar de onderkant van de buis geslingerd. De lichtere stof komt boven drijven. Ook de scheidingsmethode centrifugeren berust op verschil in dichtheid. Door de vloeistof van het bezinksel af te gieten krijg je beide stoffen gescheiden. Bezinken en centrifugeren kun je gebruiken om suspensies én emulsies te scheiden.



2.17 Filtreren

Filtreren

Je kunt de aarde ook uit het water halen door gebruik te maken van het verschil in deeltjesgrootte. Omdat de korreltjes in de aarde veel groter zijn dan de deeltjes waar water uit bestaat, kun je met een filter de aarde uit het mengsel zeven. Als je de suspensie door een filter giet, blijft de aarde achter op het filter en het water loopt door het filter heen. Deze methode heet **filtreren**. De scheidingsmethode filtreren berust op verschil in deeltjesgrootte. De vaste stof die achter blijft op het filter heet **residu**, de stof die door het filter loopt heet **filtraat**. Zie figuur 2.17.

Tijdens het practicum gebruik je als filter een rond filtreerpapiertje dat in een trechter ligt. In figuur 2.16 zie je hoe je het filtreerpapiertje moet opvouwen zodat het in de trechter past.
Met filtreren kun je alleen suspensies scheiden. Emulsies bestaan uit twee vloeistoffen, die beide uit zeer kleine deeltjes bestaan en dus door het filter lopen.
Ook oplossingen kun je niet met filtreren scheiden. De opgeloste stof is zo fijn verdeeld, dat hij door het filter loopt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Extraheren

● Experiment 2.5

Je wilt schoon zand hebben voor je vogelkooi, zie figuur 2.18. Zand van het strand is te zout om zo te gebruiken. Om het zout uit het zand te halen maak je gebruik van de scheidingsmethode **extraheren**. Bij extraheren voeg je aan het mengsel een oplosmiddel toe, het **extractiemiddel**. Hierin lost één stof van het mengsel wel op en de andere niet. Om het zout uit het zand te halen voeg je water aan het mengsel toe. Het zout lost op en het zand niet.



2.18 Op de bodem van de kooi ligt schoon zand.

Om daarna het zand nog te scheiden van het zoute water, gebruik je één van de scheidingsmethoden van de vorige bladzijde. Bij bezinken zakt het zand naar de bodem. Bij filtreren blijft het zand zonder zout in het filter achter. Het zand is het residu. Het zand is nu schoon en kan de vogelkooi in. Andere voorbeelden van extraheren zijn het zetten van koffie en thee.

Rendement

● Experiment 2.6

Bij een scheiding van zand en zout, zit er 5 g zout in 100 g mengsel. Na het extraheren blijkt er slechts 4,5 g zout uit het zand te zijn gehaald. Dat komt omdat in het filter nat zand zit. De vloeistof die aan het zand kleeft, is zout water. Als je het zand droogt, blijft er nog steeds zout in het zand achter.
De scheiding van zand is niet volledig verlopen. De praktische opbrengst is maar 4,5 g zout, terwijl 5 g theoretisch mogelijk is. Dit is 90% van de maximale hoeveelheid. Het **rendement** van de scheiding is hier 90%. Het rendement kun je berekenen met de formule:

$$\text{rendement} = \frac{\text{praktische opbrengst}}{\text{theoretische opbrengst}} \times 100\%$$

Als er in het zoute zand oorspronkelijk 10 g zout zat, en je haalt er 9,9 g zout uit, dan is het rendement van de scheiding dus $\frac{9{,}9\text{ g}}{10\text{ g}} \times 100\% = 99\%$.

Scheiden gaat nooit volledig.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Plastic soep in de oceanen

Na een periode van hoog water in de rivier kun je het goed zien: er ligt overal plastic afval, wit, blauw en zwart plastic folie in de struiken. Veel plastic afval stroomt naar zee. En dit afval blijft daar vele jaren rondzwerven. De Verengde Naties, UNEP heeft de opeenhoping van plastic in de zeeën bestempeld als één van de belangrijkste milieuproblemen van de komende tijd. Een deel van dit plastic afval is in zeer kleine stukjes verdeeld. Het zakt dan naar beneden en komt uiteindelijk op de zeebodem terecht. De schatting is dat 70% van het plastic afval op de zeebodem ligt.

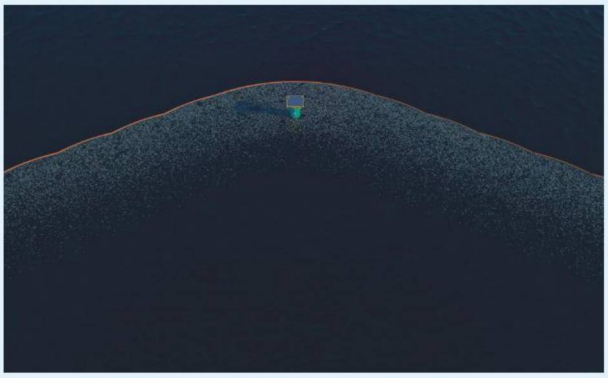
Het plastic komt via plankton en vis ook in onze voeding terecht. De kans bestaat dat giftige bestanddelen zoals vlamvertragers en pcb's zo in de voedingsketen terechtkomen. Hier moet nog uitgebreid onderzoek naar worden gedaan. Door ringvormige zeestromingen concentreert het plastic afval wereldwijd op vijf plaatsen, de zogenaamde gyres. Het gaat dan om afval dat nog aan het oppervlakte drijft (zie figuur 2.19).

Op deze plaatsen komt het plastic relatief geconcentreerd voor. Bijvoorbeeld 335 000 deeltjes per km^2 in de noordelijke gyre van de Grote Oceaan.

Een student uit Delft, Boyan Slat heeft een plan bedacht om het plastic in de gyres op te ruimen. Via grote drijfarmen wordt het zeewater in deze plaatsen gefilterd.
De plastic deeltjes blijven achter in de armen en kunnen zo gemakkelijk uit het water gehaald worden.
Volgens zijn berekeningen zou een gyre in 5 tot 7 jaar opgeruimd kunnen worden met dit systeem.
De eerste drijvende armen hebben een lengte van ongeveer 2000 m en worden in Japan getest.
In figuur 2.20 zie je het verzamelstation en het begin van de armen. Helaas worden alleen de grote deeltjes gefilterd. De kleine zijn immers naar de bodem gezakt. Maar omdat de kleine deeltjes uit de grote zijn ontstaan kan dit systeem toch een werkbare oplossing zijn.



2.19 Plastic soep



2.20 In de toren wordt het residu verzameld.

Samenvatting

- Zuivere stoffen uit een mengsel halen heet scheiden.
- Voorbeelden van scheidingsmethoden zijn: bezinken, centrifugeren, filtreren en extraheren.
- Bij bezinken zakt de stof met de grootste dichtheid naar de bodem. Bij centrifugeren wordt de stof met de grootste dichtheid naar de buitenkant geslingerd.
- Bij filtreren blijft de vaste stof als residu achter op het filter. De vloeistof die door het filter loopt is het filtraat.
- Bij extraheren lost één stof van het mengsel op in het extractiemiddel en de andere lossen niet op. De oplossing en de vaste stof moet je daarna nog scheiden.
- Rendement is de verhouding van de praktische opbrengst en de theoretische opbrengst.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2.5 Hoe maak je koffie?

Wat je nodig hebt
- gemalen koffie
- heet water
- koud water
- vier reageerbuizen
- reageerbuisrekje
- trechter
- filtreerpapier
- twee stopjes



2.21 Met een ronde zeef die aan de verticale staaf zit, wordt het residu naar de bodem van de kan geperst.

Inleiding
Koffie bestaat uit stoffen die in water oplossen zoals cafeïne, en stoffen die dat niet doen. In deze proef extraheer je de oplosbare stoffen met twee extractiemiddelen: heet water en koud water.

Uitvoering
1 Extractie
- Schep in twee reageerbuizen een zelfde hoeveelheid koffie (ongeveer 1 cm hoog).
- Giet in de ene buis heet water en in de andere buis koud water.
- Schud beide buizen goed.

2 Filtratie
- Vouw het filtreerpapiertje en zet het op de trechter. Zet de trechter op een nieuwe reageerbuis.
- Giet het mengsel met de hete vloeistof door het filter.
- Filtreer ook het koude mengsel.

Waarnemingen
Noteer bij elke scheidingsmethode je waarnemingen overzichtelijk.

Conclusies
1 Welk extractiemiddel werkt het beste?
2 Wat is het filtraat en wat het residu bij het filtreren?

Vragen
1 Beschrijf hoe je oploskoffie zou maken.
2 Bij Turkse koffie wordt heet water in een kannetje verhit, waarna schepjes zeer fijn gemalen koffie worden toegevoegd. Men laat de koffie even staan en giet de koffie dan ongefilterd in een kopje.
a Welke scheidingsmethode wordt hier toegepast na de extractie?
b Waardoor is deze Turkse koffie zo sterk?



2.22 Cafeïne zit niet alleen in koffie, maar ook in allerlei energiedrankjes, zoals cola. Met cola houd je Pinkpop wel vol.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2.6 Rendement van een scheiding

Wat je nodig hebt
- mengsel van 50 massa-% zout en 50 massa-% zand
- weegschaal
- twee reageerbuizen
- reageerbuisrekje
- stopje
- trechter
- filtreerpapier
- spuitfles met demiwater of gedestilleerd water

Inleiding
Je scheidt in deze proef zand van zout en je meet wat het rendement van de scheiding is.

Uitvoering
1 Extractie
- Weeg nauwkeurig het mengsel van zout en zand.
- Doe het mengsel in een reageerbuis.
- Voeg water aan het mengsel toe, zodat de buis voor de helft vol water zit.
- Schud de buis goed.

2 Filtratie
- Weeg het droge filter.
- Vouw het filtreerpapier en plaats het in de trechter.
- Zet de trechter in een lege reageerbuis.
- Schenk de inhoud van de reageerbuis door de trechter.
- Laat nu het natte filter met zand drogen.
- Weeg het droge filter met het zand.

Waarnemingen
Noteer de volgende massa's in een tabel.

massa mengsel	g
massa zout in mengsel (50%)	g
massa filter	g
massa zand + filter	g
massa zand (na filtratie)	g
massa zout dat is verwijderd	g

Conclusie
Het rendement van de scheiding is het deel van het zout dat uit het mengsel is verwijderd ten opzichte van de hoeveelheid die in het mengsel zat. Bereken het rendement van de scheiding.

Vragen
1 Waardoor is het rendement geen 100%?
2 Wat kun je doen om het rendement van de scheiding te vergroten?



2.23 Met rendement heb je ook te maken als je energie uit zonnepanelen gebruikt, zoals bij het ontwerp van deze woonboot met een dak van zonnepanelen. Het rendement van een paneel ligt rond de 20%.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 12

In de tabel staan verticaal scheidingsmethodes en horizontaal de stofeigenschap die een rol bij de scheiding speelt. Neem de tabel over en zet een vinkje in het juiste vakje.

	stofeigenschap		
scheiding-methode	oplosbaarheid	dichtheid	deeltjesgrootte
bezinken			
centrifugeren			
filtreren			
extraheren			

A 13

Bij deze vorm van koffiezetten spelen twee scheidingsmethoden een rol.

a Welke twee scheidingsmethoden zijn dat?

b Wat is hier het filtraat en wat het residu?



2.24 Koffiezetten

B 14

In 50 g suspensie zit 10 g vaste stof. Na filtreren blijkt er in het filter slechts 8 g vaste stof terug te vinden.

a Waardoor is er 2 g vaste stof toch door het filter gegaan?

b Bereken het rendement van deze scheiding.

B 15 M

Het leidingwater in Noord-Holland komt voor een deel uit het grondwater onder de duinen. Om het grondwater aan te vullen wordt bij Castricum water uit het IJsselmeer in de duinen gepompt (zie figuur 2.25). Het zand van de duinen zuivert het rivierwater zodat het bruikbaar wordt voor de bereiding van drinkwater.

a Welke scheidingsmethode wordt hier toegepast?

b Leg uit of alle verontreinigingen uit het rivierwater zo worden tegengehouden.

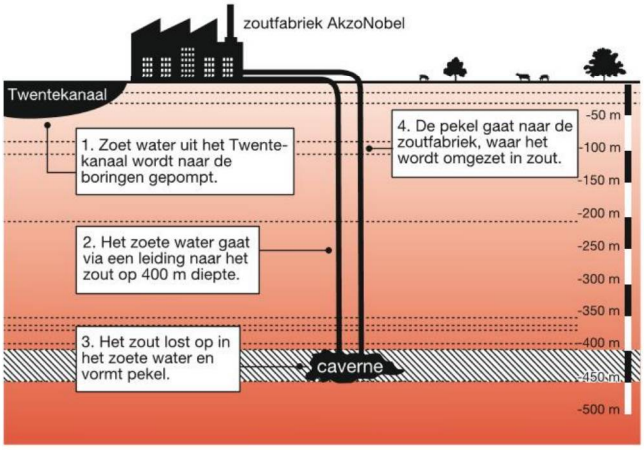
c Wat is hier het filtraat en wat het residu?



2.25 'De Kwal' in het waterwingebied bij Castricum spuit 800 L water per seconde uit het IJsselmeer de duinen in.

B 16 N

Diep in de bodem van Twente bevindt zich veel zout. Om dit zout naar boven te halen wordt een dubbele pijp in de bodem geslagen. Zie figuur 2.26. Door de ene pijp wordt heet water de grond in gepompt. Door de andere pijp wordt zout water (pekel) naar boven gehaald. AkzoNobel produceert op deze manier circa 2,5 miljoen ton zout per jaar.



2.26 Zoutwinning

a Welke scheidingsmethode wordt hier toegepast?

b Welke twee stoffen worden gescheiden?

c Wat is het extractiemiddel?

d Wat zou je nog kunnen doen om het zout uit de pekel te krijgen?

e Bereken hoeveel kilogram zout per seconde omhoog wordt gepompt. 1 ton = 1000 kg. Ga ervan uit dat de fabriek continu het hele jaar werkt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

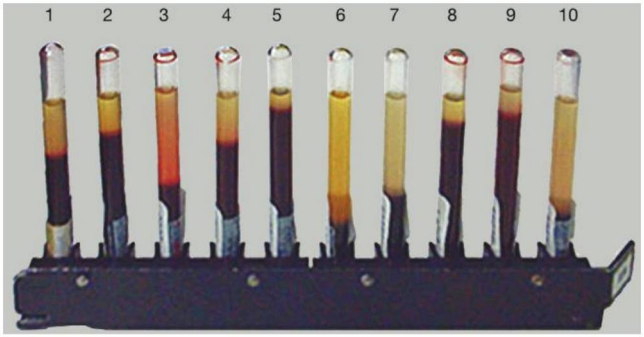
C 17

Een van de meest gebruikte testen in ziekenhuizen is het bepalen van de bezinkingssnelheid van bloed.
Je zorgt eerst dat het bloed niet meer kan stollen en brengt het daarna in een buisje met een lengte van 20 cm. Na één uur wordt gemeten hoe lang de kolom van de heldere vloeistof is.
De bloedbezinkingssnelheid van een gezond mens hangt af van de leeftijd.

pasgeborene	0-2 mm/uur
kind < 10 jaar	3-13 mm/uur
vrouw < 50 jaar	< 20 mm/uur
vrouw > 50 jaar	< 30 mm/uur
zwanger laatste drie maanden	< 30 mm/uur
man < 50 jaar	< 15 mm/uur
man > 50 jaar	< 20 mm/uur

In figuur 2.27 zie je tien buisjes van verschillende patiënten die een uur hebben gestaan. Een te hoge bloedbezinkingssnelheid kan op een ontsteking wijzen.

a Noem twee redenen waarom je bloed een suspensie kunt noemen.
b Voor deze test moet je een uur wachten. Wat zou je kunnen doen om de test te versnellen? Waarom kan dat niet zomaar?
c Leg uit welke buisjes in de foto zeker van een ziek persoon zijn. Maak daarvoor een schatting van de bezinkingssnelheid.



2.27 Bloedbezinking

C 18 N

In de volgende tabel staan van links naar rechts drie verschillende oplosmiddelen. Van boven naar beneden staan drie vaste stoffen. In elk hokje is ingevuld of de betreffende vaste stof oplost in het bijbehorende oplosmiddel.
Peter heeft een mengsel van jood, zand en zwavel. Hij moet dat mengsel scheiden. Hij mag daarbij gebruikmaken van alle drie de oplosmiddelen uit de tabel. Vertel precies wat hij daarvoor moet doen.

	oplosmiddel		
vaste stof	alcohol	water	koolstofdisulfide
jood	ja	nee	ja
zand	nee	nee	nee
zwavel	nee	nee	ja

C 19 M

De was in een wasmachine is nog drijfnat na het wassen. Daarom gaat de trommel in de wasmachine met grote snelheid draaien om de was zo droog mogelijk uit de machine te krijgen. Je kunt dit proces beschouwen als een scheidingsmethode.

a Welke twee 'stoffen' worden gescheiden?
b Welke twee scheidingsmethodes spelen in deze scheiding een rol?
c Welke stofeigenschap bepaalt hier de scheiding?
d Welke methode uit vraag b is dus het belangrijkst?

C 20

Lees de tekst in het kader 'Plastic soep in de oceanen' en beantwoord de volgende vragen.

a Waarom kun je bij het opruimen van het plastic niet spreken van filtreren?
b Waarom speelt deeltjesgrootte hier wel een rol?

Je kunt nu

- uitleggen dat je een mengsel kunt scheiden in zuivere stoffen door gebruik te maken van een verschil in dichtheid, oplosbaarheid en deeltjesgrootte;
- de scheidingsmethoden bezinken, centrifugeren, filtreren en extraheren toelichten en toepassen;
- het begrip rendement toelichten en ermee rekenen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Aardolie
Aardolie is een mengsel van zeer veel stoffen. In deze raffinaderij worden ze gescheiden in bruikbare producten zoals de benzine voor je scooter. Bij deze scheiding wordt gebruikgemaakt van het verschil in kookpunt van de verschillende componenten in aardolie.

Je leert
- dat een mengsel kan worden gescheiden door gebruik te maken van het verschil in kookpunt van de stoffen in het mengsel.

2.3 Indampen en destilleren

● Experiment 2.7

Indampen
In figuur 2.28 zie je hoe zout uit zeewater wordt gehaald. De molens pompen het zoute zeewater in bassins. Door de hitte van de zon verdampt het water en het zout blijft in de bekkens achter. Als je op deze manier een opgeloste vaste stof uit een vloeistof haalt, gebruik je een scheidingsmethode die **indampen** of droogdampen heet.

Bij filtreren haal je de vaste stof uit een suspensie, met indampen krijg je de opgeloste stof uit een oplossing. Omdat het kookpunt van de vloeistof veel lager is dan het kookpunt van de vaste stof, zal alleen de vloeistof verdampen. Indampen berust op verschil in kookpunt. In het laboratorium gebruik je een indampschaaltje en een driehoek om in te dampen.



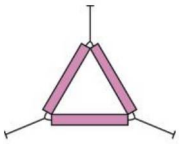
2.28 Zoutwinning uit zee, Salinas de Trapani op Sicilië

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



indampschaaltje



driehoek



2.29 Practicummiddelen voor indampen

Zo kun je bijvoorbeeld een zoutoplossing in het indampschaaltje gieten. Je zet het schaaltje met de driehoek op een driepoot (zie figuur 2.29). Met een brander verhit je het schaaltje. Het zoute water begint te koken. Je stopt als al het water is verdampt. Het zout blijft dan als vaste stof achter.

Oplosbaarheid en temperatuur

Suiker lost goed op in water, krijt lost niet op in water. De **oplosbaarheid** van een stof is het aantal gram stof dat in 1 L vloeistof maximaal kan oplossen. Een oplossing waarin de maximale hoeveelheid stof is opgelost, noem je een **verzadigde oplossing**. Is er minder opgelost, dan spreek je van een **onverzadigde oplossing**.

Als je een onverzadigde oplossing indampt, zal het gehalte van de opgeloste stof steeds groter worden, omdat de hoeveelheid vloeistof afneemt. Op het moment dat de oplossing verzadigd is en je doorgaat met indampen, begint er vaste stof te ontstaan.

Niet alleen vaste stoffen en vloeistoffen, maar ook gassen lossen op in water. De oplosbaarheid van vaste stoffen neemt toe als de temperatuurt stijgt en de oplosbaarheid van gassen wordt juist kleiner als de temperatuur stijgt.

Vissen halen de opgeloste zuurstof met hun kieuwen uit het water. Als in de zomer de temperatuur in sloten en rivieren te hoog wordt, neemt de oplosbaarheid van zuurstof in het water af. De vissen kunnen dan te weinig zuurstof binnenkrijgen.

Destilleren

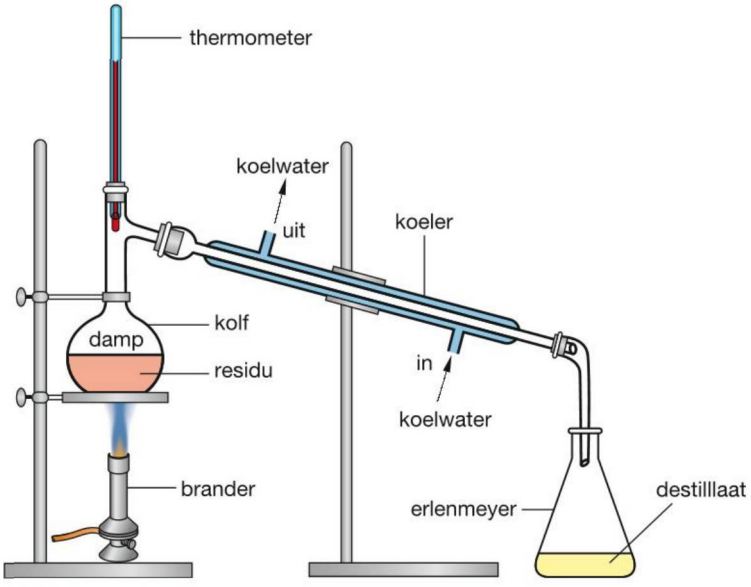
● Experiment 2.8

Aardolie is een mengsel van gassen en vloeistoffen. Deze stoffen hebben verschillende kookpunten. Als je aardolie verhit, kookt de vloeistof met het laagste kookpunt het eerst. De damp van deze stof leid je door een koeler, waarbij de stof condenseert. De gecondenseerde vloeistof is nu gescheiden van de rest van de aardolie. Het verdampen gevolgd door condenseren noem je **destilleren**.

Mengsels van vloeistoffen en opgeloste vaste stoffen of mengsels van vloeistoffen kun je vaak scheiden door middel van destillatie. De scheidingsmethode berust op het verschil in kookpunt van de stoffen in het mengsel.

Het deel van het mengsel dat niet verdampt, noem je het **residu**. De opgevangen vloeistof heet het **destillaat**. In figuur 2.30 staat een schematische tekening van een destillatieopstelling.

Als je aardolie destilleert, krijg je nooit alle stoffen zuiver gescheiden. Tijdens het destilleren van de laagst kokende stof blijft de temperatuur constant. Pas als deze stof uit het mengsel is verdwenen, loopt de temperatuur verder op tot het kookpunt van de volgende stof is



2.30 Een destillatieopstelling

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

bereikt. Deze ideale situatie doet zich echter alleen voor als de verschillende vloeistoffen kookpunten hebben die vrij ver uit elkaar liggen. Bij aardolie is dat niet zo. Tijdens de destillatie condenseert steeds een mengsel van vloeistoffen. Het destillaat is dus geen zuivere stof, maar een mengsel.

De drooglegging in Amerika, een mislukt experiment

Van 1929 tot en met 1933 bestond in de Verenigde Staten een volledig verbod op de productie en de verkoop van alcoholische draken. Maar dit betekende niet dat iedereen zich daar braaf aan hield. Er ontstond een enorm illegaal circuit van verkoop en productie. In achterkamertjes kwamen illegale cafés waar zelfgestookte drank werd geschonken. De productie viel in handen van criminelen die grof geld verdienden. Ze maakten zich meester van industriële alcohol voor bijvoorbeeld verfproductie en maakten daar drank van.

Mensen gingen thuis met primitieve apparatuur alcohol stoken. Je kunt alcohol maken uit zuivere suiker door er gist aan toe te voegen. Na een bepaalde gistingstijd kun je de ontstane alcohol door destillatie uit het mengsel halen. Als je vruchten als grondstof voor de alcoholproductie gebruikt, kan het behoorlijk fout gaan. De pectine die in celwanden van de vruchten zit zorgt voor het ontstaan van giftig methanol in het vruchtenmengsel. Als je daarna destilleert, komt eerst de methanol (kookpunt 65 °C) en daarna de alcohol (kookpunt 78 °C). Je krijgt dus een mengsel van methanol en alcohol. Als je van een drank drinkt die daarvan is gemaakt, leidt dit vaak tot de dood. De toename van de criminaliteit, de gebrekkige controlemogelijkheden van de overheid en de dood van minstens 10 000 mensen tijdens de drooglegging hebben er uiteindelijk voor gezorgd dat de drooglegginswet weer werd afgeschaft.

a 

b 

2.31a Gesnapt, de illegale drank wordt in het riool gegoten.
b Primitieve destilleerketels te koop om alcohol te destilleren tijdens de drooglegging.

Samenvatting

- Een opgeloste stof kun je van de vloeistof scheiden door het mengsel in te dampen. De vloeistof verdampt en de vaste stof blijft als residu achter.
- De oplosbaarheid van een stof is het aantal gram stof dat maximaal in een liter vloeistof oplost. Bij gassen neemt de oplosbaarheid af als de temperatuur stijgt. Bij een verzadigde oplossing is het maximaal aantal gram opgelost.
- Een mengsel van vloeistoffen of een mengsel van een vloeistof en opgeloste vaste stoffen kun je scheiden door te destilleren. Destilleren berust op het verschil in kookpunt van de stoffen in een mengsel.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

2.7 Zand uit Zandvoort?

Wat je nodig hebt
- brander, lucifers
- driepoot
- driehoek
- porseleinen indampschaaltje
- kroezentang
- twee 50 mL bekerglaasjes
- glazen roerstaaf
- twee reageerbuizen
- reageerbuisrekje
- trechter
- filtreerpapier
- 10 mL zandmonster I
- 10 mL zandmonster II
- spuitfles met demiwater of gedestilleerd water

Inleiding
Zand van het strand bevat altijd een beetje zout uit de zee. Zand uit het binnenland niet. Je kunt met de scheidingsmethoden extractie, filtratie en indampen zout van zand scheiden en in vaste vorm krijgen. Op deze manier kun je achterhalen of een monster zand afkomstig is van het strand bij Zandvoort of uit bijvoorbeeld de Drunense Duinen in Brabant.

Wat je moet doen
1 Extractie
- Spuit een laagje water in elk van beide bekerglaasjes met zand.
- Roer met de glazen roerstaaf in beide glaasjes.

2 Filtratie
- Merk de twee reageerbuizen met I en II.
- Vouw het filtreerpapier en plaats het in de trechter.
- Zet de trechter in reageerbuis I.
- Schenk de inhoud van bekerglaasje I door de trechter.
- Spoel het bekerglaasje na met de spuitfles en schenk ook dit restant door de trechter.
- Herhaal alles met bekerglaasje II met zand. Gebruik hiervoor reageerbuis II.

3 Indampen
- Zet het porseleinen indampschaaltje op de driehoek op de driepoot.
- Schenk (een deel van) de inhoud van reageerbuis I in het indampschaaltje. Vul het indampschaaltje maximaal tot de helft.
- Steek de brander aan, regel de vlam op halve hoogte, zet de brander onder het indampschaaltje en damp de vloeistof helemaal in.
- Herhaal alles met reageerbuis II.

Waarnemingen
Noteer bij elke scheidingsmethode je waarnemingen overzichtelijk.

Conclusies
1 Welk zandmonster komt uit Zandvoort? En welk uit de Drunense Duinen?
2 Verklaar je antwoord op vraag 1.



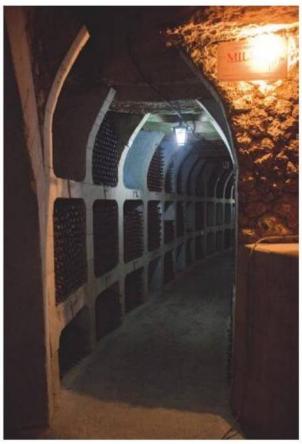
2.32 Met zand in Zandvoort zandkastelen bouwen

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

2.8 Waaruit bestaat rode wijn?

Wat je nodig hebt
- statiefmateriaal
- rondbodemkolf
- destillatieopzet met koeler
- gasbrander
- erlenmeyer van 100 mL
- rode wijn
- drie kooksteentjes
- lucifers



2.33 De wijncollectie van Milestii Mici in Moldavië is de grootste wijnvoorraad ter wereld. Het gebied heeft meer dan 200 kilometer aan gangen met wijnvaten en flessen. Er is een ondergronds spoor om het vervoeren van de wijn mogelijk te maken.

Inleiding
Mengsels van vloeistoffen kun je door middel van destillatie scheiden. Rode wijn is zo'n mengsel. Het bestaat voornamelijk uit water en alcohol. Daarnaast zit er een rode kleurstof in en nog kleine hoeveelheden van heel veel andere opgeloste stoffen. De kookpunten van alcohol en water verschillen van elkaar. Het is mogelijk om de alcohol door middel van destillatie uit het mengsel te halen. In deze (demonstratie)proef leer je hoe je dit kunt doen. Dit experiment kan door de docent of TOA worden uitgevoerd. Als je op school MicroChem-glaswerk hebt, kun je dit experiment zelf uitvoeren. In dat geval volg je de instructies uit de MicroChem-map op.

Wat je moet doen
1. Bouw de destillatieopstelling zoals afgebeeld in figuur 2.30.
2. Sluit de koeler op de juiste manier aan op de kraan.
3. Vul de rondbodemkolf voor de helft met rode wijn.
4. Voeg hieraan drie kooksteentjes toe.
5. Verwarm de rondbodemkolf met rode wijn zachtjes met een blauwe, niet-ruisende vlam.
6. Zorg ervoor dat het mengsel heel zachtjes blijft koken.
7. Vang de vloeistof op in de erlenmeyer.
8. Let goed op wat er tijdens de destillatie gebeurt.
9. Onderzoek de brandbaarheid van het destillaat.

Waarnemingen
1. Verwerk je waarnemingen in een overzichtelijke tabel. Beschrijf wat er gebeurt in de rondbodemkolf, de koeler en in de erlenmeyer.
2. Waar bevindt zich na afloop het residu? En het destillaat?

Conclusie
Wat is de samenstelling van het residu? En dat van het destillaat?

Vragen
1. Leg uit waarom je de aanvoerslang van het koelwater onderaan moet aansluiten en niet bovenaan.
2. Bedenk een reden voor het toevoegen van de kooksteentjes.

2.9 Hoe verloopt de temperatuur bij een destillatie?

Je kunt de beschrijving van dit experiment downloaden van de site of vragen aan je docent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 21

Zowel met indampen als filtreren kun je een vaste stof en een vloeistof scheiden. Toch gebruik je beide methodes voor verschillende soorten mengsels. Waarin verschillen deze mengsels van elkaar?

A 22

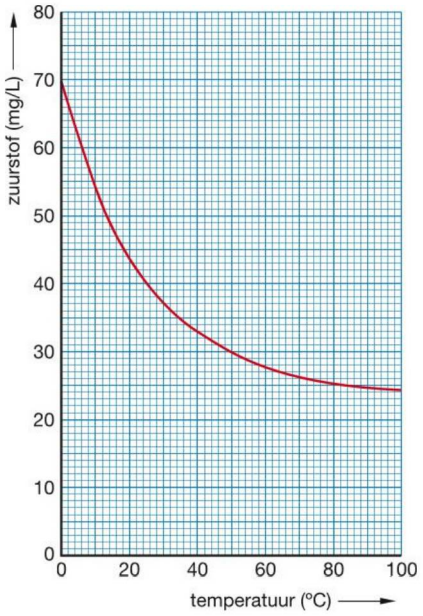
a Teken in je schrift schematisch een destillatieopstelling. Zet hierin de volgende woorden op de juiste plaats:
1 opvangvat
2 koeler
3 destillatiekolf
4 aanvoer van koud water
5 destillaat
6 thermometer

b Welke twee faseovergangen vinden tijdens de destillatie plaats?

c Op welk verschil in stofeigenschappen berust de scheidingsmethode destilleren?

B 23

Op een hete zomerdag kun je de vissen in een vijver aan de oppervlakte zien zwemmen, terwijl ze regelmatig 'lucht happen'. Verklaar dit met behulp van gegevens van figuur 2.34.



2.34 De oplosbaarheid van zuurstof in water gemeten bij een druk van 1 bar

B 24

In rivierwater zit weinig opgelost zout. De rivieren stromen al vele eeuwen uit in zee en oceanen. Dat zeewater is veel zouter dan het rivierwater. Hoe komt dat?

B 25

Bedenk een experiment waarmee je kunt aantonen dat alcohol ook bij een lagere temperatuur dan zijn kookpunt verdampt.

B 26

Lees de tekst in het kader 'De drooglegging in Amerika, een mislukt experiment' en beantwoord de volgende vragen.

Als je vruchten gebruikt om alcohol te maken, krijg je bij destillatie geen zuivere alcohol als destillaat.

a Leg uit waaruit het destillaat bestaat.

b Bedenk hoe je de destillatie kunt uitvoeren zonder een mengsel te krijgen.

Toen criminelen de industriële alcohol gingen opkopen, dwong de Amerikaanse overheid de bedrijven om stoffen aan hun alcohol toe te voegen die de alcohol onbruikbaar maakte voor de drankproductie.

c Wat zou je kunnen toevoegen om de alcohol onbruikbaar te maken?

B 27 N

In de scheikunde kennen we verzadigde en onverzadigde oplossingen.

a Leg uit wat het verschil tussen de twee oplossingen is.

De oplosbaarheid van zout is 359 g/L bij 25 °C.

b Bereken hoeveel gram zout maximaal oplost in 0,25 L water van 25 °C.

c Waarom staat bij vraag b de temperatuur vermeld?

Het zout uit de zee bestaat voornamelijk uit natriumchloride. In 100 L Noordzeewater bevindt zich 3,5 kg opgelost natriumchloride.

d Ga met een berekening na of Noordzeewater een verzadigde oplossing van natriumchloride is.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 28 M

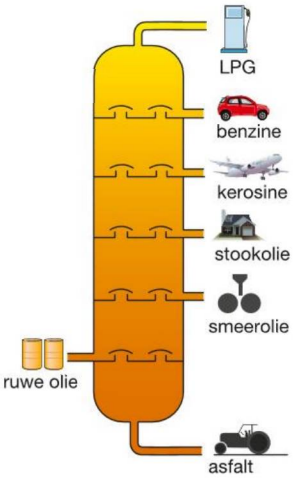
Als je water gaat koken, zie je eerst allemaal kleine belletjes ontstaan. Het water kookt dan nog lang niet. Als het water kookt, ontstaan grote bellen en de temperatuur is dan 100 °C.

a Welke stof zit in de kleine belletjes?

b Welke stof zit in de grote bellen?

C 29 M

Aardolie is een mengsel van wel 100 000 verschillende stoffen, die allemaal hun eigen kookpunt hebben. In een olieraffinaderij wordt aardolie in een destilleerketel gekookt. Boven die ketel zit een lange kolom. Benzine condenseert boven in de kolom. Andere stoffen als kerosine, diesel en stookolie worden lager afgetapt. In de kolf blijft een zware stroop over als residu. Dit wordt gebruikt voor asfalt. Zie figuur 2.35.



2.35 Destillatiekolom

Aan de onderkant van de kolom is de temperatuur het hoogst. Hoe hoger in de kolom, des te lager is de temperatuur.

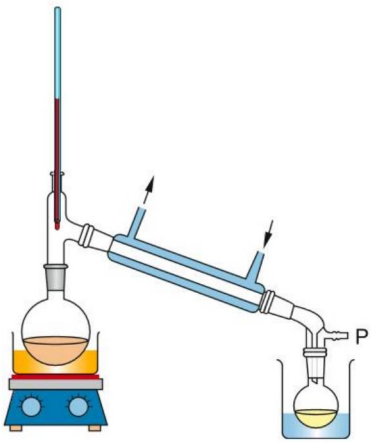
a Uit de kolom komt bovenaan gas vrij. Waarom komt het gas bovenaan vrij?

b Lpg betekent liquefied petroleum gas. Hoe wordt dit gas vloeibaar gemaakt?

c Benzine kookt bij een lagere temperatuur dan stookolie. Waarom wordt benzine hoger in de kolom afgetapt dan stookolie?

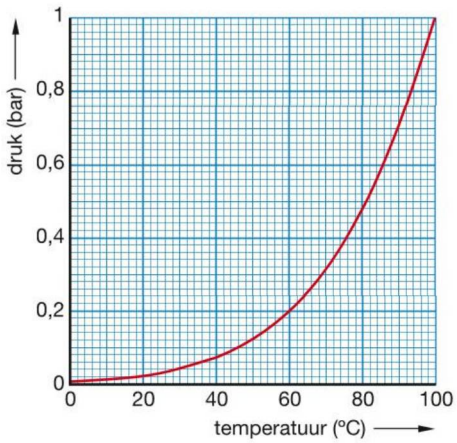
C 30 N

Sommige stoffen kunnen niet tegen een temperatuur van 100 °C. Als je een waterige oplossing van zo'n stof hebt, kun je de stof daarom niet zonder meer destilleren.
Bij een kleinere druk is het kookpunt lager. Zulke kwetsbare stoffen kun je daarom goed bij een lage druk destilleren.
In figuur 2.36 staat een destillatieopstelling waarmee dat kan. Bij punt P wordt dan een afzuigpomp aangesloten.



2.36 Lage-drukdestillatie

a Noem een voordeel van het destilleren onder lage druk.



2.37 Het verband tussen druk en kookpunt

b Suikerwater kun je het beste destilleren bij 50 °C. Leid uit figuur 2.37 af bij welke druk je dan moet destilleren.

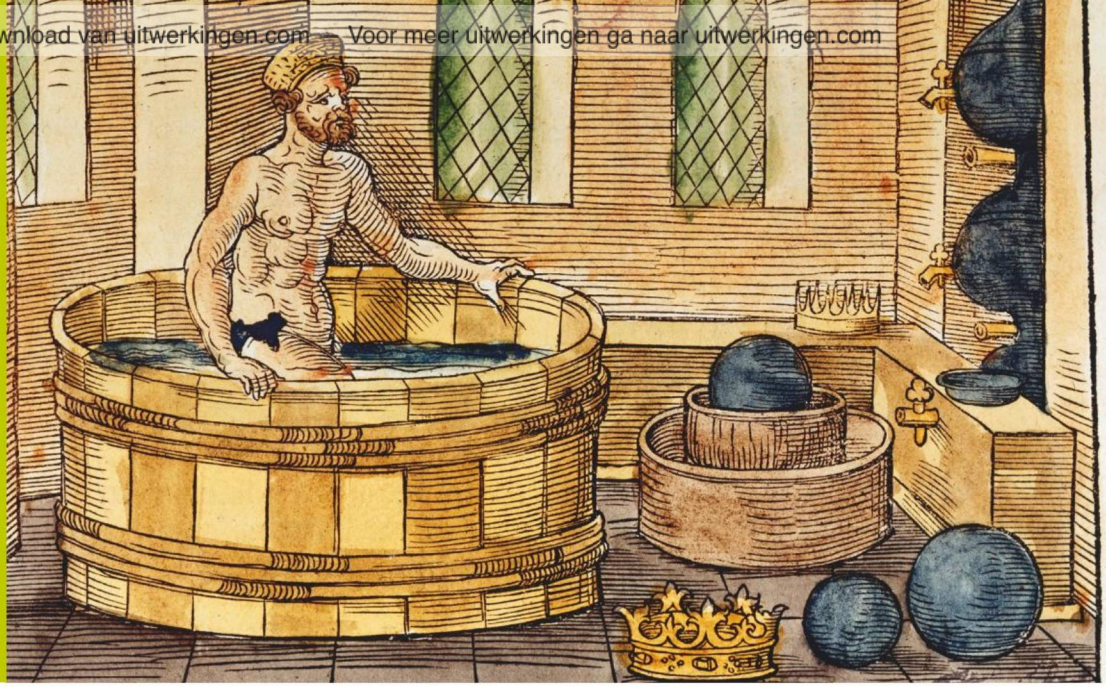
Je kunt nu

- de scheidingsmethoden indampen en destilleren toepassen;
- uitleggen dat de oplosbaarheid van gassen en vaste stoffen afhankelijk is van de temperatuur;
- een destillatieopstelling tekenen;
- aangeven welke faseveranderingen tijdens een destillatie optreden en waar dat gebeurt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

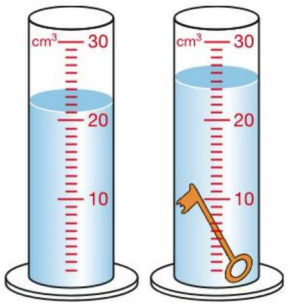
Zuiver goud of niet?
Archimedes kreeg de opdracht om te bepalen of een kroon werkelijk van goud was.
De massa kon hij wel bepalen, maar het volume niet. Hij mocht de kroon niet omsmelten. In het bad kreeg hij plotseling het inzicht hoe hij het volume van de kroon kon bepalen: eureka!



Je leert
- verschillende soorten berekeningen uitvoeren.

2.4 Rekenen aan oplossingen

Dichtheid
Toen Archimedes de opdracht met de kroon kreeg, wist hij al dat hij de dichtheid van de kroon moest bepalen om te weten of hij van goud was. Maar het volume was het probleem. Dichtheid is een stofeigenschap. Door de dichtheid van een voorwerp te bepalen en die te vergelijken met waarden uit een tabellenboek, kun je controleren van welke stof het voorwerp is gemaakt. Zie voorbeeld 1.



2.38 Onderdompelmethode: het verschil tussen eindvolume en beginvolume is het volume van de sleutel.

Voorbeeld 1: Bepaal of de sleutel van ijzer is
Je hebt een sleutel met een massa van 19,5 gram. Je dompelt hem onder in water om het volume te bepalen. Zie figuur 2.38. De dichtheid van ijzer is 7,9 g/cm³.
a Bepaal de dichtheid van de stof waar de sleutel van is gemaakt in g/cm³.

Je bepaalt uit de figuur eerst het volume van de sleutel = 24,0 – 21,0 = 3,0 cm³.
De dichtheid bepaal je nu met een verhoudingstabel.

massa (g)	19,5	x
volume (cm³)	3,0	1,0

Met kruisproducten vind je: $x = \frac{19{,}5 \text{ g} \times 1{,}0 \text{ cm}^3}{3{,}0 \text{ cm}^3} = 6{,}5 \text{ g}$.

De dichtheid van het metaal van de sleutel is 6,5 g/cm³. De sleutel is dus niet van ijzer.

© Noordhoff Uitgevers bv

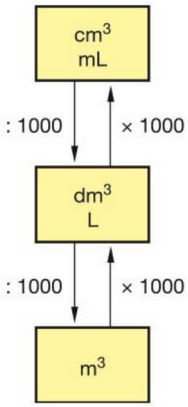
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

b Bereken de massa van de sleutel als deze van ijzer zou zijn gemaakt.

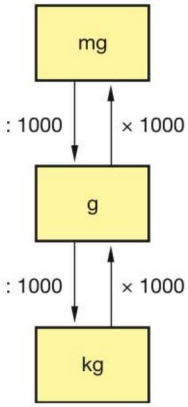
Nu is de dichtheid gegeven en moet je de massa berekenen. Dat doe je weer met een verhoudingstabel:

massa (g)	7,9	x
volume (cm^3)	1,0	3,0

Met kruisproducten vind je: $x = \frac{7{,}9\ g \times 3{,}0\ cm^3}{1{,}0\ cm^3} = 23{,}7\ g$ als de sleutel van ijzer zou zijn.



2.39 Omrekenschema volumes



2.40 Omrekenschema massa's

Oplosbaarheid

De **oplosbaarheid** is het aantal gram dat maximaal in 1 L oplossing kan zitten. De oplosbaarheid kun je ook aangeven met het maximaal aantal gram stof dat in 1 kg oplosmiddel kan oplossen. De eenheden zijn dus g/L of g/kg.
Meestal zijn oplossingen niet verzadigd. Het gehalte aan opgeloste stof is dan lager dan de maximale hoeveelheid. Zo is het zoutgehalte in zee 35 g/L, terwijl de oplosbaarheid 359 g/L is. In voorbeeld 2 zie je hoe je berekeningen aan gehaltes kunt uitvoeren.

Voorbeeld 2: Zeewater ontzilten

De ontziltingsinstallatie op het Jebel Ali-terrein in Dubai produceert per dag 136 000 m^3 drinkwater via destillatie. Het zeewater in Dubai heeft een zoutgehalte van 35 g/L.

a Bereken hoeveel kilogram zout de installatie per dag produceert als je ervan uitgaat dat de destillatie doorgaat tot al het water is verdampt.

Je moet eerst de eenheden gelijkmaken, dus of kg en m^3 of g en L. Kies bijvoorbeeld voor kg en m^3. Als je figuur 2.39 en 2.40 gebruikt, dan is 35 g/L gelijk aan 35 000 g in 1000 L of 35 kg/m^3. De massa van het zout dat per dag wordt geproduceerd is dan:

massa (kg)	35	x
volume (m^3)	1,0	$1{,}36 \cdot 10^5$

Met kruisproducten vind je: $x = \frac{35\ kg \times 1{,}36 \cdot 10^5\ m^3}{1{,}0\ m^3} = 4{,}8 \cdot 10^6\ kg$ zout.

b In werkelijkheid stopt de destillatie als de zoutoplossing verzadigd is. Het zoutgehalte is dan 359 kg/m^3. Bereken hoeveel m^3 verzadigde zoutoplossing de installatie per dag produceert bij een productie van 136 000 m^3 drinkwater. Gebruik je antwoord bij a.

massa (kg)	359	$4{,}8 \cdot 10^6$
volume (m^3)	1,0	x

Met kruisproducten vind je: $x = \frac{1{,}0\ m^3 \times 4{,}8 \cdot 10^6\ kg}{359\ kg} = 1{,}3 \cdot 10^4\ m^3$ verzadigde zoutoplossing.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Ingrediënten:
75% vruchtensap uit geconcentreerd vruchtensap (42% appel, 17% mandarijn, 14% ananas, 1% mango, 1% passievrucht), glucose-fructosestroop, suiker, voedingszuur: citroenzuur, vitaminen B3, B5, B6, C en E, aroma, conserveermiddel: E202.

E = door EU goedgekeurde hulpstoffen.

Niet alle afbeeldingen geven de ingrediënten weer.

Voedingswaarde per	100 ml	portie*	
Energie	1286 kJ / 303 kcal	321 kJ / 76 kcal	4%**
Vetten	0,5 g	<0,1 g	<1%**
waarvan: verzadigd vet	0,1 g	<0,1 g	<1%**
enkelvoudig onverzadigd vet	0,0 g	0,0 g	
meervoudig onverzadigd vet	0,0 g	0,0 g	
Koolhydraten	73,8 g	18,5 g	
waarvan: suikers	73,5 g	18,4 g	20%**
Vezels	0,5 g	<0,1 g	
Eiwitten	0,5 g	<0,1 g	
Zout	0,03 g	0,01 g	<1%**
Vitamine B3	19 mg	4,8 mg	119%/30%***
Vitamine B5	7,2 mg	1,8 mg	119%/30%***
Vitamine B6	1,7 mg	0,4 mg	119%/30%***
Vitamine C	96 mg	24 mg	119%/30%***
Vitamine E	14 mg	3,6 mg	119%/30%***

* Een portie (een glas is 1 deel siroop (25 ml) + 7 delen water (175 ml)) is 200 ml. Deze verpakking bevat circa 30 porties.
** Percentage per portie, referentie-inname van een gemiddelde volwassene (8400 kJ / 2000 kcal).
*** Percentage per 100 ml/portie van de dagelijkse referentie-inname.

2.41

Percentage

Gehaltes van mengsels worden vaak in een percentage aangegeven. Het **volumepercentage** is het aantal milliliter stof per 100 mL mengsel. Het **massapercentage** is het aantal gram stof per 100 g mengsel. In figuur 2.41 staat het etiket van een fles limonadesiroop. Hoewel het niet juist op het etiket staat, is van elke 100 mL siroop 75 mL geconcentreerd vruchtensap. Op de fles staan de gehaltes van de bestanddelen gegeven in gram per 100 mL. Ook is aangegeven hoeveel je binnenkrijgt per glas (portie) dat je drinkt.

Voorbeeld 3

a Bereken hoeveel mL geconcentreerd vruchtensap je binnenkrijgt in één portie limonade van 200 mL. Bekijk het etiket van figuur 2.41.

Er zit 75 volume-% vruchtensap in de siroop en 25 mL siroop in één portie limonade.

volume vruchtensap (mL)	75	x
volume siroop (mL)	100	25

$x = \dfrac{75 \text{ mL} \times 25 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 19 \text{ mL}$. Dus er zit 19 mL. vruchtensap in één glas (portie) siroop.

b De limonadesiroop in een volle fles van 750 mL heeft een massa van 945 g. Bereken het massapercentage suikers. Dit is het aantal gram suikers per 100 g siroop.

Op het etiket vind je dat 100 mL limonadesiroop 73,5 g suikers bevat. Je rekent eerst de massa van 100 mL siroop uit.

massa limonadesiroop (g)	945	x
volume limonadesiroop (mL)	750	100

$x = \dfrac{945 \text{ g} \times 100 \text{ mL}}{750 \text{ mL}} = 126 \text{ g}$. De massa van 100 mL limonadesiroop is 126 g.

Je weet nu dat er 73,5 g suikers in 126 g siroop zit.

massa suiker (g)	73,5	x
massa limonadesiroop (g)	126	100

$x = \dfrac{73{,}5 \text{ g} \times 100 \text{ g}}{126 \text{ g}} = 58 \text{ g}$, het massapercentage suiker in 100 g siroop is dan 58%.

Samenvatting

- Bij het rekenen in de scheikunde gebruik je vaak verhoudingstabellen. Het gevraagde geef je weer met een x. Met kruisproducten kun je x berekenen.
- Kies afhankelijk van de gegevens en het gevraagde de juiste eenheid op elke regel. Op één regel staat altijd dezelfde eenheid. Reken zo nodig de eenheid om.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 31

Wat wordt bedoeld met het begrip dichtheid?

A 32

Bij berekeningen in de scheikunde gebruik je vaak verhoudingstabellen. Belangrijk bij verhoudingstabellen is dat je de juiste grootheden en eenheden op de twee rijen van de tabel schrijft. Geef bij elke type berekening aan welke van de onderstaande tabel of tabellen er bij past of passen.

a Een berekening met dichtheid
b Een berekening aan oplosbaarheid
c Een berekening met volumeprocenten
d Een berekening met massaprocenten.

A

massa	... g
volume	... L

B

massa	... g
massa	... g

C

volume	... mL
volume	... mL

D

massa	... g
volume	... cm^3

A 33

Archimedes vond door onderdompeling dat het volume van de kroon 54 cm^3 was. De massa van de kroon bleek 850 g. De dichtheid van zuiver goud is 19,3 g/cm^3.

a Toon aan dat de kroon niet van zuiver goud was.
b Bereken het volume dat de kroon zou moeten hebben als de kroon wel van zuiver goud was geweest.

B 34

Een stof met een kleinere dichtheid dan water zal op het water drijven, een stof met een grotere dichtheid zal zinken en een stof met dezelfde dichtheid zal in het water zweven.

a Noem een vloeistof en een vaste stof waarvan de dichtheid kleiner is dan die van water.
b Noem een vaste stof waarvan de dichtheid groter is dan die van water.

B 35

a Hoe verandert de dichtheid van de vloeistof als je een grote hoeveelheid zout in water oplost?

Het water van de Dode Zee bevat zo veel opgeloste zouten dat je er vanzelf in blijft drijven.

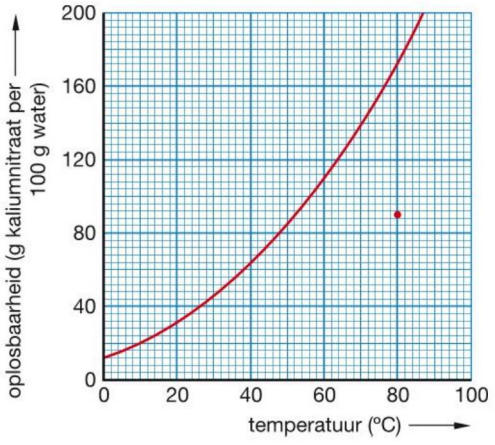
b Zoek op waar de Dode Zee ligt. Probeer dan te verklaren waarom het zoutgehalte van de Dode Zee zo veel hoger is dan dat van bijvoorbeeld de Noordzee.

B 36 M

Bij de bereiding van een medicijn worden de chemische namen in het Latijn gebruikt, het zogenaamde potjeslatijn. Aspirine, het bekendste geneesmiddel tegen hoofdpijn, heeft de Latijnse naam acidum acetylsalicylicum. Het zijn kleurloze en reukloze kristalletjes. In een leerboek voor apothekers over receptuur staat dat één deel aspirine oplost in minimaal driehonderd delen water (in massa) bij 20 °C. Bij spiritus is dat anders, hier lost één deel aspirine op in minimaal drie delen spiritus bij 20 °C.
Leg uit of aspirine beter of slechter in water oplost dan in spiritus.

C 37 N

In het diagram in figuur 2.42 is de oplosbaarheid van de stof kaliumnitraat bij verschillende temperaturen weergegeven in gram kaliumnitraat per 100 g water.



2.42

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Je hebt 4,5 g kaliumnitraat opgelost in 5,0 g water van 80 °C. Deze oplossing wordt weergegeven door de getekende punt in het diagram. Je koelt de oplossing af tot 20 °C. Een deel van het kaliumnitraat slaat neer. Bereken hoeveel gram kaliumnitraat neerslaat.

C 38

Het volumepercentage olie in slasaus is 25%.

a Wat betekent deze uitspraak?

Een fles bevat 0,500 L slasaus.

b Laat met een berekening zien hoeveel mL olie er in deze fles slasaus zit.

Op een portie sla zit 3 mL olie.

c Bereken hoeveel mL slasaus hiervoor nodig is.

C 39

Je lost 3,0 gram zout op in water. Je weegt de ontstane oplossing. De massa bedraagt 500 g.

a Hoeveel gram opgelost zout zit in 100 g oplossing?

b Hoe groot is het massapercentage zout in de oplossing?

Je dampt 30 gram van de oplossing in.

c Bereken hoeveel gram zout in het indampschaaltje achterblijft.

C 40 M

In de volgende tabel ontbreken de getallen bij a, b en c. Geef deze getallen en laat steeds zien hoe je eraan komt.

stof	volume (cm^3)	massa (g)	dichtheid (g per cm^3)
benzine	10,0	7,2	... (a)
water	5,0	... (b)	1,0
lood	... (c)	25,0	11,4

C 41

De dichtheid van ijs is 0,92 g/cm^3.
De dichtheid van aluminium is 2,7 g/cm^3.
Je hebt twee even grote blokjes ijs en aluminium.

a Welke blokje heeft de grootste massa, ijs of aluminium?

Je hebt een kubusvormig blokje lood en een kubusvormig blokje aluminium. Elk blokje heeft een massa van 10 g. De dichtheid van lood is groter dan de dichtheid van aluminium.

b Leg uit welk blokje het grootst is, het blokje lood of het blokje aluminium, of zijn ze allebei even groot?

C 42 N

De zon verdampt elke dag biljoenen tonnen water. Een boom verdampt gemiddeld 265 L water per dag. Een hectare maïs verdampt per dag 15 000 L water.
Een boer verbouwt 2,6 hectare maïs.

a Bereken hoeveel bomen je moet planten om evenveel water te laten verdampen als die 2,6 hectare maïs.

Stel je voor dat op een bepaalde dag 3,8 biljoen ton water verdampt door de zon. Je mag aannemen dat de dichtheid van water 1,0 g/cm^3 is. 1 biljoen = 10^{12}. 1 ton = 1000 kg.

b Hoeveel bomen moet je planten om evenveel water te laten verdampen?



2.43 Woestijnrozen zijn een mengsel van zand en gips en ontstaan door verdamping van het grondwater in de woestijn. Ze bevatten zo veel zand dat ze de kleur van het zand aannemen.

Je kunt nu

- berekeningen met dichtheid uitvoeren;
- berekeningen uitvoeren met betrekking tot de oplosbaarheid van gassen en vaste stoffen;
- berekeningen met massa en volume procent uitvoeren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Als met lood verontreinigde lucht wordt ingeademd, blijft 50% van het lood in de longen achter.
Stel dat een persoon per dag 20 kg lucht inademt met een loodgehalte van 1,9 µg per kg.
Bereken hoeveel lood dan per dag in het lichaam van deze persoon achterblijft.

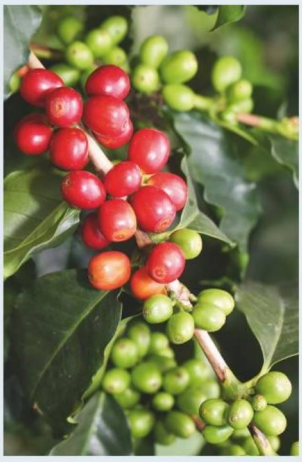
2 Een bepaalde soort cola bevat 11 massa-% suiker.

a Bereken hoeveel gram suiker in een glas van 125 mL zit. Ga ervan uit dat de dichtheid van de cola 1,0 g/cm^3 is.

De dichtheid van suiker is 1,6 g/cm^3.

b Leg uit of het volumepercentage van suiker in de cola groter, kleiner of gelijk is aan 11%.

3 De stof cafeïne werd in 1820 voor het eerst uit koffiebonen gehaald (figuur 2.44). Dat werd gedaan door te extraheren met het oplosmiddel hexaan. Na filtratie verkrijg je koffiebonen zonder cafeïne en een oplossing van cafeïne in hexaan. Het hexaan wordt teruggewonnen door scheiding van het mengsel van cafeïne en hexaan. Bij het terugwinnen van hexaan wordt het mengsel verwarmd tot het kookt. De damp wordt weer afgekoeld en de vloeistof die dan ontstaat, wordt opgevangen. Cafeïne heeft een hoger kookpunt dan hexaan.



2.44 Koffiestruik met rijpe en onrijpe koffiebessen

a In de tabel staan twee vragen en vier mogelijke combinaties A t/m D als antwoord. Welk van de vier mogelijkheden is juist?

	Welke scheidingsmethode wordt toegepast bij het terugwinnen van hexaan?	**Welke stof is hierbij het residu?**
A	destilleren	cafeïne
B	destilleren	hexaan
C	indampen	cafeïne
D	indampen	hexaan

Doordat het hexaan wordt teruggewonnen, komt het niet in het milieu terecht. Naast het milieuvoordeel heeft het terugwinnen van hexaan ook een voordeel voor de fabrikant van cafeïnevrije koffie.

b Welk voordeel heeft het terugwinnen van het hexaan voor de fabrikant?

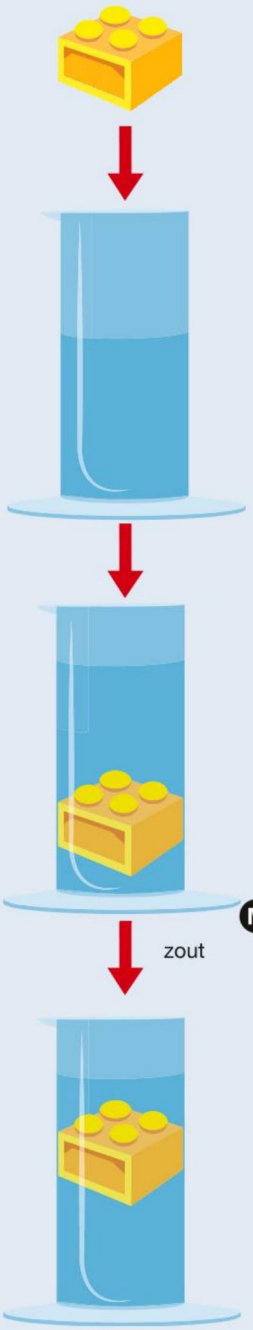
4 Suiker heeft een dichtheid van 1,58 g/cm^3.

a Bereken het volume van 500 g suiker.

b Een pak suiker van 500 g blijkt duidelijk meer volume in te nemen dan je bij a hebt berekend. Dit ligt niet aan het volume van de verpakking. Waar ligt het wel aan?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



2.45 De dichtheid van het plastic van een legosteentje bepalen

M 5 Je wilt de dichtheid weten van het plastic waar een legosteentje van is gemaakt. Daarvoor leg je het steentje in 100 g water (zie figuur 2.45). Het zinkt. Nu voeg je net zo veel zout toe tot het legosteentje in het water gaat zweven. Daar is 18 g zout voor nodig.

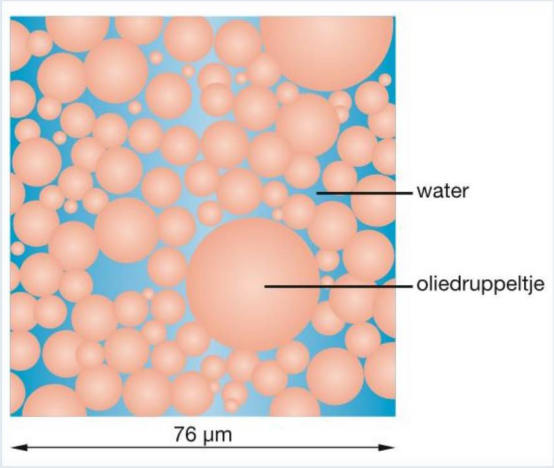


2.46

a Waardoor gaat het legosteentje zweven?
b Bepaal de dichtheid van het plastic met behulp van diagram 2.46.

6 Pinda's bevatten veel vet. Het massapercentage vet is 52%.
a Bereken het aantal gram vet in 250 g pinda's.
b Je wilt niet meer dan 150 g vet binnen krijgen. Bereken hoeveel gram pinda's je dan mag eten.

M 7 Mayonaise is een emulsie van olie in water. Figuur 2.47 toont een tekening die is gemaakt van een microscoopopname van mayonaise.
a Bepaal met behulp van een verhoudingstabel de diameter van het aangegeven oliedruppeltje.
b Behalve olie en water zit in mayonaise ook eidooier. Wat is de functie van eidooier in mayonaise?
c In 50 g mayonaise zit 41 g olie. Bereken het massapercentage olie in mayonaise.



2.47 Emulsie van olie in water

Als de mayonaise lang blijft staan, vooral buiten de koelkast, kan de mayonaise gaan schiften. Hierbij vindt een scheiding tussen olie en water plaats.
d Hoe heet zo'n scheiding?
e Teken de geschifte mayonaise in een reageerbuis. Geef aan wat de olie en het water is. Let ook op de verhouding van de olie en het water.
f Hoe heet het systeem dat je hebt getekend?
Bron: CE havo 2015-I.

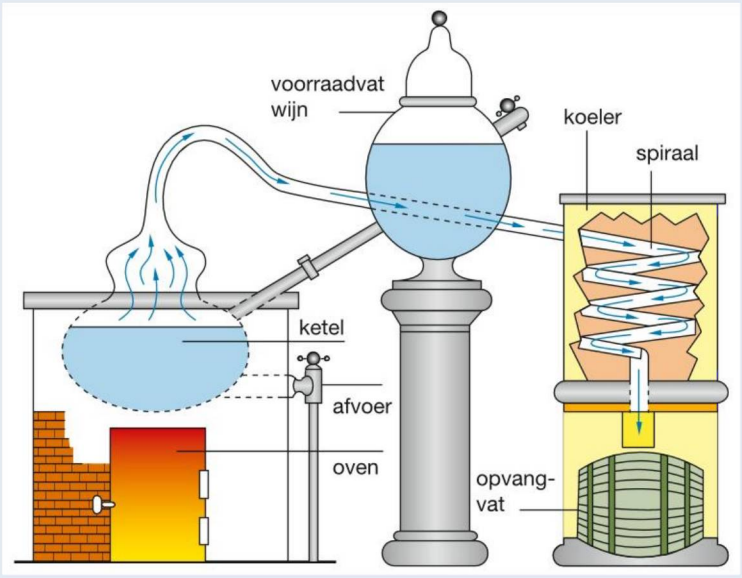
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

N 8 Door witte wijn te destilleren wordt cognac gemaakt. In figuur 2.49 zie je de opstelling waarmee cognac wordt bereid. Het alcoholpercentage in wijn is 9 volume-%. In de wijn zitten behalve water en alcohol nog veel smaak- en kleurstoffen. Na destillatie van de wijn wordt het destillaat, de brandewijn met een alcoholpercentage van 70%, twee en een half jaar opgeslagen in houten vaten. Het tannine dat uit het hout oplost in de brandewijn zorgt mede voor de smaak van de cognac. Uiteindelijk wordt de brandewijn verdund met water en gebotteld tot cognac (figuur 2.48). De cognac heeft nu een alcoholpercentage van 40%.



2.48 Deze fles cognac bestaat uit een mengsel van 40 tot 110 jaar oude cognacs. Er zijn maar 786 flessen van gemaakt.
De prijs? Per fles € 130 000.



2.49 Cognacdestillatie

Vergelijk deze destillatieopstelling met de destillatieopstelling die je hebt geleerd (figuur 2.30).

a Welke onderdelen ontbreken in figuur 2.49? Welke onderdelen die je niet kent staan in figuur 2.49?
b Beschrijf stap voor stap hoe de wijn hier cognac wordt.
c Wat is hier het destillaat en wat het residu?
d De pijp waar de damp van de wijn door stroomt, gaat door het voorraadvat met wijn. Noem twee voordelen van deze constructie.

Als er uit de wijn nog maar weinig damp komt, wordt het proces onderbroken. Om de volgende hoeveelheid wijn te destilleren, wordt achtereenvolgend een aantal stappen gezet. Deze stappen staan hieronder in verkeerde volgorde.

e Zet de stappen in de juiste volgorde.
1 De kraan van het voorraadvat naar de ketel wordt opengezet tot de ketel is gevuld.
2 De oven wordt op een lagere temperatuur gezet.
3 De oven wordt weer op de oorspronkelijke temperatuur gezet.
4 De afvoerkraan wordt opengezet totdat de ketel leeg is.
5 Het voorraadvat wordt bijgevuld.

f Hoe heet de scheidingsmethode waarbij tannine uit het hout oplost in de brandewijn?
g Hoeveel liter wijn moet je destilleren om 25 liter cognac te maken, als je ervan uitgaat dat er tussentijds geen alcohol verloren gaat?

In werkelijkheid is het rendement slechts 60%.

h Bereken hoeveel wijn je nodig hebt als je rekening houdt met dit rendement.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

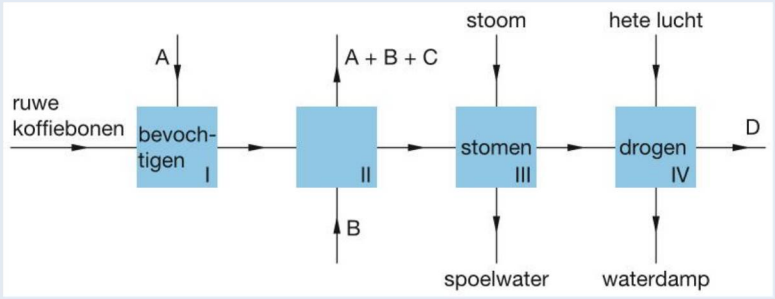
N 9 **Cafeïne uit koffie verwijderen**





2.51 Zonder cafeïne slaap je beter, maar met twee kopjes koffie schijnen je sportprestaties te verbeteren.

Cafeïne is een oppeppende stof (figuur 2.51) die voorkomt in onder meer koffie(bonen) en chocolade(producten). Cafeïne kan uit koffiebonen worden verwijderd. Dit proces noem je decafeïneren. Een manier daarvoor is een behandeling met dichloormethaan (DCM). Dit proces is in figuur 2.50 in een blokschema weergegeven. Elk blok stelt een ruimte voor waar een activiteit plaatsvindt. De pijlen geven aan welke stoffen van de ene naar de andere ruimte stromen.



2.50

Eerst worden de ruwe koffiebonen vochtig gemaakt met water (ruimte I). Daarna worden de bonen geweekt in DCM, waarin de cafeïne oplost (ruimte II). In ruimte II worden de bonen afgescheiden. De bonen worden daarna gestoomd (ruimte III) en vervolgens gedroogd met hete lucht (ruimte IV). De overgebleven vloeistof uit ruimte II wordt afgevoerd.
In het blokschema ontbreken de namen van de scheidingsmethodes die in ruimte II worden gebruikt. Ook ontbreken bij A, B, C en D de namen van de volgende stoffen:

- cafeïne
- cafeïnevrije koffiebonen
- DCM
- water

a Geef aan welke twee scheidingsmethodes in ruimte II worden gebruikt.
b Geef de namen van de stoffen die bij de letters A tot en met D horen.
Noteer je antwoord als volgt:
A: ... B: ... C: ... D: ...

Bron: CE havo 2015-II.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van twee keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je een van deze keuzeopdrachten gaan doen.

1 **Scheiden van een mengsel**
Een belangrijk toepassingsgebied van de scheikunde is het scheiden van stoffen. Stoffen zijn zuiver namelijk veel beter te gebruiken dan gemengd. In deze opdracht krijg je de beschikking over een mengsel en probeer je dit mengsel te scheiden in de zuivere stoffen.

2 **Stoomdestillatie**
Je kent nu het principe van destilleren bij het scheiden van een mengsel. Sommige mengsels kun je niet scheiden met gewoon destilleren, maar wel met stoomdestillatie. In deze opdracht onderzoek je met deze techniek de samenstelling van Coca-cola Cherry.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

Bezinken

Het scheiden bij suspensie en emulsie, waarbij de component met grotere dichtheid naar beneden zakt. De methode berust op verschil in dichtheid. **Centrifugeren** versnelt het bezinken doordat de emulsie of suspensie met grote snelheid draait.

Destilleren

Destilleren is een scheidingsmethode waarbij je een oplossing van een vaste stof of een mengsel van vloeistoffen kookt. De methode berust op verschil in kookpunt. De vloeistof met het laagste kookpunt is het **destillaat** en het mengsel van stoffen dat achterblijft in de destillatiekolf is het **residu**.

Emulsie

Een troebel mengsel van twee vloeistoffen heet een emulsie. Er vormt zich na enige tijd een **tweelagensysteem**. Een **emulgator** is een hulpstof die ervoor zorgt dat een emulsie langer gemengd blijft.

Extraheren

De scheidingsmethode waarbij één stof van een mengsel wel oplost in een vloeistof en de andere niet. De methode berust op verschil in oplosbaarheid. Het **extractiemiddel** is de vloeistof die je bij extraheren gebruikt.

Filtreren

Een scheidingsmethode voor suspensies, waarbij het mengsel een filter passeert. De methode berust op verschil in deeltjesgrootte. De vloeistof die bij filtreren het filter passeert is het **filtraat**. Het **residu** is de stof die bij filtreren op het filter achterblijft.

Indampen

Indampen is de scheidingsmethode om een opgeloste stof van de vloeistof te scheiden. De methode berust op verschil in kookpunt.

Oplosbaarheid

Oplosbaarheid van een stof is het aantal gram stof dat in 1 L vloeistof maximaal kan oplossen.

Oplossing

Een oplossing is een helder mengsel van een stof en een vloeistof waarbij de opgeloste deeltjes zo klein zijn dat ze het licht doorlaten.

Rendement

Het rendement is de verhouding van de praktische opbrengst en de theoretische opbrengst.

$$\text{rendement} = \frac{\text{praktische opbrengst}}{\text{theoretische opbrengst}} \times 100\%$$

Rook, schuim en nevel

Rook is een mengsel van fijn verdeelde vaste stof in een gas. Schuim is een fijn verdeeld gas in een vloeistof. Nevel is een fijn verdeelde vloeistof in een gas.

Suspensie

Een suspensie is een troebel mengsel van een vaste stof in een vloeistof waarbij de vaste deeltjes zo groot zijn dat ze het licht tegenhouden.

Verzadigde en onverzadigde oplossing

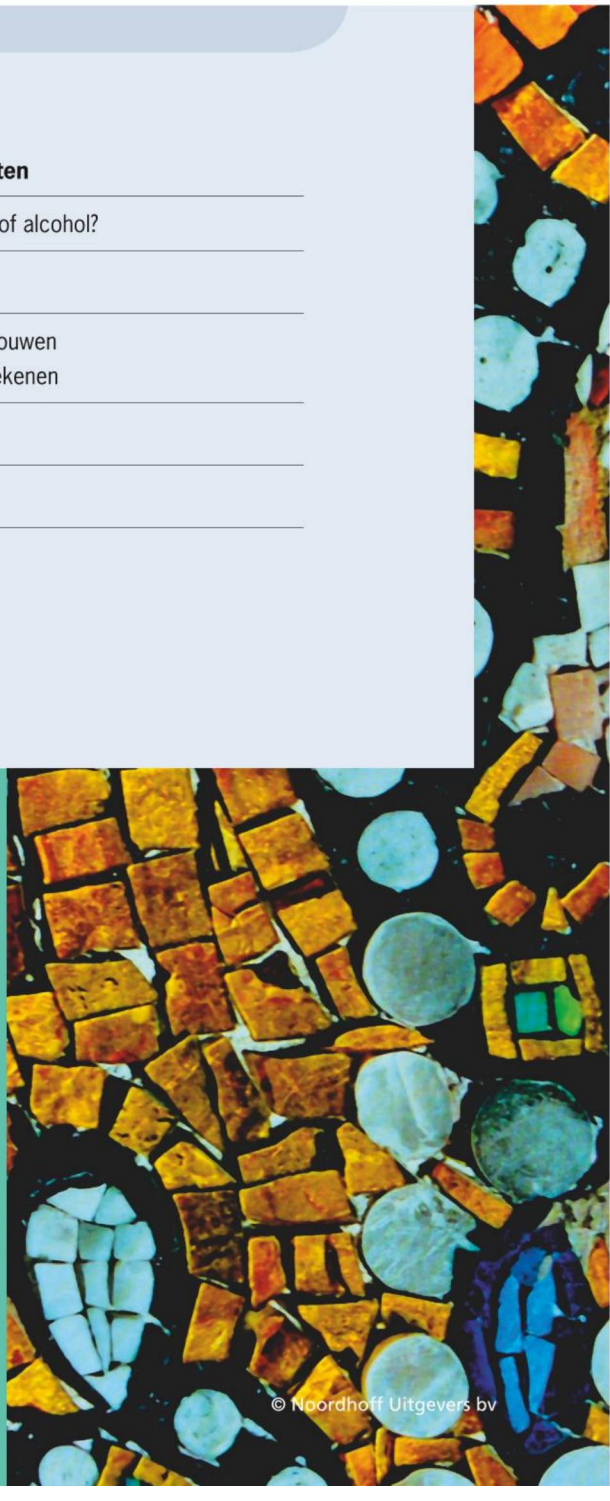
Een oplossing waarin de maximale hoeveelheid stof is opgelost, noem je een verzadigde oplossing. Is er minder opgelost, dan spreek je van een onverzadigde oplossing.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

3 Bouwstenen van stoffen

Paragrafen	Experimenten
3.1 Macro- en microniveau	3.1 Water, azijn of alcohol?
3.2 Het periodiek systeem	
3.3 Formuletaal	3.2 Moleculen bouwen 3.3 Moleculen tekenen
3.4 Atoombouw	
Afsluiting	
Overzicht begrippen	



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Apart en samen

Het mozaïek uit de 6e eeuw van keizerin Theodora in Ravenna in Italië is een mooi voorbeeld van kleine steentjes die samen een geheel vormen. Ook stoffen zijn opgebouwd uit kleine bouwstenen die samen de stof vormen.

3

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Licht om glucose te maken
Druiven hebben veel zonlicht nodig om goed te groeien. Veel fruit groeit daarom in warme landen. Het zonlicht is nodig om stoffen zoals water en koolstofdioxide om te zetten in glucose, ook wel druivensuiker genoemd. Maar waar bestaan die stoffen nu eigenlijk uit?



Je leert
- wat stoffen zijn;
- dat de meeste stoffen uit moleculen bestaan;
- dat modellen en simulaties in de scheikunde een belangrijke rol spelen.

3.1 Macro- en microniveau

● Experiment 3.1

Stoffen

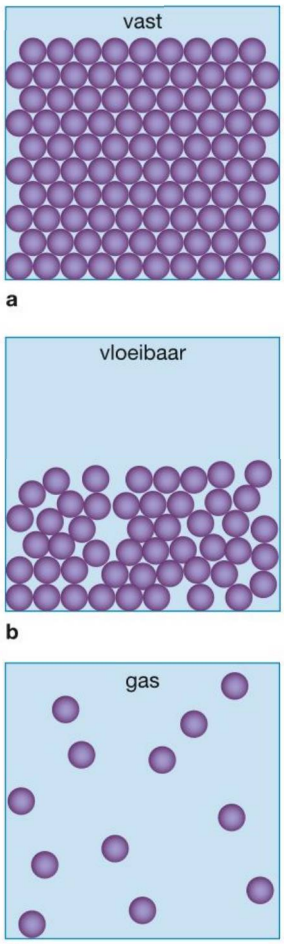
In de vorige twee hoofdstukken heb je naar stoffen en hun eigenschappen gekeken. Die stofeigenschappen bepalen hoe of waarvoor je een stof gebruikt. Alles wat je met je zintuigen kunt waarnemen noem je het **macroniveau**. Maar wat zijn de bouwstenen van stoffen? Daarvoor moet je inzoomen op de stof en naar een steeds kleiner deel van de stof kijken. Uiteindelijk kom je op het **microniveau**, je bestudeert dan de kleinste deeltjes waaruit een stof is opgebouwd. Als je een grote hoeveelheid van die deeltjes bij elkaar neemt, krijg je de stof.

Moleculen

Door het vele onderzoek dat de afgelopen eeuwen is uitgevoerd is bekend dat van de meeste stoffen de kleinste deeltjes **moleculen** zijn. Als je op microniveau naar de zuivere stof koolstofdioxide kijkt, dan zijn de bouwstenen van de stof koolstofdioxidemoleculen. De zuivere stof water bestaat uit alleen maar watermoleculen. Een zuivere stof bestaat dus uit allemaal dezelfde deeltjes.
De eigenschappen van een molecuul zijn anders dan die van de bijbehorende stof. De stof water heeft een kookpunt van 100 °C, maar één enkel molecuul water heeft geen kookpunt. Van een stof kun je aangeven in welke fase deze zich bevindt, maar van één los molecuul kan dat niet.
In hoofdstuk 1 heb je geleerd dat een stof in drie verschillende fasen kan voorkomen. Nu je weet dat de meeste stoffen zijn opgebouwd uit moleculen, kun je deze fasen weergeven met behulp van een schematische tekening.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



3.1 Schematische weergave van moleculen in de drie fasen: vast (a), vloeibaar (b) en gas (c)

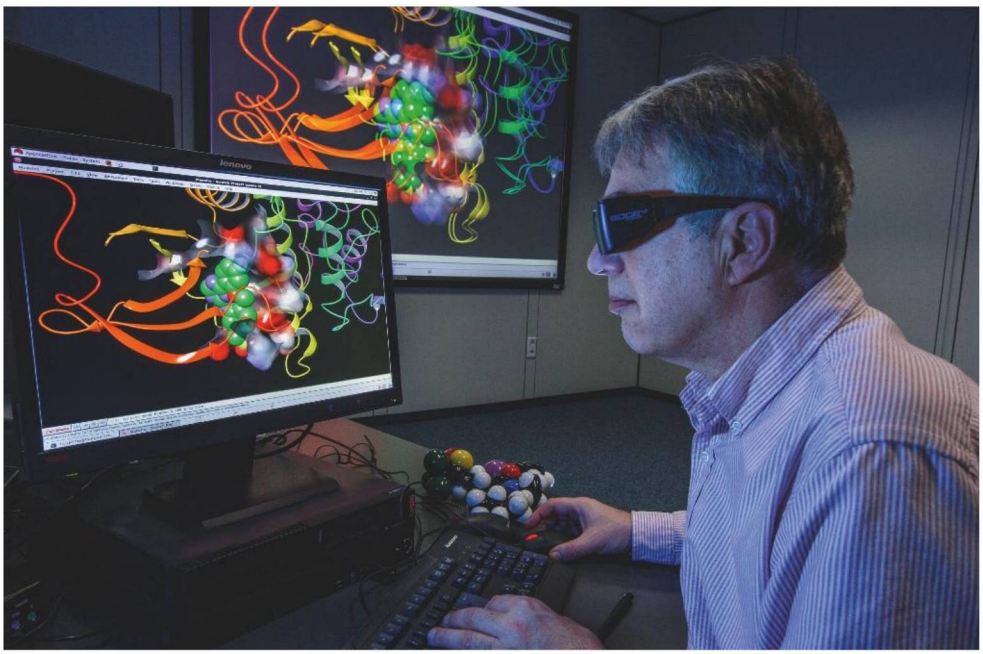
In de schematische tekening van figuur 3.1 zie je op microniveau wat de verschillende fasen inhouden. Hierbij zijn de moleculen vereenvoudigd weergegeven als bolletjes. In de scheikunde schakel je voortdurend tussen het macroniveau en het microniveau. Op microniveau beschrijf je wat de fasen inhouden en daarvoor gebruik je de waarnemingen op macroniveau.

Bij figuur 3.1a zie je een vaste stof. De moleculen zijn netjes dicht bij elkaar gestapeld, je noemt deze stapeling in een vaste stof een **rooster**. Bij een vaste stof trillen de moleculen wel, maar ze blijven op hun plaats. Als je de stof verwarmt, gaan de moleculen door de toegevoegde warmte steeds harder trillen.
Bij een bepaalde temperatuur, het smeltpunt van de stof, is de trilling van de moleculen zo sterk dat het rooster wordt verbroken. Er ontstaat een vloeistof. De moleculen blijven nog wel bij elkaar, maar bewegen zich nu langs elkaar door de vloeistof, zie figuur 3.1b.
Wanneer de temperatuur nog verder stijgt, wordt de beweging van de moleculen steeds sterker en bij het kookpunt van de stof komen de moleculen helemaal los van elkaar. Er ontstaat een gas. De moleculen bewegen nu op grote afstand van elkaar, zie figuur 3.1c.

Modellen en simulaties

Figuur 3.1 is een modelvoorstelling van de drie fasen op microniveau. Iets wat je niet direct kunt zien, kun je wel met een **model** beschrijven. Een model is een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid. Door die vereenvoudiging maak je de werkelijkheid beter hanteerbaar. Bedenk wel dat je de werkelijkheid altijd een beetje geweld aandoet als je er een model van maakt.

Soms moet je de werkelijkheid 'vergroten' of 'verkleinen'. Moleculen zijn bijvoorbeeld zo onvoorstelbaar klein dat je ze alleen maar met ingewikkelde apparatuur zichtbaar kunt maken. Daarom is het erg gemakkelijk om met modellen van moleculen te werken. In figuur 3.2 is een vergroting van de werkelijkheid weergegeven: een model van een eiwitmolecuul.



3.2 Onderzoekers van Bayer met een 3D-weergave van een eiwit. Met een simulatie proberen ze zichtbaar te maken hoe een eiwit precies in het lichaam werkt.

Modellen van moleculen worden vaak op de computer gemaakt en dan heb je meer mogelijkheden. Als je een bepaald proces wilt nabootsen, kun je met behulp van een computermodel op eenvoudige wijze de omstandigheden aanpassen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

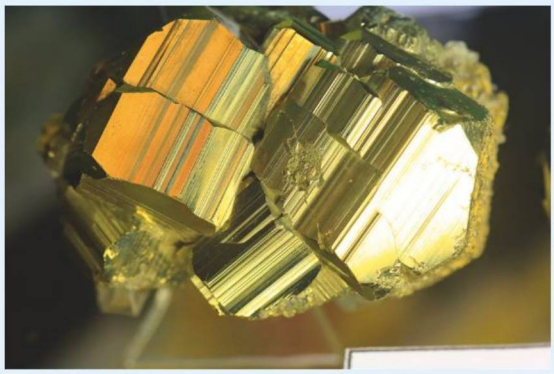
Je ziet dan direct wat het resultaat van die veranderde omstandigheden is. Je noemt dit een **simulatie** (zie figuur 3.2). Wanneer bijvoorbeeld twee moleculen in de buurt van elkaar komen, kun je de effecten van die twee moleculen op elkaar bepalen.
Dit met behulp van een computerprogramma 'modelleren' is een belangrijk hulpmiddel geworden in de natuurwetenschappen en dus ook bij scheikunde.

Gekkengoud

Goud is al eeuwen lang een kostbaar ruilmiddel. Goud is veel waard omdat het door vrijwel niets wordt aangetast en een aantrekkelijk geelachtige glans heeft. In het verleden is er op het eiland Elba in de Middellandse Zee een gebied gevonden, dat tot op de dag van vandaag de goud groeve wordt genoemd. Er werden in de groeve grote hoeveelheden van een geelachtige glanzende stof gevonden. Men hoopte op goud maar de stof bleek pyriet.
De stof pyriet lijkt op goud, maar is veel minder waard dan goud. Vroeger werd pyriet vaak verkocht als nepgoud en het heeft daarom als bijnaam 'fool's gold' of gekkengoud gekregen (zie figuur 3.3a). De naam pyriet komt uit het Grieks en is afgeleid van het woord *pyr*, dat vuur betekent. Als je namelijk met een stukje pyriet tegen ijzer slaat, ontstaan er vonken.

Hoewel pyriet een vergelijkbare geelachtige glans heeft, zijn de meeste eigenschappen anders dan van goud. Zo smelt goud bij een temperatuur van 1064 °C. Pyriet kan niet eens bestaan bij zulke hoge temperaturen.

Net als aan andere mineralen en edelstenen worden aan pyriet ook bijzondere krachten toegekend. Het zou je zelfkennis bevorderen, de werking van je lever stimuleren en de vorming van rode bloedlichaampjes bevorderen. Maar wetenschappelijk is daarvan niets bewezen.
Fool's gold heeft altijd tot de verbeelding gesproken, er is een band die Fool's Gold heet, een film en een trekkersroute in Amerika. Er wordt zelfs ieder jaar een mountainbikerace verreden die Fool's Gold heet.





3.3a Pyriet wordt ook wel gekkengoud genoemd omdat het op goud lijkt. b De Fool's Gold race

Samenvatting

- Alles wat je waar kunt nemen is macroniveau.
- Het microniveau is het niveau van de kleinste deeltjes van de stof, de moleculen.
- De meeste stoffen bestaan uit moleculen.
- In een vaste stof zitten de moleculen dicht op elkaar gestapeld en trillen op hun plaats.
- In een vloeistof bewegen de moleculen langs elkaar.
- In een gas bewegen moleculen ver uit elkaar.
- Modellen en simulaties zijn vereenvoudigde weergaven van de werkelijkheid.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

3.1 Water, azijn of alcohol?

Wat je nodig hebt
- reageerbuisrekje
- reageerbuisje met stof A
- reageerbuisje met stof B
- reageerbuisje met stof C
- lege reageerbuisjes
- vriezer
- lucifers
- brander
- reageerbuisklem
- thermometer
- indampschaaltje
- driepoot
- driehoek
- maatcilinder
- balans of weegschaal

Inleiding

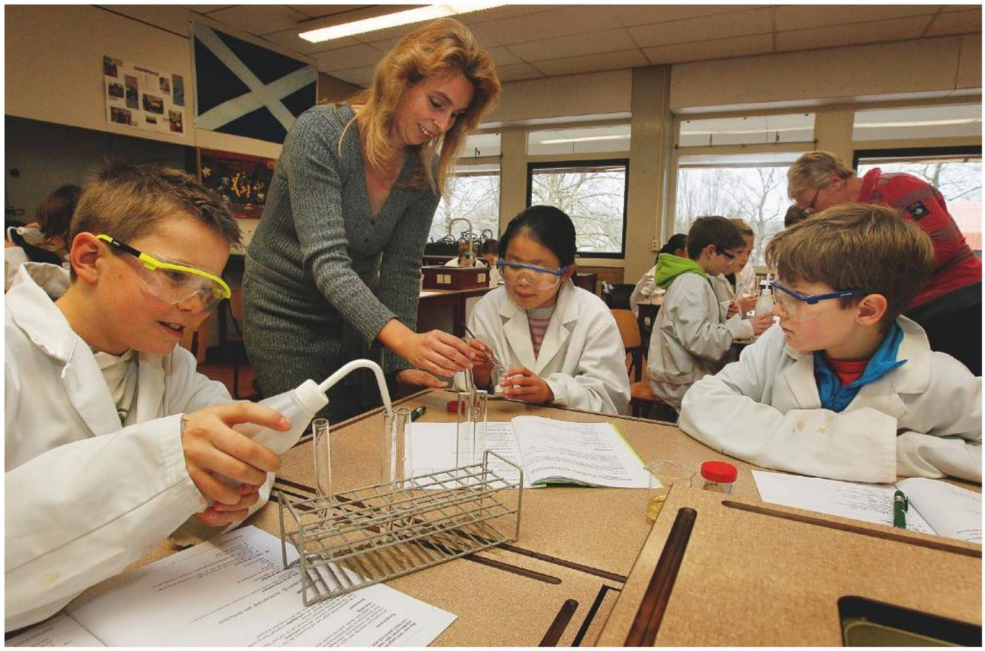
Stoffen zijn herkenbaar aan hun stofeigenschappen. Kun je genoeg stofeigenschappen bedenken om de kleurloze vloeistoffen water, azijn en alcohol van elkaar te onderscheiden? In dit experiment bedenk je zelf een onderzoeksvraag en je maakt daar een werkplan bij. Hierbij mag je de stoffen en materialen gebruiken die hiernaast staan vermeld. Gebruik bijvoorbeeld de stofeigenschappen en/of stofconstanten zoals je die in hoofdstuk 1 en 2 hebt geleerd om de stoffen van elkaar te onderscheiden.

Uitvoering

1 Bedenk zelf een werkplan om dit experiment uit te voeren en leg dit voor aan je docent of TOA.
2 Pas wanneer je goedkeuring hebt gekregen van je docent of TOA mag je met je experiment beginnen.
3 Je krijgt voor het uitvoeren van je experiment drie reageerbuisjes waar een A, B en C op staan. Probeer er met je stappenplan achter te komen in welke buis de verschillende stoffen zitten.

Waarnemingen en conclusie

1 Schrijf al je waarnemingen op die je bij je experiment doet en leg uit waar je uit zou kunnen afleiden of je met je experiment water, azijn of alcohol hebt aangetoond.
2 Probeer je waarnemingen op zowel micro- als macroniveau uit te leggen.
3 Stel aan de hand van je waarnemingen en je onderzoeksvraag een conclusie op.



3.4 Leerlingen zijn een experiment aan het uitvoeren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Wat is het macroniveau en wat is het microniveau in de scheikunde?

A 2

a Water smelt bij 0 °C. Geef met een modeltekening weer hoe je de moleculen van de stof water in de vaste fase en in de vloeibare fase voorstelt.
b Waarvoor gebruik je in de scheikunde een model?
c Noem voordelen en nadelen van het gebruik van modellen.

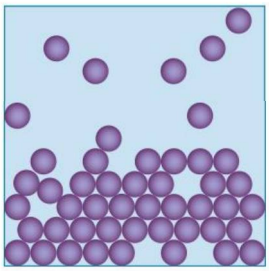
B 3

Cola is een mengsel en bestaat voornamelijk uit de stoffen water, koolstofdioxide, suiker en fosforzuur. Leg uit of je kunt spreken van 'colamoleculen'.

B 4

Hiernaast staat een modelvoorstelling van een stof die van de ene fase overgaat in de ander fase. De temperatuur die bij dit model hoort is 78 °C.

a Welke stofeigenschap geeft deze modelvoorstelling weer?



3.5 Faseovergang

Gegeven zijn de stoffen suiker, stikstof en alcohol.

b Leg uit welke stof bij de modelvoorstelling van figuur 3.5 hoort.

B 5

Lees de tekst in het kader 'Gekkengoud'.

a Pyriet en goud hebben een vergelijkbare kleur. Is dit een eigenschap op micro- of macroniveau?
b Goud smelt bij een temperatuur van 1064 °C. Laat met een modeltekening zien hoe goud er in gesmolten vorm uitziet. Teken het goud als kleine bolletjes in je model.

C 6

Zand en zout zijn allebei vaste stoffen. Een eigenschap op macroniveau van zout is dat het goed in water oplost. Zand daarentegen lost niet in water op.

a Noem nog een eigenschap op macroniveau waarin zand en zout van elkaar verschillen.

Aan dit mengsel kun je water toevoegen. Hierdoor lost het zout op. Wanneer je dit mengsel filtreert, houd je een residu en een filtraat over.

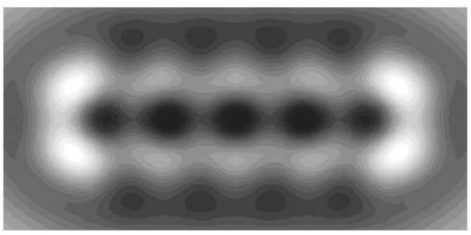
b Laat met een tekening zien hoe je denkt dat het filtraat er op microniveau uitziet.

C 7 M

Bij het mengen van wasbenzine en water ontstaat een tweelagensysteem. Maak een model van het bovenstaande tweelagensysteem op microniveau en maak hierin duidelijk onderscheid tussen de twee stoffen.

C 8 N

Sinds het begin van de 21e eeuw is er een speciaal apparaat ontwikkeld dat het mogelijk maakt om moleculen in beeld te brengen, een Atomic Force Microscoop (AFM). Een van de eerst waargenomen moleculen is pentaceen. In figuur 3.6 is de opname van één pentaceenmolecuul weergegeven.



3.6 Een pentaceen molecuul waargenomen met een AFM

Leg uit of de AFM-opname een waarneming op micro- of macroniveau is.

Je kunt nu

- uitleggen wat een stof is;
- uitleggen wat wordt verstaan onder het macroniveau en het microniveau;
- duidelijk maken waarom in de scheikunde gebruik wordt gemaakt van modellen en simulaties.

© Noordhoff Uitgevers bv

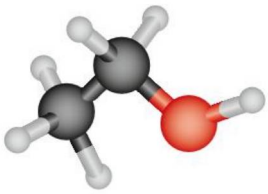
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bouwstenen
Met steeds dezelfde legosteentjes kun je verschillende bouwwerken maken. Moleculen zijn ook opgebouwd uit kleinere bouwstenen. Voor moleculen bestaan er iets meer dan 110 verschillende bouwstenen. Hiermee kun je veel verschillende moleculen bouwen.

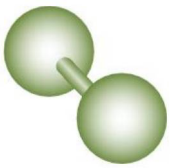


Je leert
- het verschil tussen elementen en verbindingen omschrijven;
- de belangrijkste atoomsoorten met hun symbolen uit het periodiek systeem kennen;
- het verschil tussen metalen en niet-metalen herkennen en omschrijven;
- wat een legering is.

3.2 Het periodiek systeem



3.7 Een molecuultekening van de verbinding alcohol



3.8 Een molecuultekening van het element chloor

Moleculen en atomen
In de vorige paragraaf heb je gezien dat op microniveau de bouwstenen van de meeste stoffen moleculen zijn. Je kunt nog verder inzoomen op een molecuul en dan blijkt dat moleculen zijn samengesteld uit nog kleinere deeltjes. Deze deeltjes noem je **atomen**. De atomen zijn dus de bouwstenen voor de moleculen. Twee of meer atomen vormen samen een molecuul. De atomen kunnen van dezelfde soort zijn, maar ook van verschillende soorten. In figuur 3.7 en 3.8 zie je de molecuultekeningen van alcohol en chloor.

Iedere bolletje stelt een atoom voor. Wanneer je meerdere atomen aan elkaar hebt vastzitten, noem je dit een molecuul. In figuur 3.7 zie je een alcoholmolecuul. Een alcoholmolecuul bestaat uit drie verschillende atoomsoorten: koolstof (zwart), waterstof (wit) en zuurstof (rood). Omdat dit molecuul uit meerdere atoomsoorten bestaat, noem je dit een **verbinding**. In figuur 3.8 is er maar één kleur bolletjes aanwezig en dus is er maar één atoomsoort aanwezig: chloor (groen). Een molecuul dat bestaat uit maar één atoomsoort noem je een **element**.

De term verbinding wordt op macroniveau ook gebruikt voor een stof waarvan de moleculen uit meerdere atomen bestaan. Hetzelfde geldt voor de term element. Je komt de termen verbinding en element dus zowel op micro- als op macroniveau tegen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

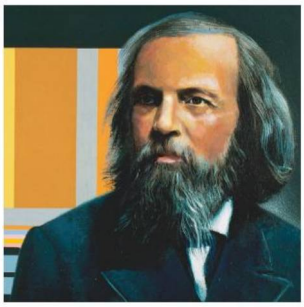
Symbolen van atoomsoorten

In totaal bestaan er iets meer dan 110 atoomsoorten en daarmee kun je miljoenen verschillende moleculen maken. Elke atoomsoort heeft een eigen naam en een eigen symbool. Het symbool bestaat uit één of twee letters. De meeste atoomsoorten hebben een symbool met twee letters. De eerste letter is vaak de eerste letter van de naam. De eerste letter is altijd een hoofdletter en de tweede een kleine letter.
Een aantal atoomsoorten kom je veel tegen. Het is daarom van belang dat je die uit je hoofd kent. In tabel 3.9 staan die belangrijke atoomsoorten. Hiervan moet je de Nederlandse naam en het symbool kennen. Onthoud ook of een atoomsoort bij de *metalen* of de *niet-metalen* hoort. Waarom deze onderverdeling van belang is, komt later aan de orde.

atoomsoorten					
metalen				niet-metalen	
naam	**symbool**	**naam**	**symbool**	**naam**	**symbool**
aluminium	Al	platina	Pt	argon	Ar
barium	Ba	radium	Ra	broom	Br
calcium	Ca	tin *(stannum)*	Sn	chloor	Cl
chroom	Cr	titaan	Ti	fluor	F
goud *(aurum)*	Au	uraan	U	fosfor *(phosphorus)*	P
kalium	K	wolfraam	W	helium	He
kobalt	Co	ijzer *(ferrum)*	Fe	jood *(iodum)*	I
koper *(cuprum)*	Cu	zilver *(argentum)*	Ag	koolstof *(carboneum)*	C
kwik *(hydrargurum)*	Hg	zink	Zn	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

3.9 Belangrijke atoomsoorten die je uit je hoofd moet kennen

Het periodiek systeem



3.10 Dimitri Mendelejev

De symbolen van alle atoomsoorten staan gerangschikt in een overzicht: het **periodiek systeem**. In 1869 bedacht Dmitri Mendelejev (zie figuur 3.10) dit systeem waarbij hij chemische en fysische eigenschappen van atoomsoorten met elkaar in verband bracht. Tegenwoordig wordt nog steeds van dit periodiek systeem gebruikgemaakt. In figuur 3.11 zie je het periodiek systeem. Het staat ook achter in dit boek.
De horizontale rijen heten perioden. De verticale kolommen in het periodiek systeem zijn de groepen. Op macroniveau komen de eigenschappen van elementen binnen één groep sterk overeen. Een aantal groepen heeft een speciale naam die je moet kennen.

- Groep 1: alkalimetalen
- Groep 2: aardalkalimetalen
- Groep 17: halogenen
- Groep 18: edelgassen

Het grootste deel van het periodiek systeem bestaat uit **metalen**, de rest zijn **niet-metalen** en een kleine groep **metalloïden**, die zowel eigenschappen van metalen als van niet-metalen hebben.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

groep / periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
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
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
6	55 Cs	56 Ba	57 La 1	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac 2	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo

1 lanthaniden	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
2 actiniden	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

metaal
metalloïde
niet-metaal

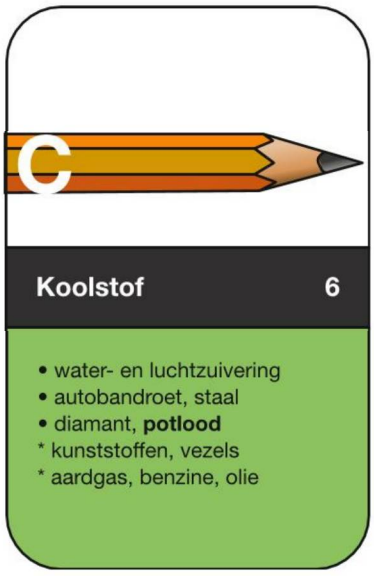
3.11 Het periodiek systeem

Niet-metalen

Niet-metalen komen als element en in verbindingen voor. Aangezien er ongeveer twintig atoomsoorten niet tot de metalen behoren, bestaan er ook ongeveer twintig elementen die niet-metalen heten.
De niet-metalen hebben geen duidelijk overeenkomstige eigenschappen. In figuur 3.12 zijn enkele niet-metalen weergegeven.

Metalen

In figuur 3.11 zie je dat het grootste deel van het periodiek systeem uit metalen bestaat. Een zuiver metaal is een stof waar maar één atoomsoort in voorkomt. Het is dus een element. Er bestaan ruim 90 elementen die metalen worden genoemd.



3.12 Enkele niet-metalen met hun toepassingen

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

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



3.13 Kunstwerk 'Levensboom' van Marthe Röling. De boom is van cortenstaal, een legering die voor 97% uit ijzer bestaat. De roestvorming van het ijzer in de legering zorgt voor de mooie egale rode kleur.

Edelheid van metalen

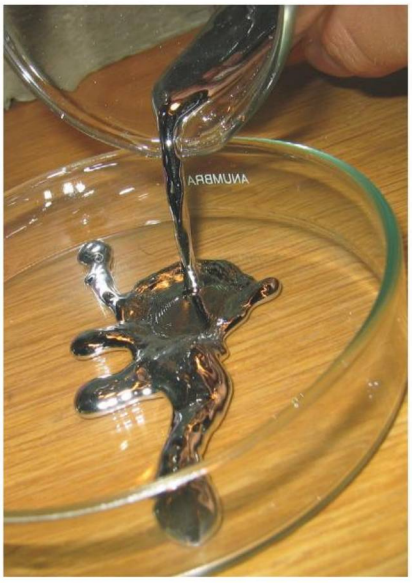
Veel metalen worden aangetast door stoffen uit de omgeving, zoals zuurstof en water. Bij sommige metalen gebeurt dit niet. Van goud is bekend dat het niet wordt aangetast door stoffen uit de omgeving, bij ijzer verloopt die aantasting vrij snel. Bij ijzer heet dat **roesten**, bij de overige metalen noem je het **corrosie** (figuur 3.13). Niet elk metaal vertoont dus hetzelfde gedrag.

Op grond van de reactie met zuurstof en water worden de metalen verdeeld in:
- Edele metalen: deze reageren niet met zuurstof aan de lucht. Bijvoorbeeld goud, zilver en platina (figuur 3.16).
- Halfedele metalen: deze reageren moeizaam met zuurstof. Bijvoorbeeld koper en kwik (figuur 3.14).
- Onedele metalen: deze reageren goed met zuurstof aan de lucht. Bijvoorbeeld ijzer, aluminium en zink.
- Zeer onedele metalen: deze reageren snel en heftig met zuurstof en water aan de lucht. Hiertoe behoren kalium, natrium, magnesium en calcium.

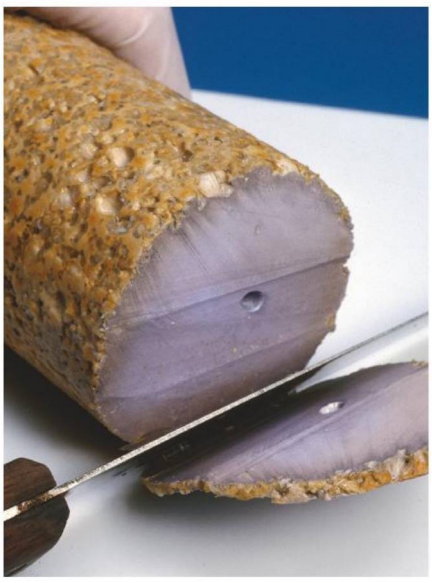
Bij (zeer) onedele metalen is van een glimmend oppervlak meestal niet veel te merken. De buitenkant van het metaal is dan bedekt met een laagje van een verbinding van het metaal en zuurstof, dat ontstaat bij contact met vochtige lucht. Je noemt dat een oxidelaagje. Als je dit oxidelaagje weghaalt, komt het glimmende metaal weer tevoorschijn (zie figuur 3.15).

Legeringen

Een zuiver metaal vervormt gemakkelijk. Soms lukt dat zelfs al bij kamertemperatuur. Om een metaal stugger te maken, wordt er soms een ander metaal aan het zuivere metaal toegevoegd. De metalen worden gesmolten en in vloeibare toestand gemengd. Het vaste metaalmengsel dat na afkoelen ontstaat noem je een **legering** (zie figuur 3.13).



3.14 Kwik is halfedel en bij kamertemperatuur vloeibaar.



3.15 Het zeer onedele metaal natrium glanst maar heel even.



3.16 Gouden sieraden zijn meestal een legering.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Een legering heeft vaak andere eigenschappen dan de afzonderlijke metalen. Zo is 'roestvrij' staal een legering van ijzer met chroom en een kleine hoeveelheid van het niet-metaal koolstof.
Gouden sieraden worden meestal ook van een legering gemaakt. Zuiver goud is namelijk erg zacht en bij zuiver goud zou je sieraad snel beschadigen. Bovendien is zuiver goud erg kostbaar. Daarom wordt er door het goud een ander (edel) metaal gemengd zoals zilver of platina, zie figuur 3.16.
Enkele andere bekende legeringen zijn messing (koper en zink), brons (koper en tin), soldeer (tin en lood) en zilveramalgaam (zilver en kwik).

Manneken Pis

In Brussel staat al sinds 1620 een bijzonder beeldje met een bijpassende naam: Manneken Pis. Het is een klein beeld van een naakt plassend jongetje (zie figuur 3.17a). Het beeld is onderdeel van een fontein waardoor het lijkt dat het bronzen beeldje de hele dag aan het plassen is. Bij bijzondere gelegenheden plast het beeld in plaats van water zelfs bier of wijn.
In de loop van de eeuwen is dit beeldje al meerdere malen gestolen en vernield, het beeld is dus al vaker opnieuw gemaakt of gerepareerd. Het huidige beeld is een bronzen beeld. Om dit beeld te maken is er eerst een mal gemaakt en vervolgens is hier het vloeibare brons in gegoten.
Brons is een legering van koper en tin. Dit mengsel smelt pas boven 1553 °C. Om dit beeld nog een keer te gieten of te repareren zijn dus hoge temperaturen nodig. Het voordeel van dit mengsel is dat het goed tegen de weersinvloeden is bestand.
Het beeldje bezit ook een uitgebreide garderobe van meer dan 800 kostuums, speciaal voor het jongetje gemaakt of geschonken door koningen en prinsen. Bij speciale feestdagen draagt hij deze kostuums (zie figuur 3.17b).



3.17a en b Het Brusselse beeldje Manneken Pis, normaal en gekleed voor de Amerikaanse nationale feestdag Independence Day

Samenvatting
- Een atoom is een bouwsteen voor moleculen.
- In het periodiek systeem staan de atoomsoorten in groepen met overeenkomstige eigenschappen.
- Metalen hebben een glimmend oppervlak, ze geleiden warmte en elektrische stroom, ze kunnen eenvoudig vervormen en kunnen gemengd in gesmolten toestand een legering vormen.
- Het grootste deel van het periodiek systeem bestaat uit metalen, de rest van de atomen zijn niet-metalen.
- Metalen kun je onderverdelen in edel, halfedel, onedel en zeer onedel.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 9

a Wat is een atoom?
b Hoeveel atoomsoorten bestaan er?
c Hoeveel molecuulsoorten bestaan er?

A 10

a Wat is het verschil tussen een verbinding en een element?
b Hoeveel elementen bestaan er ongeveer? En hoeveel verbindingen?
c Uit hoeveel atoomsoorten bestaat de verbinding alcohol?

A 11

Vul onderstaande tabel aan.

naam	symbool
argon	...
mangaan	...
platina	...
...	Au
...	Al
...	O

A 12

Groep 18 van het periodiek systeem heeft een speciale naam.
a Wat is de naam van deze groep?
b Schrijf de symbolen en de namen van de elementen uit groep 18 op.

A 13

a Wat is een legering?
b Hoe kun je een legering maken?

B 14

In het periodiek systeem uit figuur 3.11 staan de elementen gegroepeerd naar overeenkomstige eigenschappen. Element 118 is nog niet benoemd. Noem een atoomsoort waarvan je verwacht dat de eigenschappen van element 118 er op zullen lijken.

B 15

Zet de volgende metalen in volgorde van meest edel naar het minst edel.
- kalium
- koper
- zink
- zilver

B 16

Schepen worden gemaakt van staal. Staal bestaat uit ijzer waarin wat koolstof zit.
a Leg uit of je staal een legering kunt noemen.

Een groot nadeel van staal is dat het roest, omdat het voor het grootste deel uit ijzer bestaat.
b Waarom worden schepen van staal gemaakt en niet van een edeler metaal zoals koper of platina?

B 17 M

Het metaal koper wordt veel gebruikt in muntgeld. Welke eigenschap van koper maakt koper zo geschikt voor gebruik in munten?

B 18

Hieronder zijn vier elementen genoemd. Leg met behulp van het periodiek systeem uit welke van onderstaande elementen niet in het rijtje thuis hoort.
- broom
- koolstof
- mangaan
- zwavel

B 19

In tabel 3.9 zijn namen en symbolen van elementen gegeven. Sommige symbolen hebben niet dezelfde eerste letter als de Nederlandse naam. Leg uit hoe dit komt.

C 20

In figuur 3.18 zijn twee ringen afgebeeld. De ene ring (a) is gemaakt van wit goud en de andere ring is gemaakt van rood goud (b). Wit goud is een mengsel van goud met nikkel (of palladium) en rood goud is een mengsel van goud en koper.
a Wat is de verzamelnaam voor dat soort mengsels?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



3.18 Een witgouden ring (a) en een ring van rood goud (b)

Sieraden zijn meestal gemaakt van goud, zilver of platina. Vaak wordt dit dan ook nog met een ander metaal gemengd.

b Leg uit waarom juist deze metalen worden gebruikt.

c Leg uit waarom goedkopere sieraden die niet van goud, zilver of platina zijn gemaakt na verloop van tijd dof worden of van kleur veranderen.

C 21 N

Fietssturen werden vroeger van ijzer gemaakt en bedekt met een dun laagje chroom. IJzer is een onedel metaal dat reageert met zuurstof uit de lucht en dan een oxide vormt. Chroom is ook een onedel metaal en vormt met zuurstof uit de lucht ook een oxidelaagje om het metaal. Als een stuur van ijzer is, roest het helemaal weg, maar met een laagje chroom erop niet. Probeer een reden te bedenken waarom ijzer wegroest en chroom niet.

C 21 M

Lucht bestaat hoofdzakelijk uit de elementen stikstof en zuurstof.

a Wat zijn de symbolen van stikstof en zuurstof?

Ongeveer 79% van de moleculen in de lucht is stikstof en ongeveer 21% van de moleculen is zuurstof.

b Je hebt een hoeveelheid lucht met daarin 985 miljoen zuurstofmoleculen. Bereken hoeveel stikstofmoleculen er dan in de lucht zitten.

C 23 N

In deze opdracht probeer je om een idee te krijgen over de grootte van een watermolecuul. In 18 mL water bevinden zich $6{,}02 \cdot 10^{23}$ moleculen. Een druppel water komt overeen met 0,05 mL.

a Hoeveel moleculen water zitten er in één druppel?

Stel je voor dat er 25 leerlingen in je klas zitten en dat je in staat bent om de moleculen uit die druppel water te tellen. Elke leerling telt één molecuul per seconde.

b Hoeveel jaar ben je dan met de hele klas aan het tellen?

C 24

Kwik is een metaal dat bij kamertemperatuur vloeibaar is. Daarom werd kwik vroeger vaak gebruikt in zogenaamde kwikschakelaars (zie figuur 3.19). Als de kwikschakelaar in een bepaalde stand wordt gezet, rolt het bolletje kwik tegen de contactpuntjes en ontstaat een gesloten elektrisch circuit. Zet je de schakelaar in de andere stand, dan rolt het bolletje kwik weg en wordt het contact tussen de beide elektriciteitsdraadjes verbroken.



3.19 Een kwikschakelaar

De kwikschakelaar maakt gebruik van het feit dat kwik vloeibaar is, maak ook van een andere eigenschap van metalen.

a Welke andere eigenschap van een metaal wordt hier bedoeld?

b Bedenk een reden waarom kwikschakelaars tegenwoordig nauwelijks nog worden gebruikt.

C 25

Lees de tekst in het kader 'Manneken Pis' en beantwoord de volgende vragen.

a Bestaat het beeldje van Manneken Pis uit metalen of niet-metalen?

b Brons is een bepaald type mengsel. Hoe noem je een dergelijk mengsel?

c Het beeldje is slechts 55,5 cm hoog en weegt 17 kg. De dichtheid van brons is 8,9 kg per liter. Bereken hoeveel liter gesmolten brons je nodig hebt als het beeldje opnieuw moet worden gegoten. Je mag aannemen dat de dichtheid van vast en vloeibaar brons gelijk is.

d Brons bestaat voor 10 massa-% uit tin. Bereken hoeveel kilogram koper nodig is om het beeldje opnieuw te gieten.

Je kunt nu

- de symbolen van een aantal atoomsoorten geven als de naam is gegeven;
- de namen van een aantal atoomsoorten geven als het symbool is gegeven;
- enkele groepen in het periodiek systeem benoemen;
- het verschil uitleggen tussen metalen en niet-metalen en hun plaats in het periodiek systeem aangeven;
- het verschil tussen elementen en verbindingen aangeven met behulp van het begrip atoomsoort;
- uitleggen en herkennen wat een legering is.

© Noordhoff Uitgevers bv

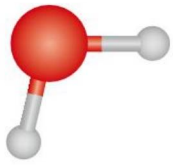
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



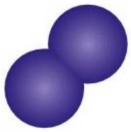
Methaan
Langs de A7 in Groningen staat dit enorme model van een methaanmolecuul dat is opgebouwd uit één koolstofatoom en vier waterstofatomen. Aardgas bestaat voor het grootste deel uit methaanmoleculen. Moleculen kun je weergeven met een formule.

Je leert
- stoffen weergeven met formules;
- werken met de atoom- en molecuulmassa;
- het gehalte van een atoomsoort in een verbinding berekenen.

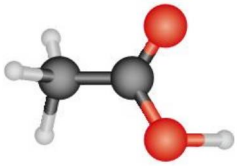
3.3 Formuletaal



3.20 Een watermolecuul



3.21 Een stikstofmolecuul



3.22 Een azijnzuurmolecuul

Moleculen met formules weergeven
Je kent de formule van water, H_2O, al van het internet of uit reclames. In figuur 3.20 zie je een molecuultekening van water. In deze molecuultekening zie je dat een watermolecuul is opgebouwd uit drie atomen, één zuurstofatoom (het rode bolletje) en twee waterstofatomen (de witte bolletjes).
In plaats van een molecuultekening wordt vaak gebruikgemaakt van een **formule** zoals H_2O bij water. In zo'n formule staat het symbool van elk atoom dat in het molecuul voorkomt en hoeveel atomen van elke soort er zijn. Achter iedere atoomsoort staat een cijfertje, de **index**. Dit cijfertje geeft het aantal atomen aan van het symbool dat ervoor staat. H_2O betekent dus twee H-atomen en één O-atoom. De index 1 wordt altijd weggelaten, daarom staat er geen cijfer achter de O.

De molecuultekeningen uit figuur 3.20, 3.21 en 3.22 zijn, net als de formules, volgens vaste afspraken gemaakt. Wereldwijd worden dezelfde kleuren voor bepaalde atoomsoorten gebruikt (zie figuur 3.23).
Het azijnzuurmolecuul uit figuur 3.22 bestaat uit twee zwarte bolletjes, vier witte bolletjes en twee rode bolletjes. Dat wil zeggen twee koolstofatomen, vier waterstofatomen en twee zuurstofatomen. De formule van de stof azijnzuur is dus $C_2H_4O_2$. Soms wordt de formule net iets anders weergegeven, zodat je ook de volgorde van de atomen in de molecuultekening eruit kunt afleiden. Voor azijnzuur staat er dan CH_3COOH. Dit zijn nog steeds twee koolstofatomen, vier waterstofatomen en twee zuurstofatomen. De formules van moleculen noem je meestal **molecuulformules**.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

kleuren in molecuultekeningen	
atoomsoort	**kleur**
waterstof	
koolstof	
stikstof	
zuurstof	
fosfor	
zwavel	
chloor	

3.23 Modelkleuren van verschillende atoomsoorten

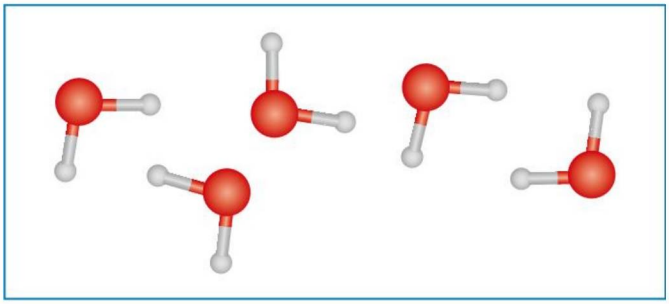
twee-atomige elementen	
naam	**formule**
waterstof	H_2
stikstof	N_2
zuurstof	O_2
fluor	F_2
chloor	Cl_2
broom	Br_2
jood	I_2

3.25 Namen en formules van de twee-atomige elementen

- **Experiment 3.2**
- **Experiment 3.3**

Coëfficiënt

In figuur 3.24 staan vijf watermoleculen met een molecuultekening afgebeeld. Dit kun je ook in formuletaal weergeven. Je zet dan het aantal moleculen voor de formule van het molecuul. Voor het voorbeeld van figuur 3.24 zou dat 5 H_2O zijn. Dit cijfer voor de formule van een verbinding of een element noem je de **coëfficiënt**.



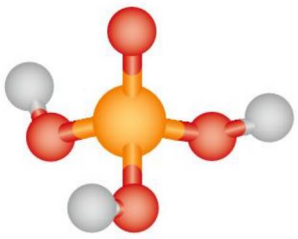
3.24 Vijf watermoleculen

Formules van elementen

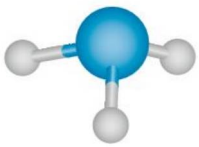
Een element is een stof die uit één atoomsoort bestaat. Bij de meeste elementen vormen de atomen geen groepjes. Er zijn dan geen moleculen. De formule van zo'n element is het symbool van het atoom met index 1. Zo heeft het element koolstof eigenlijk de formule C_1, dus dat schrijf je als C.
Zeven elementen komen als **twee-atomige moleculen** voor. De formule van zo'n element is het symbool van het atoom met index 2. Bijvoorbeeld het element waterstof heeft de formule H_2. De namen en formules van deze elementen moet je uit je hoofd kennen, zie tabel 3.25.

Zelf formules opstellen

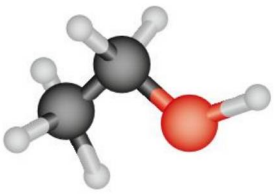
In figuur 3.26 zie je voorbeelden van enkele molecuultekeningen. Onder de molecuultekeningen staat de naam en de formule van die stof. Die naam en de bijbehorende formule moet je uit je hoofd kennen. Soms moet je zelf een formule vanuit een molecuultekening opstellen. Wanneer je zelf een formule opstelt, zet je de symbolen van de atomen in alfabetische volgorde. Zoals je hieronder ziet kan de officiële notatie daarvan afwijken.



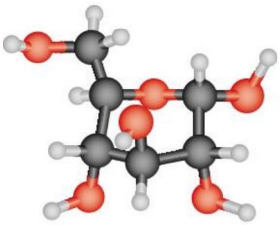
fosforzuur, H_3PO_4



ammoniak, NH_3



ethanol, C_2H_6O (alcohol)



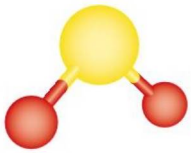
glucose, $C_6H_{12}O_6$



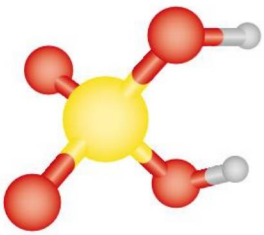
methaan, CH_4



koolstofdioxide, CO_2



zwaveldioxide, SO_2



zwavelzuur, H_2SO_4

3.26 Enkele belangrijke moleculen met bijbehorende namen en formules

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

atoommassa's	
atoomsoort	**massa (u)**
waterstof	1,0
koolstof	12,0
stikstof	14,0
zuurstof	16,0
fosfor	31,0
zwavel	32,1
chloor	35,5

3.27 Atoomsoorten en hun massa in u

Atoommassa en molecuulmassa

Je lichaamsgewicht druk je uit in kilogram. Als je een zak chips koopt, staat de massa er in gram op. De massa van een atoom of een molecuul kun je natuurlijk ook in gram uitdrukken, maar omdat de massa daarvan heel klein is, worden dat onhandige getallen. Daarom druk je de massa van atomen en moleculen uit in **atomaire massa-eenheden**, waarbij de eenheid **u** hoort. Afgesproken is dat 1,00 u overeenkomt met $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg.
Omdat de atomaire massa-eenheid heel klein is, kun je de massa van atomen, de **atoommassa**, met symbool *A*, beter uitdrukken in u.
Als je van een molecuul precies weet welke atomen erin voorkomen, kun je met de gemiddelde atoommassa's van die atomen de **molecuulmassa** uitrekenen.
Water bestaat uit twee waterstofatomen met een massa van 1,0 u en één zuurstofatoom met een massa van 16,0 u. De molecuulmassa van water is dus: 1,0 + 1,0 + 16,0 = 18,0 u.
In tabel 3.27 staat een aantal atoommassa's. Achter in het boek staat een lijst met atoomsoorten en de bijbehorende afgeronde atoommassa's.

Het gehalte van een atoomsoort in een verbinding

Als je de formule van een stof weet, kun je uitrekenen wat het **gehalte** van een bepaalde atoomsoort in dat molecuul is. Een gehalte druk je uit in procent, je berekent dus het **massapercentage** van een atoomsoort in het molecuul.
Eerst bereken je aan de hand van de molecuulformule de totale massa van het molecuul en dan de totale massa van de gevraagde atoomsoort. Dit vul je in onderstaande formule in:

$$\frac{\text{massa atoomsoort}}{\text{massa molecuul}} \times 100\% = \ldots\%$$

In rekenvoorbeeld 1 en 2 staan twee uitgewerkte berekeningen van massapercentages.



3.28 Water is een ongevaarlijke stof, maar waterstof is hoogst explosief. Dit zie je als je docent een lucifer bij een met waterstof gevulde ballon houdt.

Rekenvoorbeeld 1: Het massapercentage waterstof in water
Bereken het massapercentage waterstof in een watermolecuul (H_2O).

Verzamel eerst de gegevens.
- Bereken de massa van de atoomsoort H in H_2O: 2 × 1,0 u = 2,0 u
- Bereken de massa van de atoomsoort O in H_2O: 1 × 16,0 u = 16,0 u
- Bereken de molecuulmassa van H_2O: 2,0 u + 16,0 u = 18,0 u

In 18,0 u H_2O zit dus 2,0 u H en 16,0 u O.
Het massapercentage waterstof in een watermolecuul is dan:

$$\frac{2{,}0 \text{ u}}{18{,}0 \text{ u}} \times 100\% = 11{,}1\%$$

Een watermolecuul bevat 11,1 massa-% waterstof.

Voor 1,0 g zuiver water geldt dan ook dat het massapercentage waterstof 11,1% is, dus 1,0 g zuiver water bevat 0,11 g waterstof.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Rekenvoorbeeld 2: Zuurstof in glucose
Bereken het massapercentage zuurstof in een glucosemolecuul ($C_6H_{12}O_6$).

Verzamel eerst de gegevens.
- Bereken de massa van de atoomsoort C in $C_6H_{12}O_6$: 6 × 12,0 u = 72,0 u
- Bereken de massa van de atoomsoort H in $C_6H_{12}O_6$: 12 × 1,0 u = 12,0 u
- Bereken de massa van de atoomsoort O in $C_6H_{12}O_6$: 6 × 16,0 u = 96,0 u
- Bereken de molecuulmassa van $C_6H_{12}O_6$: 72,0 u + 12,0 u + 96,0 u = 180,0 u

In 180,0 u $C_6H_{12}O_6$ zit dus 72,0 u C, 12,0 u H en 96,0 u O.
Het massapercentage zuurstof in een glucosemolecuul is:

$$\frac{96{,}0\text{ u}}{180{,}0\text{ u}} \times 100\% = 53{,}3\%$$

Een glucosemolecuul bevat 53,3 massa-% zuurstof.



3.29 Om voldoende energie te hebben voor deze rafting moet je lichaam een flinke hoeveelheid glucose verbranden.

Samenvatting
- De molecuulformule geeft de soort en het aantal atomen in een molecuul weer.
- De index geeft het aantal van een bepaald atoom in een molecuul aan.
- De coëfficiënt geeft het aantal moleculen weer.
- Elementen bestaan niet uit moleculen, behalve de twee-atomige moleculen.
- De atoommassa en de molecuulmassa worden uitgedrukt in de atomaire massa-eenheid u.
- Met de atoommassa's kun je de molecuulmassa's en de samenstelling van verbindingen berekenen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

3.2 Moleculen bouwen

Wat je nodig hebt
- molecuulbouwdoos



3.30a Molecuulbouwdoos

Inleiding
Een molecuulbouwdoos kun je gebruiken om een ruimtelijke voorstelling van moleculen te maken. In dit experiment bouw je een aantal moleculen en je vergelijkt ze met elkaar.

Uitvoering
Voor het maken van molecuulmodellen gebruik je voor iedere atoomsoort vaste kleuren. Dit zijn de kleuren die je hebt gezien in figuur 3.23. Beantwoord na elk onderdeel de vragen die over dat onderdeel gaan.

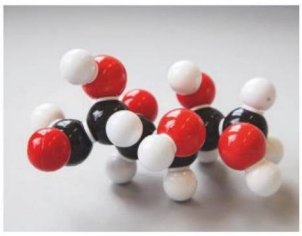
1 Maak zo veel mogelijk verschillende moleculen die aan de formule C_5H_{12} voldoen.
2 Maak het ethanolmolecuul en het ammoniakmolecuul uit figuur 3.26 na.
3 Maak een willekeurig klein molecuul en een willekeurig groot molecuul.

Waarneming en conclusie

1 Hoeveel moleculen met formule C_5H_{12} heb je kunnen maken?
2 Benoem zo veel mogelijk overeenkomsten en verschillen tussen de moleculen.
3 Wat is de formule van het door jou gemaakte molecuul?
4 Met de atomen van welk molecuul kun je de meeste andere moleculen maken?
5 Wat kun je zeggen over het aantal moleculen dat je kunt maken als je meer atomen kunt gebruiken?

3.3 Moleculen tekenen

Wat je nodig hebt
- computer of laptop
- het programma ChemSketch



3.30b Model van glucose gebouwd met een molecuulbouwdoos

Inleiding
ChemSketch is een chemisch tekenprogramma waarmee je moleculen kunt tekenen. Vanuit deze moleculen kan het tekenprogramma een model maken. Je kunt de modellen gebruiken om de ruimtelijke structuur van een molecuul te bekijken, net als bij een molecuulbouwdoos.

Uitvoering

1 Open ChemSketch en zorg dat in de gereedschapsbalk het icoontje met het potlood aanstaat.
2 In de menubalk links kun je een atoomsoort kiezen. Door vervolgens te klikken op het tekenvel komt die atoomsoort in beeld te staan (soms is het programma zo ingesteld dat er al meteen waterstofatomen aan vast worden gemaakt, maar dat is niet erg).
3 Je kunt nu in het menu links een andere atoomsoort kiezen. Als je klikt op het atoom dat je al hebt neergezet, maakt het programma er een molecuul van.
4 Druk op de knop met daarop een molecuultekening, nu zal het 3D-model van je molecuul verschijnen.

Waarneming en conclusie
Geef steeds de formule van de door jou gemaakte structuren. Hoeveel variatiemogelijkheden heb je?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 26

Bereken de molecuulmassa van onderstaande verbindingen.

a C_2H_6O
b CO_2
c NH_3

A 27

a Wat zijn de namen van de elementen die bestaan uit twee-atomige moleculen?
b Geef de formule van deze elementen.

A 28

Geef de formule van de volgende stoffen.

a koolstofdioxide
b ammoniak
c ethanol
d zwavelzuur

B 29

Cafeïne heeft de formule $C_8H_{10}N_4O_2$.

a Leg aan de hand van dit voorbeeld uit wat je onder de index verstaat.
b Uit hoeveel atomen bestaat één molecuul cafeïne?

B 30

Gegeven is de formule 2 C_6Cl_5OH. Beantwoord hierover de volgende vragen.

a Noteer de namen van de atoomsoorten waaruit de moleculen van deze stof zijn opgebouwd.
b Hoeveel atomen van iedere soort komen er in één molecuul voor?
c Waarvoor staat het cijfer 2 in deze formule?
d Wat is het totaal aantal atomen in deze formule?

B 31

Geef met behulp van onder andere figuur 3.27 antwoord op de volgende vragen.

a Leg uit of de massa van een atoom toeneemt als het atoomnummer groter wordt.
b Bereken hoeveel maal zwaarder één chlooratoom dan één stikstofatoom is. Rond je antwoord af op één decimaal.
c Bereken de molecuulmassa van een molecuul zwaveldioxide.

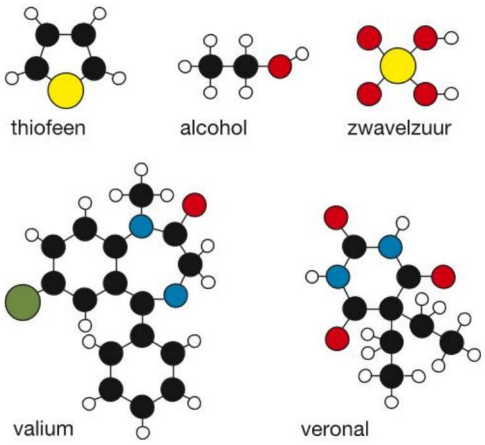
B 32 M

Bekijk in figuur 3.22 en 3.26 de afbeeldingen van de moleculen van azijnzuur, alcohol en glucose.

a Geef de formule van alcohol, azijnzuur en glucose.
b Waarin komen deze moleculen met elkaar overeen?
c Waarin verschillen ze van elkaar?

B 33

In figuur 3.31 zie je molecuultekeningen van vijf stoffen. Leid hieruit de formules van deze stoffen af. Gebruik bij deze vraag ook de kleuren uit figuur 3.23.

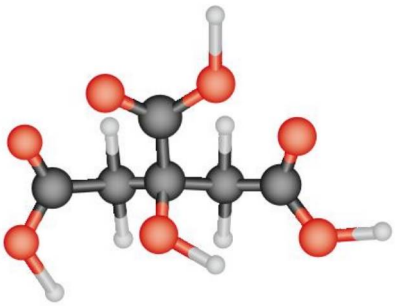


3.31 Molecuultekeningen van vijf verbindingen

B 34

Kijk goed naar de molecuultekening in figuur 3.32.

a Hoeveel atoomsoorten komen in dit molecuul voor?
b Leg uit of de molecuultekening een verbinding of element voorstelt.



3.32 Een model van een citroenzuurmolecuul

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

B 35 N

Brandnetels hebben brandharen (zie figuur 3.33). Wanneer je deze brandharen aanraakt, komt de stof mierenzuur uit de brandharen vrij. Mierenzuur is irriterend voor de huid en je krijgt er jeuk en uitslag van.



3.33 Brandharen van een brandnetel

Mierenzuur heeft de formule CH_2O_2.

a Bereken de massa van één molecuul mierenzuur.
b Bereken het massapercentage zuurstof in het molecuul mierenzuur.
c Wanneer je 2,0 mg mierenzuur verzamelt uit brandnetels, hoeveel milligram zuurstof bevat dat dan?

B 36 M

Van het inademen van helium krijg je een hoge stem. Er bestaat ook een gas dat het tegenovergestelde doet: je krijgt een zware stem. Dit gas is opgebouwd uit één zwavelatoom en uit zes fluoratomen.

a Wat is de formule van het gas waar je een zware stem van krijgt?
b Wat is de atoommassa van een zwavelatoom?
c Wat is de atoommassa van een fluoratoom?
d Bereken de molecuulmassa van het gas waar je een zware stem van krijgt.
e Bereken de massa in gram van twintig moleculen van dit gas.

B 37

Geef de atoommassa van de volgende stoffen.

a waterstof
b koolstof
c zuurstof

Veel moleculen zijn opgebouwd uit waterstof-, koolstof- en zuurstofatomen. Een voorbeeld van zo'n molecuul is methylmethanoaat. Dit molecuul bestaat uit vier waterstofatomen, twee koolstofatomen en twee zuurstofatomen.

d Wat is de formule van dit molecuul?
e Bereken de molecuulmassa van methylmethanoaat.
f Bereken het gehalte zuurstof in methylmethanoaat.

B 38

Hieronder zijn drie stellingen weergegeven.
Leg uit of deze drie stellingen waar of niet waar zijn.

I De formule $2\ CO_2$ geeft een mengsel weer.
II De formule $2\ CO_2$ bevat twee koolstofatomen.
III De formule $2\ CO_2$ geeft drie moleculen weer.

C 39 N

Koolstofdioxide is een gas dat een auto tijdens het rijden uitstoot. Koolstofdioxide bestaat uit één koolstofatoom en twee zuurstofatomen. Van een bepaal type auto is bekend dat deze 210 g koolstofdioxide per gereden kilometer uitstoot.

a Wat is de formule van koolstofdioxide?
b Bereken de molecuulmassa van een koolstofdioxidemolecuul in u.
c Bereken de molecuulmassa van een koolstofdioxidemolecuul in gram.
d Bereken het aantal koolstofdioxide moleculen in 210 g koolstofdioxide.

Je kunt nu

- de formule van een stof uit de molecuultekening afleiden;
- de formules van elementen geven;
- de formules van een aantal verbindingen opschrijven als de naam is gegeven;
- de naam van een aantal stoffen opschrijven als de formule is gegeven;
- het massapercentage van een atoomsoort in een verbinding berekenen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Bouwstenen van atomen
Je kijkt hier in de buis van de enorme deeltjesversneller in Genève. Onder leiding van een Nederlander wordt hier onderzoek gedaan naar deeltjes die nog veel kleiner zijn dan atomen.

Je leert
- hoe je de bouw van een atoom kunt toelichten met behulp van een atoommodel;
- wat isotopen zijn;
- wat het verschil tussen de atoommassa en het massagetal van een atoom is.

3.4 Atoombouw

De bouw van een atoom
Wetenschappers zijn al lang geleden begonnen om modellen voor moleculen en atomen te ontwikkelen waarmee ze eigenschappen van stoffen konden verklaren. Onderzoek verschaft steeds meer informatie over de bouw van atomen en dus worden de modellen ook steeds verder uitgebreid of vervangen door een nieuw model. In deze paragraaf worden drie belangrijke modellen besproken.

Het atoommodel van Dalton
Een van de eerste atoommodellen was het **atoommodel** bedacht door John Dalton. In zijn model stelt een atoom een massief balletje voor, vergelijkbaar met een héél erg kleine knikker. Ieder atoom heeft volgens hem een verschillende diameter en elk atoom was daardoor uniek voor een bepaalde atoomsoort. Het atoommodel van Dalton kent niet alleen andere diameters, maar ook verschillende symbolen voor de door hem beschreven atoomsoorten (zie figuur 3.34). Ook de kleuren uit de vorige paragraaf werden al door **Dalton** gebruikt.

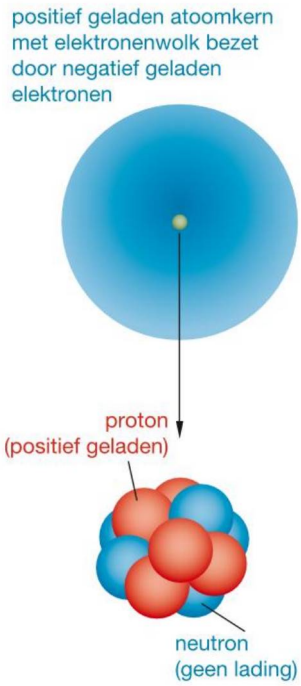


3.34 Symbolen volgens Dalton

Het atoommodel van Rutherford
Met het atoommodel van Dalton zijn bepaalde eigenschappen van stoffen te verklaren, maar ook een aantal niet en zodoende is er een nieuw atoommodel ontwikkeld. Uit de natuurkunde weet je dat er twee soorten elektrische lading zijn: positieve (+) en negatieve (–) lading. Je gebruikt de termen positief en negatief omdat de twee soorten elektrische lading elkaar kunnen opheffen, neutraliseren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



3.35 Atoommodel van Rutherford (boven) en de later ontdekte deeltjes in de atoomkern

Thompson ontdekte al in 1897 dat je uit metalen kleine deeltjes kunt wegschieten, die hij **elektronen** noemde. De elektrische lading van een elektron is 1−. Atomen zijn echter elektrisch neutraal, dus moeten er in het atoom ook positieve deeltjes zitten. Dat zijn de **protonen**, die een lading van 1+ hebben. De lading van een proton is even groot als de lading van een elektron, maar met tegengesteld teken.

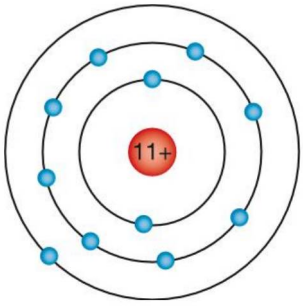
Uit experimenten leidde **Rutherford** af dat alle positieve lading zich in een heel klein gedeelte midden in het atoom bevindt. Hij noemde dat deel de **atoomkern** en daar bevinden zich alle protonen. De elektronen bevinden zich in een wolk rondom de atoomkern. Om je een idee te geven van de verhoudingen binnen een atoom, kun je aan een voetbalveld denken. Het veld is dan het atoom en een korreltje van de verf in de middenstip geeft de grootte van de atoomkern weer. Dit is een model waarmee je alle atomen kunt weergeven en het model heet het atoommodel van Rutherford (zie afbeelding 3.35).

Zo'n dertig jaar later ontdekte een collega-onderzoeker van Rutherford dat er in de atoomkern nog andere deeltjes voorkomen. Deze deeltjes zijn de **neutronen** en zij hebben geen lading. De bouwstenen van een atoom zijn dus:

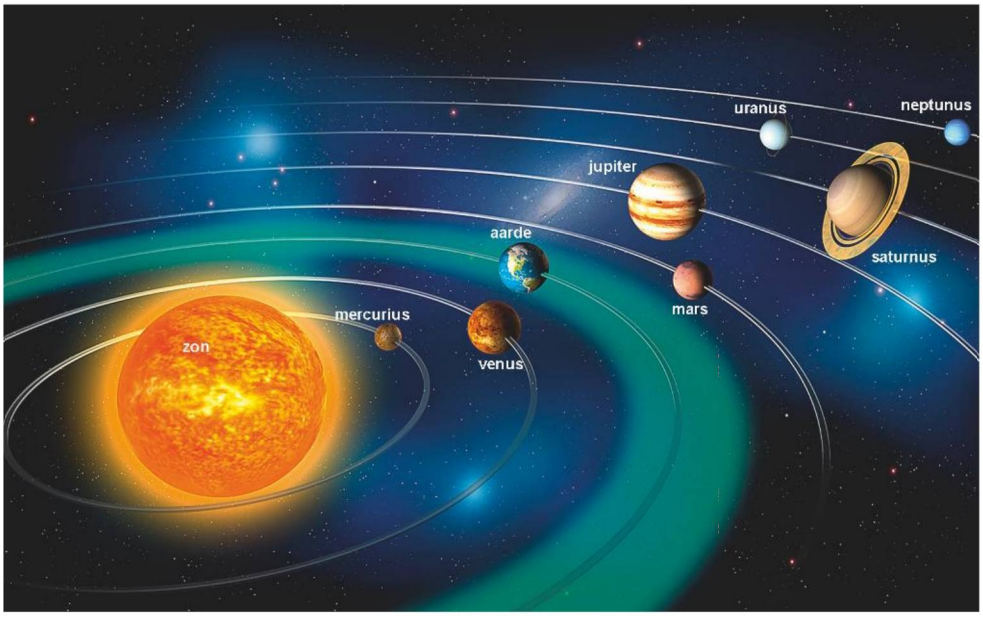
- protonen, weergegeven met p
- elektronen, weergeven met e^-
- neutronen, weergegeven met de letter n

Het atoommodel van Bohr

Het model van Rutherford verklaart wel veel, maar lang niet alle resultaten van experimenten zijn ermee in verband te brengen. Niels Bohr verfijnde het model daarom. In het atoommodel van **Bohr** is ook een kern aanwezig met protonen en neutronen, maar in zijn model bewegen de elektronen in banen rond de kern (zie figuur 3.36). Bohr noemde deze banen **schillen**. Dit zou je het beste kunnen vergelijken met de planeten die in banen om de zon cirkelen (zie figuur 3.37).



3.36 Atoommodel van een natriumatoom volgens Bohr



3.37 Het atoommodel van Bohr heeft wel iets weg van het zonnestelsel.

Het aantal elektronen dat maximaal in een schil kan zitten, is per schil anders. In de eerste schil (K-schil) kunnen twee elektronen, in de volgende schil (L-schil) kunnen acht elektronen en in de daarna volgende schil (M-schil) kunnen 18 elektronen. Een atoom kan naast de K-, L- en M-schil nog meer schillen hebben met nog veel meer elektronen per schil.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Ook het atoommodel van Bohr is alweer achterhaald. Sinds de tweede helft van de twintigste eeuw is er een nieuwer atoommodel, het kwantummechanisch atoommodel. Elk nieuw model is steeds beter in staat eigenschappen van stoffen te verklaren en eigenschappen van nieuwe stoffen te voorspellen.

Verschillen tussen atoomsoorten

Uit de atoommodellen is afgeleid dat alle atomen een vergelijkbare opbouw hebben, maar het aantal protonen, neutronen en elektronen is per atoom anders. Het aantal protonen dat in de kern van een bepaalde atoomsoort zit, kun je afleiden uit het periodiek systeem. Atomen zijn namelijk in het periodiek systeem gerangschikt naar het aantal protonen in de kern. Het aantal protonen is daarmee gelijk aan het **atoomnummer** en is uniek voor een atoomsoort.

Het aantal elektronen in een atoom is gelijk aan het aantal protonen. Hierdoor is een atoom een ongeladen deeltje. De elektronen in de buitenste schil zijn bepalend voor de eigenschappen van een atoomsoort.

Isotopen



3.39 Op sommige plaatsen komen isotopen voor die ergens anders niet voorkomen. In onderzoek gebruikt het Nederlands Forensisch Instituut dat gegeven om zo een bijdrage te leveren aan het oplossen van misdaden.

Per atoomsoort is het aantal protonen en elektronen gelijk. Het aantal neutronen hoeft niet gelijk te zijn aan het aantal protonen en elektronen. Zo heeft een koolstofatoom altijd zes protonen in de kern, maar in de natuur komen koolstofatomen voor met zes, zeven of acht neutronen in de kern, zie tabel 3.38. Atomen van dezelfde atoomsoort met alleen een verschillend aantal neutronen in de kern noem je **isotopen**. Isotopen van dezelfde atoomsoort zijn chemisch gezien precies hetzelfde, ook al hebben ze een verschillend aantal neutronen. Ze hebben daarom hetzelfde symbool.

atoomsoort	koolstof (C)	koolstof (C)	koolstof (C)
atoomnummer	6	6	6
aantal protonen	6	6	6
aantal elektronen	6	6	6
aantal neutronen	6	7	8
massagetal	12	13	14

3.38 Drie soorten koolstofisotopen

Massagetal

Om het verschil tussen de isotopen duidelijk te maken, wordt gebruikgemaakt van het **massagetal** (zie tabel 3.38). Het massagetal is de som van het aantal protonen en neutronen in de kern en is dus altijd een geheel getal. Het aantal elektronen wordt hierbij niet meegerekend. Er zijn twee manieren die veel worden gebruikt om het isotoop in formulevorm weer te geven. Bij de eerste manier wordt het symbool van het atoom opgeschreven met daar linksboven het massagetal en linksonder het atoomnummer, bijvoorbeeld bij chloor met een massagetal van 37: $^{37}_{17}$Cl. Bij de tweede manier geef je alleen het symbool en het massagetal: Cl-37.

Gemiddelde atoommassa

In de natuur komen van de meeste atoomsoorten meerdere isotopen voor en daarom werk je met gemiddelde atoommassa's. Van bijvoorbeeld chloor komen in de natuur twee isotopen voor, het gemiddelde van de atoommassa van die twee isotopen is 35,5 u. Achter in het boek is een tabel opgenomen waarin de gemiddelde atoommassa's staan.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Zoektocht naar de steen der wijzen

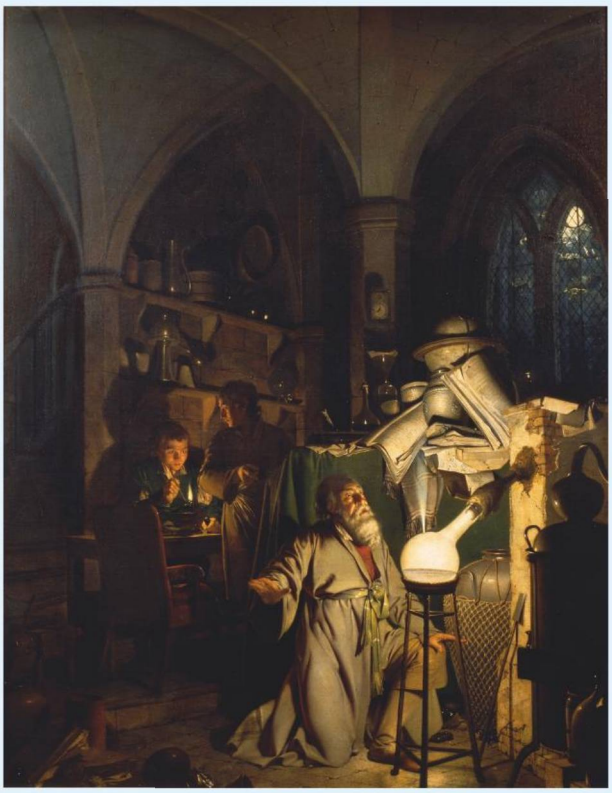
De voorloper van de huidige chemische wetenschap is de alchemie. Alchemisten waren natuurfilosofen die onafhankelijk van elkaar probeerden om 'de steen der wijzen' te maken.

De steen der wijzen zou een kristal zijn dat het mogelijk maakt om langer te leven en om onedele metalen om te zetten in goud. Hiervoor werden experimenten uitgevoerd met allerlei stoffen en mengsels zoals stoffen gewonnen uit mest, waardoor de alchemie in bepaalde tijden ook geassocieerd werd met tovenarij en niet met wetenschap.

Een van de meest bekende alchemisten die zich bezighield met het maken van de steen der wijzen is Nicolas Flamel. Volgens de mythe zou hij er zelfs in zijn geslaagd om een steen der wijzen te maken omdat hij ontzettend veel goud in zijn bezit had, maar hiervoor is nooit verder bewijs gevonden. Meestal konden de alchemisten de resultaten van hun experimenten niet verklaren en bleef het verloop van de meeste experimenten dan ook een raadsel.

Hiernaast staat een afbeelding van een experiment van Hennig Brand, een alchemist die uit urine een lichtgevende stof wist te maken. Helaas had hij geen steen der wijzen gemaakt.

Uiteindelijk is het moderne wetenschappers wel gelukt om goud te produceren uit een andere atoomsoort, maar dan niet met een steen der wijzen. Hiervoor is kwik in een speciaal proces omgezet in goud. Dit is een lastig en kostbaar proces, dus levert het nooit de hoeveelheden goud op die je zou willen hebben. Het was uiteindelijk niet eens de bedoeling om goud te maken, maar toevallig is hierbij de enige stabiele goudisotoop (Au-197) gemaakt.



3.40 Een alchemist aan het werk

Samenvatting

- Met een atoommodel kun je de bouw van een atoom beschrijven.
- Een atoom is opgebouwd uit protonen, neutronen en elektronen.
- Het atoomnummer is gelijk aan het aantal protonen.
- Het massagetal van een atoom is de som van het aantal protonen en het aantal neutronen.
- Twee atomen met een gelijk aantal protonen, maar een verschillend aantal neutronen zijn isotopen van elkaar.
- De atoommassa is het gemiddelde van de massa's van de in de natuur voorkomende isotopen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 40

Wat is het verschil tussen het atoommodel van Dalton en het atoommodel van Rutherford?

A 41

a Hoe heten de positief geladen kerndeeltjes?
b Hoe heten de ongeladen kerndeeltjes?
c Hoe heten de negatief geladen deeltjes uit een atoom?

A 42

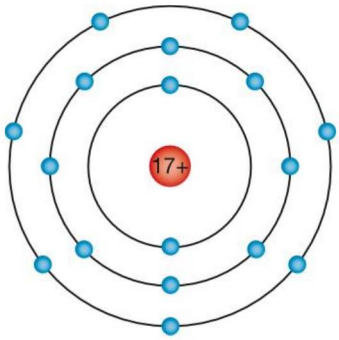
Geef voor een C-13 atoom het aantal:
a protonen
b neutronen
c elektronen

B 43

Leg met behulp van het periodiek systeem uit hoeveel protonen en hoeveel elektronen de volgende deeltjes bevatten.
a Mg
b Au
c Al
d Cl

B 44

Hieronder staat een atoom volgens het atoommodel van Bohr weergegeven . Welke atoomsoort is hier weergegeven?



3.41 Een atoom weergegeven met het atoommodel van Bohr

B 45

Een atoom heeft 27 protonen, 32 neutronen en 27 elektronen.
a Welke atoomsoort is dit?
b Wat is het atoomnummer en het massagetal van dit atoom?

Van deze atoomsoort zijn meerdere isotopen bekend.
c Geef de isotoopnotatie van bovenstaande isotoop op de twee manieren die in deze paragraaf zijn beschreven.

Atomen zijn neutraal, maar soms kunnen ze elektronen afstaan.
d Als dit atoom twee elektronen zou afstaan, wat is dan de lading van het ontstane deeltje?

B 46

Van waterstof bestaan drie isotopen. Dit zijn de enige isotopen die een eigen naam hebben: waterstof (H-1), deuterium (H-2) en tritium (H-3).
a Maak voor deze isotopen een zelfde tabel als figuur 3.38.
b Beschrijf deuterium met het atoommodel van Rutherford.
c Teken deuterium met het atoommodel van Bohr en leg uit wat het verschil is met Rutherford.

B 47

Neem onderstaande tabel over in je schrift en vul hem verder in. Ga ervan uit dat er geen deeltjes met een lading zijn.

atoomsoort	S			
massagetal		64	40	
atoomnummer		30		
aantal protonen				13
aantal neutronen	16			14
aantal elektronen			18	

B 48

Leg uit of onderstaande stellingen over lithium juist zijn.
I Een lithiumatoom heeft drie protonen, dus ook drie neutronen.
II Een lithium-6 isotoop heeft een gelijk aantal protonen, neutronen en elektronen.

B 49 M

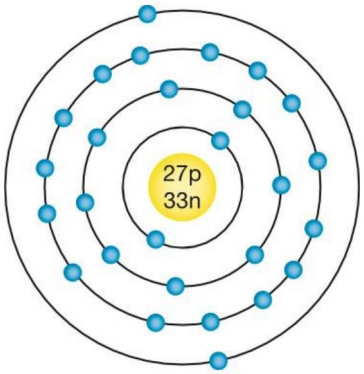
Van zuurstof komen drie isotopen in de natuur voor.
a Zoek op internet op welke drie isotopen dit zijn.
b Leg uit van welk isotoop je denkt dat deze het meeste in de natuur voorkomt. Bij je uitleg heb je de gemiddelde atoommassa van zuurstof nodig.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

B 50 M

Om röntgenfoto's te kunnen maken wordt in sommige gevallen gebruikgemaakt van een isotoop van een metaal. Hieronder is een schematische tekening van dit isotoop gegeven.



3.42 Schematische tekening van een isotoop

a Geef de isotoopnotatie van dit metaal.

Dit isotoop kan na verloop van tijd een neutron omzetten in een proton en een elektron.

b Beredeneer of het massagetal en het atoomnummer dan veranderen. Zo ja, geef aan hoe deze veranderen.

C 51 N

Van magnesium komen drie isotopen in de natuur voor: Mg-24 (79%), Mg-25 (10%) en Mg-26 (11%).

a Wat is het gemiddelde van de drie massagetallen van magnesium?

b Als je een gewogen gemiddelde berekent van de drie magnesiumisotopen, is het gemiddelde dan groter dan, kleiner dan, of gelijk aan 25?

c Bereken de gemiddelde atoommassa waarbij je rekening houdt met de verhouding waarin de isotopen in de natuur voorkomen.

C 52

Deze opdracht gaat over een atoomsoort met symbool At.

a Zoek in het periodiek systeem achter in het boek de naam van de atoomsoort met symbool At op. Noteer de naam.

De gezondheidseffecten van de atoomsoort At zijn nog niet onderzocht. Onderzoekers nemen aan dat de gezondheidseffecten gelijk zijn aan die van de atoomsoort jood.

b Leg uit waarom de onderzoekers dit denken.

c Men verwacht dat de atoomsoort At geen risico voor het milieu zal opleveren. Bedenk hiervoor een reden.

C 53 N

Lees de tekst in het kader 'Zoektocht naar de steen der wijzen' en beantwoord de volgende vragen.
In de tekst staat beschreven dat via een ingewikkeld proces goud uit kwik gemaakt zou kunnen worden.

a In de eerste stap van dit proces wordt kwik-196 met deeltjes beschoten. Er ontstaat dan kwik-197. Leg uit welke deeltjes dit kunnen zijn.

b In de volgende stap wordt het stabiele goud-197 gevormd. Wat moet er dan gebeuren?

Op basis van het massagetal en een gegeven uit de tekst kun je een schatting maken van de gemiddelde atoommassa van goud.

c Leg uit wat je denkt dat de gemiddelde atoommassa van goud is.

C 54 M

Lees de tekst in het kader 'Zoektocht naar de steen der wijzen' en beantwoord de volgende vragen.
In de tekst staat beschreven dat alchemisten probeerden om een kristal, de steen der wijzen, te ontwikkelen waarmee ze onedele metalen zoals lood in goud konden omzetten. Bovendien zou dit kristal in staat zijn je langer te laten leven.

a Noem naast lood nog drie onedele metalen.

b Waarom is de atoommassa van goud vrijwel gelijk aan het massagetal dat in de tekst is genoemd?

c Welke stoffen hebben moderne wetenschappers ontwikkeld om langer te leven?

Je kunt nu

- het atoommodel van Dalton, Rutherford en Bohr toelichten;
- met behulp van het atoomnummer de bouw van een atoom weergeven;
- uitleggen wat het massagetal is en wat isotopen zijn;
- uitleggen waarom je met gemiddelde atoommassa's werkt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Geef de namen van de volgende atoomsoorten.
a P
b Cu
c Ba
d Sn

2 Geef de symbolen van de volgende atoomsoorten.
a broom
b chroom
c ijzer
d kalium

3
a Wat verstaan we onder het atoommodel van Dalton?
b Hoe ziet het atoommodel van Rutherford er uit?
c Waarom heeft Rutherford een ander atoommodel voorgesteld?
d Wat is het verschil tussen het atoommodel van Rutherford en het atoommodel van Bohr?

M 4 **Stevia**
Stevia is een plantje dat tegenwoordig wordt gebruikt om er een zoetstof uit te winnen (zie figuur 3.43). Deze zoetstof heet steviolglycoside en heeft als formule $C_{38}H_{60}O_{18}$.
a Leg uit dat steviolglycoside een verbinding is.
b Uit welke atoomsoorten bestaat steviolglycoside?
c Wat is de atoommassa van deze atoomsoorten?
d Bereken de molecuulmassa van steviolglycoside.
e Wanneer steviolglycoside wordt gemengd met water ontstaat er een oplossing. Teken een model op microniveau van dit mengsel.


3.43 Stevia bevat het zoete steviolglycoside.

De stof steviolglycoside is minimaal 30 keer zoeter dan kristalsuiker. Een gemiddeld suikerklontje van kristalsuiker heeft een massa van 3,9 g. Als je normaal thee drinkt met één suikerklontje, dan heb je minder steviolglycoside nodig om een drank even zoet te maken.
f Bereken hoeveel gram steviolglycoside je maximaal moet toevoegen om je thee even zoet te maken als met één suikerklontje.


3.44 Deze ijsjes zijn gezoet met steviolglycoside.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

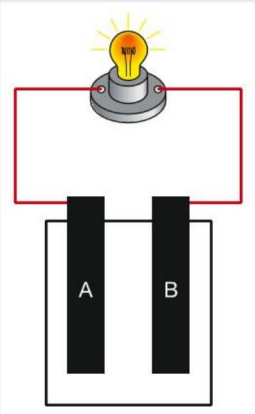
N 5 Batterijen

Batterijen leveren elektrische energie, energie die je bijvoorbeeld nodig hebt voor je tablet of je telefoon.

Een zeer eenvoudige weergave van een batterij staat getekend in figuur 3.45. Twee metalen staven A en B staan in een bak. Dat is natuurlijk niet zomaar een bak. De inhoud van de bak moet aan bepaalde eisen voldoen. Voor deze opgave is het echter niet nodig om daar verder op in te gaan.

Je kent edele, halfedele, onedele en zeer onedele metalen. Tussen metalen bestaat dus verschil in edelheid.

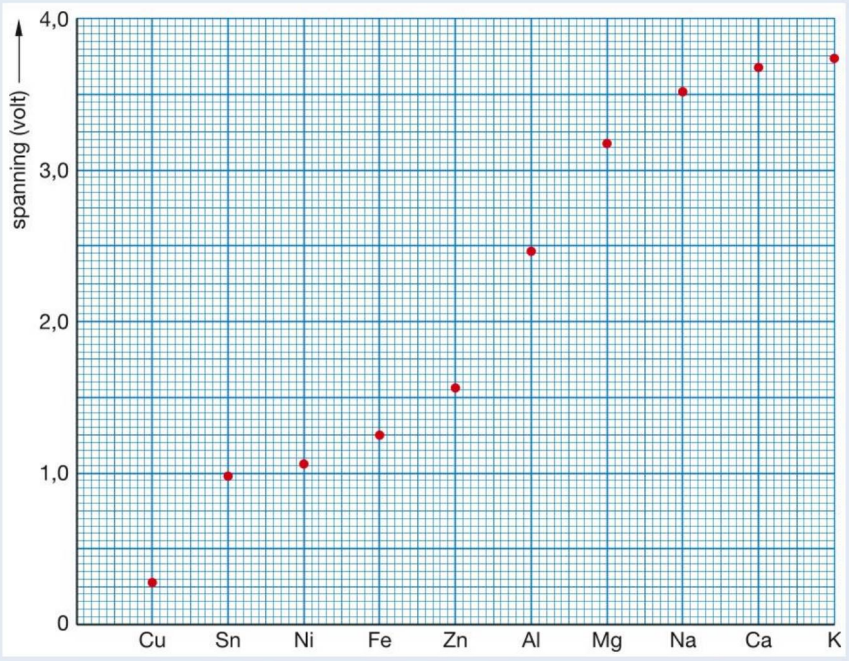
Als er een verschil in edelheid is tussen de metalen A en B kan de batterij elektrische energie leveren. Een maat hiervoor is de spanning van de batterij. Hoe groter het verschil in edelheid, des te groter is de spanning van de batterij.



3.45 Schematische weergave van een batterij

a Geef de namen en symbolen van drie edele metalen.

Van een aantal batterijen is de spanning gemeten. Metaal A van de batterij is steeds zilver. Metaal B is steeds een ander metaal. In onderstaande figuur staan de spanningen van batterijen voor steeds verschillende metalen B.



3.46 Spanning van een batterij van zilver en een ander metaal

b Geef de namen van de metalen waarvan hierboven de symbolen zijn gegeven.

c Wat is de spanning van een batterij indien metaal B Ni is?

d Leg uit wat de spanning van een batterij zal zijn indien metaal B ook van zilver is.

Koper wordt ook wel tot de halfedele metalen gerekend.

e Lees uit de grafiek af wat de spanning van een Ag-Cu batterij zal zijn. Leg uit waarom deze waarde niet groot is.

f Leg uit waarom de spanning van een Ag-Ca batterij veel groter is dan van een Ag-Cu batterij.

g Je neemt Pb (onedel) als metaal B. Leg uit tussen welke waarden de spanning van de Ag-Pb batterij zal liggen.

h Leg uit hoe groot de spanning van een Fe-Al batterij zal zijn.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

M 6 **Ununseptium**

Ununseptium is de werknaam voor een element dat niet in de natuur voorkomt en het heeft als symbool Uus gekregen. Deze naam is afgeleid van wat in het Latijn één-één-zeven zou betekenen. Hiermee wordt het getal 117 bedoeld, dat het atoomnummer van het element zal zijn.
Tot nu toe hebben wetenschappers pas vijftien atomen van het element Uus weten te maken.

a Bepaal met een gegeven uit bovenstaande tekst het aantal protonen in een atoom Uus.
b Geef het aantal ontdekte atomen Uus in formulevorm weer.

Er zijn bij het maken van Uus twee verschillende isotopen gevormd. Het ene isotoop heeft een massagetal van 293, het andere isotoop heeft een massagetal van 294.

c Leg uit wat een isotoop is.
d Hoeveel neutronen bevat een Uus-293 atoom?

Men verwacht dat Uus op macroniveau voor een deel vergelijkbare eigenschappen zal hebben als elementen uit groep 17 van het periodiek systeem. Men verwacht ook dat het net als jood een vaste stof zal zijn.

e Hoe heet deze groep?
f Teken een model met daarin 15 Uus-atomen waaruit blijkt dat het een vaste stof is.
g Men kan niet met zekerheid zeggen of de eigenschappen van Uus overeen zullen komen met andere halogenen. Geef een verklaring waarom men dit niet kan zeggen.

N 7 **Uraan**

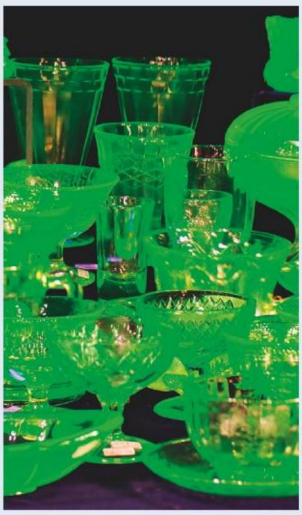
Uraan of uranium is een scheikundig element met symbool U en atoomnummer 92. Het element komt op aarde in uraniumerts voor, maar dit erts bevat voornamelijk de isotoop U-238. Van het element uraan bestaan meerdere isotopen, onder andere ook U-235.

a Leg uit wat isotopen zijn.
b Leg met behulp van de bouw van een uraanatoom uit wat het verschil is tussen U-238 en U-235.

Kerncentrales maken voor de energielevering gebruik van het splijten van U-235 kernen. Als een U-235 kern wordt geraakt door een neutron ontstaat een U-236 kern. Dit is een zeer instabiele kern, die na een paar seconden uiteenvalt in een atoom Kr-92, twee losse neutronen en nog een andere kern X. Je kunt dat in een schema weergeven:

$$^{235}_{92}U + n \rightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{\cdot\cdot}_{\cdot\cdot}X + 2\,n$$

c Leg uit hoeveel protonen het element X heeft dat ontstaat.
d Leg uit wat het massagetal van element X is.
e Wat is de naam van dit element?



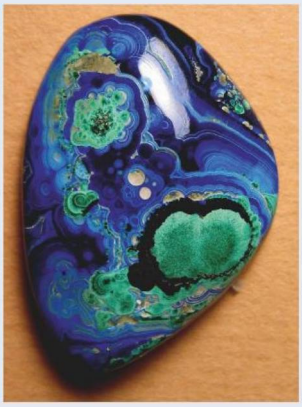
3.47 Om een geelgroene fluorescerende werking te krijgen worden uraanverbindingen aan het glas toegevoegd. Deze methode van glaskleuring bestond al in de Romeinse tijd.

8 **Kunst**

Kunst is van alle tijden. In de prehistorie schilderden holbewoners al taferelen van alles wat ze meemaakten. Hiervoor gebruikten ze klei. Afhankelijk van de klei die werd gebruikt, kreeg de muurschildering een andere kleur.
Duizenden jaren later, in de middeleeuwen, zijn allerlei mineralen ontdekt die schilders gebruikten om hun verf van te maken.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



3.48 Azuriet (blauw) met ingesloten malachiet (groen)

De kleur blauw maakte men in de middeleeuwen door het mineraal azuriet (zie figuur 3.48) fijn te malen. De kleur van het mineraal ontstaat vooral door de aanwezigheid van koper- en koolstofatomen in dit mineraal. De formule voor azuriet is $Cu_3C_2H_2O_8$.

a Uit welke atoomsoorten bestaat azuriet?

b Bereken het massapercentage koper in azuriet.

Het mineraal azuriet bestaat uit zowel metalen als niet-metalen.

c Leg uit of er een groter massapercentage metalen of niet-metalen is.

In figuur 3.48 is te zien dat er ook groene stukken in het azuriet kunnen voorkomen. Dit komt door de aanwezigheid van malachiet. Ook malachiet dankt zijn kleur aan de aanwezigheid van koper en koolstof. De formule voor malachiet is $Cu_2CH_2O_5$.

d Leg uit wat het verschil tussen azuriet en malachiet is.

In malachiet komen minder koperatomen voor. Toch heeft malachiet een hoger massapercentage koper.

e Laat dit met een berekening zien.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van drie keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je een van deze keuzeopdrachten gaan doen.

1 Molecular modelling

Met behulp van computerprogramma's als ChemSketch of ChemDraw kun je verschillende modellen van moleculen weergeven. Probeer eens om water, waterstofperoxide, ammoniak, koolstofdioxide en methaan te tekenen. Probeer zelf ook eens wat moleculen te bouwen. Maak van elk molecuul ook een molecuultekening.

2 Het periodiek systeem

In paragraaf 3.2 is het periodiek systeem genoemd. In het systeem staan alle atoomsoorten gerangschikt. Het periodiek systeem is nog niet af. Sommige atoomsoorten zijn al eeuwen bekend, andere nog maar kort. Een stof die uit slechts één atoomsoort bestaat, noem je een element. Daarom wordt het periodiek systeem ook wel het periodiek systeem van de elementen genoemd. In deze opdracht leer je meer over een bepaald element.

3 Geschiedenis van het atoommodel

In het verleden is er veel nagedacht over de structuur van de stoffen om je heen. De eerste theorieën stammen al uit de Griekse oudheid, ruim voor het begin van onze jaartelling. Door steeds vernieuwende inzichten en technische vooruitgang wordt het atoommodel tot op de dag van vandaag verder bijgewerkt. In deze opdracht onderzoek je de ontwikkeling van het atoommodel vanaf de Griekse tijd tot nu.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

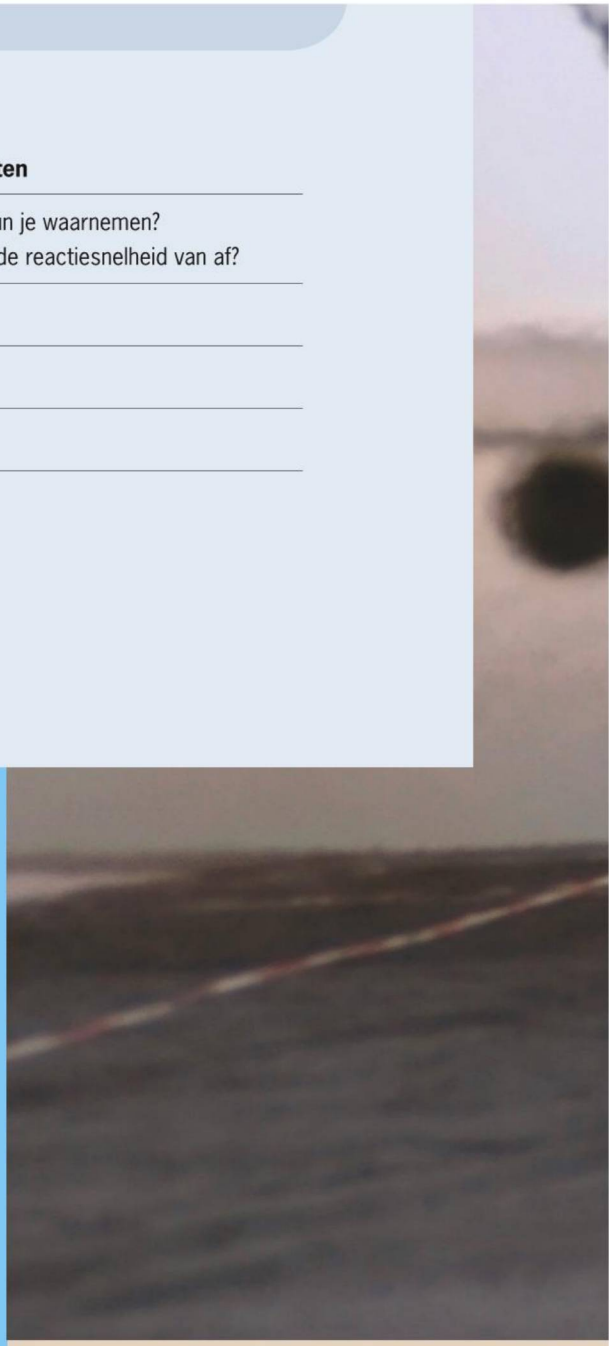
Atomen	Bouwstenen van moleculen. Atomen zijn opgebouwd uit **protonen**, **neutronen** en **elektronen**. In de kern zitten protonen en neutronen. Daaromheen zitten elektronen in schillen. Met een **atoommodel** kun je de bouw van een atoom beschrijven.
Atoommassa	De massa van één atoom, uitgedrukt in de **atomaire massa-eenheid** u.
Atoomnummer	Het aantal protonen in de kern van een atoom en de positie in het periodiek systeem.
Element	Deeltje dat uit één atoomsoort bestaat.
Isotopen	Atomen van dezelfde atoomsoort met een verschillend aantal neutronen in de kern.
Legering	Een mengsel van twee metalen, die in de vloeibare fase zijn gemengd.
Massagetal	De som van het aantal protonen en neutronen in de kern van het atoom.
Massapercentage	Een gedeelte van een totale massa uitgedrukt in procenten. Dit wordt bijvoorbeeld gebruikt om het gehalte van een bepaalde atoomsoort in een verbinding aan te geven.
Micro- en macroniveau	Het microniveau beschrijft alles op het niveau van atomen en moleculen, het macroniveau beschrijft alles wat je met je zintuigen kunt waarnemen.
Modellen en simulaties	Modellen zijn vereenvoudigde weergaven van de realiteit om dingen te kunnen onderzoeken en te begrijpen. Wanneer een model wordt gebruikt om te zien wat het effect is van een verandering op het model, heet het een simulatie.
Moleculen	Deeltjes die zijn opgebouwd uit atomen. Veel moleculen samen vormen een stof. Moleculen kun je weergegeven met een molecuultekening en met een formule.
Molecuulformule	De molecuulformule geeft de soort en het aantal atomen in een molecuul weer. De **index** geeft het aantal van een bepaald atoom in een molecuul aan. Met een **coëfficiënt** geef je het aantal moleculen aan.
Periodiek systeem	Een tabel met alle atoomsoorten gerangschikt naar oplopend atoomnummer. In het periodiek systeem staan de atoomsoorten in groepen met overeenkomstige eigenschappen. Het periodiek systeem kun je onderverdelen in **metalen**, **metalloïden** en **niet-metalen**.
Verbinding	Een molecuul dat uit twee of meer atoomsoorten bestaat.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

4 Chemische reacties

Paragrafen	Experimenten
4.1 Kenmerken van een reactie	4.1 Hoe goed kun je waarnemen? 4.2 Waar hangt de reactiesnelheid van af?
4.2 Reactievergelijkingen	
4.3 Rekenen aan reacties	
Afsluiting	
Overzicht begrippen	



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



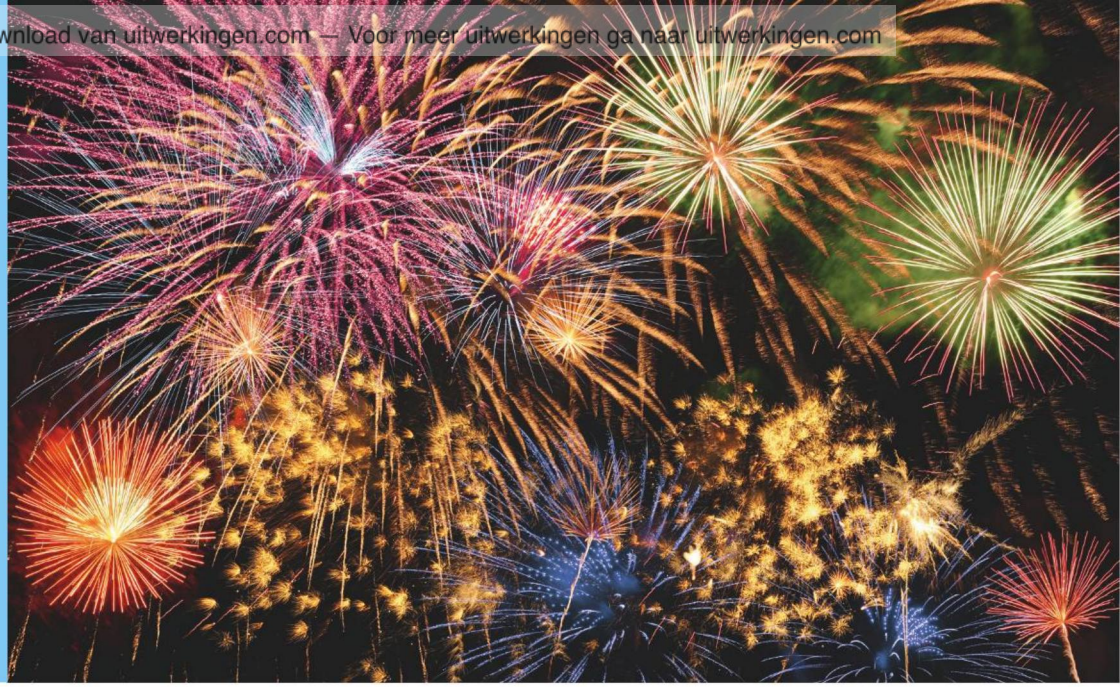
Chemische reacties

De vlammen uit de straalpijpen van dit vliegtuig ontstaan omdat de naverbrander aan staat. Er reageert dan extra brandstof met zuurstof. Dit levert meer stuwkracht. Vliegtuigen die starten van een vliegdekschip hebben een naverbrander nodig om te voorkomen dat ze bij het opstijgen in zee vallen.

4

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Vuurwerk
Een voorbeeld van een chemische reactie is de reactie van siervuurwerk met zuurstof. De prachtige kleuren worden veroorzaakt door een mengsel van metaalverbindingen dat aan het kruitmengsel wordt toegevoegd.

Je leert
- wat een chemische reactie is;
- welke kenmerken een chemische reactie heeft;
- welke factoren invloed hebben op de reactiesnelheid.

4.1 Kenmerken van reacties

● Experiment 4.1

Hoe herken je een chemische reactie?
In hoofdstuk 2 heb je al gezien dat je stoffen kunt mengen. Soms is het zo dat je de stoffen in een mengsel weer van elkaar kunt scheiden: de stofeigenschappen zijn niet veranderd. In paragraaf 2.2 en 2.3 ben je daar voorbeelden van tegengekomen.
Soms treden er wel veranderingen op. Bij het onderzoek naar stofeigenschappen heb je bijvoorbeeld de eigenschap 'brandbaarheid' onderzocht. Je hebt de stof magnesium verhit. Magnesium is een grijs metaal, maar tijdens het verhitten ontstond een wit licht en er bleef een witte vaste stof over. Er zijn dus stofeigenschappen veranderd.
De stof magnesium, de **beginstof**, is verdwenen en daarvoor in de plaats is een nieuwe stof, het **reactieproduct**, gekomen. Door het verwarmen van magnesium is een chemische reactie opgetreden. Het verdwijnen van de beginstoffen en het ontstaan van reactieproducten is een kenmerk van een **chemische reactie**.



4.1 Kaarsvet moet je eerst smelten om kaarsen te maken.

Niet elke stof verandert bij verwarmen: kaarsvet smelt als je het verwarmt. Laat je het afkoelen, dan wordt kaarsvet weer vast (zie figuur 4.1). Tijdens het smelten van kaarsvet zijn de stofeigenschappen niet veranderd. Een faseverandering is dus geen chemische reactie.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Exotherm en endotherm

Bij de verbranding van magnesium komt *energie* vrij in de vorm van licht en warmte. Een reactie waarbij energie, bijvoorbeeld warmte, licht of elektrische energie vrijkomt, noemen we een **exotherme reactie**. Het verbranden van magnesium is dus een exotherme reactie. Een reactie die alleen verloopt als er energie, bijvoorbeeld warmte of licht, wordt opgenomen, noemen we een **endotherme reactie** (zie figuur 4.2a). Als je een witte vulling in je kies krijgt, gebruikt de tandarts licht om te zorgen dat de reactie verloopt die voor het uitharden van de vulling zorgt (zie figuur 4.2b). Dit is een voorbeeld van een endotherme reactie. Bij elke chemische reactie treedt een **energie-effect** op.



4.2a De waterstof waar deze bus op rijdt wordt in een endotherme reactie gemaakt uit water.



4.2b Voor het maken van een harde witte vulling is energie in de vorm van licht nodig.

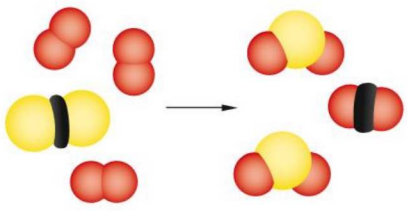
● Experiment 4.2

De wet van behoud van massa

Op grond van zijn experimenten met chemische reacties formuleerde de Franse scheikundige Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) tegen het einde van de achttiende eeuw een regel die we nog steeds kennen als de wet van Lavoisier:

Bij een chemische reactie is de totale massa van de beginstoffen gelijk aan de totale massa van de reactieproducten.

De wet van Lavoisier (figuur 4.4) wordt ook wel de wet van behoud van massa genoemd. Er gaan immers geen atomen verloren en er komen ook geen atomen bij. Ze worden alleen maar op een andere manier gerangschikt, zie het voorbeeld in figuur 4.3.



4.3

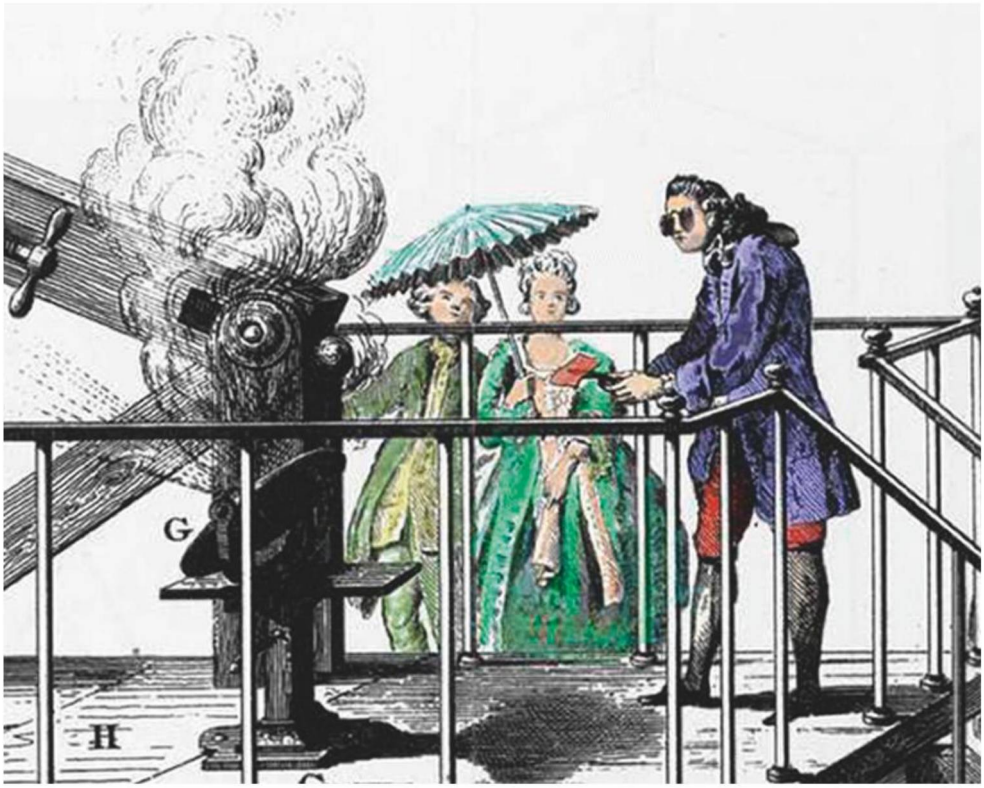
Voorbeeld: Beginstoffen en reactieproducten

Tijdens de verbranding van koolstofdisulfide (C = zwart en S = geel) veranderen de bouwstenen van koolstofdisulfide en zuurstof (O = rood) in die van koolstofdioxide en zwaveldioxide. Het aantal C-, S- en O-atomen is vóór en ná de reactie gelijk, dus de massa is niet veranderd. Dat noemen we de **wet van Lavoisier**.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Soms lijkt het alsof tijdens een reactie de massa groter of kleiner wordt. Bijvoorbeeld als één van de reactieproducten of beginstoffen een gas is. Maar als je de gassen mee weegt, zie je dat de massa vóór en na de reactie toch even groot is. Het **behoud van massa** is een kenmerk van een chemische reactie.



4.4 Lavoisier bezig met een verbrandingsexperiment. Zelf met bril, maar de dame...

Reactietemperatuur

Een chemische reactie kan niet bij elke temperatuur verlopen. Voor elke chemische reactie is een bepaalde minimale temperatuur nodig. Dit noemen we de **reactietemperatuur**. Is de temperatuur lager dan de reactietemperatuur, dan verloopt de reactie niet vanzelf. Neem bijvoorbeeld papier, papier is brandbaar, toch verbrandt papier niet bij kamertemperatuur. Dat gebeurt pas bij een veel hogere temperatuur. De reactietemperatuur voor de verbranding van papier, ook wel ontbrandingstemperatuur genoemd, is blijkbaar veel hoger dan kamertemperatuur.
Witte fosfor vormde vroeger een gevreesd wapen. De reactietemperatuur voor de ontbranding van witte fosfor is heel laag.

Kenmerken van een reactie zijn dus:
- beginstoffen veranderen in reactieproducten, de stofeigenschappen zijn veranderd;
- er is altijd een energie-effect;
- de totale massa van de beginstoffen is gelijk aan de totale massa van de reactieproducten;
- er is altijd een bepaalde reactietemperatuur nodig om de reactie te laten verlopen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Grieks vuur van fosfor

Grieks vuur, ook wel Byzantijns vuur genoemd, was vanaf ongeveer 650 na Christus tot in de Middeleeuwen een gevreesd wapen. De samenstelling van dit wapen is verloren gegaan. Er zijn verschillende theorieën over de samenstelling, één van de theorieën is dat de stof fosfor werd gebruikt. Het bijzondere van fosfor is de reactietemperatuur van de reactie van fosfor met zuurstof. Die is laag, namelijk rond de 30 °C. De Byzantijnse marine gebruikte, volgens deze theorie, een apparaat dat een stroom brandende fosfor produceerde die over de vijandelijke schepen werd gesproeid (figuur 4.5). De schepen vlogen onmiddellijk in brand en vijandelijke schepen probeerden dan ook uit de buurt van de Byzantijnen te blijven. Het was een lastig wapen om te gebruiken en soms vlogen bij vergissing ook de Byzantijnse schepen in brand.

Het element fosfor is in verbindingen ook een belangrijk onderdeel van de voeding. Mensen, planten en dieren kunnen niet zonder fosfor. Mensen bestaan voor ruim één procent uit fosfor. De gemiddelde mens draagt zo'n 750 g fosfor mee. Dit zit voornamelijk in onze botten in een fosfaatverbinding, maar het is ook een bouwsteen van ons DNA.

We nemen dat fosfor op als fosfaat via onze voeding. Kikkererwten bijvoorbeeld, een van de meest geteelde peulvruchten ter wereld, bevatten deze fosfaten. Romeinen waren dol op kikkererwten en de Romeinse bijnaam Cicero betekent kikkererwt. De naam ontstond doordat een voorvader van de beroemde Romeinse politicus Cicero een schoonheidsfoutje op zijn neus had: een wrat in de vorm van een kikkererwt.

Het fosfaaterts in de wereld raakt helaas in een hoog tempo op en men probeert allerlei manieren te bedenken om het fosfaat terug te winnen. Een van die manieren is het terugwinnen uit urine. Op Pinkpop plassen de mannen in 3 dagen 100 000 L urine bij elkaar, dit wordt door een bedrijf opgewerkt en de fosfaten worden zo weer teruggewonnen. Zo leidt een mogelijk fosfaattekort tot het ontwikkelen van talloze nieuwe technieken voor het terugwinnen van fosfaten.



4.5 Grieks vuur in gebruik op een illustratie in een 12e-eeuws manuscript van een Griekse historicus.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Reactiesnelheid

Niet alle chemische reacties verlopen even snel. Er zijn vijf factoren die invloed hebben op de snelheid waarmee een chemische reactie verloopt:

1 Als je magnesium en zink allebei laat reageren met waterstofchloride dan reageert magnesium veel sneller met waterstofchloride dan zink. De soort **beginstof** heeft dus invloed op de **reactiesnelheid** (zie figuur 4.6).
2 Magnesium*poeder* reageert veel sneller met waterstofchloride dan magnesium*lint*. Bij een gelijke hoeveelheid magnesium heeft de poedervorm een veel groter oppervlak dan het lint. Kennelijk zorgt een grotere **verdelingsgraad** voor een grotere reactiesnelheid.
3 De reactiesnelheid is hoger als de hoeveelheid waterstofchloride per mL oplossing groter is. We noemen dat een verschil in **concentratie**. Hoe groter de concentratie, des te groter de reactiesnelheid.
4 De reactiesnelheid wordt groter als de **temperatuur** hoger wordt.
5 Ten slotte kun je de reactiesnelheid beïnvloeden met een hulpstof. Deze hulpstof noem je een **katalysator** en deze zorgt ervoor dat een reactie sneller verloopt. Een katalysator wordt tijdens de reactie wel gebruikt, maar raakt niet op. Aan het einde van de reactie is er nog evenveel van de toegevoegde katalysator over.



4.6 Ieder jaar wordt in Valencia ter ere van het feest van St. Jozef het Las Fallas feest gehouden. Aan het eind van het feest worden grote poppen in brand gestoken. Het soort stof, hout en papier-maché, waarvan de poppen zijn gemaakt, verbrandt snel en zorgt voor een waar inferno.

Samenvatting

- Een chemische reactie kun je herkennen aan het veranderen van stofeigenschappen.
- Tijdens een chemische reactie verdwijnen de beginstoffen en ontstaan reactieproducten.
- Bij elke chemische reactie treedt een energie-effect op. Soms komt er energie vrij (een exotherme reactie) en soms is er energie nodig (een endotherme reactie).
- Bij een chemische reactie is de totale massa van de beginstoffen gelijk aan de totale massa van de reactieproducten.
- Een chemische reactie verloopt pas als de temperatuur even hoog of hoger is dan de reactietemperatuur.
- De snelheid waarmee een reactie verloopt, hangt af van: het soort stof, de verdelingsgraad van de beginstof(fen), de concentratie(s) van de beginstof(fen), de temperatuur van het reactiemengsel en de aanwezigheid van een katalysator.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

4.1 Hoe goed kun je waarnemen?

Wat je nodig hebt
- 4 bekerglaasjes van 150 mL
- 4 thermometers
- 50 mL zoutzuur (1 M: dit is een maat voor de sterkte van de oplossing)
- 25 mL salpeterzuur-oplossing (32%)
- 25 mL sodaoplossing
- stukje magnesiumlint van 2 cm
- 2 stukjes koper
- citroenzuur

Inleiding
Bij een scheikundig experiment is het belangrijk dat je goed kunt waarnemen. Je moet vooral goed kijken. Je let dan op veranderingen in kleur, het ontstaan van belletjes of rook, verandering van temperatuur en als het kan let je op de geur. In dit experiment worden in vier bekerglaasjes verschillende oplossingen en vaste stoffen samengevoegd. Je neemt waar wat er verandert en noteert dit.

Bijzondere veiligheidsmaatregelen
Van dit experiment voert de docent(e) of TOA in elk geval de reactie in bekerglas 3 uit. Deze reactie moet uitgevoerd worden in de zuurkast vanwege het ontstaan van giftige dampen.

Uitvoering
1 Nummer de bekerglaasjes met 1 tot en met 4.
2 Doe:
- in bekerglas 1: 25 mL zoutzuur
- in bekerglas 2: 25 mL zoutzuur
- in bekerglas 3: 25 mL 32% salpeterzuuroplossing
- in bekerglas 4: 25 mL sodaoplossing

3 Zet in elk bekerglaasje een thermometer.
4 Voeg toe aan de oplossing:
- in bekerglas1: een stukje magnesiumlint
- in bekerglas 2: een stukje koper
- in bekerglas 3: een stukje koper
- in bekerglas 4: een schepje citroenzuur

5 Roer voorzichtig met de thermometers en kijk goed wat er in elk van de vier bekerglaasjes gebeurt.

Waarnemingen
Maak een overzicht van de waarnemingen voor de vier bekerglaasjes. Denk daarbij aan verandering van kleur, temperatuur en gasvorming.

Conclusies
1 Leg uit in welk(e) bekerglaasje(s) er een chemische reactie is opgetreden.
2 In welk bekerglaasje zijn er beginstoffen verdwenen?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

4.2 Waar hangt de reactiesnelheid van af?

Wat je nodig hebt
- 10 reageerbuizen (A t/m K: sla de letter I over, die lijkt te veel op de J.)
- reageerbuisrekje
- waterbad (80 °C)
- spatel
- druppelpipetjes
- magnesiumpoeder
- zinkpoeder
- 5 stukjes magnesiumlint van 1 cm
- (schoonmaak)azijn
- water
- 3% waterstofperoxide-oplossing
- stukje aardappel

Inleiding
Er zijn vijf factoren die invloed hebben op de reactiesnelheid. Dit experiment bestaat uit vijf deelexperimenten waarin je de invloed van deze factoren gaat onderzoeken.
Wees bij experiment 5 voorzichtig met de waterstofperoxideoplossing. Gemorste oplossingen direct opruimen met water en een papieren handdoekje.

Uitvoering
Bij elk onderdeel onderzoek je één van de vijf factoren. Beantwoord na elk onderdeel de vragen die over dat onderdeel gaan.

1 Breng in reageerbuis A een spatelpunt magnesiumpoeder en in buis B een spatelpunt zinkpoeder. Voeg aan beide buizen 2 mL azijn toe.
2 Breng in reageerbuis C een spatelpunt magnesiumpoeder en in buis D een stukje magnesiumlint. Voeg aan beide buizen 2 mL azijn toe.
3 Vul reageerbuis E met 2 mL azijn en vul buis F met 2 mL azijn + 2 mL water. Voeg aan beide buizen een stukje magnesiumlint toe.
4 Vul reageerbuis G en H met 2 mL azijn. Plaats reageerbuis H gedurende 5 minuten in een waterbad van 80 °C. Voeg daarna aan beide buizen een stukje magnesiumlint toe.
5 Vul reageerbuis J en K met 2 mL waterstofperoxideoplossing. Voeg aan buis K een stukje aardappel toe. Voeg aan buis J niets toe. Laat beide buizen even staan.

Waarnemingen en conclusies
Vergelijk de reactie in buis A met die in buis B.
1 In welke buis is de reactiesnelheid het grootst?
2 Welke factor veroorzaakt het verschil in reactiesnelheid?
Vergelijk de reactie in buis C met die in buis D.
3 In welke buis is de reactiesnelheid het grootst?
4 Welke factor veroorzaakt het verschil in reactiesnelheid?
Vergelijk de reactie in buis E met die in buis F.
5 In welke buis is de reactiesnelheid het grootst?
6 Welke factor veroorzaakt het verschil in reactiesnelheid?
Vergelijk de reactie in buis G met die in buis H.
7 In welke buis is de reactiesnelheid het grootst?
8 Welke factor veroorzaakt het verschil in reactiesnelheid?
Vergelijk de reactie in buis J met die in buis K.
9 In welke buis is de reactiesnelheid het grootst?
10 Welke factor veroorzaakt het verschil in reactiesnelheid?

4.3 Verandert de totale massa tijdens een reactie?

Je kunt de beschrijving van dit experiment downloaden van de site of vragen aan je docent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Noem vier kenmerken van een chemische reactie.

A 2

Bij alle scheikundige reacties treedt een energie-effect op.

a Wat is een exotherme reactie?
b Wat is een endotherme reactie?
c Welke vormen van energie kunnen er bij een chemische reactie voorkomen?

B 3

a Leg uit waarom het verdampen van water en het oplossen van zout in water geen chemische reacties zijn.
b Leg uit dat het verbranden van kaarsvet wel een chemische reactie is.

B 4

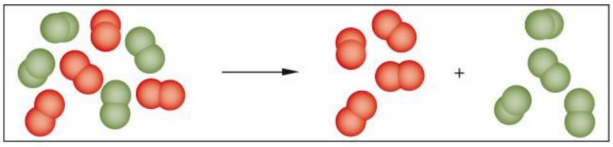
Leg uit bij welke van de onderstaande processen een chemische reactie optreedt.

a Het oplossen van suiker in je thee.
b Het ontploffen van dynamiet.
c Het klappen van de achterband van je fiets.
d Het zuur worden van melk.
e Het verkleuren van inkt in de zon.
f Het verwijderen van nagellak met een nagellakremover.

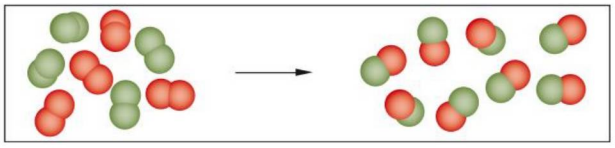
B 5

Bekijk de figuren 4.7a en 4.7b. Elk bolletje stelt een atoom voor. Verschillend gekleurde bolletjes stellen verschillende atomen voor.

a Leg uit welke tekening een chemische reactie voorstelt.
b Leg uit wat de andere tekening voorstelt.



4.7a



4.7b

B 6 N

Je verwarmt een witte vaste stof, de stof wordt bij 440 °C vloeibaar. Tijdens het afkoelen verandert deze vloeistof bij 335 °C weer in een witte vaste stof. Leg uit of tijdens het verhitten een chemische reactie is opgetreden.

B 7 M

Als je een korreltje van het metaal calcium in voldoende water laat zakken, verdwijnt het korreltje; er ontstaat een heldere oplossing en er ontstaat een gas. Leg uit waarom dit een scheikundige reactie moet zijn.

B 8

Als je experiment 4.1 hebt gedaan, heb je kunnen zien hoe een stukje koper reageert met verdund salpeterzuur. Denk je dat een muntje van vijf eurocent ook met verdund salpeterzuur reageert? Licht je antwoord toe.

B 9

Ook bij faseovergangen treedt een energie-effect op.

a Leg uit of het smelten van kaarsvet een exotherm of endotherm proces is.
b Leg uit of het condenseren van water een exotherm of endotherm proces is.

B 10

Als je de stof krijt tot 1200 °C verhit, treedt een chemische reactie op. De reactieproducten zijn de vaste stof calciumoxide (CaO) en het gas koolstofdioxide. Je moet bij deze reactie steeds blijven verhitten.

a Leg uit of de reactieproducten elementen of verbindingen zijn.
b Leg uit of krijt een element of een verbinding is.
c Bedenk een schema waarin je deze reactie weergeeft. Vermeld ook de juiste toestandsaanduidingen.
d Leg uit of deze reactie exotherm of endotherm is.

B 11 M **Mini heater**

Er zijn 'pakjes warmte' onder de naam 'mini heater' op de markt. Die kun je op een koude winterdag in je handschoenen of je schoenen stoppen. De pakjes blijven uren warmte afgeven. Het zijn plastic zakjes die zijn gevuld met onder andere ijzerpoeder en water. Als je de pakjes opent, komt de inhoud in contact met lucht. Er vindt dan een reactie plaats tussen ijzerpoeder, water en zuurstof.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

a Leg uit of de reactie die in de 'mini heater' optreedt exotherm of endotherm is.
b Leg uit of een 'mini heater' ook kan functioneren als deze gevuld is met een blokje ijzer in plaats van met ijzerpoeder.

B 12 Grieks vuur van fosfor

Lees de tekst in het kader 'Grieks vuur van fosfor' en beantwoord de volgende vragen.

a Tot welke groep stoffen behoort fosfor?
A edelgassen
B halogenen
C metalen
D niet-metalen
b Welke reactieomstandigheid maakt fosfor zo geschikt voor Grieks vuur?

Zuivere fosfor wordt onder water bewaard.
c Leg uit waarom je fosfor op deze manier veilig kunt bewaren.

Mensen bestaan voor 1% uit fosfor. Als leerling van de derde klas weeg je gemiddeld 56 kg.
d Bereken hoeveel gram fosfor je in je lichaam hebt.
e Hoe komt je lichaam aan de benodigde hoeveelheid fosfor?

Vers bereide kikkererwten bevatten 245 mg fosfaat per 100 g kikkererwten. Stel je hebt per dag 0,7 g fosfaat nodig, maar gemiddeld plas je ook weer 0,4 g fosfaat per dag uit.
f Bereken hoeveel gram kikkererwten je dan per dag moet eten om aan de benodigde hoeveelheid fosfaat te komen.
g Als alle 17 miljoen Nederlanders dagelijks 0,4 g fosfaat uitplassen, hoeveel ton fosfaat zou je in het ideale geval dan per dag kunnen terugwinnen?

C 13

a Hoe ziet de stof koper eruit?
b Hoe ziet verdund salpeterzuur in experiment 4.1 eruit?
c Als je experiment 4.1 hebt gedaan weet je dat het experiment moet worden uitgevoerd in een afzuigkast. Leg uit waarom dit nodig is.
d Leg uit of je kunt zeggen dat in experiment 4.1 het koper 'oplost' in het verdund salpeterzuur.

Via andere reacties, die niet in de les zijn uitgevoerd, is het mogelijk om uit de vloeistof toch weer de stof koper terug te krijgen.
e Leg uit of je de reactie die bij experiment 4.1 is uitgevoerd dan nog wel een chemische reactie kunt noemen.

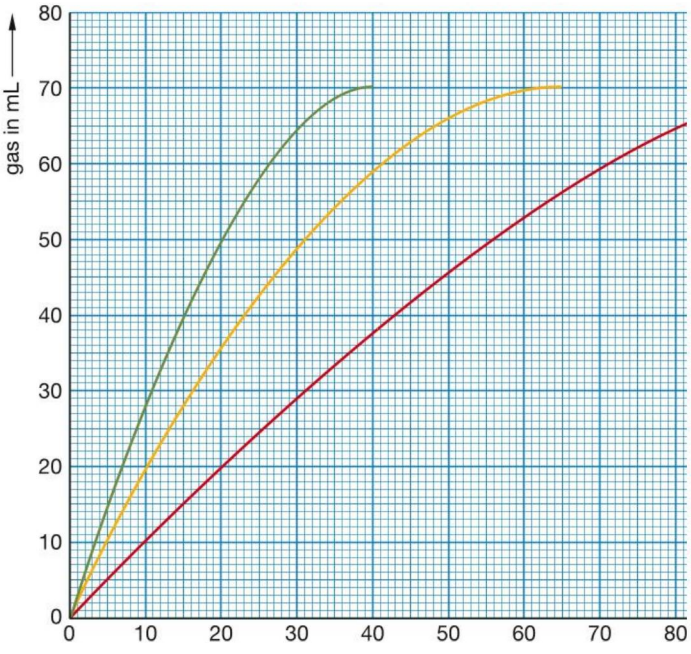
C 14

Het gaar worden van aardappelen kan worden gezien als een chemische reactie. Een reactie verloopt sneller als de temperatuur hoger is. Als de temperatuur 10 °C hoger is, verloopt een reactie meestal tweemaal zo snel. Als je onder normale omstandigheden thuis aardappelen kookt, duurt dit ongeveer twintig minuten.
a Hoelang duurt het als de temperatuur van het water 110 °C is, bijvoorbeeld in een snelkookpan?
b Nadat een snelkookpan op temperatuur is gekomen, duurt het koken van aardappelen ongeveer vijf minuten. Wat is dan de temperatuur in die snelkookpan?
c Waarom denk je dat mensen vaker een snelkookpan gebruiken om rundvlees gaar te maken dan om aardappelen te koken?

Hoog in de bergen kookt water bij 80 °C.
d Leg uit waarom het daar erg handig is om een snelkookpan te gebruiken voor het koken van aardappelen.
e Met welke factor neemt de snelheid van een reactie toe als de temperatuur wordt verhoogd van 20 °C tot 100 °C?

C 15 N

De hoofdpijntabletten 'Aspro 500 bruis' bevatten een stof die met water reageert. Eén van de reactieproducten is een gas. Om na te gaan op welk moment de snelheid van deze reactie het grootst is, hebben leerlingen een tablet in water gedaan en daarna op verschillende tijdstippen gemeten hoeveel gas er is ontstaan.
Ze deden drie proeven waarbij de verdelingsgraad van de tablet varieerde. Ze gebruikten in:
- proef 1: een hele tablet;
- proef 2: een tablet in vier stukken gebroken;
- proef 3: een verpoederde tablet.



4.8

© Noordhoff Uitgevers bv

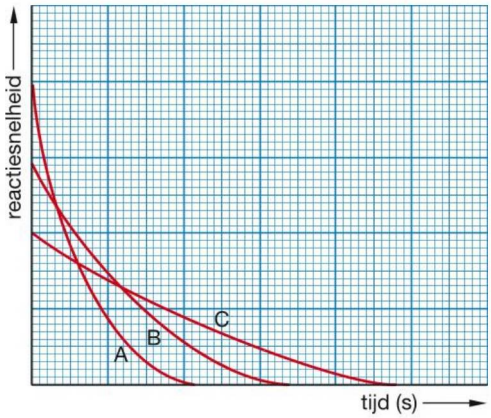
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

In het diagram van figuur 4.8 is de hoeveelheid gas (in mL) uitgezet tegen de tijd.

a Leg uit waarom deze curven alle drie op hetzelfde eindniveau komen.

b Leg uit waarom het eerste deel van de drie curven verschillend is.

In het diagram van figuur 4.9 is voor elk van de proeven weergegeven hoe de reactiesnelheid verandert tijdens de proef.

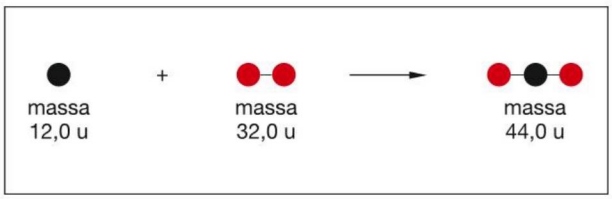


4.9

c Leg uit welke lijn (A, B of C) bij welke proef hoort.

C 16

In figuur 4.10 zie je een modelvoorstelling van de reactie tussen koolstof en zuurstof. Leg uit of deze modelvoorstelling aan de wet van Lavoisier voldoet.

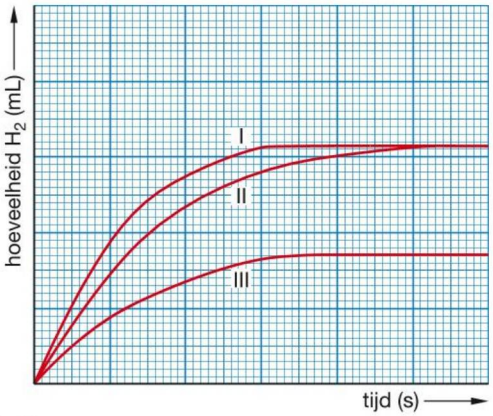


4.10

C 17 N

Drie leerlingen onderzoeken elk de grootte van de snelheid van de reactie tussen magnesium en verdund zoutzuur, maar ze doen dit onder verschillende omstandigheden.

Bij de reactie die optreedt, ontstaat waterstofgas. De waterstof die ontstaat wordt opgevangen in een gasmeetspuit. Om de tien seconden bepaalt elke leerling hoeveel waterstof zich in zijn gasmeetspuit bevindt. Als de proefjes zijn afgelopen verwerken de leerlingen hun meetresultaten in het diagram van figuur 4.11. Op de horizontale as is de tijd uitgezet en op de verticale as de hoeveelheid waterstof.



4.11

a Leg uit waarom alle drie de lijnen na een bepaalde tijd horizontaal lopen.

b Leg uit welke lijn betrekking heeft op de grootste reactiesnelheid.

De drie leerlingen hebben de proef uitgevoerd met eenzelfde hoeveelheid magnesium.

c Leg uit welke leerling meer dan de benodigde hoeveelheid zoutzuur heeft gebruikt.

d Leg uit wat de oorzaak zou kunnen zijn van het verschil tussen lijn I en lijn II.

Je kunt nu

- uitleggen wanneer een proces een chemische reactie is;
- vier kenmerken van een chemische reactie noemen en je kunt
  - werken met de termen beginstof en reactieproduct;
  - uitleggen wat wordt bedoeld met het begrip energie-effect;
  - toelichten wat een exotherme en een endotherme reactie is;
  - uitleggen dat een reactie niet bij elke temperatuur verloopt;
  - werken met de wet van behoud van massa.
- vijf factoren noemen die van invloed zijn op de snelheid van een reactie.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Evenwicht
Zoals deze koorddanseres uit India ervoor moet zorgen dat het gewicht links en rechts van de draad gelijk is, zo moeten bij een reactievergelijking het aantal en de soort atomen links en rechts van de pijl gelijk zijn.

Je leert
- wat het verschil is tussen een reactieschema en een reactievergelijking;
- een kloppende reactievergelijking opstellen.

4.2 Reactievergelijkingen



4.12 In de oude stoomlocomotieven werden kolen (koolstof) met zuurstof verbrand en ontstonden grote hoeveelheden koolstofdioxide.

Reactieschema
In hoofdstuk 1 heb je een faseverandering verkort weergegeven in een schema. Het verdampen van water kun je schrijven als: water (l) → water (g).
Zo kun je ook een chemische reactie weergeven door middel van een **reactieschema**. Dit is een verkorte weergave van de beschrijving van een reactie. Kijk maar eens naar het volgende voorbeeld:

Voorbeeld
Bij de reactie tussen koolstof en zuurstof ontstaat koolstofdioxide (zie figuur 4.12). Het reactieschema is dan:

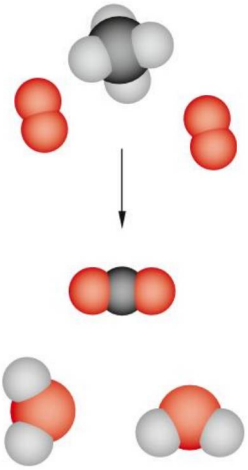
koolstof (s) + zuurstof (g) → koolstofdioxide (g)

Achter elke stofnaam zet je de toestandsaanduiding: s, l, g of aq (=opgelost in water).

Als je precies de juiste hoeveelheden koolstof en zuurstof hebt laten reageren, blijft er van de beginstoffen niets over. Meestal heb je niet de juiste hoeveelheden en stopt de reactie omdat de koolstof of de zuurstof op is.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



4.13

De reactievergelijking

In figuur 4.13 zie je de molecuultekeningen van de reactie van methaan met zuurstof. De reactie voldoet aan de wet van Lavoisier, want bij de beginstoffen boven de pijl komen evenveel C, H en O-atomen voor als in de reactieproducten onder de pijl. Je kunt deze reactie weergeven in een reactieschema zoals in het voorbeeld op de vorige bladzijde, maar als je de formules van de beginstoffen en de reactieproducten kent, kun je ook een **reactievergelijking** opstellen. In een reactievergelijking is er voor en na de pijl een gelijk aantal atomen van elke soort aanwezig, je noemt dat een kloppende reactievergelijking. Hieronder leggen we uit hoe je zo'n kloppende reactievergelijking opstelt.

De verbranding van methaan

Gegeven: Voor de verbranding van methaan (CH_4) is zuurstof (O_2) nodig. De reactieproducten zijn koolstofdioxide (CO_2) en water (H_2O).

Gevraagd: Stel de kloppende reactievergelijking op voor deze reactie.

Voor het opstellen van de kloppende reactievergelijking volg je een stappenplan.

Stap 1: Stel eerst het reactieschema op.
Stap 2: Vervang nu elke stofnaam door de bijbehorende formule.
Stap 3: Stel de kloppende reactievergelijking op.
Stap 4: Controleer of de reactievergelijking klopt.

Stap 1: het reactieschema:

methaan (g) + zuurstof (g) → koolstofdioxide (g) + water (l)

Stap 2: vervang de stofnaam door de bijbehorende formule:

CH_4 (g) + O_2 (g) → CO_2 (g) + H_2O (l)

Als je goed kijkt naar wat hier staat, zie je dat er vóór de pijl vier atomen waterstof staan en achter de pijl maar twee. Vóór de pijl staat één C-atoom en achter de pijl ook. Vóór de pijl staan twee O-atomen en achter de pijl drie. Dat klopt dus niet met de wet van Lavoisier. Dit mag je dus nog geen reactievergelijking noemen. Je moet de vergelijking nog kloppend maken.

Stap 3: de kloppende reactievergelijking:

Om ervoor te zorgen dat de reactievergelijking gaat kloppen, moet je vóór de formules van de stoffen coëfficiënten zetten. Denk erom: je mag de formules zélf niet veranderen! Kom dus nooit aan de indexen in de formules.

Maar met welke atoomsoort moet je dan beginnen? Daar is een regel voor. Je begint met de atoomsoort die in twee formules voorkomt. Dat zijn hier de atoomsoorten C en H. Je ziet in de reactievergelijking dat de atoomsoort zuurstof in drie formules voorkomt (O_2, CO_2 en H_2O). Daar begin je dan niet mee. Die bewaar je voor het laatst.

Stel dat je begint met de atoomsoort koolstof, dan moet je vóór de formule van methaan het getal 1 zetten en vóór de formule van koolstofdioxide ook:

1 CH_4 (g) + ... O_2 (g) → 1 CO_2 (g) + ... H_2O (l)

Vóór de pijl staan er nu vier H-atomen en achter de pijl maar twee. Dan moet je achter de pijl het getal 2 vóór de formule van water zetten om ook hier het aantal H-atomen op vier te krijgen.

1 CH_4 (g) + ... O_2 (g) → 1 CO_2 (g) + 2 H_2O (l)

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Ten slotte moet je ervoor zorgen dat het aantal atomen zuurstof in orde komt. Achter de pijl staan twee atomen zuurstof in koolstofdioxide en twee atomen zuurstof in water. In totaal staan er dus vier atomen zuurstof.
Vóór de pijl moeten ook vier atomen zuurstof komen te staan. Dat kan door het getal 2 voor de formule van zuurstof te zetten.

$1\ CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow 1\ CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (l)$

In een reactievergelijking laat je de coëfficiënt 1 altijd weg. De reactievergelijking wordt dan:

$CH_4\ (g) + 2\ O_2\ (g) \rightarrow CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (l)$

Stap 4: de controle:
Je kunt nu de aantallen atomen natellen en je zult zien dat er van elke atoomsoort evenveel atomen vóór als achter de pijl staan. De beginstoffen bestaan uit één koolstofatoom, vier waterstofatomen en vier zuurstofatomen en de reactieproducten bestaan ook uit dezelfde hoeveelheden van deze atomen.

De vorming van ammoniak
De stof ammoniak, NH_3, is belangrijk als grondstof voor kunstmest (zie figuur 4.14).
Gegeven: Ammoniak ontstaat door een reactie van waterstofgas, H_2, met stikstofgas, N_2.
Gevraagd: Stel de kloppende reactievergelijking op voor deze reactie.



4.14 Als je rondloopt op een kippenfokkerij ruik je ammoniak. Die stof komt vrij uit dierlijke mest, zoals kippenmest.

Stap 1: het reactieschema

waterstof (g) + stikstof (g) → ammoniak (g)

Stap 2: vervang de stofnaam door de bijbehorende formule.

$H_2\ (g) + N_2\ (g) \rightarrow NH_3\ (g)$

Als je goed kijkt naar wat hier staat, zie je dat vóór de pijl twee atomen waterstof staan, maar achter de pijl drie. Van stikstof zie je voor de pijl twee atomen staan en achter de pijl maar één. Dat klopt dus niet met de wet van Lavoisier! Je moet de vergelijking nog *kloppend* maken.

Stap 3: de kloppende reactievergelijking
Om de reactievergelijking kloppend te maken, ga je weer *vóór* de formules van de stoffen coëfficiënten zetten om de aantallen atomen van elke soort vóór en achter de pijl aan elkaar gelijk te maken.
Als je begint met de atoomsoort stikstof, dan zie je vóór de pijl twee atomen staan. Om achter de pijl ook twee atomen stikstof te krijgen, moet je het getal 2 vóór de formule van ammoniak zetten:

$\ldots\ H_2\ (g) + \ldots\ N_2\ (g) \rightarrow 2\ NH_3\ (g)$

Door het getal 2 vóór de formule van ammoniak staan er achter de pijl nu zes atomen waterstof. Dus moet je vóór de pijl het getal 3 voor de formule van waterstof zetten.

Dan staan er ook links van de pijl zes waterstofatomen, zie ook figuur 4.16.

$3\ H_2\ (g) + N_2\ (g) \rightarrow 2\ NH_3\ (g)$

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Stap 4: de controle
Als controle tel je nog een keer de aantallen atomen. Van elke atoomsoort staan er evenveel atomen vóór als achter de pijl. De beginstoffen bestaan uit zes H-atomen en twee N-atomen. Het reactieproduct bestaat ook uit zes H-atomen en twee N-atomen (zie figuur 4.15 en 4.16).

Let op!
Soms komt er als coëfficiënt een breuk in de vergelijking voor, bijvoorbeeld een ½. Dat mag best even als een kladje, maar je mag nooit een breuk laten staan in je uiteindelijke reactievergelijking. De kleinste hoeveelheid van een stof is een heel molecuul. Halve moleculen bestaan niet. Om dit probleem op te lossen, moet je *alle* coëfficiënten in de reactievergelijking met twee vermenigvuldigen. Zoals bij onderstaande reactievergelijking:

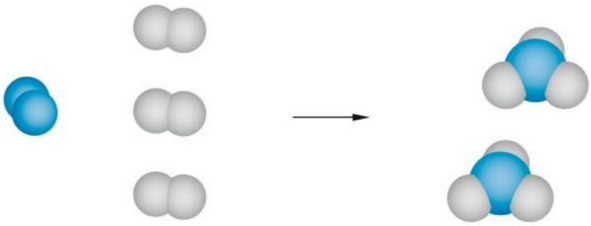
C_2H_6 (g) + 3½ O_2 (g) → 2 CO_2 (g) + 3 H_2O (l)

De reactievergelijking is nu wel kloppend maar mag zo niet blijven staan. Het wordt dan:

2 C_2H_6 (g) + 7 O_2 (g) → 4 CO_2 (g) + 6 H_2O (l)



4.15 Modelvoorstelling van de vorming van ammoniak



4.16 Verbeterde modelvoorstelling waarin de aantallen atomen kloppen.

Samenvatting
- Een chemische reactie kun je verkort weergeven in een reactieschema, waarin je de namen en de toestandsaanduidingen van de beginstoffen voor de pijl, en van de reactieproducten achter de pijl weergeeft.
- Als je de formules kent van de stoffen kun je een chemische reactie met behulp van de juiste coëfficiënten weergeven in een kloppende reactievergelijking.
- Bij het kloppend maken moet je ervoor zorgen dat je altijd begint met een atoomsoort die maar in twee molecuulsoorten voorkomt. Een atoomsoort die in drie of meer molecuulsoorten voorkomt, bewaar je bij het kloppend maken voor het laatst.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 18

Wat is het verschil tussen een reactieschema en een reactievergelijking?

B 19

Geef voor elk van onderstaande reacties het reactieschema.

a Bij sterke verhitting van keukenzout ontstaan de vaste stof natrium en chloorgas.

b Als de vloeistof aceton reageert met zuurstof, ontstaan koolstofdioxide en water.

B 20

Geef het reactieschema in woorden van de volgende reacties.

a Een zwavelzuuroplossing ontstaat bij mengen van gasvormig zwaveltrioxide en water.

b Stikstofgas en waterstofgas reageren tot het gas ammoniak.

c Uit een oplossing van waterstofperoxide (H_2O_2) ontstaat water en zuurstofgas.

B 21

Maak steeds een kloppende reactievergelijking door de juiste coëfficiënten in te vullen.

a ... H_2O (l) + ... F_2 (g) → ... HF (aq) + ... O_2 (g)

b ... NH_3 (g) + ... O_2 (g) → ... NO (g) + ... H_2O (l)

c ... CuO (s) + ... CH_4 (g) → ... Cu (s) + ... CO_2 (g) + ... H_2O (l)

d ... FeS (s) + ... O_2 (g) → ... SO_2 (g) + ... Fe_2O_3 (s)

B 22

Maak steeds een kloppende reactievergelijking door de juiste coëfficiënten in te vullen.

a ... C_8H_{18} + ... O_2 → ... CO_2 + ... H_2O

b ... C_6H_6 + ... O_2 → ... CO_2 + ... H_2O

c ... C_3H_8O + ... O_2 → ... CO_2 + ... H_2O

d ... $C_3H_6O_2$ + ... O_2 → ... CO_2 + ... H_2O

C 23 N

Maak steeds een kloppende reactievergelijking door de juiste coëfficiënten in te vullen. Als in de formule een groep tussen haakjes staat, geeft de index van de groep aan hoe vaak deze groep in de formule voorkomt.

a ... $Ca(OH)_2$ + ... H_3PO_4 → ... $Ca_3(PO_4)_2$ + ... H_2O

b ... Fe_2O_3 + ... H_2 → ... Fe + ... H_2O

c ... $Cr(OH)_3$ + ... H_3PO_4 → ... $CrPO_4$ + ... H_2O

d ... $KMnO_4$ → ... K_2O + ... MnO_2 + ... O_2

B 24 M

In het volgende tekstfragment staat een gedeelte uit de uitgave 'De auto met katalysator' van het ministerie van Volksgezondheid. Lees deze tekst aandachtig door. Geef vervolgens de vergelijking van de reactie tussen koolstofmono-oxide en stikstofdioxide.

Hoe werkt zo'n katalysator?

De werking van een autokatalysator is moeilijk in een paar woorden uit te leggen. Het komt erop neer dat de verbrandingsgassen van de automotor een nabehandeling ondergaan. Hierdoor worden schadelijke gassen omgezet in onschadelijke gassen. Een van de reacties die in de katalysator optreedt, is die tussen koolstofmono-oxide (CO) en stikstofdioxide, NO_2. Beide schadelijke gassen worden omgezet in de onschadelijke gassen koolstofdioxide en stikstof.

B 25 M

Stikstofmono-oxide, NO (g), is een giftig gas. Je kunt het onschadelijk maken door het te mengen met ammoniak. Er treedt dan een reactie op. Daarbij ontstaan water en stikstof. Geef de kloppende reactievergelijking van deze reactie.

B 26

Geef voor elk van de onderstaande processen de kloppende (reactie)vergelijking.

1 Aardgas (CH_4) reageert met zuurstof tot koolstofdioxide en water.

2 De stof aluminiumoxide (Al_2O_3) wordt omgezet in de stoffen aluminium en zuurstof.

3 Het smelten van ijs.

4 IJzeroxide (Fe_2O_3) wordt omgezet in de stoffen ijzer en zuurstof.

5 Butagas (C_4H_{10}) reageert met zuurstof tot water en koolstofdioxide.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

B 27 **N**

Een molecuul waterstofazide bestaat uit één waterstofatoom en een aantal stikstofatomen.
De gedeeltelijke reactievergelijking voor het uiteenvallen van waterstofazide is:

... → 4 N_2 (g) + NH_3 (g)

Uit deze gegevens kun je de formule van een molecuul waterstofazide afleiden.
Geef de formule van een molecuul waterstofazide.



4.17 Uit waterstofazide kan de stof loodazide gemaakt worden. Deze stof kan als ontsteking dienen bij het slopen van gebouwen met springstoffen.

C 28

Stel voor elk van onderstaande processen de kloppende reactievergelijking op.

a Bij de reactie van het gas ethaan (C_2H_6) met voldoende zuurstofgas ontstaan koolstofdioxidegas en water.
b Water kun je met behulp van elektrische energie afbreken. Hierbij ontstaan waterstofgas en zuurstofgas.
c De vaste stof witte fosfor, P_4, reageert met zuurstofgas tot de vaste stof difosforpentaoxide, P_2O_5.

C 29

Betonmortel bestaat uit een mengsel van zand, grind, cement en water. Nadat het is uitgegoten, wordt het mengsel na enige tijd hard en is er beton ontstaan. Lees het tekstfragment over zelfreparerend beton en beantwoord dan de vragen.

Zelfreparerend beton

Planten en dieren herstellen hun eigen wonden. Dit heeft technici op het idee gebracht om zelfherstellende materialen te ontwikkelen. Een voorbeeld daarvan is zogenoemd 'zelfhelend' beton.
Onderzoekster Sookie Bang mengt naast de vertrouwde ingrediënten ook de bacterie *Bacillus pasteuril* en wat ureum door het bouwmateriaal. Eenmaal ingegoten leidt de bacterie, door gebrek aan zuurstof, een passief bestaan. Maar wanneer er een haarscheurtje aan het oppervlak ontstaat, komt zij tot leven.
Opgewekt door de binnenstromende zuurstof begint *Bacillus pasteuril* met het omzetten van ureum en water in ammoniak en koolstofdioxide. De ammoniak zorgt voor reactie-omstandigheden waarbij een reactie op gang komt tussen stoffen in het beton, hierbij ontstaat calciet. Calciet is een sterk mineraal dat al snel de haarscheur dicht. De zuurstoftoevoer raakt zo weer afgesneden en de bacterie keert terug in winterslaap om er bij het ontstaan van een nieuw haarscheurtje weer uit te ontwaken.
(*naar: Intermediair*)

a Welk van de onderstaande twee uitspraken is juist?
1 Het hard worden van betonmortel is een chemische reactie.
2 Betonmortel is een suspensie.
A Geen van beide uitspraken is juist.
B Alleen uitspraak 1 is juist.
C Alleen uitspraak 2 is juist.
D Zowel uitspraak 1 als uitspraak 2 is juist.

b Leid uit de beschrijving van de reactie in de eerste regel van de laatste alinea af, welke atoomsoorten in ieder geval in een molecuul ureum voorkomen.

Je kunt nu
- een chemische reactie weergeven in een reactieschema;
- voor de stoffen in een reactieschema de juiste toestandsaanduidingen geven;
- voor de stoffen in een reactieschema de juiste formules opstellen;
- een reactievergelijking kloppend maken door de juiste coëfficiënten in te vullen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Rekenen in de chemie
Zeker in de industrie is het heel belangrijk dat je van tevoren kunt berekenen hoeveel beginstoffen je moet gebruiken en hoeveel reactieproduct je dan kunt verwachten.



Je leert
- dat stoffen in een vaste massaverhouding met elkaar reageren;
- berekeningen aan reacties uitvoeren.

4.3 Rekenen aan reacties

Massaverhouding
In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk heb je geleerd dat bij een reactie de totale massa van de beginstoffen gelijk is aan de totale massa van de reactieproducten. Je hebt ook formuletaal leren gebruiken om een reactie in de vorm van een kloppende reactievergelijking weer te geven. Met behulp van de kloppende reactievergelijking en de wet van behoud van massa kun je nu ook zelf de **massaverhouding** berekenen waarin de beginstoffen met elkaar reageren en de reactieproducten ontstaan.

Uit een reactievergelijking kun je namelijk afleiden hoeveel moleculen of atomen met elkaar reageren en hoeveel er ontstaan. In hoofdstuk 3 heb je al geleerd om de massa van een verbinding te berekenen aan de hand van de massa's van de atomen in die verbinding. Je kunt nu dus ook berekenen in welke massaverhouding de moleculen met elkaar reageren. We bekijken een voorbeeld.

IJzersulfide ontstaat door een reactie van ijzer met zwavel. De reactievergelijking voor dit proces luidt:

$Fe\ (s) + S\ (s) \rightarrow FeS\ (s)$

Je ziet aan de reactievergelijking dat één atoom ijzer reageert met één atoom zwavel. Dan reageren 10 atomen ijzer ook met 10 atomen zwavel. De verhouding van het aantal atomen ijzer en het aantal atomen zwavel in deze reactie is altijd 1 op 1 ofwel 1 : 1.
Maar hoe verhouden de massa's van die atomen zich?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De massa van één atoom ijzer is 55,9 u en van één atoom zwavel 32,1 u. De massaverhouding waarin ijzer en zwavel met elkaar reageren is dus 55,9 : 32,1, zie onderstaande tabel.

	Fe	S	FeS
coëfficiënten reactievergelijking	1	1	1
massa in u	55,9	32,1	88,0
massa in g	55,9	32,1	88,0

Volgens de wet van Lavoisier ontstaat er 88,0 u ijzersulfide. De massaverhouding tussen de beginstof Fe en het reactieproduct FeS is dus 55,9 : 88,0. In plaats van u kun je ook voor alle stoffen gram of kilogram nemen als eenheid, de massaverhouding waarin de stoffen reageren blijft hetzelfde. In de volgende tabel zie je dat nog eens samengevat.

Fe	S	FeS
55,9 u	32,1 u	88,0 u
55,9 g	32,1 g	88,0 g
55,9 kg	32,1 kg	88,0 kg

Met behulp van deze tabel kun je verschillende berekeningen uitvoeren, zie het voorbeeld.

Rekenvoorbeeld: Rekenen aan de reactie van ijzer en zwavel
Je laat 15,0 g ijzer reageren met zwavel. Hoeveel gram zwavel kan maximaal reageren en hoeveel gram ijzersulfide kan er ontstaan?

Je vult een rekenschema (tabel) in waarbij je gebruikmaakt van de gegevens die hierboven in de opgave staan en in de hierboven gegeven tabel.

	Fe	S	FeS
massaverhouding (u)	55,9	32,1	88,0
hoeveelheid stof (g)	15,0	x	y

Uit dit rekenschema (of uit deze tabel) volgt de verhoudingstabel

55,9	32,1	88,0
15,0	x	y

Door gebruik te maken van kruisproducten kun je met deze verhoudingstabel x en y berekenen:

$$x = \frac{15{,}0\text{ g} \times 32{,}1\text{ u}}{55{,}9\text{ u}} = 8{,}61\text{ g} \quad \text{en} \quad y = \frac{15{,}0\text{ g} \times 88{,}0\text{ u}}{55{,}9\text{ u}} = 23{,}6\text{ g}$$

Er reageert dus 8,61 g zwavel met 15,0 g ijzer. Er ontstaat 23,6 g ijzersulfide.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De hoeveelheid gevormd ijzersulfide kun je ook op een andere manier berekenen. Je kunt namelijk de hoeveelheden ijzer en zwavel bij elkaar optellen:

15,0 g + 8,61 g = 23,6 g.

Je maakt dan gebruik van de wet van Lavoisier.

Een nieuwe supersnel oplaadbare accu voor je smartphone

Zowel je smartphone als je tablet zijn voorzien van een oplaadbare lithium-ion accu. Als je apparaat net nieuw is hoef je de accu maar eens in de zoveel dagen op te laden, maar naar mate hij ouder wordt moet je de accu steeds vaker opladen. De capaciteit van je accu loopt terug. In zo'n accu verloopt een chemische reactie waarbij beginstoffen worden omgezet in reactieproducten. Bij deze reactie komt de elektrische energie vrij die je nodig hebt voor je smartphone. Bij het opladen van je accu verloopt deze reactie de andere kant op en ontstaan weer de beginstoffen. Zoals je begrijpt is het van belang dat de stoffen in de accu in de juiste verhouding aanwezig zijn om de reacties optimaal te laten verlopen, maar kennelijk verloopt de oplaadreactie in de accu na verloop van tijd steeds minder goed.

In 2015 hebben chemische technologen van de Stanford University een nieuw type accu ontwikkeld. In deze nieuwe aluminium-ion accu wordt gebruikgemaakt van aluminium in plaats van lithium. Deze accu blijkt supersnel op te laden. Zoals je weet duurt het uren om je smartphone met een lithium-ion accu op te laden. De aluminium-ion accu laadt in één minuut op. Een enorm voordeel. Stel je gaat kamperen, in plaats van uren naast het toiletgebouw te zitten wachten tot je smartphone weer opgeladen is, ben je nu in een minuut klaar. Je kunt een aluminium-ion accu ook veel vaker opladen. Geven lithium-ion accu's na zo'n duizend keer opladen de geest, de aluminium-ion accu kan wel 7 500 keer opgeladen worden zonder capaciteitsverlies.
Een ander voordeel is dat deze nieuwe accu flexibel is, je kunt de accu vouwen en buigen (zie figuur 4.18) en bovendien is aluminium goedkoper dan lithium. Het komt ook voor dat lithium-ion accu's in brand vliegen, iets wat bij de aluminium-ion accu volgens Stanford niet gebeurt. De aluminium-ion technologie kan ook worden gebruikt om de huidige AA- en AAA-batterijen te vervangen, waarvan er miljoenen in de wereld worden gebruikt en weggegooid.
Bron: Stanford Report april 2015



4.18 Je smartphone opgevouwen in je zak kan met een flexibele accu.

Samenvatting

- Stoffen reageren met elkaar in een vaste molecuulverhouding die blijkt uit de reactievergelijking.
- Doordat moleculen allemaal een eigen massa hebben, kun je de massaverhouding in u hier direct uit afleiden.
- Als je de massaverhouding waarin moleculen met elkaar reageren kent, weet je ook de massaverhouding waarin stoffen met elkaar reageren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 30

Waarom gebruiken we in de scheikunde niet de kilogram of de gram om de massa van atomen en moleculen aan te geven?

A 31

Bereken de molecuulmassa van elk van de volgende stoffen. Gebruik de tabel met atoommassa's achterin het boek.

a H_2SO_4
b C_2H_5OH
c H_3PO_4
d $C_6H_{12}O_6$

B 32

Magnesium en zuurstof reageren in de massaverhouding 24,3 : 16,0. Hierbij ontstaat één reactieproduct, magnesiumoxide (MgO).

a Bereken hoeveel gram zuurstof reageert met 8,50 g magnesium.
b Bereken hoeveel gram magnesiumoxide daarbij wordt gevormd.

B 33

Om magnesiumoxide te maken heb je per 1,0 g magnesium 0,7 g zuurstof nodig.

a Maak een diagram waarin je op de horizontale as de hoeveelheid magnesium uitzet en op de verticale as de hoeveelheid zuurstof.
b Lees uit je diagram af hoeveel gram zuurstof reageert met 0,5 g magnesium.

Rens brengt in een afgesloten vat voldoende magnesium samen met 1,0 g zuurstof. Hij laat beide stoffen met elkaar reageren.

c Bereken hoeveel gram magnesiumoxide er na afloop in het vat zit. Gebruik bij je antwoord het diagram uit vraag a.

B 34

Een hoeveelheid gasvormig zwavel bestaat uit $8{,}0 \cdot 10^{22}$ moleculen S_2. Bij afkoelen ontstaat hieruit vast zwavel, dat bestaat uit acht-atomige moleculen.
Laat door berekening zien uit hoeveel S_8-moleculen de gevormde vaste zwavel bestaat.

B 35

Dynamiet kan exploderen. De chemische formule van dynamiet is $C_3H_5N_3O_9$ (l). De reactievergelijking voor het exploderen van dynamiet luidt als volgt:

$$4\ C_3H_5N_3O_9\ (l) \rightarrow 10\ H_2O\ (g) + 6\ N_2\ (g) + 12\ CO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

Een crimineel wil een bankkluis opblazen en hij laat 250 g dynamiet exploderen.
Leg uit wat de totale massa van de reactieproducten is.

B 36

Men laat 1,0 g natrium volledig reageren met broom. Hierbij ontstaat 4,5 g natriumbromide (NaBr).
Bereken in welke massaverhouding natrium en broom reageren.

B 37 **Loodoxiden**

Van het metaal lood bestaan verschillende oxiden, waaronder PbO, PbO_2 en Pb_3O_4.

a Geef aan welke van de drie volgende beweringen juist is.
Het massapercentage lood in PbO:
A is groter dan het massapercentage lood in PbO_2:
B is gelijk aan het massapercentage lood in PbO_2:
C is kleiner dan het massapercentage lood in PbO_2.

Geel loodmenie heeft de formule PbO. Marjolein verhit 5,0 g van deze stof enige tijd in een schaaltje aan de lucht. Hierbij ontstaat het oranje/rode loodmenie, Pb_3O_4.

b Geef de vergelijking van deze reactie.
c Leg uit of de massa van de inhoud van het schaaltje tijdens het verhitten is veranderd.

Wanneer het bruin/zwarte PbO_2 voorzichtig wordt verhit, ontstaat uiteindelijk een gele stof.

d Geef een verklaring voor het ontstaan van de gele stof.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 38

Koolstof en zuurstof reageren in de massaverhouding 12,0 : 32,0. Een leerling laat 13,0 g koolstof reageren in aanwezigheid van 33,0 g zuurstof en hij beweert dat er na de reactie nog 1,0 g koolstof en 1,0 g zuurstof over zal zijn. Leg uit of je het met hem eens bent.

C 39 Supersnel oplaadbare accu

Lees de tekst in het kader 'Een nieuwe supersnel oplaadbare accu voor je smartphone' en beantwoord de volgende vragen.

Wetenschappers van Stanford University hebben een aluminium-ion accu ontwikkeld. In het contextkader worden de voordelen van de aluminium-ion accu vergeleken met de nu toegepaste lithium-ion accu.

a Noem drie voordelen van de aluminium-ion accu.

Een lithium-ion accu in een smartphone gaat gemiddeld 4 jaar mee.

b Bereken hoelang je bij hetzelfde gebruik met een aluminium-ion accu kan doen.

c Leg uit waarom aluminium-ion accu's milieuvriendelijker zijn dan gewone accu's.

Aluminium wordt gewonnen uit bauxiet, de naam van het erts van aluminium. Bauxiet is genoemd naar het dorp Les Baux-de-Provence in het zuiden van Frankrijk, waar het in 1821 werd ontdekt. Tegenwoordig is Australië de grootste leverancier.

Bauxiet bestaat voor een groot deel uit aluminiumoxide, daarnaast bevat het nog andere stoffen. Uit circa 4,6 kg bauxiet wordt 1,9 kg aluminiumoxide verkregen. Bauxiet wordt verwerkt tot aluminium door eerst het aluminiumoxide uit het bauxiet te halen en daaruit met behulp van elektrische stroom het metaal aluminium te maken. Dit laatste is een zeer energie-intensief proces.

Het reactieschema voor de productie van aluminium uit aluminiumoxide is:

aluminiumoxide → aluminium + zuurstof

d Geef de kloppende reactievergelijking voor de productie van aluminium. De formule van aluminiumoxide is Al_2O_3.

e Bereken met behulp van de atoommassa's uit de tabel achter in het boek de massaverhouding waarin de stoffen in deze reactie reageren.

f Bereken hoeveel ton aluminiumoxide er nodig is voor de productie van 5,5 ton aluminium.

In de tekst staat vermeld hoeveel aluminiumoxide er uit 4,6 kg bauxiet verkregen wordt.

g Bereken het massa-% aluminiumoxide in bauxiet.

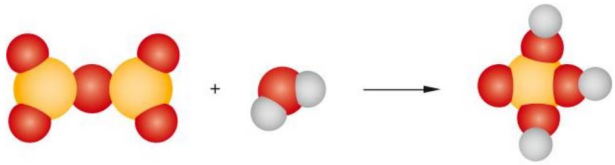
h Bereken hoeveel ton bauxiet er nodig is voor de productie van 5,5 ton aluminium.

Aluminiumfabrieken staan meestal in de nabijheid van elektriciteitscentrales. In Nederland staat een fabriek voor de productie van aluminium in Delfzijl.

i Waarom was de ligging nabij aardgasvelden zeer gunstig voor de vestiging van een aluminiumfabriek?

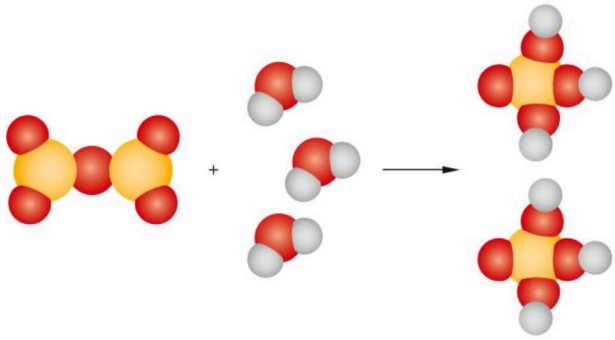
C 40 M

a In figuur 4.19 zie je een modelvoorstelling van de reactie van difosforpentaoxide (P_2O_5) met water. Leg uit of deze modelvoorstelling voldoet aan de wet van Lavoisier.



4.19

b Leg uit of de tweede modelvoorstelling van deze reactie in figuur 4.20 aan de wet van Lavoisier voldoet.



4.20

c Geef de reactievergelijking van de reactie van difosforpentaoxide met water, waarbij fosforzuur ontstaat.

d Bereken in welke massaverhouding difosforpentaoxide en water met elkaar reageren. Maak gebruik van de tabel met atoommassa's achter in dit boek.

C 41 Kunstmest

Planten hebben 'stikstof' nodig om te kunnen groeien. De stikstof moet worden opgenomen in de vorm van opgeloste stoffen die stikstof bevatten. Wanneer in de grond onvoldoende stikstofbevattende oplosbare stoffen aanwezig zijn, kun je een kunstmest toevoegen die NH_4NO_3 bevat.

a Bereken de molecuulmassa van NH_4NO_3.

b Bereken de massa van de stikstofatomen in NH_4NO_3.

c Bereken het massapercentage stikstof in NH_4NO_3.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 42 M

Waterstof en zuurstof reageren in de massaverhouding 1,0 : 7,9. Het reactieproduct is water. Maud brengt voldoende waterstof en 10 g zuurstof in een vat. Dan laat zij beide stoffen met elkaar reageren.

a Geef de vergelijking van deze reactie.
b Bereken hoeveel gram water bij deze reactie ontstaat.
c Bereken hoeveel gram waterstof hiervoor nodig was.

C 43 N **Kristalsoda**

Kristalsoda is een witte vaste stof die je in de winkel kunt kopen in een verpakking van 1,0 kg. Kristalsoda bestaat uit de stof natriumcarbonaat, waarbij een hoeveelheid water tussen de 'moleculen' van de stof is gaan zitten.

De verhouding tussen de 'stofmoleculen' en de water-moleculen is 1 : 10. We kunnen dat voor kristalsoda noteren als $Na_2CO_3.10H_2O$. De molecuulmassa is nu 286,0 u.

a Bereken hoeveel kg water aanwezig is in een pak met 1,0 kg kristalsoda.

Wanneer kristalsoda wordt verwarmd, treedt een reactie op waarbij het water als waterdamp de lucht in gaat:

$$Na_2CO_3.10\ H_2O\ (s) \rightarrow Na_2CO_3\ (s) + 10\ H_2O\ (g)$$

Robert beweert dat kristalsoda voor meer dan de helft uit water bestaat. Om dat te bewijzen brengt hij 2,0 g kristalsoda in een reageerbuis en hij verwarmt dat net zolang tot er geen waterdamp meer uit de buis komt.

b Bereken de massa-afname van de reageerbuis met inhoud ten gevolge van het verdwijnen van het water uit de 2,0 g kristalsoda.

C 44 N

Eén u komt overeen met een massa van $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g. Bereken hoeveel u overeenkomen met een massa van 1,00 g.

Je kunt nu

- uitleggen waarom stoffen in een vaste massaverhouding met elkaar reageren;
- met een gegeven massaverhouding berekeningen aan reacties uitvoeren;
- de wet van behoud van massa toepassen bij berekeningen;
- zelf een massaverhouding voor een chemisch proces berekenen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Maak steeds een kloppende reactievergelijking door de juiste coëfficiënten in te vullen.

a ... Al + ... Cl_2 → ... $AlCl_3$
b ... K + ... O_2 → ... K_2O
c ... N_2O_3 + ... H_2O → ... HNO_2
d ... CO + ... O_2 → ... CO_2
e ... Al + ... O_2 → ... Al_2O_3
f ... CaO + ... H_2O → ... $Ca(OH)_2$
g ... Fe_2O_3 + ... H_2 → ... Fe + ... H_2O
h ... NH_3 + ... O_2 → ... NO + ... H_2O
i ... C_9H_{20} + ... O_2 → ... CO_2 + ... H_2O
j ... $C_3H_6O_2$ + ... O_2 → ... CO_2 + ... H_2O
k ... N_2O_5 + ... KOH → ... KNO_3 + ... H_2O
l ... Na + ... H_2O → ... $NaOH$ + ... H_2

M 2 Autobenzine is een mengsel van koolwaterstoffen, waaronder octaan. In een automotor wordt benzine verbrand. Het gasmengsel dat de motor verlaat, bevat onder andere de volgende stoffen: CO, CO_2, H_2O, N_2, NO en NO_2. NO en NO_2 ontstaan doordat in de motor N_2 en O_2 uit de lucht met elkaar reageren.

a Leg uit of autobenzine een kookpunt of een kooktraject heeft.
b Geef de naam van de stof N_2.

Onder normale omstandigheden reageren stikstof en zuurstof uit de lucht niet met elkaar.
c Hoe komt het dat stikstof en zuurstof in een automotor wel met elkaar reageren?

Het gasmengsel dat de motor verlaat is schadelijk voor het milieu.
d Noem twee milieueffecten die door het gasmengsel worden veroorzaakt.

3 **Gist**

Bepaalde gistsoorten kunnen gebruikt worden bij de bereiding van verschillende voedingsmiddelen. Gist gebruikt daarbij glucose als voedsel en zet dit om tot alcohol en koolstofdioxide. De onvolledige reactievergelijking van dit vergistingsproces is:

$C_6H_{12}O_6$ → ... C_2H_6O + ... CO_2

a Welke coëfficiënt staat voor CO_2 als de reactievergelijking van het vergistingsproces kloppend is gemaakt?

Bij de bereiding van wijn is het ontstaan van alcohol belangrijk, het koolstofdioxide laat men meestal ontsnappen. Een wijnfles bevat 0,75 L wijn met 12,5 volumeprocent alcohol.
b Bereken hoeveel mL alcohol deze fles wijn bevat.

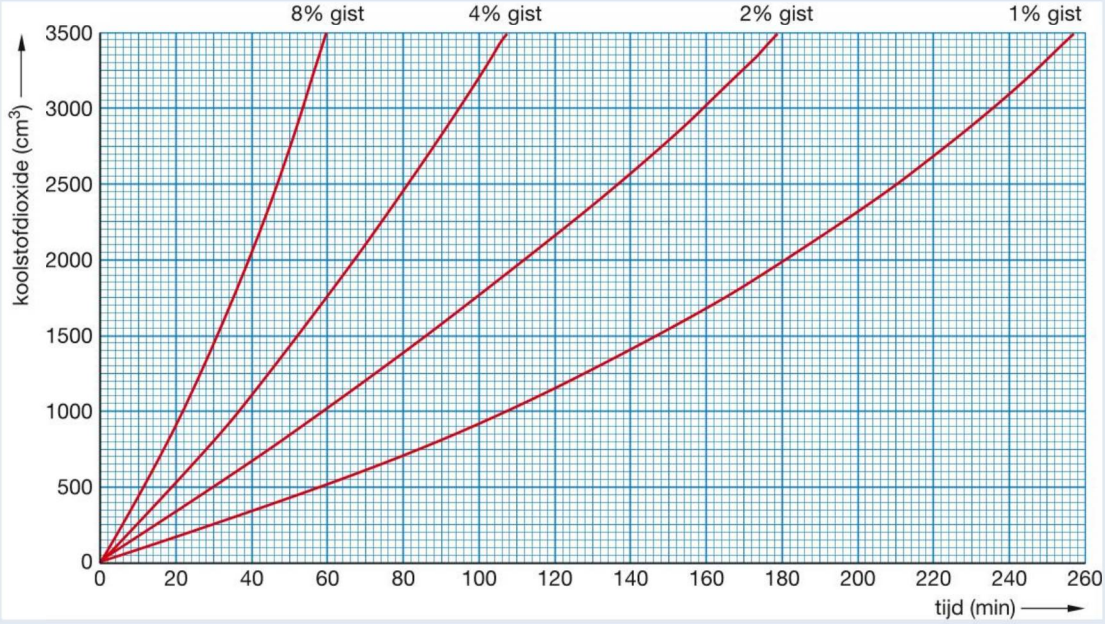
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bij de bereiding van brooddeeg is het ontstaan van koolstofdioxide juist van belang. Koolstofdioxide zorgt ervoor dat het deeg rijst. Bij het bakken van het brood ontsnapt de alcohol uit het brooddeeg.

c Verklaar waarom de alcohol uit het brooddeeg ontsnapt.

De snelheid waarmee een hoeveelheid brooddeeg rijst, is afhankelijk van verschillende factoren. Eén van die factoren is de hoeveelheid gist die wordt toegevoegd.
Voor deeg met verschillende percentages gist is in figuur 4.21 de hoeveelheid koolstofdioxide die ontstaat, uitgezet tegen de tijd.



4.21

Een bakker laat zijn deeg 100 minuten rijzen. In die tijd is ongeveer 3200 cm^3 gasvormige stof ontstaan waarna het deeg klaar is om gebakken te worden.

d Leg uit hoeveel procent gist deze bakker heeft gebruikt.

e Bij welk percentage gist verloopt de vergisting het snelst?

Bron: CE mavo 2008-II.

4 Schone lucht

Gebruik bij de beantwoording van de vragen a tot en met e zo nodig onderstaande tekst.

Schone lucht

In een kolencentrale wordt steenkool verbrand om elektriciteit op te wekken. Bij deze verbranding ontstaat zogenoemd rookgas. Dit rookgas bevat onder andere zwaveldioxide en stikstofoxides. Deze stoffen zijn schadelijk voor het milieu. Het zwaveldioxide wordt verwijderd door het in contact te brengen met kalksteen. De stikstofoxides worden uit het rookgas gehaald door een zogenoemde DeNO$_x$ installatie. In deze installatie reageren stikstofoxides met ammoniak en zuurstof tot stikstof en water. Om deze reactie te laten verlopen is in de installatie een katalysator aanwezig.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De stof die voornamelijk ontstaat bij de verbranding van steenkool is in de bovenstaande tekst niet genoemd.

a Geef de naam van deze stof.

Rookgas bevat verschillende oxides. Eén van die oxides is zwaveldioxide.

b Welke luchtverontreiniging veroorzaakt zwaveldioxide?
Noteer je antwoord als volgt:
Zwaveldioxide veroorzaakt …

Een van de reacties die plaatsvinden in de $DeNO_x$ installatie is hieronder onvolledig weergegeven:

$$4\ NO + 4\ NH_3 + \ldots\ O_2 \rightarrow \ldots\ N_2 + \ldots\ H_2O$$

c Neem deze onvolledige vergelijking over en maak hem kloppend door de ontbrekende coëfficiënten te plaatsen.

In de $DeNO_x$ installatie moet voortdurend ammoniak worden toegevoegd aan het rookgas. De katalysator hoeft niet voortdurend te worden toegevoegd.

d Leg uit waarom je de katalysator niet voortdurend hoeft toe te voegen.

De katalysator bevat een verbinding waarin de atoomsoort voorkomt die in de vijfde groep en de vierde periode van het Periodiek Systeem staat.

e Is dat B, Be, V of Zr?

In een voorlichtingsfolder van een kolencentrale staat het volgende over de verwijdering van zwaveldioxide uit het rookgas: 'In het wasvat wordt met behulp van een mengsel van water en kalksteen, het zwaveldioxide uit de rookgassen 'gewassen'. Bij dit proces wordt het zwaveldioxide aan de kalksteen gebonden waarbij gips ontstaat. Het mengsel van gips en water wordt naar een centrifuge gepompt, waar het drogen van het gips plaatsvindt.'

Gebruik bij de beantwoording van de vragen f en g zo nodig bovenstaande tekst.
Om het water van het gips te scheiden kan ook gefiltreerd worden.

f Leg uit dat er in de derde zin van bovenstaande tekst sprake is van een chemische reactie.

g Is het mengsel van gips en water een emulsie, een oplossing of een suspensie?

Bron: CE mavo 2008-II.

M 5 Natrium is een stof die je in de natuur niet tegen komt omdat de stof direct reageert met water.
Als je een stukje natrium in het water gooit, ontploft dit en er ontstaat een heftige steekvlam (zie figuur 4.22). Natrium is een metaal en bij de reactie met water ontstaan de stoffen natriumhydroxide en waterstof, een zeer brandbaar gas. Door de hitte die bij de reactie vrijkomt, reageert ook het waterstof met zuurstof (in de lucht of al in het water).

De vergelijking van de reactie van natrium met water is hieronder onvolledig weergegeven.

$$\ldots Na\ (s) + \ldots H_2O\ (l) \rightarrow \ldots NaOH\ (aq) + \ldots H_2\ (g)$$

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



4.22 De reactie van natrium met water is heel explosief.

a Neem deze onvolledige vergelijking over en maak hem kloppend door de juiste coëfficiënten te plaatsen.

De massaverhouding waarin de stoffen reageren en ontstaan, staat hieronder in de tabel.

	natrium	water	natrumhydroxide	waterstof
massaverhouding	46,0	36,0	80,0	2,0

b Bereken hoeveel gram waterstof er ontstaat als je 130 g natrium laat reageren met water.

Als het waterstof met zuurstof reageert ontstaat water.

c Geef de reactievergelijking van deze reactie.

Waterstof staat in het nieuws als brandstof voor auto's. In Nederland zijn in 2015 de eerste waterstofauto's geleverd. Auto's die op waterstof rijden zijn milieuvriendelijk.

d Leg uit waarom een waterstofauto milieuvriendelijk is.

N 6 Lees het onderstaande tekstfragment en beantwoord daarna de vragen bij deze opgave.

Hoogoven

In IJmuiden wordt bij het bedrijf Tata Steel ijzer en staal geproduceerd. De productie van ijzer verloopt in een hoogoven, een 48 m hoge installatie. Bovenaan de hoogoven worden steeds afzonderlijke lagen cokes (koolstof) en lagen ijzererts geladen. Beneden wordt hete lucht (ongeveer 1200 °C) ingeblazen. De zuurstof uit de lucht reageert met de koolstof uit de cokes onder vorming van koolstofmono-oxide. Het koolstofmono-oxidegas, dat een temperatuur van ongeveer 2000-2400 °C heeft, stijgt op door de lagen cokes en erts heen. Het ijzeroxide in het ijzererts en het koolstofmono-oxide reageren onder deze omstandigheden tot vloeibaar ruwijzer. Dit vloeibaar ruwijzer sijpelt nu door de cokeslagen naar beneden en verzamelt zich onderin de hoogoven. Wanneer er zich onderin voldoende vloeibaar ruwijzer heeft verzameld, wordt de hoogoven onderaan geopend en stroomt het vloeibaar ruwijzer via het tapgat naar buiten (zie figuur 4.23). Daar wordt het opgevangen in treinwagons en getransporteerd naar de staalfabriek voor verdere verwerking. Wanneer al het ruwijzer uit de hoogoven is afgetapt, wordt het tapgat weer gesloten.
Moderne hoogovens produceren ruim 12.000 ton ruwijzer per dag.

De belangrijkste chemische reacties die in de hoogoven verlopen zijn:

I koolstof + zuurstof → koolstofdioxide
II koolstofdioxide + koolstof → koolstofmono-oxide
III ijzeroxide + koolstofmono-oxide → koolstofdioxide + ijzer

a Geef de kloppende reactievergelijking met toestandsaanduiding van de drie bovenstaande reacties. De formule van ijzeroxide is Fe_2O_3.

De totale productie van het ruwijzer in de hoogoven kun je weergeven als:

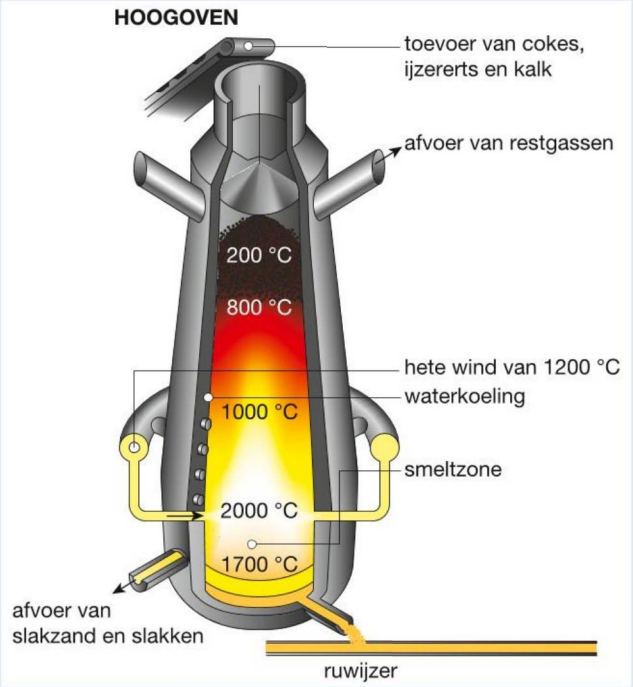
ijzeroxide + koolstof → koolstofdioxide + ijzer

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

b Geef de kloppende reactievergelijking van deze reactie.
c Bereken de massaverhouding waarin de stoffen reageren en ontstaan.
d Bereken hoeveel ton ijzeroxide er nodig is om 1,0 ton ijzer te produceren. (1 ton is 1000 kilo).
e Bereken hoeveel ton koolstof nodig is voor de productie van 1,0 ton ijzer.

Het ijzererts is de grondstof voor de productie van ijzer. Men werkt bij Tata Steel met ijzererts dat voor 60 massa-% uit ijzer bestaat.
f Bereken hoeveel ton ijzererts nodig is voor de productie van 1,0 ton ijzer.
g Laat met een berekening zien of ijzererts volledig uit ijzeroxide bestaat.
h Bereken hoeveel m^3 koolstofdioxide ontstaat bij de productie van 1,0 ton ijzer. De dichtheid van koolstofdioxide is 1,986 kg/m^3.



4.23 Een hoogoven voor de productie van ijzer

Het vloeibare ruwijzer wordt in de staalfabriek verwerkt tot staal.
i Noem een aantal toepassingen van het in IJmuiden geproduceerde staal.
j Leg uit waarom het grootste Nederlandse brandwondencentrum in Beverwijk is gevestigd vlak naast IJmuiden.

M 7 Lees het volgende artikel en beantwoord daarna onderstaande vragen.

Ammoniak

Ammoniak is bij kamertemperatuur een kleurloos giftig gas met een sterke prikkelende geur. Het wordt in zeer grote hoeveelheden in de gehele wereld geproduceerd. Vrijwel de volledige wereldproductie van ammoniak vindt plaats door een reactie van waterstof met stikstof onder hoge druk en temperatuur:

stikstof + waterstof → ammoniak

De waterstof wordt meestal gemaakt uit zogenaamde koolwaterstoffen, vooral uit methaangas (CH_4). Door stoom en lucht (bestaat voornamelijk uit stikstof en zuurstof) met methaangas te laten reageren, ontstaat een mengsel van koolstofdioxide, waterstof en stikstof. Na het verwijderen van de koolstofdioxide houdt men een stikstof + waterstof mengsel over dat de juiste massaverhouding heeft voor de ammoniakproductie als hierboven beschreven. In 2011 was de wereldproductie van ammoniak 140 miljoen ton, waarvan in Europa ongeveer 16 miljoen ton werd geproduceerd. Van de totale ammoniakproductie wordt 85% in de kunstmestindustrie verder verwerkt tot meststoffen. Daarnaast is ammoniak grondstof of hulpstof in de chemische industrie bijvoorbeeld voor de bereiding van nylon en dynamiet.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

a Hoeveel % van de totale wereldproductie van ammoniak wordt geleverd door Europa?

Het koolstofdioxide wordt verwijderd door het gasmengsel te leiden door een kalkoplossing. Hierbij ontstaan de stoffen vast calciumcarbonaat en water.

b Geef voor dit proces het reactieschema in woorden met toestandsaanduidingen.

c Door welke scheidingsmethode kan men calciumcarbonaat uit het mengsel verwijderen?

De vergelijking van de reactie van stikstof met waterstof is hieronder onvolledig weergegeven.

$\ldots N_2\,(g) + \ldots H_2\,(g) \rightarrow \ldots NH_3\,(g)$

d Neem deze onvolledige vergelijking over en maak hem kloppend door de juiste coëfficiënten te plaatsen.

De massaverhouding waarin stikstof en waterstof reageren tot ammoniak is 14 : 3 : 17.

e Bereken hoeveel ton stikstof en waterstof in het reactiemengsel aanwezig moet zijn om in een ammoniakfabriek 300 ton ammoniak te bereiden.

De productie van melkzuur.

N 8 Het gegeven dat melkzuurbacteriën melkzuur kunnen produceren wordt al eeuwen gebruikt in de productie van yoghurt en zuurkool.
Maar melkzuur is een stof die nog veel meer toepassingen heeft, zoals bijvoorbeeld in huidcrèmes, in levensmiddelen en in geneesmiddelen. Daarom heeft men gezocht naar manieren om veel melkzuur te maken.
Eerst is men begonnen om melkzuur te maken met behulp van aardolie als grondstof.

Productie vanuit aardolie
Uit aardolie kan de stof ethanal gemaakt worden en dit ethanal is de grondstof voor de productie van melkzuur.
In de eerste reactie reageert ethanal met waterstofcyanide, er wordt dan 2-hydroxypropaannitril gevormd. In de tweede reactie reageert het 2-hydroxypropaannitril met zwavelzuur en water en wordt er melkzuur gevormd en ammoniumsulfaat.
De reactieschema's zijn:

ethanal + waterstofcyanide → 2-hydroxypropaannitril (reactie 1)

2-hydroxypropaannitril + zwavelzuur + water → melkzuur + ammoniumsulfaat (reactie 2)

Hieronder staat de massaverhouding waarin de stoffen met elkaar reageren in reactie 1.

ethanal + waterstofcyanide → 2-hydroxypropaannitril
4,4 : 2,7 : 7,1

a Bereken hoeveel ton ethanal nodig is voor de productie van 750 ton 2-hydroxypropaannitril.

Waterstofcyanide is bij kamertemperatuur een vloeistof met een dichtheid van 688 kg/m^3.

b Bereken hoeveel m^3 waterstofcyanide men nodig heeft voor de productie van 750 ton 2-hydroxypropaannitril.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De massaverhouding waarin de stoffen bij reactie 2 met elkaar reageren staat hieronder, alleen niet volledig.

2-hydroxypropaannitril + zwavelzuur + water → melkzuur + ammoniumsulfaat
1,97 : x : 1,00 : 2,50 : 1,83

c Leg uit wat de waarde van x moet zijn.
d Bereken hoeveel ton melkzuur kan ontstaan uit 750 ton 2-hydroxypropaannitril.

Productie met behulp van bacteriën
Enige tijd geleden is men gaan kijken of er ook melkzuur geproduceerd kan worden door bacteriën. Het bedrijf Purac® maakt tegenwoordig op grote schaal melkzuur in reactoren gevuld met bacteriën. Bacteriën kunnen namelijk via een aantal reacties uit glucose melkzuur maken. Het uiteindelijke reactieschema is heel eenvoudig, namelijk:

glucose → melkzuur massaverhouding 1 : 1

Het proces verloopt zo goed dat er steeds meer melkzuur met behulp van bacteriën wordt gemaakt.
e Leg uit waarom men is gaan zoeken naar manieren om melkzuur te produceren via bacteriën.

Omdat de massaverhouding waarin melkzuur uit glucose ontstaat 1 : 1 is zou je 100% opbrengst verwachten. Helaas is dat niet zo. De bacteriën zijn niet in staat om alle glucose in de reactor om te zetten in melkzuur en ook bij de zuivering van het melkzuur gaat melkzuur verloren. In de praktijk is de opbrengst van dit proces maar 38,2%, dit noem je het rendement van dit proces.
f Bereken hoeveel kilogram glucose in de reactor zat als er 75 kg melkzuur is ontstaan.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van 3 keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent(e) kun je één van deze keuzeopdrachten gaan doen.

* 1 **Een nieuwe eenheid: de mol**
Deze opdracht is een theorieopdracht. Wil je graag weten hoe het echte chemisch rekenwerk gaat dan is dit een opdracht voor jou.

M 2 **Energie-effecten**
Je bekijkt in twee reacties de energie-effecten. De eerste reactie die je onderzoekt, is die van magnesium met zoutzuur. De tweede reactie is die van een citroenzuuroplossing met natriumwaterstofcarbonaat. Welke reactie verloopt exotherm en welke endotherm?

N 3 **Dichtheid van zuurstofgas**
In deze opdracht bedenk je een experiment waarmee je de dichtheid van zuurstof kunt bepalen. Na overleg met je docent voer je deze opdracht uit.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

Chemische reactie

Als je stoffen mengt kun je de stoffen in het mengsel ook weer scheiden. Je krijgt dezelfde stoffen met hun stofeigenschappen terug. Bij een chemische reactie verdwijnen de **beginstoffen en** ontstaan er nieuwe **reactieproducten** met andere stofeigenschappen.

Energie-effect

Elke chemische reactie heeft een energie-effect. Als er energie bij de reactie vrijkomt spreek je van een **exotherme reactie**. Een reactie die alleen verloopt als je energie toevoert noem je een **endotherme reactie**.

Massaverhouding

Stoffen reageren met elkaar in een vaste molecuulverhouding die blijkt uit de reactievergelijking. Doordat moleculen allemaal een eigen massa hebben, kun je de massaverhouding in u hier direct uit afleiden. Als je de massaverhouding waarin moleculen met elkaar reageren kent, weet je ook de massaverhouding waarin stoffen met elkaar reageren. Je kunt dan berekeningen uitvoeren aan reacties.

Reactiesnelheid

Niet alle chemische reacties verlopen even snel. Er zijn vijf factoren die invloed hebben op de snelheid waarmee een chemische reactie verloopt:

- het soort stof;
- de verdelingsgraad van de beginstof(fen);
- de concentratie van de beginstof(fen);
- de temperatuur van het reactiemengsel;
- de aanwezigheid van een katalysator.

Reactietemperatuur

Voor elke chemische reactie is een bepaalde minimale temperatuur nodig. Dit noemen we de reactietemperatuur. Is de temperatuur lager dan de reactietemperatuur, dan verloopt de reactie niet.

Reactievergelijking

Een reactievergelijking geeft een chemische reactie weer. Er staan de formules in van de beginstoffen en de reactieproducten. De vergelijking is kloppend gemaakt door het plaatsen van **coëfficiënten** voor de formules van de stoffen.

Wet van Lavoisier

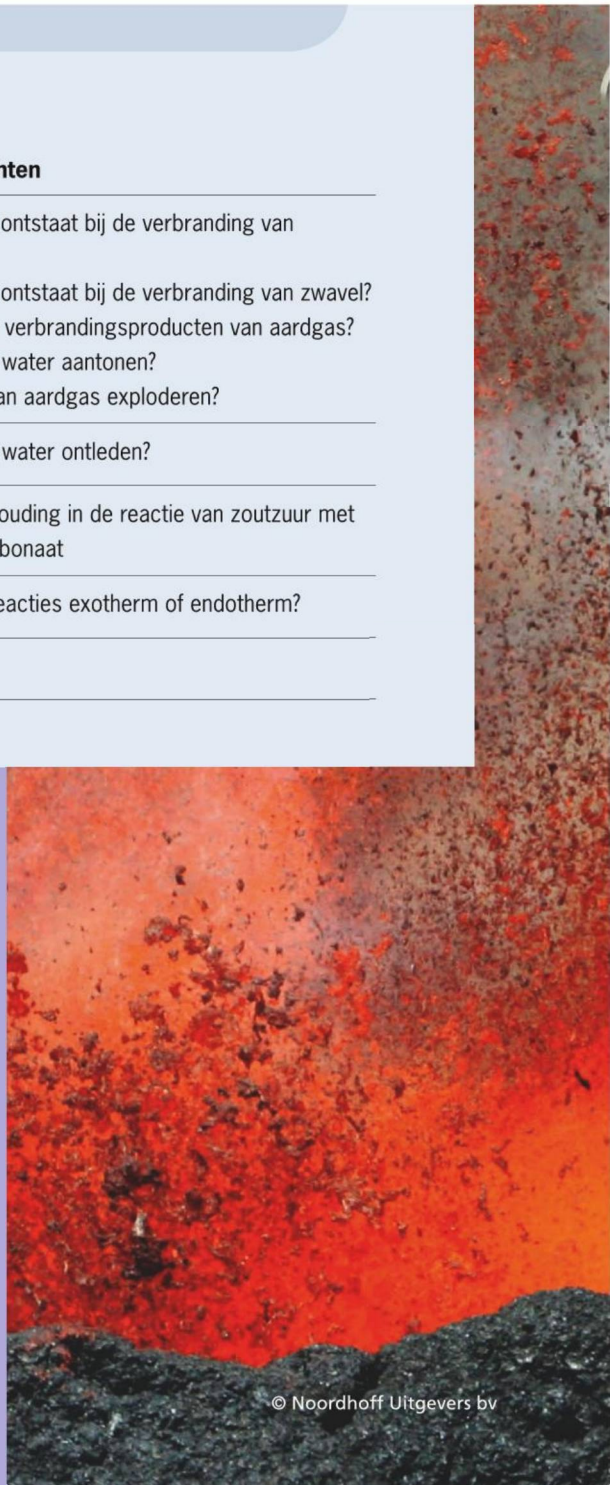
Bij een chemische reactie is de totale massa van de beginstoffen gelijk aan de totale massa van de reactieproducten. Dit wordt ook wel de wet van behoud van massa genoemd.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

5 Reacties en energie

Paragrafen	Experimenten
5.1 Verbranding	5.1 Welke stof ontstaat bij de verbranding van koolstof? 5.2 Welke stof ontstaat bij de verbranding van zwavel? 5.3 Wat zijn de verbrandingsproducten van aardgas? 5.4 Hoe kun je water aantonen? 5.5 Wanneer kan aardgas exploderen?
5.2 Ontleding van stoffen	5.12 Hoe kun je water ontleden?
5.3 Overmaat en ondermaat	5.15 Massaverhouding in de reactie van zoutzuur met calciumcarbonaat
5.4 Energie en reactiesnelheid	5.16 Zijn deze reacties exotherm of endotherm?
Afsluiting	
Overzicht begrippen	



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com – Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Energie

Bij de eruptie van een vulkaan zoals hier op het eiland Reunion komt enorm veel energie vrij. Misschien kan de energie in de grond rond vulkanen in de toekomst worden gebruikt, als energie uit fossiele brandstoffen schaars wordt.

5

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Verbranding
Een gewenste verbrandingsreactie voor het bakken van een hamburger gaat hier over in een ongewenste verbrandingsreactie doordat de vlam in de pan slaat.

Je leert
- wat een verbrandingsreactie is;
- de voorwaarden voor verbranding en het blussen van een brand;
- welke verbrandingsproducten ontstaan en hoe je die aantoont.

5.1 Verbranding



5.1 Wielrenners hebben brandstof nodig.

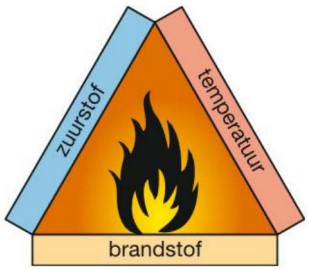
Wat is een verbrandingsreactie?
Bij verbrandingsreacties denk je al snel aan vuurverschijnselen. Er zijn echter ook verbrandingsreacties die zonder vuurverschijnselen verlopen. Zo moet een wielrenner voedsel verbranden om een topprestatie te kunnen leveren (zie figuur 5.1). Bij het verbranden van waterstof hoor je vaak alleen een luide knal. Ongeacht de verschijnselen zijn er drie voorwaarden voor het verlopen van een verbrandingsreactie (zie figuur 5.2):
- er moet een brandbare stof zijn;
- er moet voldoende zuurstof zijn;
- de ontbrandingstemperatuur moet bereikt zijn.

Het bestrijden van een brand
Verbrandingsreacties ken je van de grote bosbranden die regelmatig in het nieuws zijn. Het bestrijden van dit soort branden gebeurt vaak door te blussen met water. Het water verlaagt daarbij de temperatuur en doordat het water verdampt, verdrijft het ook nog eens de zuurstof. Bij veel branden is het blussen met water zeer effectief, maar niet bij alle branden is het mogelijk om deze te bestrijden met water. Bij een frituurbrand is het zelfs gevaarlijk om met water te blussen, omdat hierbij een steekvlam kan optreden.

Het is ook mogelijk een brand te bestrijden door de brandstof weg te nemen. In figuur 5.3 wordt aan brandpreventie gedaan doordat er in een bos een brandgang is gemaakt om een eventuele bosbrand in te perken. Je neemt dan de brandstof weg. Bij alle vormen van brandbestrijding is het belangrijk om een of meerdere van de drie voorwaarden voor het optreden van een brand weg te nemen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



5.2 De branddriehoek met de drie voorwaarden voor verbranding



5.3 Een brandgang in een bos



5.4 Magnesiumoxide wordt gebruikt bij het turnen.

voorvoegsels	
1	mono
2	di
3	tri
4	tetra
5	penta

5.5

Verbranden van elementen

Bij een verbrandingsreactie is altijd zuurstof nodig. De brandstof reageert met zuurstof en vormt met de zuurstof een verbinding. Als de brandstof bestaat uit één element ontstaat er altijd een oxide. Bij het verbranden van magnesium bijvoorbeeld ontstaat het witte poeder magnesiumoxide, dat door turners wordt gebruikt voor het verkrijgen van een betere grip (zie figuur 5.4). Een **oxide** is een verbinding die uit twee atoomsoorten bestaat: de atoomsoort zuurstof en de atoomsoort van het element dat is verbrand. Als je een metaal verbrandt, ontstaat een metaaloxide. Bij de naam van een metaaloxide geef je de naam van het metaal gevolgd door het woord oxide. Van sommige metalen zijn meerdere oxiden bekend en dat geef je aan met een Romeins cijfer in de naam, zoals koper(I)oxide (Cu_2O) en koper(II)oxide (CuO).

Bij het verbranden van niet-metalen kun je ook meerdere oxiden krijgen. In de naamgeving geven voorvoegsels dan de verhouding tussen het element en zuurstof aan (zie tabel 5.5). Als het eerste element van een niet-metaaloxide maar één keer voorkomt, mag je het voorvoegsel mono niet gebruiken. Als het element zuurstof maar één keer voorkomt, gebruik je wel het voorvoegsel mono. CO bevat *één* koolstofatoom en *één* zuurstofatoom en je noemt dat koolstof*mono*oxide. P_2O_5 bestaat uit *twee* fosforatomen en *vijf* zuurstofatomen en krijgt de naam *difosforpenta*oxide. In tabel 5.6 zie je een aantal oxiden staan waarvan je de naam moet kennen.

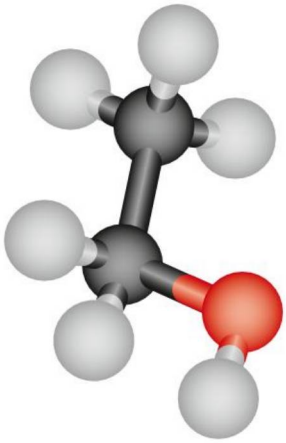
metaaloxiden		niet-metaaloxiden	
naam	**formule**	**naam**	**formule**
koper(II)oxide	CuO	diwaterstofmono-oxide	H_2O
natriumoxide	Na_2O	koolstofdioxide	CO_2
magnesiumoxide	MgO	zwaveldioxide	SO_2
aluminiumoxide	Al_2O_3	difosfortrioxide	P_2O_3
		difosforpentaoxide	P_2O_5

5.6 Namen van een aantal oxiden

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

- Experiment 5.1
- Experiment 5.2
- Experiment 5.3



5.7 Model van de koolstofverbinding ethanol

Verbranden van verbindingen

Een belangrijke brandstof voor verbrandingsreacties zijn koolstofverbindingen. De moleculen van een **verbinding** bestaan uit verschillende atoomsoorten (zie figuur 5.7). Bij de verbranding van een verbinding zal iedere atoomsoort van de verbinding zijn eigen oxide vormen. Zie voorbeeld 1 en 2.
De reactieproducten van een verbranding zijn afhankelijk van de atoomsoorten in de brandstof en de hoeveelheid zuurstof die beschikbaar is bij de verbranding.
Bij een **volledige verbranding**, als er voldoende zuurstof aanwezig is, ontstaat uit het element koolstof de verbinding koolstofdioxide. Is er echter te weinig zuurstof voor de verbranding beschikbaar, dan treedt een **onvolledige verbranding** op. Bij een onvolledige verbranding ontstaat roet (koolstof) en kan het giftige gas koolstofmono-oxide ontstaan.

In de onderstaande tabel zijn de atoomsoorten in de brandstof en de reactieproducten van een volledige en een onvolledige verbranding gegeven. Zie ook voorbeeld 3.

atoomsoort in verbinding	volledige verbranding	onvolledige verbranding
C	CO_2	CO, C
H	H_2O	H_2O
S	SO_2	SO_2

Reagentia

Bij verbranding van koolstofverbindingen komt koolstofdioxide en ook meestal water vrij. Deze stoffen zijn aan te tonen met een reagens. Een **reagens** is een stof die zichtbaar verandert in aanwezigheid van de stof die je wilt aantonen.
In onderstaande tabel staat een aantal bekende reagentia met een overzicht van de stof die ze aantonen en wat de waarneming is als de stof aanwezig is.

reagens	aan te tonen stof	waarneming
wit kopersulfaat	water / waterdamp	wit kopersulfaat wordt blauw
helder kalkwater	koolstofdioxide	helder kalkwater wordt troebel
broomwater	zwaveldioxide	bruin broomwater wordt kleurloos

Voorbeeld 1: Volledige verbranding van de verbinding C_2H_5S
In de verbinding C_2H_5S komt naast de elementen koolstof en waterstof ook het element zwavel voor. Bij volledige verbranding ontstaat uit het element zwavel SO_2, uit het element koolstof ontstaat CO_2 en uit het element waterstof ontstaat H_2O. De verbrandingsreactie wordt:

$4\ C_2H_5S\ (g) + 17\ O_2\ (g) \rightarrow 8\ CO_2\ (g) + 10\ H_2O\ (l) + 4\ SO_2\ (g)$

Voorbeeld 2: Volledige verbranding van de verbinding $C_4H_{10}O$
In $C_4H_{10}O$ komen drie elementen voor. Naast de elementen koolstof en waterstof bevat het ook het element zuurstof. Verbranding van $C_4H_{10}O$ levert echter maar twee oxiden op. De zuurstof in de verbinding wordt ook gebruikt voor de vorming van de oxiden CO_2 en H_2O. De reactie wordt:

$C_4H_{10}O\ (l) + 6\ O_2\ (g) \rightarrow 4\ CO_2\ (g) + 5\ H_2O\ (l)$

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Voorbeeld 3: Onvolledige verbranding van de verbinding C_3H_8
Ga er bij deze onvolledige verbranding van uit dat het element koolstof in de verbinding wordt omgezet tot CO. Het element waterstof wordt nog steeds omgezet tot H_2O. De reactie wordt dan:

$2\ C_3H_8\ (g) + 7\ O_2\ (g) \rightarrow 6\ CO\ (g) + 8\ H_2O\ (l)$

Explosieve verbrandingsreacties

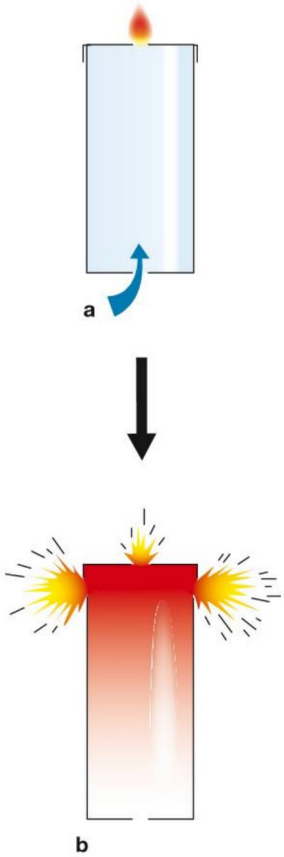
● Experiment 5.5

Tijdens oorlogen wordt er vaak gebruikgemaakt van explosieve verbrandingsreacties. Bij een **explosie** komen veel krachten vrij en deze zijn er de oorzaak van dat vele gebouwen worden vernietigd. Niet iedere stof is echter geschikt om een explosieve verbrandingsreactie te veroorzaken. Voor zo'n explosieve verbrandingsreactie zijn er twee extra voorwaarden.

- Brandstof en zuurstof moeten in de juiste verhouding zijn gemengd.
- Er moet een exotherme reactie optreden waarbij gasvormige reactieproducten ontstaan.

Door de ontstane warmte zetten de gassen snel en sterk uit. Dit uitzetten van de gassen heet een explosie (zie figuur 5.8).

In figuur 5.9a zie je een schematische weergave van de beginsituatie van experiment 5.5. Het blik is volledig gevuld met aardgas. Pas als het aardgas uit het blik stroomt, komt het in contact met zuurstof en kan het aardgas worden aangestoken. Je ziet aan de bovenkant van het blik dan ook een vlam ontstaan. Doordat het aardgas uit de bovenkant van het blik ontsnapt, daalt de gasdruk in het blik. Aan de onderkant van het blik wordt nu lucht aangezogen. Op een gegeven moment bevat het blik zo veel zuurstof, dat de vlam naar binnen kan slaan. Als de verhouding tussen aardgas en zuurstof ongeveer 1: 2 is, kan de reactie in het blik overal tegelijk verlopen en daarbij ook nog eens heel snel. Door de warmte die bij de verbranding vrijkomt zetten de gasvormige verbrandingsproducten sterk uit met als gevolg dat het deksel van het blik knalt (zie figuur 5.9b).



5.9 Explosie van aardgas in experiment 5.5



5.8 Augustus 2015: een enorme explosie in de Chinese havenstad Tianjin in een opslag van gas en toxische chemicaliën

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Vlamvertragers redden levens

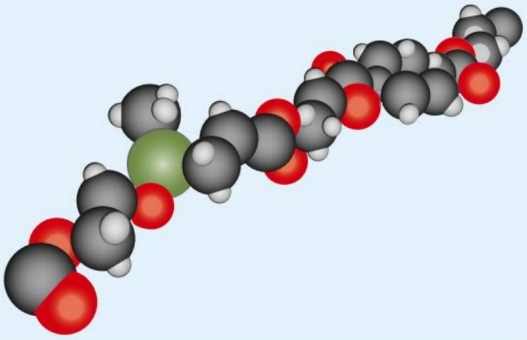
Vlamvertragers zijn overal om je heen, ze zitten in gordijnstoffen, vloerbedekking, bouwmaterialen, maar ook in de behuizing van elektrische apparaten. Vlamvertragers zijn stoffen die het uitbreiden van een brand vertragen, waardoor bij brand mensen meer tijd krijgen om te ontsnappen. Ze verminderen de vorming van rook en giftige gassen. Regelmatig lees je in de krant over een brand in een disco of een café met veel slachtoffers met brandwonden (zie figuur 5.10a). Je kunt de kans hierop verminderen door de in de disco gebruikte stoffen te behandelen met een vlamvertrager.
Voor een brand zijn drie dingen nodig: brandstof, zuurstof en een bepaalde temperatuur. Bij branden is het vaak niet de vaste stof of vloeistof die brandt, maar door de hitte valt de brandstof uiteen in andere stoffen, waaronder gassen. Het zijn deze gassen die reageren met zuurstof en de warmte die daarbij vrijkomt zorgt voor de voortgang van de brand.

Vlamvertragers hebben op één of op meer van de brandfactoren invloed. Kunststoffen die bijvoorbeeld worden verwerkt in het interieur van gebouwen kun je mengen met aluminiumhydroxide of magnesiumhydroxide, stoffen die een vlamvertragende werking hebben. Zo vormt zich uit magnesiumhydroxide door de hitte magnesiumoxide en water. Het magnesiumoxide is niet brandbaar en dekt de brand af en het ontstane water zorgt voor afkoeling.

Textiel kun je behandelen door de stoffen te coaten met een vlamvertrager, maar dan verdwijnt na verloop van tijd een deel van de vlamvertrager door slijtage en door wassen. Je kunt ook iets doen aan de vezels waaruit de textiel wordt geweven. Die vezels bestaan bij kunststoffen uit heel lange moleculen. In die moleculen kun je op een aantal plaatsen een groep atomen inbouwen die een vlamvertragende werking heeft, zie figuur 5.10b. Kleding van deze vezels is ook na langere tijd vlamvertragend.

Het nadeel van veel vlamvertragers is dat ze schadelijk voor mens en milieu kunnen zijn. Daarom wordt er nog steeds onderzoek gedaan naar nieuwe en veiligere verbindingen.





5.10a Een woud van lichtjes ter nagedachtenis aan slachtoffers van de discobrand in Boekarest in 2015. b Een model van een molecuul met een vlamvertragende groep atomen (groen)

Samenvatting

- Bij een verbrandingsreactie moet er een brandbare stof zijn, moet er voldoende zuurstof aanwezig zijn en de ontbrandingstemperatuur moet bereikt zijn.
- Je kunt een brand blussen door een of meerdere van de drie voorwaarden van een brand weg te nemen.
- Een oxide bestaat uit twee atoomsoorten waarvan de tweede zuurstof (de oxide) is.
- Een reagens is een stof waarmee je een andere stof kunt aantonen.
- Een explosie is een exotherme reactie waarbij de brandstof en zuurstof in de juiste verhoudingen zijn gemengd. Bij de reactie ontstaan gassen die snel en sterk uitzetten.

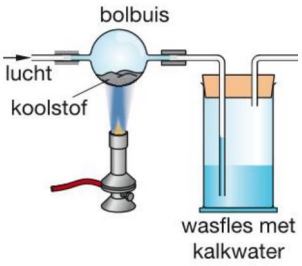
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

5.1 Welke stof ontstaat bij de verbranding van koolstof?

Wat je nodig hebt
- gasbrander
- lucifers
- waterstraalpomp
- hittebestendige bolbuis
- wasfles
- kalkwater
- stukje houtskool (= vrijwel volledig koolstof)



5.11

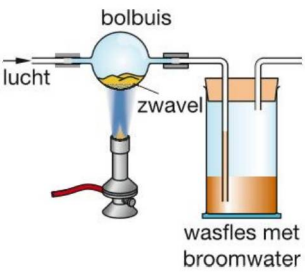
Inleiding
Kun je met een reagens aantonen welk product bij de verbranding van houtskool ontstaat? Dit experiment kan ook als demonstratie door de docent of TOA worden uitgevoerd.

Uitvoering
1. Breng een stukje houtskool in de bolbuis.
2. Bouw de proefopstelling zoals in figuur 5.11 en sluit de waterstraalpomp aan op de wasfles. Er wordt nu lucht door de proefopstelling gezogen.
3. Verhit het stukje koolstof met behulp van een brander totdat het gaat branden. Het verbrandingsproduct wordt door de wasfles met kalkwater gezogen. Let goed op of het kalkwater verandert.

Waarnemingen en conclusies
1. Beschrijf hoe het kalkwater eruitziet vóór en ná het doorleiden van het verbrandingsproduct van houtskool.
2. Welke stof is ontstaan bij de verbranding van houtskool en waarom denk je dat?
3. Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van koolstof.

5.2 Welke stof ontstaat bij de verbranding van zwavel?

Wat je nodig hebt
- gasbrander
- lucifers
- waterstraalpomp
- hittebestendige bolbuis
- wasfles
- broomwater
- stukje zwavel (bijvoorbeeld luciferkopjes)



5.12

Inleiding
Kun je met een reagens aantonen welk product bij de verbranding van zwavel ontstaat? Dit experiment kan ook als demonstratie door de docent of TOA worden uitgevoerd.

Uitvoering
1. Breng een stukje zwavel in de bolbuis.
2. Bouw de proefopstelling zoals is weergegeven in figuur 5.12 en sluit de waterstraalpomp op de wasfles aan. Er wordt nu lucht door de proefopstelling gezogen.
3. Verhit het stukje zwavel met behulp van een brander totdat het gaat branden. Het verbrandingsproduct wordt door de wasfles met broomwater gezogen. Let op of het broomwater hierdoor verandert.

Waarnemingen en conclusies
1. Beschrijf hoe het broomwater eruitziet vóór en ná het doorleiden van het verbrandingsproduct van zwavel.
2. Welke stof is ontstaan bij de verbranding van zwavel en waarom denk je dat?
3. Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van zwavel.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

5.3 Wat zijn de verbrandingsproducten van aardgas?

Wat je nodig hebt
- gasbrander
- lucifers
- erlenmeyer van 250 mL
- kroezentang
- stuk aluminiumfolie van 10 × 10 cm
- kalkwater
- wit kopersulfaat
- water
- ijsblokje

Inleiding
Hoe kun je de verbrandingsproducten van aardgas aantonen?
Gebruik een hittebestendige erlenmeyer. Let op, de hals van de erlenmeyer wordt heel heet.

Uitvoering
1. Steek de gasbrander aan en maak een kleine blauwe vlam.
2. Klem een droge erlenmeyer in de kroezentang. Houd hem een halve minuut omgekeerd op enige centimeters boven de vlam.
3. Zet de erlenmeyer rechtop en sluit hem eventueel af met een stuk aluminiumfolie. Let op, de hals van de erlenmeyer is heel heet!
4. Schenk direct een klein beetje kalkwater in de erlenmeyer en schud hem voorzichtig. Let op wat er met het kalkwater gebeurt.
5. Vul de erlenmeyer met water en eventueel een ijsblokje.
6. Klem de erlenmeyer met water in de kroezentang en houd hem twee seconden op enige centimeters boven een kleine blauwe vlam.
7. Strooi direct een paar korreltjes wit kopersulfaat op de beslagen buitenkant van de erlenmeyer.

Waarnemingen en conclusies
1. Wat neem je waar in de onderdelen 4 en 7?
2. Welke reactieproducten ontstaan tijdens de verbranding van aardgas?
3. Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van aardgas (CH_4).

5.4 Hoe selectief kun je water aantonen?

Wat je nodig hebt
- horlogeglas of glazen petrischaal
- druppelpipetjes
- spatel
- wit kopersulfaat
- water
- wasbenzine
- slaolie
- alcohol (ethanol, 98%)

Inleiding
Wit kopersulfaat is een reagens dat water aantoont. Maar is water de enige vloeistof die wit kopersulfaat blauw maakt?

Uitvoering
1. Schep met de spatel een bergje wit kopersulfaat op het horlogeglas of petrischaal.
2. Druppel met een druppelpipet aan één kant van het bergje een klein beetje water op het kopersulfaat.
3. Herhaal onderdeel 2 op andere plaatsen van het bergje wit kopersulfaat met achtereenvolgens wasbenzine, slaolie en alcohol.
4. Kijk goed naar de kleurverandering van het witte kopersulfaat als het in contact komt met de verschillende vloeistoffen.

Waarnemingen en conclusies
1. Verwerk je waarnemingen overzichtelijk.
2. Welke stof heb je met het witte kopersulfaat aangetoond?
3. Op welke stof is wit kopersulfaat een reagens?
4. Leg nu uit of wit kopersulfaat een selectief reagens is om water aan te tonen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

5.5 Wanneer kan aardgas exploderen?

Wat je nodig hebt
- driepoot
- lucifers
- gasslang
- aardgas
- blik met deksel, zowel in de bodem van het blik als in het deksel zit een gaatje

Inleiding
Kan aardgas zo snel verbranden dat er een explosie optreedt?
Dit experiment voert de docent of TOA uit. Houd afstand tot de reactie is afgelopen. *Voer deze proef beslist niet thuis uit.*

Uitvoering
1 Vul met behulp van de gasslang het blik met aardgas via één van de gaatjes. Houd tijdens het vullen een vinger op het andere gaatje.
2 Zet het blik met deksel naar boven op de driepoot en steek direct het aan de bovenkant uitstromende aardgas aan.
3 Wacht enige tijd.

Waarnemingen en conclusies
1 Beschrijf wat je verwachtte bij deze proef en de waarnemingen die je uiteindelijk hebt gedaan.
2 Leg uit hoe het komt dat er in het blik een mengsel van aardgas en zuurstof ontstaat.
3 Wanneer gaat het aardgas in het blik branden?
4 Verklaar hoe het komt dat de verbrandingsreactie op een bepaald moment explosief verloopt.
5 Geef de reactievergelijking voor de verbranding van aardgas.



5.13 Kan staalwol branden?

5.6 Welke invloed heeft het zuurstofgehalte op de verbrandingssnelheid?

5.7 Kan ijzer aan de lucht ontbranden?

5.8 Wat zijn de verbrandingsproducten van een sigaret?

5.9 Welke stoffen adem je uit?

5.10 Hoe bepaal je het zuurstofgehalte van de lucht (1)?

5.11 Hoe bepaal je het zuurstofgehalte van de lucht (2)?

Je kunt de beschrijving van deze experimenten downloaden van de site of vragen aan je docent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Noem de drie voorwaarden voor het optreden van een verbrandingsreactie.

A 2

Bij brandbestrijding worden middelen ingezet om één van de drie voorwaarden voor het optreden van een brand weg te nemen. Geef in de volgende vragen aan op welke factor van een verbranding de brandbestrijdingsmiddelen worden ingezet.

a Een brandende lucifer kun je uitblazen. Welke factor is van toepassing voor het uitblazen van de brandende lucifer?
b Bij het verlaten van een kampplaats wordt het kampvuur gedoofd door er zand over te werpen.
c Bij het beëindigen van een practicum met de brander moet altijd de gaskraan worden gesloten.

A 3

a Uit hoeveel atoomsoorten bestaat een oxide?
b Leg bij iedere onderstaande stof uit of het wel of niet een oxide is.
- $C_6H_{12}O_6$
- P_2O_5
- CuO
- O_2

A 4

Geef de naam van de volgende stoffen.

a P_2O_3
b Al_2O_3
c CuO
d CO_2

A 5

a Wat is een reagens?
b Nanne leidt lucht door kalkwater tot het troebel wordt. Welke stof uit de lucht veroorzaakt het troebel worden?
c Hoe kun je de aanwezigheid van water aantonen?

B 6 N

Voor de verbranding van propaangas moet voldoende zuurstof aanwezig zijn. Lucht bestaat voor ongeveer 22 massa-% uit zuurstof. De formule voor propaangas is C_3H_8.

a Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van propaangas.
b Bereken hoeveel gram zuurstof nodig is voor de verbranding van 125 g propaangas.
c Hoeveel gram lucht is er voor deze verbranding nodig?
d De dichtheid van lucht is 1,29 kg/m^3. Hoeveel liter lucht heb je minimaal nodig voor de volledige verbranding?

B 7 M

In de onderstaande situaties wordt steeds een brand geblust. Bij het blussen van een brand neem je een van de voorwaarden uit de branddriehoek weg. Geef bij ieder voorbeeld aan welke van de drie voorwaarden voor verbranding wordt weggenomen.

a Door kortsluiting in een elektriciteitshuisje is brand ontstaan. De brandweer blust met schuim.
b Brandweermannen doven een brandende oliebron door vlakbij een lading dynamiet te laten ontploffen.
c Op enige afstand van een bosbrand beginnen houthakkers met het kappen van bomen.
d De brandweer spuit water op de huizen naast een brandend huis.
e Tijdens het frituren is de vlam in de pan geslagen. Je doet direct een deksel op de pan en draait het gas uit.

B 8

Stel de reactievergelijkingen op voor de verbranding van de volgende elementen:

a natrium
b zwavel
c fosfor; er ontstaat difosforpentaoxide
d aluminium
e magnesium

B 9 M

Silke heeft een cilinder met gas. Zij weet niet of dit gas waterstof of aardgas is. Om hier achter te komen doet ze twee proeven.

Proef I: Ze leidt het gas door kalkwater. Het kalkwater verandert niet.
Proef II: Ze verbrandt het gas en leidt de reactieproducten door kalkwater. Het kalkwater verandert niet.

Silke concludeert dat haar cilinder aardgas bevat. Leg uit of je het met haar conclusie eens bent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

B 10

Lees de tekst in het kader 'Vlamvertragers redden levens' en beantwoord de volgende vragen. Een van de genoemde vlamvertragers is aluminiumhydroxide.
Door de hitte valt aluminiumhydroxide ($Al(OH)_3$) uiteen in aluminiumoxide (Al_2O_3) en water. Deze reactie is endotherm.

a Geef de kloppende reactievergelijking van deze reactie.

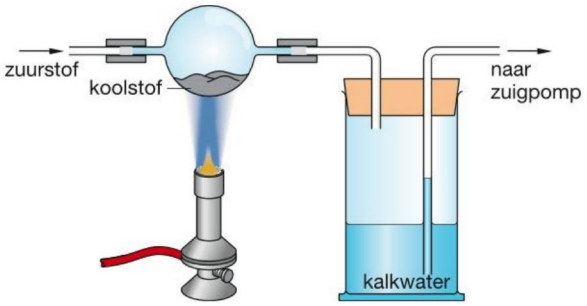
Van aluminiumhydroxide als vlamvertrager wordt weleens gezegd dat je drie vliegen in één klap slaat.

b Leg uit wat het endotherm zijn van de reactie voor effect op de brand heeft.
c Leg uit op welke factor van de branddriehoek het gevormde aluminiumoxide invloed heeft.
d Leg uit wat het effect is van het bij de reactie vrijkomende water.

B 11

Je leidt zuurstof over gloeiende koolstof en de koolstof verbrandt volledig. Je wilt het reactieproduct nu door kalkwater leiden.

a Waarom lukt dat niet met de opstelling uit figuur 5.14?
b Neem figuur 5.14 over in je schrift en breng er een verbetering in aan.
c Wat zal er tijdens de reactie met het kalkwater gebeuren?
d Hoe noem je stoffen zoals kalkwater?



5.14

B 12

Een mengsel van waterstofgas en zuurstofgas in de verhouding 2 : 1 wordt ook wel knalgas genoemd. Knalgas is een zeer explosief gasmengsel. Toch gebeurt er niets wanneer je knalgas in een afgesloten ruimte bij kamertemperatuur bewaart.

a Verklaar hoe het komt dat je knalgas in een afgesloten ruimte kunt bewaren zonder dat het explodeert.
b Wanneer knalgas explodeert, vormt zich een verbinding. Welke stof is dit?
c Leg uit of er bij de explosie van knalgas warmte vrijkomt of dat je warmte moet toevoeren.
d Stel de reactievergelijking op voor de explosie van knalgas. Denk aan de toestandsaanduidingen.

C 13 **N**

Bij de meeste houtkachels en open haarden is de verbranding niet volledig. Hout bestaat voornamelijk uit cellulose $(C_6H_{10}O_5)_n$.

a Geef de molecuulformules van de drie stoffen die bij onvolledige verbranding ontstaan.
b Door welke twee eigenschappen merk je niet dat er koolstofmono-oxide aanwezig is?
c Leg uit of koolstofmono-oxide brandbaar is.

De kwaliteit van de verbranding kan worden uitgedrukt in de giftigheidsindex (GI). Daarbij wordt eerst het aantal gram koolstofmono-oxide en het aantal gram koolstofdioxide bepaald die bij de verbranding ontstaan. De GI kun je daarna als volgt berekenen:

$$GI = \frac{\text{aantal gram koolstofmono–oxide}}{\text{aantal gram koolstofdioxide}} \times 100$$

d Houtkachel A heeft een GI van 2,6 en houtkachel B heeft een GI van 6,6. Leg uit in welke houtkachel de verbranding onvolledig is.

C 14

Stel de reactievergelijkingen op voor de volledige verbranding van de volgende verbindingen.

a stearinezuur, $C_{18}H_{36}O_2$
b dimethylsulfoxide, C_2H_6SO

Je kunt nu

- uitleggen wat een verbrandingsreactie is en de drie voorwaarden voor verbranden noemen;
- uitleggen op welke manier je een brand kunt blussen;
- uitleggen wat een oxide is;
- de reactievergelijking geven van de verbranding van een aantal elementen en verbindingen;
- uitleggen wat een reagens is;
- toelichten met welke reagentia je de verbrandingsproducten water, koolstofdioxide en zwaveldioxide kunt aantonen en welke waarnemingen je daarbij doet.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Ontleding
Bij ontleding in het vak Nederlands worden zinnen uit elkaar gehaald en worden alle zinsonderdelen benoemd. In de scheikunde worden geen zinnen, maar stoffen ontleed, waarbij uit één beginstof meerdere nieuwe stoffen ontstaan.



Je leert
- wat een ontledingsreactie is;
- welke soorten ontledingsreacties er zijn;
- wat voor soort producten er bij een ontledingsreactie kunnen ontstaan.

5.2 Ontleding van stoffen



5.15 Kopercarbonaat op de daken van Château Frontenac in Quebec City (Canada)

Kenmerken van een ontledingsreactie
In de eerste paragraaf van dit hoofdstuk zijn verbrandingsreacties behandeld. Bij een verbrandingsreactie heb je altijd een brandstof en zuurstof nodig. Er zijn dus twee beginstoffen nodig.

De stof kopercarbonaat zorgt voor de mooie groene kleur van koperen daken (zie figuur 5.15). Een klein beetje van het groene kopercarbonaat kun je in een reageerbuisje voorzichtig verhitten. Verhitten is niet hetzelfde als verbranden. Er is sprake van verhitten als de stof wordt opgewarmd zonder dat daarbij zuurstof aan de beginstof wordt toegevoegd. Tijdens het verhitten wordt het groene kopercarbonaat omgezet in het zwarte koperoxide en koolstofdioxide.

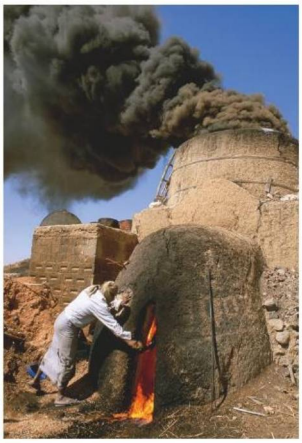
Voor deze reactie kun je de volgende reactievergelijking opschrijven:

$CuCO_3$ (s) → CuO (s) + CO_2 (g)

Dit type reactie noem je een **ontledingsreactie**. Bij een ontledingsreactie is er maar één beginstof. Deze beginstof is altijd een **verbinding** en die wordt ontleed in twee of meer reactieproducten. Deze reactieproducten kunnen elementen zijn, maar er kunnen ook andere verbindingen of een combinatie van beide ontstaan.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



5.16 Kalkoven in Jemen

Energie-effecten van ontledingsreacties

Voor de meeste ontledingsreacties is continu energie nodig. Zo worden in kalkovens in ontwikkelingslanden grote brokken kalksteen ($CaCO_3$) omgezet in ongebluste kalk (CaO) en koolstofdioxide (zie figuur 5.16). Voor deze reactie moeten de brokken kalksteen voortdurend worden verhit tot ongeveer 900 °C. In deze kalkovens stookt men hiervoor van alles, van riet tot afgewerkte olie. Een reactie die continu energie nodig heeft om te verlopen is een **endotherme reactie**. Het reactieschema voor de ontleding van kalksteen met behulp van warmte is:

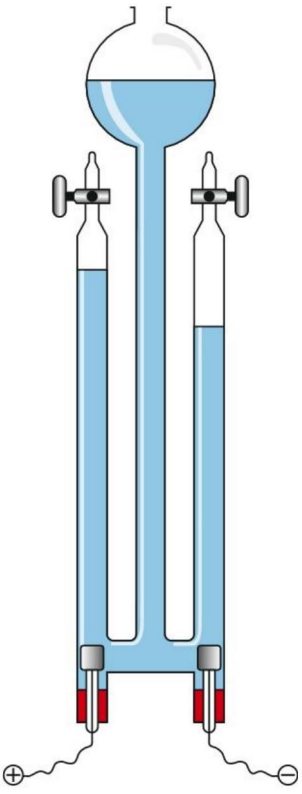
kalksteen (s) → ongebluste kalk (s) + koolstofdioxide (g)

Een andere ontledingsreactie, de ontleding van ammoniumdichromaat, is een demoproef, die vroeger vaak op middelbare scholen werd gebruikt. Ammoniumdichromaat $(NH_4)_2Cr_2O_7$, is een oranje stof die na verhitting ontleedt in de groene stof chroomoxide (Cr_2O_3), stikstof en water. Tijdens de ontledingsreactie treden er vuurverschijnselen op, waardoor de reactie een beetje lijkt op een spuwende vulkaan.
In eerste instantie moet het ammoniumdichromaat worden verhit om de reactie op gang te brengen. Na de eerste verhitting gaat de reactie spontaan verder. De vuurverschijnselen die optreden bij de reactie duiden er op dat er tijdens de reactie warmte vrijkomt. De ontleding van ammoniumdichromaat is dan ook een voorbeeld van een **exotherme ontledingsreactie**.

Typen ontledingsreacties

Voor de meeste ontledingsreacties is energie nodig. Je hebt al het voorbeeld gezien van de kalkovens in ontwikkelingslanden waarbij warmte wordt gebruikt om de brokken kalksteen te ontleden. Een ontledingsreactie onder invloed van warmte noem je een **thermolysereactie**.

● Experiment 5.12



5.17 Toestel van Hofmann

Met behulp van het toestel van Hofmann is het mogelijk om water te ontleden (zie figuur 5.17). Aan de negatieve elektrode wordt het water omgezet in waterstof en aan de positieve elektrode wordt het water omgezet in zuurstof. Bij deze reactie heb je dus elektriciteit nodig om water in zuurstof en waterstof te ontleden. Een ontledingsreactie waarbij je elektriciteit gebruikt voor de ontleding noem je een **elektrolysereactie**.

Het is ook mogelijk om met behulp van licht water in waterstof en zuurstof te ontleden. Onderzoekers van de Penn State universiteit zijn erin geslaagd 'zonnepanelen' te bouwen die water met behulp van zonlicht ontleden. De onderzoekers hadden in hun zonnecellen een katalysator nodig, de stof indiumoxide, en oranjerode kleurstoffen om al het opvallende licht optimaal te gebruiken. Het zonlicht levert dus de energie om het water te ontleden. Ontleding door middel van licht noem je **fotolyse**.

Je kunt nu drie soorten ontledingsreacties onderscheiden:
- Thermolyse: ontleding door middel van warmte
- Elektrolyse: ontleding door middel van elektriciteit
- Fotolyse: ontleding door middel van licht

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Het geheim van dynamiet

Aan Alfred Nobel hebben we het dynamiet te danken; het eerste sterke en relatief veilige explosief. De grote uitvinding van Nobel was niet het explosief nitroglycerine zelf, maar de manier om de stof ook echt als springstof te gebruiken (zie figuur 5.18).

De juiste naam van nitroglycerine is glyceryltrinitraat en het wordt gemaakt uit glycerol en salpeterzuur. Het probleem met dit explosief is dat het maar een klein beetje extra energie nodig heeft om te ontploffen. De olieachtige vloeistof kan bij een beetje schudden al tot ontploffing komen zoals de Wells Fargo treinonderneming in 1866 ondervond. Drie kratten nitroglycerine waren door de onderneming opgeslagen voor de aanleg van een tunnel, ze ontploften en het hele kantoorgebouw van Wells Fargo werd vernietigd. De reactie van het nitroglycerine is een exotherme explosieve ontleding waarbij veel gassen vrijkomen.

De verdienste van Nobel was dat hij een methode bedacht waardoor het nitroglycerine wel veilig kon worden gebruikt. Na ruim een jaar experimenteren ontdekte Nobel dat de stof kiezelgoer, een poreus gesteente, het nitroglycerine kan stabiliseren.

De moleculen nitroglycerine adsorberen aan het oppervlak van het poreuze gesteente, zodat ze niet zo gemakkelijk meer met elkaar kunnen reageren. Een spontane explosie komt dan haast niet meer voor. Nobel combineerde zijn dynamietstaaf met een andere vinding, het slaghoedje. Het slaghoedje zoals Nobel het uitvond, bestond uit een hoeveelheid knalkwik, een kwikverbinding in een stevige capsule. Een klap die hard genoeg is om de capsule te vervormen laat het knalkwik exploderen. Deze explosie zet daarna de explosie van het minder gevoelige dynamiet in gang.

Jammer alleen dat hij ze in de verkeerde volgorde uitvond. In het jaar dat hij al wel het slaghoedje had, maar nog niet met kiezelgoer werkte, ontplofte z'n werkplaats met de hele voorraad nitroglycerine. De combinatie van deze twee uitvindingen: het slaghoedje, waardoor de reactie op gecontroleerde wijze in gang wordt gezet, en kiezelgoer, dat de gevoeligheid vermindert, maakte Nobel rijk. Vanuit zijn vermogen worden nog steeds ieder jaar de Nobelprijzen uitgereikt.
Bron: De kleur van chemie



5.18 Springstofstaven worden aangebracht voor de aanleg van een tunnel.

Samenvatting

- Een ontledingsreactie is een reactie met één beginstof, deze beginstof is altijd een verbinding.
- Er zijn drie typen ontledingsreacties: thermolyse, elektrolyse en fotolyse.
- De meeste ontledingsreacties zijn endotherm, er zijn echter uitzonderingen op deze regel.
- De reactieproducten van een ontledingsreactie kunnen elementen, verbindingen of een combinatie van beide zijn.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

5.12 Hoe kun je water ontleden?

Wat je nodig hebt
- toestel van Hofmann
- gelijkspanningsbron
- gasbrander
- lucifers
- houtspaander
- hittebestendige reageerbuizen
- water met zwavelzuur

Inleiding
Hoe kun je water ontleden en welke gasvormige elementen ontstaan daarbij?
Dit experiment voert de docent of TOA uit.

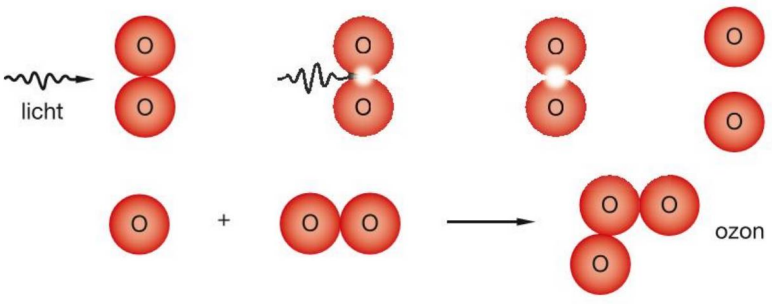
Uitvoering
1 Vul de twee buitenste buizen via de middelste buis met water met zwavelzuur en schakel de spanningsbron in. Onmiddellijk ontstaan er kleine gasbelletjes onder in het toestel aan het oppervlak van beide platina plaatjes.
2 Als zich in de buis die in verbinding staat met de pluspool van de spanningsbron (links in figuur 5.17) 10 mL gas heeft verzameld, schakel je de spanningsbron uit. Lees vervolgens af hoeveel mL gas zich boven in de andere buis heeft verzameld.
3 Vang het gas dat is ontstaan bij de pluspool van de spanningsbron op in een reageerbuis en houd er een gloeiende houtspaander bij.
4 Vang het gas dat is ontstaan bij de minpool van de spanningsbron op in een reageerbuis en houd de buis boven een kleurloze vlam.

Waarnemingen en conclusies
1 Geef de reactievergelijking voor de ontleding van water.
2 Na de elektrolyse is er in beide buizen een gas ontstaan. In welke volumeverhouding zijn deze gassen ontstaan?
3 Wat neem je waar in onderdeel 3 en 4?
4 Leg uit welke gassen er zijn ontstaan.

5.13 Ontleding van suiker

5.14 Welke typen ontledingsreacties zijn er?

Je kunt de beschrijving van deze experimenten downloaden van de site of vragen aan je docent.



5.19 Door fotolyse ontstaan in de lucht losse zuurstofatomen. Die reageren met een molecuul zuurstof en zo ontstaat er ozon, O_3.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 15

In figuur 5.16 zag je een kalkoven waar ongebluste kalk wordt gemaakt door het verhitten van brokken kalksteen ($CaCO_3$). Daarbij komt er koolstofdioxide vrij. De ongebluste kalk blijft in de oven achter.

a Is dit een endotherm of exotherm proces?

b Leg uit welke van de volgende reactievergelijkingen dit ontledingsproces weergeeft.

1 $CaO\ (s) \rightarrow CaCO_3\ (s) + CO_2\ (g)$

2 $CaO\ (s) + CaCO_3\ (s) \rightarrow CO_2\ (g)$

3 $CaCO_3\ (s) \rightarrow CaO\ (s) + CO_2\ (g)$

4 $CaCO_3\ (s) + CO_2\ (g) \rightarrow CaO\ (g)$

B 16

Geef van elk van de volgende reacties aan of het een thermolyse, elektrolyse of fotolyse is.

a Zilverchloride ontleedt in zilver en chloor onder invloed van zonlicht.

b Water ontleedt in waterstof en zuurstof als er een elektrische stroom doorheen gaat.

c Heet en vloeibaar aluminiumoxide (Al_2O_3) ontleedt in aluminium en zuurstof als er een spanningsbron op wordt aangesloten.

B 17

Geef de reactievergelijking voor de ontleding van ijzererts (Fe_2O_3) in zijn elementen.

B 18

Geef de reactievergelijking voor de ontleding van:

a aluminiumoxide, Al_2O_3 (s), in zijn elementen

b water in zijn elementen

c ammoniumdichromaat. Gebruik hierbij de gegevens uit de tekst van deze paragraaf.

B 19

Twee leerlingen hebben een suspensie van een gele vaste stof in water. Piet filtreert deze suspensie en zegt tegen Said: 'Dit is een ontledingsreactie.' Said zegt: 'Welnee joh, dit is gewoon een scheidingsproces.' Leg duidelijk uit wie er gelijk heeft.

B 20

Stel voor de volgende processen de reactievergelijkingen op en geef voor elk van de reacties aan of het een ontledingsreactie is of niet.

a Uit zilverchloride (AgCl) ontstaan zilver en chloor.

b Uit ijzer en zwavel ontstaat ijzersulfide (FeS).

c Houtskool (C) reageert met zuurstof tot koolstofdioxide.

d Uit magnesium en zuurstof ontstaat magnesiumoxide (MgO).

B 21

Lees onderstaande tekst, die afkomstig is van internet, nauwkeurig door.

Tekstfragment

Ongebluste kalk is calciumoxide, CaO. Ongebluste kalk wordt gemaakt van kalksteen uit België en Frankrijk. De kalksteen wordt verbrand in ovens. De sintels en de nu ontstane witte kalk (CaO) worden gescheiden en de kalk wordt tot poeder gemalen. Dit poeder reageert heel heftig met water: bij temperaturen tot 85 °C wordt calciumhydroxide (gebluste kalk), $Ca(OH)_2$, gevormd. De afgekoelde gebluste kalk is nog lange tijd in staat om op stoffen in te werken.

In deze tekst staat een zin die chemisch onjuist is. Om welke zin gaat het? Verbeter de tekst zodat deze chemisch klopt.

B 22

Lees de tekst in het kader 'Het geheim van dynamiet' en beantwoord de vragen.

De stof nitroglycerine ($C_3H_5N_3O_9$) wordt gevormd uit glycerol ($C_3H_8O_3$) en salpeterzuur (HNO_3). Bij deze reactie ontstaat nog één andere stof.

a Geef de reactievergelijking van deze reactie.

Het ontploffen van nitroglycerine is een sterk exotherme ontledingsreactie. Bij de reactie ontstaan de gasvormige stoffen water, stikstof, koolstofdioxide en zuurstof.

b Geef de reactievergelijking van deze ontleding.

c Leg uit wat het effect van het exotherm zijn van deze reactie voor invloed op de explosie heeft.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Het kiezelgoer verminderde de explosieve werking van het nitroglycerine en dus werd er zo veel mogelijk nitroglycerine en zo weinig mogelijk kiezelgoer gebruikt. Dat bleek bij hogere temperaturen knap gevaarlijk, het dynamiet gaat dan 'zweten' en wordt alsnog zeer explosief.

d Wat denk je dat de term 'zweten' hier betekent?

Inmiddels zijn er springstoffen ontwikkeld, afgeleid van nitroglycerine, die een grotere explosieve kracht hebben, maar veel stabieler zijn.

e Bedenk een eigenschap die deze stoffen hebben waardoor ze veel stabieler zijn.

B 23 M

Als je water kookt, ontstaat er waterdamp.

a Leg uit of dit een thermolyse is.

Als je waterdamp heel sterk verhit, ontstaan waterstof en zuurstof.

b Leg uit of dit een thermolyse is.

Je leidt een elektrische stroom door een oplossing van nikkelchloride ($NiCl_2$). Er ontstaat vast nikkel en chloorgas.

c Geef de reactievergelijking.

d Leg uit of dit een elektrolyse is.

B 24 M

Lachgas is een verbinding van stikstof en zuurstof met de formule N_2O. Het wordt onder andere gebruikt als narcosemiddel (verdovingsmiddel).

a Wat is de scheikundige naam van N_2O?

Wanneer lachgas wordt verhit, ontstaan stikstof en zuurstof.

b Geef de reactievergelijking van deze reactie en geef aan of dit een verbranding of een ontleding is.

Misouk wil aantonen dat er zuurstof is ontstaan.

c Hoe kan ze dat doen en wat neemt ze daarbij waar?

B 25

Waterstofperoxide (H_2O_2) wordt als 30%-oplossing in de handel gebracht. Het zit in een bruine fles om te voorkomen dat het gaat ontleden doordat er licht op valt. Onder invloed van licht ontleedt waterstofperoxide namelijk in water en zuurstof.

a Hoe heet de ontledingsreactie waarbij licht als energiebron wordt gebruikt?

b Geef de reactievergelijking voor de ontleding van waterstofperoxide.

C 26 N

Bij de ontleding van malachiet, $Cu_2CO_3(OH)_2$ (s), een koperhoudend mineraal, ontstaan koperoxide, CuO, koolstofdioxide en water.

a Geef de reactievergelijking voor de ontleding van malachiet.

Bij de ontleding van 40 g malachiet ontstaat 28 g koperoxide.

b Bereken hoeveel kilogram malachiet je moet ontleden om 2,0 kg koperoxide te krijgen.

C 27 N

In een pot zit een oxide van koper. De formule van dit oxide is CuO of Cu_2O. Om te bepalen welke van deze formules juist is, wordt 10,0 g van het oxide ontleed.
Er blijkt 8,9 g koper te ontstaan.
Bepaal met behulp van een berekening welke formule dit oxide van koper heeft.

C 28

Leg uit wat er op microniveau met de moleculen gebeurt tijdens het verdampen en tijdens het ontleden van water. Licht het verschil tussen beide processen toe met behulp van molecuultekeningen, die de veranderingen zo goed mogelijk laten zien.

Je kunt nu

- een ontledingsreactie herkennen;
- een exotherme ontledingsreactie beschrijven;
- vermelden dat de meeste ontledingsreacties endotherm zijn;
- drie soorten ontledingsreacties benoemen en aangeven welke energievorm ervoor nodig is;
- uitleggen dat de producten van een ontledingsreactie elementen kunnen zijn, maar soms ook verbindingen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overmaat en ondermaat
Tijdens koopjesdagen is er een overmaat aan kopers en vaak een ondermaat aan winkelpersoneel. Ook in de scheikunde kennen we het begrip overmaat en ondermaat.



Je leert
- wat er gebeurt als je stoffen niet in de juiste massaverhouding mengt;
- het begrip overmaat en ondermaat gebruiken;
- rekenen aan reacties waarvan een van de beginstoffen in overmaat aanwezig is.

5.3 Overmaat en ondermaat



5.20 Als je een houtkachel hebt, is het verstandig om een CO-melder te hebben.

Overmaat en ondermaat

In paragraaf 5.1 heb je gezien dat bij een volledige verbranding uit een koolstofverbinding met de atoomsoorten C en H de oxiden water en koolstofdioxide ontstaan. Bij een slechte ventilatie is er te weinig zuurstof en bij de verbranding kan ook het giftige koolstofmonoxide (CO) ontstaan (zie figuur 5.20). De hoeveelheid van de brandstof en de zuurstof bepaalt in dit geval het verloop van de reactie. Bij een volledige verbranding is de zuurstof in **overmaat**, terwijl bij een onvolledige verbranding de zuurstof in **ondermaat** is.

Een chemische reactie stopt altijd als een van de beginstoffen op is of wordt weggehaald, of als het reactiemengsel onder de reactietemperatuur daalt. Meng je de beginstoffen in de juiste verhouding, dan verloopt een reactie tot alle beginstoffen hebben gereageerd.

Rekenen met overmaat en ondermaat

Bij een chemische reactie waarbij de beginstoffen niet in de juiste verhouding zijn gemengd, blijft een deel van de beginstof, die in overmaat aanwezig was, na de reactie over. De beginstof, die in ondermaat aanwezig was, reageert volledig. Om uit te rekenen hoeveel reactieproduct er ontstaat, ga je uit van de beginstof die in ondermaat aanwezig is. In het volgende voorbeeld zie je hoe je rekent met overmaat en ondermaat.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

● Experiment 5.15

Voorbeeld: Omzetting van koperoxide in zuiver koper
Bereken hoeveel gram zuiver koper er ontstaat bij de verhitting van 25 g koperoxide in aanwezigheid van 5,5 g methaan (CH_4). De reactievergelijking van deze reactie is:

$4\ CuO\ (s) + CH_4\ (g) \rightarrow 4\ Cu\ (s) + CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (g)$

Reken eerst uit welke van deze twee stoffen in overmaat aanwezig is. Je berekent hoeveel gram methaan nodig is om al het koperoxide laten reageren.

	4 CuO	CH_4
massaverhouding (u)	318	16,0
hoeveelheid stof (g)	25	x

Met kruisproducten bereken je: $x = \frac{25\ g \times 16,0\ u}{318\ u} = 1,3\ g\ CH_4$.

Je hebt 1,3 g methaan nodig om het koperoxide volledig te laten reageren. Er is 5,5 g methaan aanwezig, dus het methaan is in overmaat. Als je uitrekent hoeveel gram koperoxide je nodig hebt om al het methaan te laten reageren, kom je tot de conclusie dat het koperoxide in ondermaat is.

	4 CuO	CH_4
massaverhouding (u)	318	16,0
hoeveelheid stof (g)	x	5,5

$x = \frac{5,5\ g \times 318\ u}{16,0\ u} = 109\ g\ CuO$

Je hebt dus 109 g koperoxide nodig om methaan volledig te laten reageren. Er is echter maar 25 g koperoxide. Om uit te rekenen hoeveel gram zuiver koper er bij deze reactie kan ontstaan, moet je uitgaan van de stof in ondermaat, dus koperoxide.

	4 CuO	4 Cu
massaverhouding (u)	318	254,4
hoeveelheid stof (g)	25	x

$x = \frac{25\ g \times 254,4\ u}{318\ u} = 20\ g\ Cu$. Er ontstaat dus 20 g koper.

Samenvatting
- Een reactie stopt wanneer een van de beginstoffen op is of als alle beginstoffen op zijn, indien de beginstoffen in de juiste verhoudingen zijn gemengd.
- De beginstof die overblijft na afloop van de reactie is de stof in overmaat.
- Om de hoeveelheid reactieproduct te berekenen ga je uit van de stof in ondermaat.

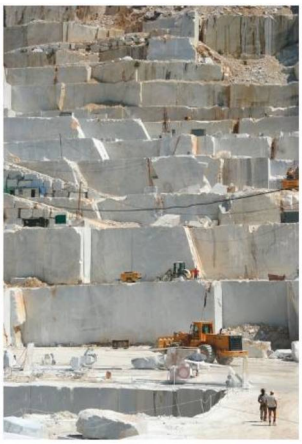
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

5.15 Massaverhouding in de reactie van zoutzuur met calciumcarbonaat

Wat je nodig hebt
- bovenweger
- maatcilinder 25 mL
- erlenmeyer
- spatel
- calciumcarbonaat
- zoutzuur (1 M)



5.21 Zeer zuiver calciumcarbonaat is marmer. In Carrara in Italië zijn een paar honderd marmergroeven die al sinds de Romeinse tijd in bedrijf zijn.

Inleiding
Bij de reactie tussen zoutzuur en calciumcarbonaat ontstaat koolstofdioxide. Via dit onderzoek bepaal je in welke massaverhouding zoutzuur en calciumcarbonaat met elkaar reageren.

Uitvoering
1. Bepaal de massa van de erlenmeyer vóór ieder experiment.
2. Weeg voor de vier experimenten zo nauwkeurig mogelijk achtereenvolgens 0,5; 1,0; 1,5 en 2,0 g calciumcarbonaat in de erlenmeyer af.
3. Doe 25 mL 1 M zoutzuur in een maatcilinder en weeg de gevulde maatcilinder. 1 M zoutzuur bevat 36,5 gram HCl per liter.
4. Voeg de inhoud van de maatcilinder toe aan de erlenmeyer met de afgewogen hoeveelheid calciumcarbonaat en weeg nu de lege maatcilinder.
5. Schud de oplossing lichtjes totdat de oplossing niet meer bruist of al het calciumcarbonaat is verdwenen.
6. Weeg nu de erlenmeyer met overgebleven inhoud.
7. De afname van de massa is gelijk aan de massa van het koolstofdioxide dat is ontsnapt uit de erlenmeyer.
8. Zet in een grafiek de massa van het gevormde koolstofdioxide uit tegen het aantal gram toegevoegde calciumcarbonaat.
9. Herhaal dit experiment met de andere hoeveelheden calciumcarbonaat.

Waarnemingen en conclusies
1. Geef in de grafiek aan waar sprake is van een ondermaat zoutzuur en waar sprake is van een overmaat zoutzuur.
2. In welk punt is sprake van de juiste mengverhouding tussen zoutzuur en calciumcarbonaat?
3. Bereken met behulp van gegevens uit de grafiek de experimentele massaverhouding tussen zoutzuur en calciumcarbonaat.
4. De reactievergelijking tussen zoutzuur en calciumcarbonaat is:

$$2\ HCl + CaCO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 + CaCl_2$$

Bereken met de reactievergelijking de theoretische massaverhouding waarin zoutzuur met calciumcarbonaat reageert. Kijk of deze klopt met de massaverhouding die je uit je experiment hebt berekend. Verklaar eventuele verschillen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 29

Waarom is het bij een reactie belangrijk om te rekenen met de stof die in ondermaat aanwezig is?

A 30

Noem twee oorzaken voor het stoppen van een chemische reactie.

B 31

De straalmotoren van vliegtuigen gebruiken kerosine als brandstof. Kerosine verbrandt in de verbrandingskamer.

a Leg uit of de verbranding een exotherm of een endotherm proces is.

Kerosine is een mengsel van stoffen en is een vloeistof. Als formule voor kerosine gebruik je hier C_9H_{20}.

b Geef de kloppende reactievergelijking met toestandsaanduidingen voor de volledige verbranding van kerosine.

c Bereken de massaverhouding waarin kerosine en zuurstof reageren.

In de straalmotoren van vliegtuigen wordt de kerosine in ondermaat in de motor gebracht om oververhitting te voorkomen. Per gevlogen kilometer gebruiken de straalmotoren van een bepaald type vliegtuig 5,85 kg kerosine. Door de motoren wordt per kilometer 22,5 kg zuurstof voor de verbranding aangezogen.

d Laat met een berekening zien dat de zuurstof dan in overmaat is.

In kerosine komen ook kleine hoeveelheden zwavel voor.

e Geef de molecuulformule en de naam van de stof die bij de verbranding van zwavel ontstaat.

Omdat kerosine een mengsel is, kun je de samenstelling van kerosine op de gebruikte straalmotor afstemmen. De energie die 1,0 L kerosine van een bepaald type kan leveren is 34,7 MJ (megajoule) per liter. Meestal wordt de te leveren energie uitgedrukt in megajoule per kilogram kerosine. De dichtheid van kerosine is 0,804 kg/L.

f Bereken hoeveel megajoule energie de kerosine per kilogram kan leveren.

B 32 M

Natrium en chloor reageren met elkaar tot het zout natriumchloride (NaCl).

a Geef de reactievergelijking voor de vorming van natriumchloride.

In een reactorvat wordt 50 g natrium gemengd met 80 g chloorgas.

b Bereken welke stof in overmaat aanwezig is.

c Bereken hoeveel gram natriumchloride er kan ontstaan.

C 33 N

Aluminium en zuurstof reageren met elkaar in de massaverhouding 1,00 : 0,89. Hierbij ontstaat aluminiumoxide, Al_2O_3 (s).

a Geef de reactievergelijking voor de verbranding van aluminium.

In een afgesloten vat van 18,0 L bevinden zich 5,00 g aluminium en 18,0 L lucht, die 20,9 volume-% zuurstof bevat. De massa van 1,00 liter zuurstofgas bedraagt 1,33 g.

b Hoe zou je het aluminium tot ontbranding kunnen brengen zonder dat je het vat opent?

c Leg met behulp van een berekening uit welke stof in overmaat aanwezig is, aluminium of zuurstof?

Het aluminium wordt tot ontbranding gebracht en vervolgens laat je het geheel afkoelen tot het weer op de oorspronkelijke temperatuur is.

d Leg uit of de gasdruk in het vat nu is veranderd. Zo ja, leg uit of de gasdruk groter of kleiner is geworden.

C 34 M

Calcium en water reageren in de massaverhouding 40,1: 36,0. Je legt een stukje calcium van 2,70 g in 6,00 g water.

a Welke stof is nu in overmaat aanwezig?

b Bereken hoe groot deze overmaat is.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bij de reactie tussen calcium en water ontstaat er onder andere waterstofgas. De massaverhouding tussen calcium en waterstof is 40,1: 2,0 en de massaverhouding tussen water en waterstofgas is 36,0 : 2,0.

c Bereken hoeveel gram waterstofgas er kan ontstaan als je 2,70 g calcium met 6,00 g water laat reageren.

C 35 N

Calciumchloride ($CaCl_2$) is sterk hygroscopisch (zie figuur 5.22). Hygroscopisch wil zeggen dat de stof sterk wateraantrekkend is. Calciumchloride wordt daarom weleens in vochtvreters toegepast. Calciumchloride is een goedkope stof omdat het als bijproduct in het zogenaamde solvayproces ontstaat. In het solvayproces reageert calciumcarbonaat ($CaCO_3$) met natriumchloride (NaCl). Hierbij ontstaat naast het hoofdproduct natriumcarbonaat (Na_2CO_3) ook het bijproduct calciumchloride.

a Geef de reactievergelijking van het solvayproces.

In een experiment laat je 10,0 g calciumcarbonaat met 25,0 g natriumchloride reageren.

b Bereken hoeveel gram calciumchloride er bij dit experiment kan ontstaan.

Droog calciumchloride kan water binden, de gevormde stof heet calciumchloridedihydraat. Dihydraat betekent dat er per deeltje $CaCl_2$ twee moleculen water worden gebonden. In de formule geef je dat aan met een punt tussen $CaCl_2$ en $2H_2O$. De reactievergelijking voor het opnemen van water door droog calciumchloride is:

$$CaCl_2\ (s) + 2\ H_2O\ (l) \rightarrow CaCl_2.2H_2O\ (s)$$

c Hoeveel gram water kan het gevormde calciumchloride uit vraag b maximaal opnemen als het reageert tot calciumchloridedihydraat?

d Bedenk een methode om het calciumchloridedihydraat te hergebruiken.



5.22 Deze stoffige weg is besproeid met een laagje calciumchloride. Het hygroscopische calciumchloride zorgt voor een dun vochtig laagje op de weg. Daardoor ontstaat er minder stof en is er ook minder onderhoud nodig.

Je kunt nu

- uitleggen wanneer een reactie stopt;
- uitleggen wat onder overmaat en ondermaat wordt verstaan;
- uitrekenen welke stof(fen) in overmaat en ondermaat bij een chemische reactie aanwezig zijn.

© Noordhoff Uitgevers bv

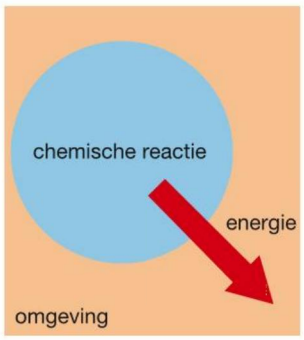
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

World Solar Challenge 2015
In 2015 heeft een team van de Technische Universiteit Eindhoven de World Solar Challenge in Australië gewonnen. Zonne-energie wordt in deze auto omgezet in beweging. Bij chemische reacties is er ook een energie-effect.

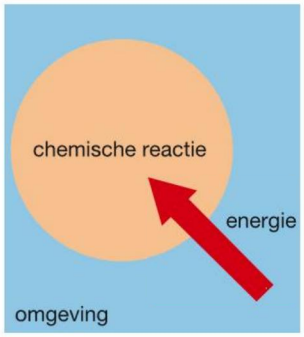


Je leert
- het energieverloop van een chemische reactie in een energiediagram weer te geven;
- het botsende-deeltjesmodel gebruiken om reactiesnelheden te verklaren.

5.4 Energie en reactiesnelheid



5.23a Exotherme reactie



5.23b Endotherme reactie

Het energie-effect van een reactie
Alle stoffen bevatten een bepaalde hoeveelheid chemische energie. Bij een **exotherme** reactie staan de beginstoffen een deel van hun chemische energie aan de omgeving af. De chemische energie wordt omgezet in een andere vorm van energie zoals warmte, licht of elektrische energie. De chemische energie die de reactieproducten hebben is dan ook lager dan de chemische energie van de beginstoffen (figuur 5.23a).

Veel ontledingsreacties zijn **endotherm**, je moet voortdurend energie toevoeren. De energie die tijdens de reactie door het reactiemengsel wordt opgenomen, wordt omgezet in chemische energie. De chemische energie van de reactieproducten is bij een endotherme reactie hoger dan de chemische energie van de beginstoffen (zie figuur 5.23b). Bij een chemische reactie gaat geen energie verloren.
Ook bij veel exotherme reacties verloopt de reactie pas na het toevoeren van energie aan het reactiemengsel. Het laten branden van een gasbrander is pas mogelijk nadat je er een brandende lucifer bij hebt gehouden. Deze warmte is nodig om de beginstoffen op reactietemperatuur te brengen.

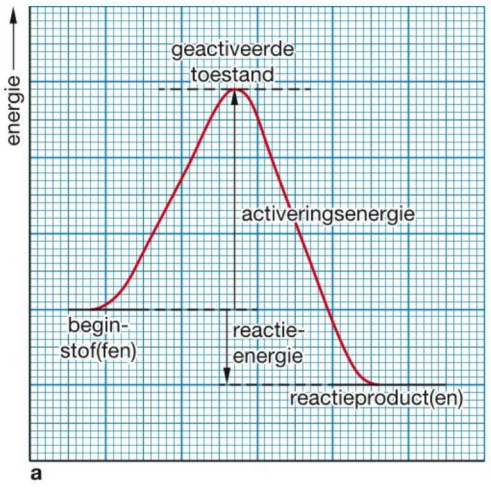
De energie die je moet toevoeren om de reactie op gang te brengen is de **activeringsenergie**. Zowel een endotherme als een exotherme reactie heeft altijd een activeringsenergie. Bij een exotherme reactie komt genoeg energie vrij om de reactie verder spontaan te laten verlopen. Bij een endotherme reactie moet je continu energie blijven toevoeren.

© Noordhoff Uitgevers bv

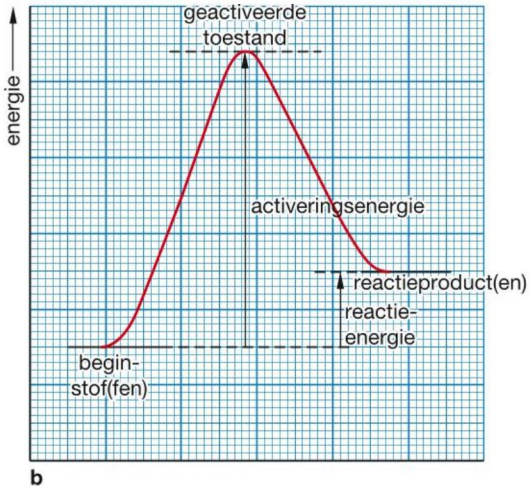
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

● Experiment 5.16

Het energie-effect van een chemische reactie kun je weergeven in een **energiediagram**. In zo'n diagram gebruik je geen eenheid op de *x*-as. Op de *y*-as staat de energie aangegeven. In figuur 5.24a en b staan de energiediagrammen van een exotherme en een endotherme reactie. Hierin kun je zien dat de beginstoffen eerst energie moeten opnemen om in een geactiveerde toestand te geraken. De energie die hiervoor nodig is noem je de activeringsenergie.



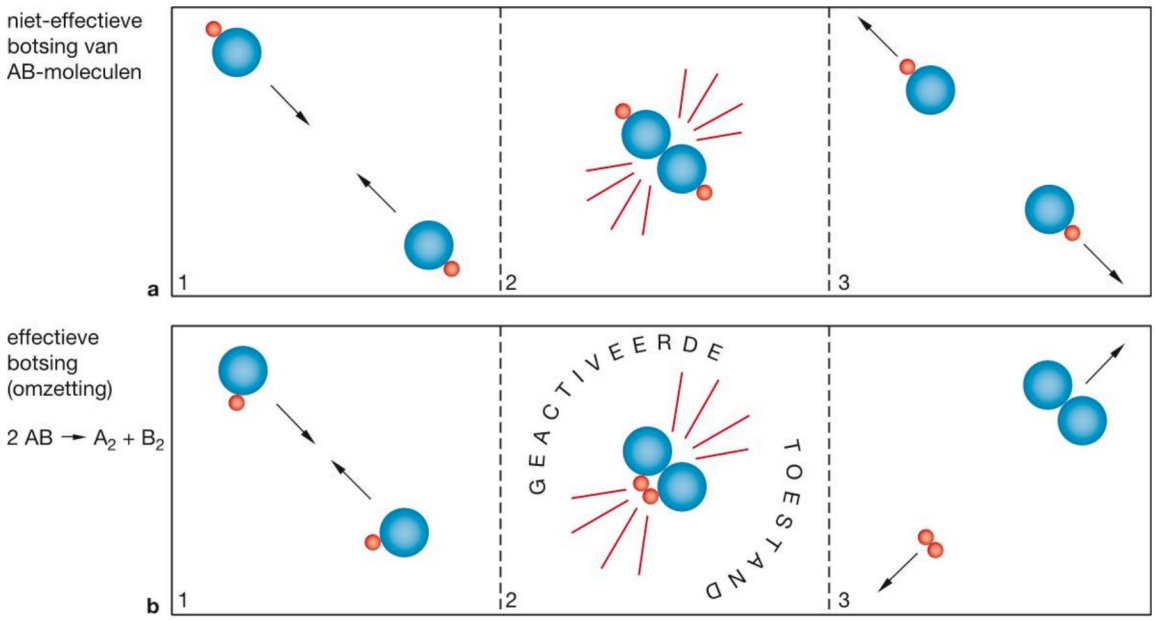
5.24a Energiediagram van een exotherme reactie



5.24b Energiediagram van een endotherme reactie

Botsende-deeltjesmodel

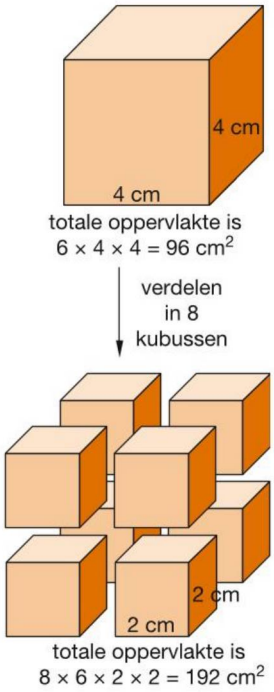
In hoofdstuk 4 heb je een aantal factoren gezien die van invloed zijn op de reactiesnelheid. Drie van deze factoren kun je verklaren met het **botsende-deeltjesmodel**. De kleinste deeltjes van een stof bewegen. Ze kunnen dus ook tegen elkaar botsen. Als twee botsende deeltjes een reactie met elkaar kunnen aangaan, zal die reactie alleen optreden wanneer de botsing hard genoeg is en de juiste richting heeft. Zo'n botsing noem je een **effectieve botsing**, zie figuur 5.25a en b.



5.25a Een niet effectieve botsing b een effectieve botsing

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



5.26 Door een grotere verdelingsgraad wordt het oppervlak groter. In dit voorbeeld met een factor 2.

Hoe groter het aantal botsingen, des te groter is ook het aantal effectieve botsingen en des te sneller verloopt de reactie.

Invloed van de concentratie

Als je de concentratie van de reagerende deeltjes vergroot, zijn er meer deeltjes en zal het aantal botsingen van de reagerende deeltjes toenemen. Hierdoor neemt ook het aantal effectieve botsingen toe en neemt de reactiesnelheid dus toe.

Invloed van de verdelingsgraad

Als een vaste stof met een opgeloste stof reageert, kan de opgeloste stof alleen maar aan de oppervlakte van de vaste stof reageren. Door een vaste stof te verdelen in kleinere deeltjes vergroot je de oppervlakte van de vaste stof (zie figuur 5.26). Hoe groter de oppervlakte van de vaste stof, hoe groter de kans op een botsing tussen de deeltjes van de opgeloste stof en de vaste stof. Hierdoor heb je ook meer kans op effectieve botsingen en neemt de reactiesnelheid toe. Dus hoe groter de verdelingsgraad, hoe sneller de reactie.

Invloed van de temperatuur

Bij verhoging van de temperatuur gaan deeltjes sneller bewegen. Hierdoor zal het aantal botsingen toenemen. Maar een botsing tussen sneller bewegende deeltjes is ook heftiger, waardoor de kans op een effectieve botsing groter wordt.

Als deeltjes sneller bewegen, zullen er dus veel meer effectieve botsingen zijn en neemt de reactiesnelheid toe. Bij een temperatuursverhoging van 10 °C gaat een reactie tweemaal zo snel.



5.27 Ook een effectieve botsing, maar een slecht reactieproduct

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Rijden en vliegen op zonne-energie

Het is langzamerhand voor iedereen wel duidelijk dat fossiele brandstoffen opraken en dat je moet zoeken naar alternatieve vormen van energie en vooral naar duurzame energievormen. Zonne-energie is een goede kandidaat om daar een bijdrage aan te leveren. Er lopen vele projecten om bijvoorbeeld te rijden en te vliegen op zonne-energie. Een daarvan is de zonneauto, de Stella Lux, van het Solar Team van de TU Eindhoven. In de categorie gezinsauto's won deze zonneauto de World Challenge 2015 in Australië. Met een dak vol zonnepanelen legde de auto 3000 km af met een gemiddelde snelheid van 79 km/h.

Een ander spectaculair initiatief is het zonnevliegtuig waarmee een Zwitsers team op 9 maart 2015 vanuit Abu Dhabi vertrok om een reis rond de wereld te maken. Het zonnevliegtuig Solar Impulse 2 heeft een spanwijdte van 72 meter, 8 meter korter dan de spanwijdte van een Airbus A380.

Met 2300 kilogram is de Si2 wel ruim 150 keer lichter dan een lege A380. De 17 248 zonnecellen boven op de vleugels met een totale oppervlakte van 269,5 vierkante meter leveren energie aan vier lithium-ion-accu's en vier elektrische motoren voor de aandrijving (zie figuur 5.28).

In het vliegtuig is maar plaats voor één piloot, dus er moesten wel tussenstops worden gemaakt om te wisselen van piloot. Overdag vliegt het toestel met een snelheid van 90 km/h en 's nachts met een snelheid van 60 km/h. Helaas ging niet alles perfect. Door slecht weer moest het vliegtuig in China een tijd aan de grond blijven en door oververhitting van de accu's moest het in Hawaï blijven staan om de accu's te vervangen. Het zal nog wel even duren voor vliegen op zonne-energie commercieel haalbaar is.



5.28 Het zonnevliegtuig met de 17 248 zonnecellen

Samenvatting

- Een exotherme reactie is een reactie waarbij energie vrijkomt.
- Een endotherme reactie is een reactie waaraan continu energie moet worden toegevoegd.
- De energie die je moet toevoeren om een reactie op gang te brengen is de activeringsenergie.
- Een effectieve botsing is een botsing tussen deeltjes waarbij een reactie plaatsvindt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

5.16 Zijn deze reacties exotherm of endotherm?

Wat je nodig hebt
- gasbrander
- lucifers
- waxinelichtje
- hittebestendige reageerbuis
- reageerbuisknijper
- kristalsuiker
- soda
- citroenzuur (figuur 5.30)
- natriumhydroxide



5.29 Het verbranden van de walm bij de thermolyse van suiker

Inleiding
Een chemische reactie heeft altijd een energie-effect. Komt er energie vrij, dan is de reactie exotherm. Heeft de reactie energie nodig, dan is de reactie endotherm.

Uitvoering
1. Steek het waxinelichtje met een lucifer aan.
2. Houd voorzichtig je hand erboven.
3. Doe een schepje kristalsuiker in de reageerbuis en klem deze vast in de reageerbuisknijper.
4. Verwarm de buis met inhoud eerst voorzichtig in een kleine kleurloze vlam, stop een paar keer met verwarmen en kijk of de reactie doorgaat. Verwarm verder, maar gebruik nu een blauwe, ruisende vlam. Ook nu kun je af en toe even stoppen met verwarmen en kijken wat het effect hiervan is.
5. Verbrand de walm die ontstaat door er bijvoorbeeld een lucifer of een aansteker bij te houden. Daardoor voorkom je dat het erg gaat stinken (zie figuur 5.29).
6. Meng in een reageerbuisje een klein beetje soda en citroenzuur. Voel voorzichtig aan het buisje.
7. Los een spatelpuntje natriumhydroxide op in een regeerbuisje dat voor 3 cm is gevuld met demiwater. Voel voorzichtig aan het reageerbuisje,

Waarnemingen en conclusies
1. Is er energie nodig voor de verbranding van kaarsvet of komt er energie bij vrij?
2. Is er energie nodig voor de ontleding van suiker of komt er energie bij vrij?
3. Is de verbranding van kaarsvet een exotherme of een endotherme reactie?
4. Is de ontleding van suiker een exotherme of een endotherme reactie?
5. Is de reactie van soda met citroenzuur een exotherme of een endotherme reactie?
6. Is het oplossen van natriumhydroxide in water een exotherm of een endotherm proces?



5.30a Citroenzuur zit samen met natriumbicarbonaat in bruistabletten. Doe je een bruistablet in water, dan verloopt een reactie tussen deze stoffen, waarbij CO_2 vrijkomt. b Een microscoopopname van kalkaanslag, de aanslag verwijder je met citroenzuur.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 36

a Wat is een exotherme reactie?
b Wat is een endotherme reactie?
c Wat geef je weer in een energiediagram?
d Welke factoren die invloed hebben op de reactiesnelheid kun je verklaren met het botsende-deeltjesmodel?

B 37

a Als je de gaskraan van je brander opendraait, dan brandt deze pas nadat je de vlam met een lucifer hebt aangestoken. Je moet dus eerst energie toevoeren. Is het verbranden van aardgas een endotherm of een exotherm proces?
b Bij het ontleden van water moet je voortdurend elektrische energie toevoeren. Is dit een endotherm of exotherm proces?

B 38

Verklaar met behulp van het botsende-deeltjesmodel de volgende verschijnselen.
a In twee reageerbuizen, A en B, doe je eenzelfde hoeveelheid zoutzuur. In buis A doe je een stukje magnesiumlint en in buis B evenveel magnesium, maar dan als poeder. Buis A begint licht te bruisen, buis B gaat veel harder bruisen.
b Magnesiumpoeder in een verwarmd reageerbuisje met zoutzuur bruist veel harder dan magnesiumpoeder in een onverwarmd reageerbuisje met zoutzuur.
c Piet doet tegelijkertijd 1 g magnesiumlint in een zoutzuuroplossing van 18 g HCl per liter en 1 g magnesiumlint in een zoutzuuroplossing van 36 gram HCl per liter. De laatste oplossing gaat harder bruisen.

B 39

a Leg uit waarom een reactie aan het begin vaak sneller is dan aan het eind.
b Twee identieke reacties worden uitgevoerd. Reactie 1 bij 50 °C en reactie 2 bij 60 °C. Leg met behulp van het botsende-deeltjesmodel uit welke reactie sneller verloopt.
c Leg uit waarom je aardappelen in kleine stukken snijdt voordat je ze gaat koken.

B 40

Lees de tekst in het kader 'Rijden en vliegen op zonne-energie' en beantwoord de onderstaande vragen.

In de tekst wordt zonne-energie tot de duurzame energievormen gerekend.
a Wat versta je onder duurzame energie?

De Nederlandse zonneauto heeft een afstand van 3000 km afgelegd.
b Bereken hoelang de zonneauto onderweg is geweest om die 3000 km af te leggen.

Het vliegtuig vliegt overdag met een hogere snelheid dan 's nachts.
c Leg uit waarom dat is.

De langste afstand over de oceaan die het vliegtuig zal afleggen is 8500 km. Het vliegt per dag veertien uur met een gemiddelde snelheid van 90 km/h en tien uur met een gemiddelde snelheid van 60 km/h.
d Bereken hoeveel dagen het vliegtuig nodig heeft voor die 8500 km.
e Leg uit of je denkt dat zonne-energie een goede vervanging zal zijn voor motoren op kerosine.

B 41 M

Sommige mensen hebben last van 'brandend' maagzuur. Om dit tegen te gaan kun je een zogenoemd maagmiddel innemen. Joke en Edith willen meer te weten komen over de chemie van de werking van een bepaald soort maagmiddel. Dit maagmiddel is in tabletvorm bij de drogist verkrijgbaar. Ze verzamelen informatie over maagsap, kopen een aantal maagtabletten en lezen de bijsluiter daarbij.

Bijsluiter
Dosering: 1-2 tabletten per keer kauwen of opzuigen, maximaal 16 tabletten per 24 uur. Om een snelle verlichting te verkrijgen de eerste tablet fijnkauwen.

Verklaar waarom het fijnkauwen van de tablet een snelle verlichting geeft. Gebruik bij je uitleg het botsende-deeltjesmodel.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 42 M

De chemische energie van zilverchloride is minder dan de chemische energie van de stoffen zilver en chloor.

a Leg uit of de ontleding van zilverchloride in zilver en chloor een endotherm of exotherm proces is.

b Maak een energiediagram van deze reactie en geef daarin de energieniveaus van de stoffen vóór en na de reactie duidelijk aan.

C 43

Op YouTube zie je filmpjes van de reactie van natrium met water. Bij deze reactie ontstaat onder andere waterstofgas. Bij de reactie van natrium met water ontstaat er ook veel warmte.

a Schets het energiediagram voor de reactie van natrium met water.

In de grafiek in figuur 5.31 staat de hoeveelheid gevormde waterstof uitgezet tegen de tijd in seconden.



5.31

b Verklaar met behulp van het botsende-deeltjesmodel het verloop van deze grafiek.

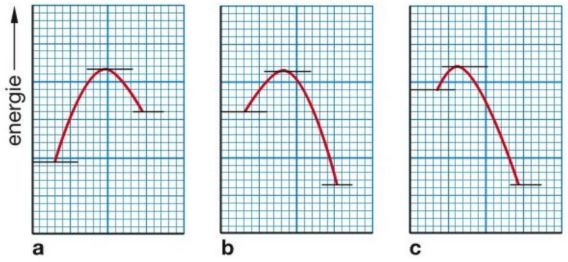
C 44 N

In figuur 5.32 staan drie energiediagrammen weergegeven. Geef voor de volgende situaties aan welk energiediagram bij welke reactie hoort.

a ontploffing van nitroglycerine

b elektrolyse van water

c verbranding van aardgas



5.32

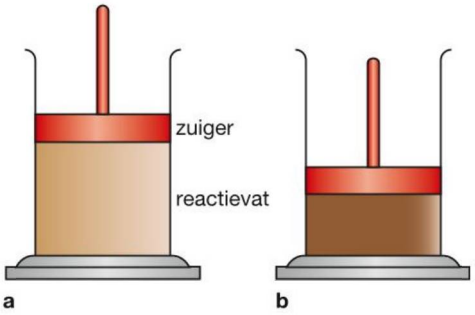
C 45 N

In het reactievat in figuur 5.33a wordt een mengsel van stikstofmono-oxide en zuurstof gedaan. Er verloopt dan de volgende reactie:

$2\ NO\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ NO_2\ (g)$

a Schets in een diagram hoe de reactiesnelheid verandert in de tijd.

Op tijdstip t_1 wordt de zuiger boven in het reactievat naar beneden geduwd (figuur 5.33b).



5.33a Reactievat b Reactievat met neergedrukte zuiger

b Leg met behulp van het botsende-deeltjesmodel uit of de snelheid van de reactie op tijdstip t_1 groter of kleiner zal worden.

c Schets in het diagram van vraag a het verloop van de reactiesnelheid in de tijd vanaf tijdstip t_1.

Je kunt nu

- het energiediagram van een endotherme en een exotherme reactie schetsen;
- in een energiediagram aangeven wat de activeringsenergie is;
- met het botsende-deeltjesmodel de invloed van de factoren concentratie, temperatuur en verdelingsgraad verklaren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

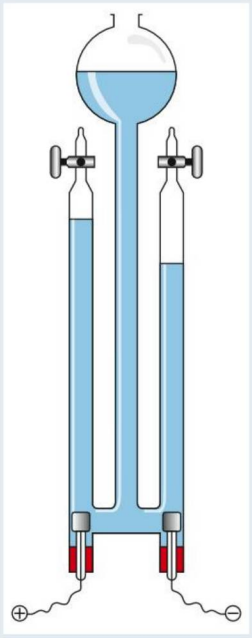
Afsluiting

Oefenopdrachten

1
a Wat is het kenmerk van een ontledingsreactie?
b Is de beginstof in een ontledingsreactie een verbinding of een element?
c Wat is het kenmerk van een verbrandingsreactie?
d Wat is het kenmerk van een faseverandering?
e Leg het verschil tussen verdamping en verbranding van een stof uit.

2
Stel van elk van de volgende reacties de reactievergelijking op en leg uit of het een ontledingsreactie is of niet. Geef voor elke ontledingsreactie aan welk type ontledingsreactie het is.
a Calciumcarbonaat, $CaCO_3$ (s), kan door verhitting worden omgezet in calciumoxide CaO (s) en koolstofdioxide.
b Methaan, CH_4 (g), reageert met zuurstof, daarbij ontstaan water en koolstofdioxide.
c Uit ammoniak, NH_3 (g), kunnen door verwarming de stoffen stikstof en zuurstof ontstaan.
d Vloeibaar aluminiumoxide, Al_2O_3 (l), wordt met behulp van elektrische stroom omgezet in aluminium en zuurstof.
e Als zilverchloride, AgCl (s), wordt bestraald met licht, verandert het in zilver en chloor.

3
In figuur 5.34 staat een tekening van een proefopstelling waarin water wordt geëlektrolyseerd in de elementen.
a Hoe heet het afgebeelde apparaat?
b Geef de vergelijking van de elektrolysereactie inclusief de toestandsaanduidingen.
c Leg uit of dit een exotherme of endotherme reactie is.
d Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als beide gevormde gassen weer worden samengevoegd en aangestoken.
e Leg uit of dit een exotherme of endotherme reactie is.
f Verklaar waarom de reactie bij d een explosief verloop heeft.



5.34


5.35 De ontleding van het oranje ammoniumdichromaat

M **4**
Joost beweert dat er bij verhitting van het oranje ammoniumdichromaat geen ontleding plaatsvindt, maar verbranding van het ammoniumdichromaat. Hij geeft als argument dat je bij de reactie vuurverschijnselen ziet (figuur 5.35).
a Wat is het verschil tussen een ontleding en een verbranding?
b Beschrijf een experiment dat Joost moet uitvoeren om te onderzoeken of zijn bewering juist is.

5
a Welke drie typen ontledingsreacties ken je?
b Welke vorm van energie is nodig voor elk van de drie typen ontledingsreacties?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

6 Natrium wordt toegepast in natriumlampen. Chloor is een grondstof voor pvc, een bepaald soort plastic. Natrium en chloor worden verkregen door elektrolyse van gesmolten natriumchloride, NaCl. Stel de reactievergelijking van deze elektrolyse op.

N 7 Om je haar te bleken, kun je een oplossing van waterstofperoxide (H_2O_2) gebruiken. Het massapercentage waterstofperoxide van deze oplossing is 3,0%. Als er meer waterstofperoxide in zit, is dat slecht voor je haar (figuur 5.36).



5.36

Saïda wil het massapercentage waterstofperoxide in een flesje waterstofperoxideoplossing bepalen. Ze doet dat als volgt:

- Ze ontleedt alle waterstofperoxide die in 10,0 g oplossing zit. Hierbij ontstaan water en zuurstof.
- Er ontstaat 0,125 g zuurstof.

a Geef de vergelijking voor de ontleding van waterstofperoxide.

De massaverhouding waarin waterstofperoxide ontleedt is voor waterstofperoxide : zuurstof 1,0 : 0,47.

b Bereken hoeveel gram waterstofperoxide tijdens het experiment is ontleed.

c In hoeveel gram oplossing zat de bij b berekende hoeveelheid waterstofperoxide?

d Bereken het massapercentage waterstofperoxide in de onderzochte oplossing.

8 Dolf heeft zijn examens goed afgerond. Daarom hebben zijn vrienden een slagroomtaart voor hem gemaakt. Bij het kloppen van slagroom wordt lucht door de room geklopt.

a Is een mengsel van een fijn verdeeld gas in een vloeistof een nevel, een emulsie, een schuim of een suspensie?

Om de feestvreugde te vergroten, worden er kaarsjes op de taart gezet (figuur 5.37). Om de kaarsjes aan te steken, gebruikt Dolf een lucifer. Daarbij ruikt hij een prikkelende geur. De vergelijking van de reactie bij het ontbranden van de lucifer is:

$$2\ KClO_3\ (s) + 3\ S\ (s) \rightarrow 3\ SO_2\ (g) + 2\ KCl\ (s)$$

b Welk van de stoffen uit de reactievergelijking veroorzaakt de prikkelende geur?

Door een lucifer bij een kaars te houden, wordt kaarsvet vloeibaar. De lont van de kaars zuigt dit vloeibare kaarsvet op. In de vlam verbrandt vervolgens gasvormig kaarsvet.

c Welke twee faseovergangen vinden achtereenvolgens plaats?

d Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van het kaarsvet. Dat bestaat uit een mengsel waarvoor je de formule $C_{25}H_{52}$ kunt gebruiken.

e Dolf zegt dat hij aan de vlam kan zien dat een deel van het mengsel onvolledig verbrandt. Leg uit hoe hij dat kan zien.

Na enige tijd blaast Dolf de kaarsjes uit. Maar dat lukt niet. De lont blijft gloeien en er komen vonkjes vanaf. Tot ieders verbazing gaan even later de kaarsjes weer aan. Ze willen weten hoe dit kan en vinden op een website de volgende verklaring.



5.37 Gaan kaarsjes op een taart weer aan als je ze uitblaast?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bijzondere kaarsen

Als je een kaars uitblaast, gloeit de lont nog na, waardoor er wat paraffinedamp ontstaat. De gloeiende lont is bij een gewone kaars niet heet genoeg om de paraffinedamp weer te laten ontbranden. Maar bij de kaarsjes op de taart is er magnesium aan de lont toegevoegd. Als het kaarsje brandt, houdt het opstijgende kaarsvet in de lont het magnesium koel, waardoor het niet kan verbranden. Als de vlam wordt uitgeblazen, is de temperatuur van de gloeiende lont hoog genoeg om het magnesium aan te steken. Dat geeft voldoende warmte om de paraffinedamp te laten ontbranden en het kaarsje gaat weer aan.

Gebruik bij de beantwoording van de rest van deze opgave zo nodig de tekst uit het kader.

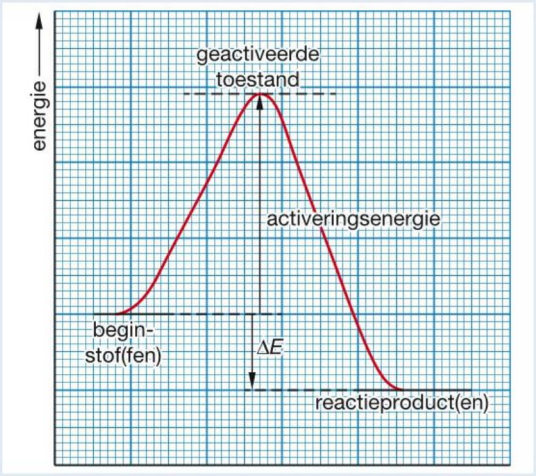
f Waarom stopt de verbranding bij een gewoon kaarsje als je het uitblaast?

g Waarom ontbrandt het magnesium niet als de kaars gewoon brandt?

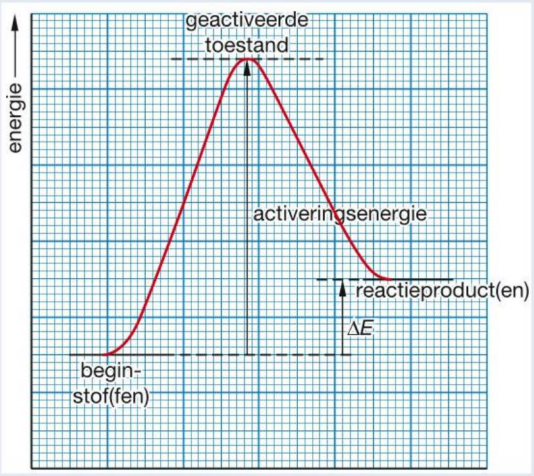
h Beschrijf een manier waarop Dolf het bijzondere kaarsje kan doven zonder dat de taart oneetbaar wordt.

9 **a** Wat is een exotherme reactie?

b Kijk goed naar de energiediagrammen in figuur 5.38. De letter Δ betekent 'verschil'. Hier betekent ΔE dus het verschil tussen de energie van de beginstoffen en die van de reactieproducten. Leg uit welk van de twee diagrammen, 5.38a of 5.38b, een endotherme reactie voorstelt.



5.38a



b

10 Teken een energiediagram voor de ontleding van water. Geef in het diagram de formules van de beginstoffen en de reactieproducten aan en geef ook de activeringsenergie aan.

M 11 **Ballonnen**

Om een ballon te vullen, kun je kiezen uit verschillende gassen. Afhankelijk van het soort gas kan een ballon al dan niet opstijgen. In onderstaande tabel is van een aantal gassen de dichtheid bij 20 °C gegeven.

gas	argon	helium	neon	lucht	koolstofdioxide	waterstof	zuurstof
dichtheid (10^3 g/cm^3)	1,78	0,178	0,90	1,293	1,986	0,090	1,43

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



5.39 Met een ballon gevuld met helium kun je een non-stopvlucht rond de aarde maken.

Wilma heeft vier ballonnen. Ze vult de eerste ballon met argon, de tweede met neon, de derde met koolstofdioxide en de vierde met zuurstof. Ze legt de ballonnen op de grond en laat ze gelijktijdig los. Er blijkt maar één ballon omhoog te gaan.

a Welk gas bevat de ballon die omhooggaat?
- **A** argon
- **B** koolstofdioxide
- **C** neon
- **D** zuurstof

Luchtballonnen werden vroeger met waterstof gevuld. Tegenwoordig gebruikt men meestal helium of hete lucht (figuur 5.39).

b Geef een reden waarom waterstof (bijna) niet meer als vulling voor luchtballonnen wordt gebruikt.

c Tot welke groep stoffen behoort helium?
- **A** edelgassen
- **B** halogenen
- **C** metalen
- **D** zouten

Omdat helium duur is, wordt in luchtballonnen meestal hete lucht gebruikt. Om de lucht in de ballon te kunnen verwarmen, wordt een brandstof meegenomen. De meest gebruikte brandstof is propaan.
Propaan is bij normale druk en temperatuur een gas. Om zo veel mogelijk brandstof mee te kunnen nemen, wordt het propaan vloeibaar gemaakt.

d Geef de vergelijking van de volledige verbranding van propaan (C_3H_8).

e Noem een manier om het gas propaan vloeibaar te maken.

Naar: CE mavo 2008-II.

N 12 Een verbrandingsreactie kan explosief verlopen. De reactievergelijking voor het exploderen van de stof nitroglycerine in dynamiet, $C_3H_5N_3O_9$ (l), luidt als volgt:

$$4\ C_3H_5N_3O_9\ (l) \rightarrow 10\ H_2O\ (g) + 6\ N_2\ (g) + 12\ CO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

a Is deze explosie een verbrandingsreactie?

b Bereken hoeveel gram van de verschillende reactieproducten ontstaat als je 250 g nitroglycerine laat exploderen.

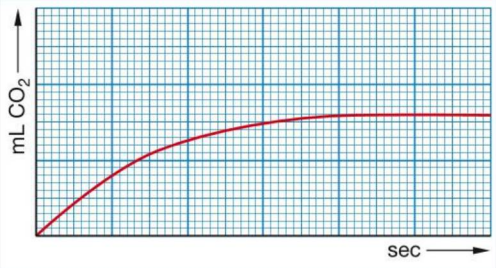
c Bereken nu hoe groot het totale volume van de reactieproducten is als je 250 g nitroglycerine laat exploderen. Maak hierbij gebruik van onderstaande tabel. (NB: het volume is teruggerekend naar kamertemperatuur. In werkelijkheid is het volume dus nog veel groter.)

stof	massa (g)	volume (dm^3)
water	18,0	24,5
stikstof	28,0	24,5
koolstofdioxide	44,0	24,5
zuurstof	32,0	24,5

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

13 Bij de reactie tussen calciumcarbonaat en zoutzuur ontstaat het gas koolstofdioxide. De leerlingen Hilde en Bregje mengen een brokje calciumcarbonaat van 2,0 g met een overmaat zoutzuur. Ze vangen het gevormde gas in een omgekeerde maatcilinder op. Ze meten op verschillende tijdstippen het aantal mL koolstofdioxidegas. De metingen van Hilde en Bregje zijn te zien in het diagram in figuur 5.40.



5.40

Hilde en Bregje doen nog drie experimenten die hieronder staan beschreven. Neem diagram 5.40 over en schets de hoeveelheid opgevangen koolstofdioxide in de tijd in de volgende experimenten.

a 2,0 g calciumcarbonaat in poedervorm wordt gemengd met dezelfde hoeveelheid en dezelfde concentratie zoutzuur.

b Een brokje van 2,0 g calciumcarbonaat wordt gemengd met dezelfde hoeveelheid zoutzuur, maar wel met een lagere concentratie.

c Een brokje van 3,0 g calciumcarbonaat wordt gemengd met een overmaat zoutzuur met dezelfde concentratie zoutzuur als in het eerste experiment.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van drie keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je één van deze keuzeopdrachten gaan doen.

* **1** **Explosies**
In deze opdracht leer je hoe explosies kunnen ontstaan. Via bronnenonderzoek leer je explosiegrenzen van een aantal stoffen vaststellen en die vergelijken met aardgas en benzine.

2 **Raketbrandstof**
Hoe werkt de raket van de spaceshuttle? Met behulp van informatie op de site ontdek je hoe een raket eigenlijk werkt. Je leert welke brandstof wordt gebruikt en welke reactie er optreedt.

3 **Verbrandingsproducten**
Hoe werkt een autokatalysator? Je maakt kennis met de reacties die in een autokatalysator plaatsvinden.

© Noordhoff Uitgevers bv

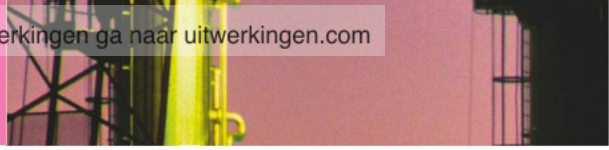
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

Activeringsenergie	De energie die je moet toevoeren om een reactie op gang te brengen.
Botsende-deeltjesmodel	Een model waarmee je kunt uitleggen hoe de factoren **concentratie**, **verdelingsgraad** en **temperatuur** invloed op de reactiesnelheid hebben.
Effectieve botsing	Een botsing tussen deeltjes waarbij een reactie optreedt.
Elektrolyse	Een ontledingsreactie door middel van elektriciteit.
Endotherme reactie	Een reactie die continu energie nodig heeft om te verlopen.
Energiediagram	In een energiediagram wordt de verandering van energie tijdens een reactie weergegeven.
Exotherme reactie	Een reactie waarbij continu energie vrijkomt.
Fotolyse	Een ontledingsreactie door middel van licht.
Ontledingsreactie	Een reactie met één beginstof en twee of meer reactieproducten.
Onvolledige verbranding	Een verbranding waarbij onvoldoende zuurstof aanwezig is voor een volledige verbranding.
Overmaat	De beginstof die overblijft na aflopen van de reactie.
Oxide	Een verbinding die bestaat uit twee atoomsoorten: de atoomsoort zuurstof en de atoomsoort van het element dat is verbrand.
Reagens	Een stof die zichtbaar verandert in aanwezigheid van de stof die je wilt aantonen.
Thermolyse	Een ontledingsreactie door middel van warmte.
Verdelingsgraad	Een maat voor de onderverdeling van een stof in kleinere stukjes. Als de stof is onderverdeeld in kleinere stukjes, wordt de oppervlakte van de stof groter en heeft de stof een grotere verdelingsgraad.
Volledige verbranding	Een verbranding waarbij een overmaat zuurstof voor de verbranding aanwezig is.

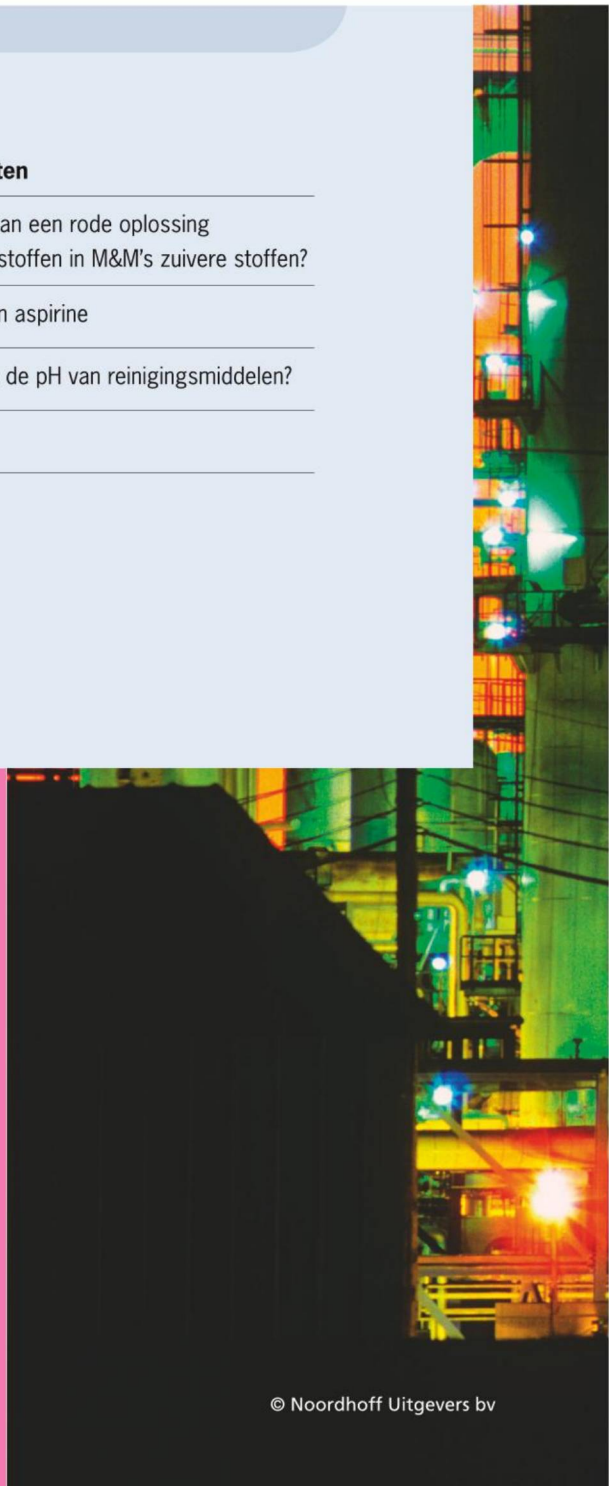
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



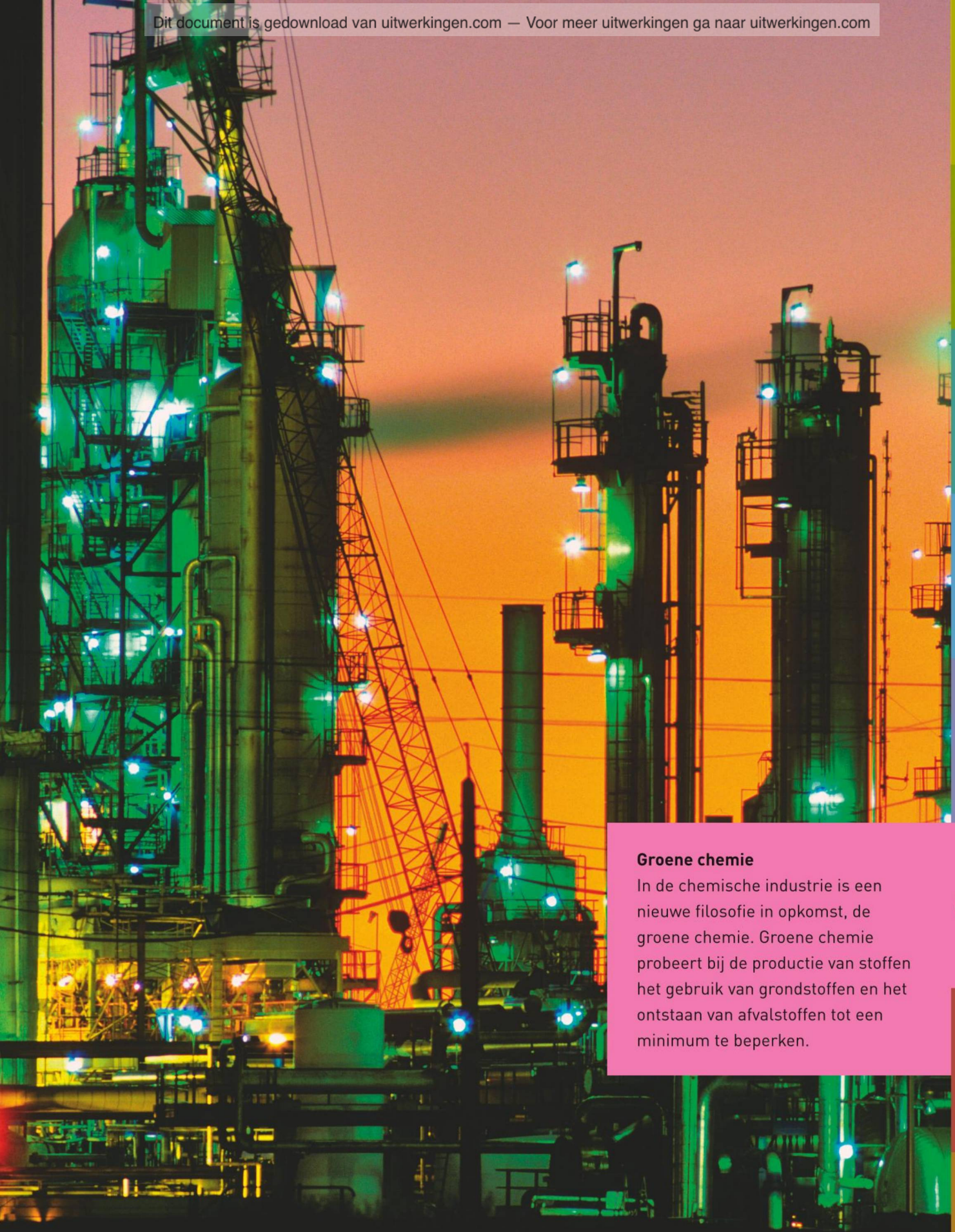
6 Chemische industrie

Paragrafen		Experimenten
6.1	Scheiding in de industrie	6.1 Ontkleuren van een rode oplossing 6.2 Zijn de kleurstoffen in M&M's zuivere stoffen?
6.2	Syntheseroutes	6.3 Synthese van aspirine
6.3	Oplosmiddelen	6.4 Hoe groot is de pH van reinigingsmiddelen?
	Afsluiting	
	Overzicht begrippen	



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Groene chemie

In de chemische industrie is een nieuwe filosofie in opkomst, de groene chemie. Groene chemie probeert bij de productie van stoffen het gebruik van grondstoffen en het ontstaan van afvalstoffen tot een minimum te beperken.

6

© Noordhoff Uitgevers bv

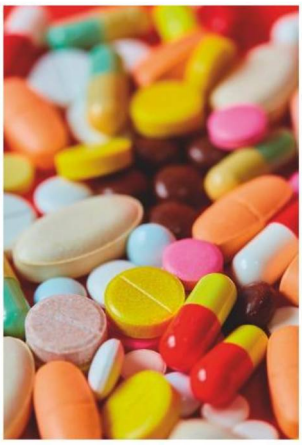
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com – Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Koken en scheikunde
Heston Blumenthal is een wereldberoemde chef-kok, die gebruikmaakt van chemische scheidingsmethoden om de meest heerlijke gerechten te bereiden.
Hiernaast maakt hij gebruik van de scheidingsmethode extractie.



Je leert
- waarom scheidingsmethoden belangrijk zijn in de industrie;
- drie nieuwe scheidingsmethoden kennen en toepassen.

6.1 Scheiding in de industrie



6.1 Medicijnen mogen geen verontreinigingen bevatten.

Scheidingsmethoden
De chemische industrie draait om het produceren van stoffen. Dit kunnen producten zijn zoals cosmetica, kunststoffen en medicijnen, maar ook grondstoffen voor andere industriële processen, zoals voedingsingrediënten en metalen. Een chemisch bedrijf wil zijn klanten een zo zuiver mogelijk product zonder verontreinigingen aanbieden. Denk bijvoorbeeld aan medicijnen (zie figuur 6.1), als deze zijn verontreinigd met een kleine hoeveelheid van een andere stof kan dit gevaarlijk voor de gezondheid zijn. Om een product te zuiveren zijn scheidingsmethoden noodzakelijk. Door scheidingsmethoden slim toe te passen kun je het product scheiden van ongewenste bijproducten.

In hoofdstuk 2 zijn al een aantal scheidingsmethoden aan bod gekomen, namelijk bezinken, centrifugeren, filtreren, extraheren, indampen en destilleren. Vrijwel al deze scheidingsmethoden worden in een industrieel proces toegepast. Zo wordt bezinken op grote schaal gebruikt om vaste stoffen uit drinkwater te verwijderen en wordt centrifugeren in de voedingsindustrie gebruikt om vetten uit voedingsmiddelen te halen.
In dit hoofdstuk leer je drie nieuwe industriële scheidingsmethoden: adsorberen, chromatografie en vloeistof-vloeistofextractie.

© Noordhoff Uitgevers bv

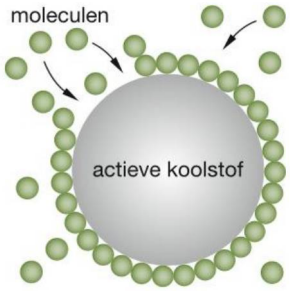
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Adsorptie

Een veelgebruikte scheidingsmethode in de industrie is **adsorptie**. Deze methode wordt gebruikt om bijvoorbeeld gasstromen te zuiveren van mogelijke afvalstoffen. Hiervoor worden de gasstromen door een filter geleid waar een **adsorptiemiddel** op is aangebracht, vaak is dit adsorptiemiddel **actieve kool**.

● Experiment 6.1

De afvalstoffen hechten zich aan de oppervlakte van de actieve kool, terwijl de rest van de gassen ongehinderd door het filter kunnen. Dit wordt bijvoorbeeld toegepast bij een afvalverbrandingsinstallatie. De verbrandingsgassen die hier vrijkomen kunnen stoffen bevatten die schadelijk zijn voor de gezondheid. Met adsorptie worden deze stoffen uit de verbrandingsgassen verwijderd.



6.3 Een modelvoorstelling van het hechten van moleculen aan een adsorptiemiddel

Actieve kool is een speciaal bewerkte vorm van koolstof. Deze koolstofvorm bevat veel scheuren en poriën (zie figuur 6.2), waardoor hij een groot oppervlakte heeft. In deze scheuren en poriën kunnen andere stoffen zich gemakkelijk vasthechten (figuur 6.3).

Bij adsorptie hechten sommige stoffen zich wel en andere stoffen zich niet aan het oppervlak van een adsorptiemiddel. De scheiding berust op een verschil in **aanhechtingsvermogen**.



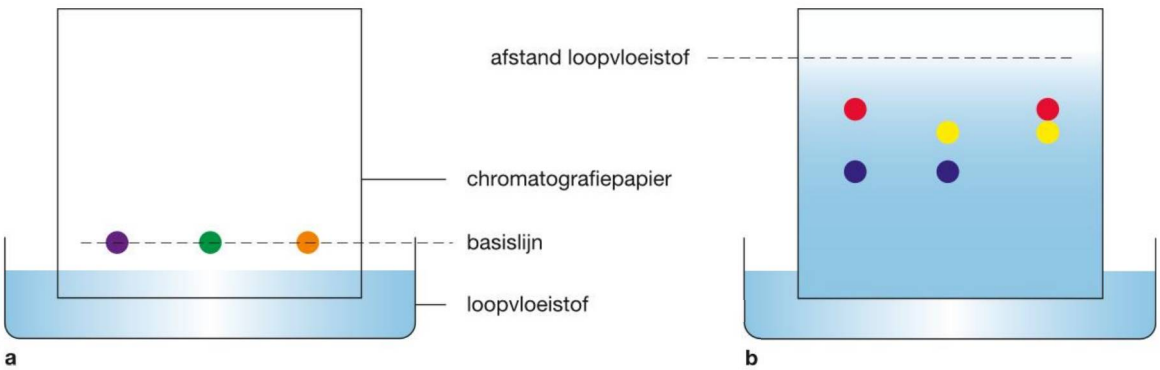
6.2 Actieve kool weergegeven met een elektronenmicroscoop

Chromatografie

Om te testen of een bepaald product zuiver genoeg is, kun je gebruikmaken van de scheidingsmethode chromatografie. Er zijn verschillende vormen van chromatografie, zoals papierchromatografie en gaschromatografie.

● Experiment 6.2

Bij papierchromatografie breng je een beetje van een mengsel aan op een stukje papier, dat je daarna rechtop in een **loopvloeistof** zet (zie figuur 6.4). De loopvloeistof beweegt omhoog door het papier, waarbij het de stoffen in het mengsel meevoert. Deze vloeistof noem je de **mobiele fase**, terwijl je het papier de **stationaire fase** noemt. Stoffen die goed oplossen in de loopvloeistof en slecht hechten aan het papier gaan gemakkelijk mee omhoog. Stoffen die niet goed oplossen en goed hechten aan het papier gaan heel langzaam omhoog of blijven achter op de basislijn.



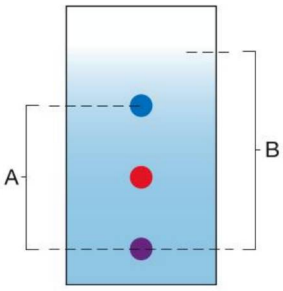
6.4a De gekleurde stippen op de basislijn zijn de stippen die je aanbrengt om de samenstelling te onderzoeken.

b De mengsels worden door de loopvloeistof gescheiden in de kleuren waaruit ze zijn opgebouwd.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Elke stof heeft bij een bepaalde temperatuur en een bepaalde stationaire fase en loopvloeistof, een **Rf-waarde**. Daaraan kun je een stof herkennen. Om de Rf-waarde van een stof te bepalen, meet je op een chromatogram twee afstanden zoals in figuur 6.5 is aangegeven.



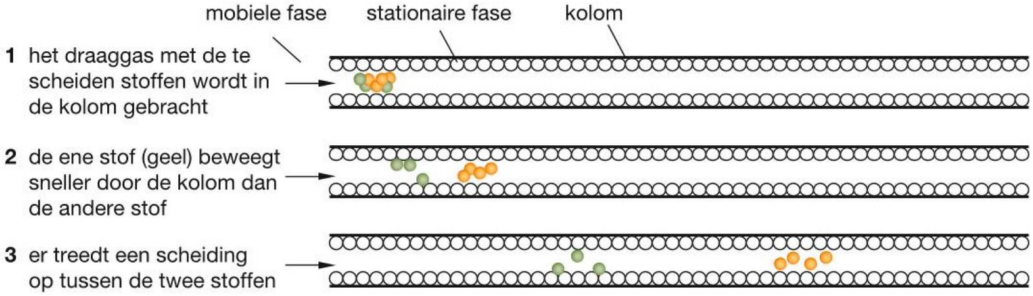
6.5 De Rf-waarde = A/B

1 Meet de afstand van het punt waar je de kleurstof(fen) hebt opgebracht tot het midden van het punt waar een kleurstof is blijven steken. Deze afstand noem je A.
2 Meet de afstand van het punt waar je de kleurstof(fen) hebt opgebracht tot waar de loopvloeistof is opgetrokken. Deze afstand noem je B.
3 De Rf-waarde is dan A/B.

Bij **gaschromatografie** wordt het product door een dunne kolom (figuur 6.6) meegevoerd door een gas. Dit gas vervult de rol van de mobiele fase. Aan de binnenkant van de kolom is een andere vloeistof of vaste stof aangebracht, deze stof vervult de rol van de stationaire fase. Stoffen die zich goed hechten aan de stationaire fase bewegen langzaam door de kolom, terwijl stoffen die zich slecht hechten aan de stationaire fase snel door de kolom bewegen (zie figuur 6.7).



6.6 Er bestaan verschillende typen kolommen die je kunt gebruiken bij gaschromatografie.



6.7 De moleculen worden van elkaar gescheiden doordat sommige moleculen zich goed hechten aan de stationaire fase, terwijl andere zich slecht hechten aan de stationaire fase.

Vloeistof-vloeistofextractie

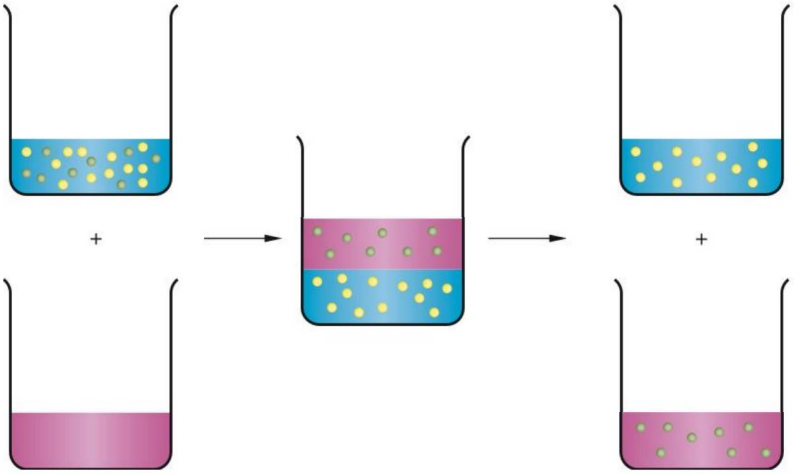
De scheidingsmethode extractie is al in hoofdstuk 2 aan bod geweest, maar toen is alleen gekeken naar de scheiding van vaste stoffen. Met **vloeistof-vloeistofextractie** kun je opgeloste stoffen uit een vloeistof halen. Bij deze methode voeg je aan de oorspronkelijke oplossing een tweede vloeistof toe die niet mengt met het eerste oplosmiddel. Sommige opgeloste stoffen lossen beter op in deze tweede vloeistof, dan in de oorspronkelijke oplossing. Je maakt hierbij gebruik van een verschil in **oplosbaarheid**. In een laatste stap worden de twee oplosmiddelen van elkaar gescheiden (zie figuur 6.8).

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



6.9 Een scheitrechter, met het kraantje kun je de verschillende lagen aftappen.



6.8 Sommige opgeloste stoffen in het oorspronkelijke oplosmiddel verplaatsen zich naar het nieuw toevoegde oplosmiddel.

Vaak wordt deze extractie uitgevoerd in een **scheitrechter** (zie figuur 6.9). In dit glaswerk voeg je de twee vloeistoffen samen, waarna je de trechter afsluit met een stop en schudt. Door het schudden mengen de twee vloeistoffen tijdelijk met elkaar, wat ervoor zorgt dat de opgeloste stoffen zich sneller verdelen. Na het schudden wacht je even, zodat de vloeistoffen weer ontmengen. Na het ontmengen kun je de vloeistoffen afzonderlijk van elkaar aftappen met de kraan aan de onderkant. Op deze manier kun je vloeistof-vloeistofextractie op laboratoriumschaal toepassen. Op industriële schaal wordt voor deze scheidingsmethode andere apparatuur gebruikt.

Samenvatting

- Scheidingsmethoden zijn belangrijk in de chemische industrie om producten zo zuiver mogelijk te produceren.
- Adsorptie is een scheidingsmethode waarbij je gebruikmaakt van een verschil in aanhechtingsvermogen aan een adsorptiemiddel.
- Actieve kool is een veelgebruikt adsorptiemiddel. Door het grote oppervlak kan er veel stof adsorberen.
- Papierchromatografie is een scheidingsmethode waarbij je stoffen scheidt op basis van een verschil in oplosbaarheid in een loopvloeistof en een verschil in aanhechtingsvermogen aan het papier.
- Bij gaschromatografie gebruik je als mobiele fase een gas dat zich door de kolom verplaatst en als stationaire fase een stof die op de wand van de kolom zit. Hoe beter een stof zich hecht aan de stationaire fase, hoe langzamer hij uit de kolom komt.
- Met vloeistof-vloeistofextractie kun je opgeloste stoffen uit een oplosmiddel halen. Hiervoor voeg je een tweede vloeistof toe die niet mengt met het oplosmiddel en waarin deze stoffen beter oplossen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

6.1 Ontkleuren van een rode oplossing

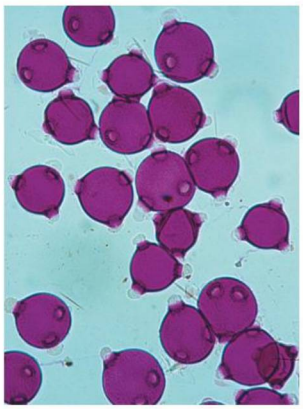
Benodigdheden
- reageerbuisrekje
- reageerbuizen
- stopje
- trechter
- filtreerpapier
- spatel
- koolstofpoeder (norit)
- verdunde fuchsine
- alcohol

Inleiding
Fuchsine is een kleurstof die vooral wordt gebruikt voor het verven van kleding. Het doel van dit practicum is om te ontdekken hoe je deze kleurstof uit een oplossing kunt verwijderen.

Uitvoering
1. Vul twee reageerbuizen voor de helft met fuchsine-oplossing.
2. Filtreer de inhoud van de eerste buis.
3. Voeg aan de vloeistof in de tweede buis een spatelpunt koolstofpoeder toe. Schud de inhoud van de buis. Gebruik hierbij een stopje.
4. Filtreer de suspensie van norit en fuchsine-oplossing en vang het filtraat op in een reageerbuis.
5. Vergelijk het filtraat van onderdeel 2 met dat van onderdeel 4.
6. Zet de trechter met daarin het filtreerpapier en de norit in een schone reageerbuis.
7. Druppel een paar milliliter alcohol over de norit. Bekijk het filtraat.

Waarnemingen
Wat is het verschil tussen de twee filtraten van onderdeel 2 en onderdeel 4?

Conclusies
1. Is alleen filtratie een geschikte methode om de rode kleurstof uit de fuchsine-oplossing te halen?
2. Noem de scheidingsmethode(n) die je hebt gebruikt om de rode kleurstof uit de fuchsine-oplossing te verwijderen.
3. Noem de scheidingsmethode(n) die je bij onderdeel 7 hebt gebruikt om de rode kleurstof weer uit de norit te halen.
4. Zoals je hebt gezien wordt adsorptie vaak gecombineerd met een tweede scheidingsmethode. Welke methode is dit?
5. Probeer te verklaren waarom norit de rode kleurstof adsorbeert uit de oplossing, maar dat de kleurstof weer loslaat als alcohol wordt toegevoegd.







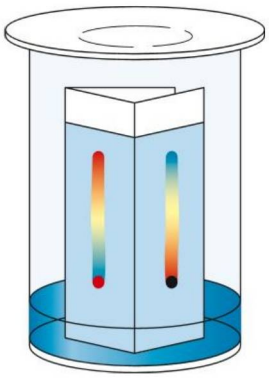
6.10 Fuchsine is een rode biologische kleurstof die wordt gebruikt om kleding te verven. Net als de Fuchsiaplant is de kleur genoemd naar de Duitse plantenkundige Leonhard Fuchs.
a Pollen van een plant die fuchsine geeft
b Een oplossing van fuchsine
c Een jurk geverfd met fuchsine

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

6.2 Zijn de kleurstoffen in M&M's zuivere stoffen?

Benodigdheden
- reageerbuis
- pipetje
- bekerglas van 150 mL
- horlogeglas
- rechthoekige strook filtreerpapier
- potlood
- M&M's van verschillende kleuren (figuur 6.12)
- verschillende loopvloeistoffen: water, verdunningen van ethanol, verdunningen van ammonia



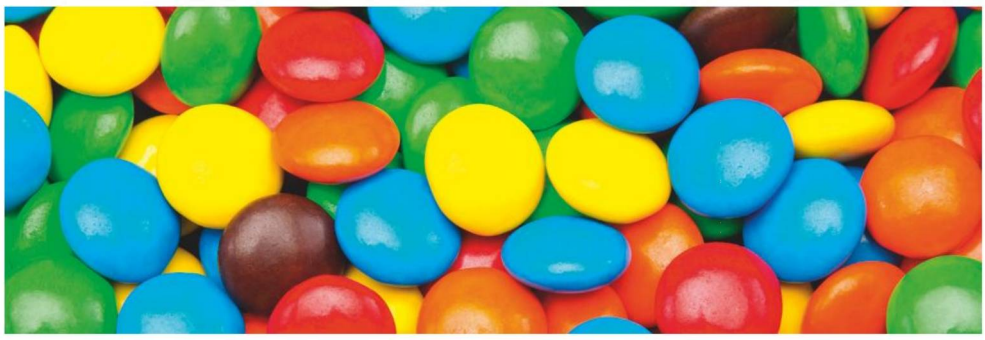
6.11 Een schematische weergave van de opstelling

Inleiding
M&M's zijn er in verschillende kleuren. Met chromatografie onderzoek je uit welke kleurstoffen deze kleuren bestaan.

Uitvoering
1. Doe een klein laagje water en een M&M in een reageerbuis. Schud zodat de kleurstof in het water oplost.
2. Schenk in het bekerglas een laagje loopvloeistof van circa 1 cm.
3. Zet op het filtreerpapier met potlood een lijn op 1,5 cm van de onderkant.
4. Breng, zonder in het pipetje te knijpen, een stipje van de kleurstofoplossing uit de buis op de potloodlijn. Laat even drogen en zet nogmaals een stipje op dezelfde plaats. Herhaal dit totdat er een duidelijk zichtbare stip op het filtreerpapier zit.
5. Voer onderdeel 4 ook uit voor kleurstofoplossingen van M&M's met andere kleuren. Zet de stipjes niet te dicht naast elkaar.
6. Vouw het filtreerpapier in drieën en plaats het in het bekerglas met de loopvloeistof (zie figuur 6.11).
7. Als één van de kleurstoffen bijna boven aan het papier is, haal je het papier eruit. Geef direct met een potloodstreepje op het filtreerpapier aan hoe hoog de loopvloeistof in het papier is getrokken. Laat het chromatogram drogen.
8. Maak, in overleg met je docent of TOA, één of meer verdunning(en) van ethanol of van ammonia en gebruik die als loopvloeistof.
9. Voer onderdeel 3 t/m 7 uit voor elke loopvloeistof die je hebt gemaakt.

Waarnemingen
Hoeveel componenten zitten er in elke kleurstof die je hebt onderzocht en welke kleur heeft elk van die componenten?

Conclusies
1. Leg uit of de kleurstoffen van de M&M's die je hebt onderzocht zuivere stoffen zijn of mengsels.
2. Waarom komt de ene component hoger in het chromatogram dan de andere?
3. Welke door jouw gebruikte loopvloeistof is het meest geschikt voor de scheiding van de M&M's-kleurstoffen?
4. Waarom is het nodig om meerdere loopvloeistoffen te testen?
5. Bereken voor elke gebruikte loopvloeistof de Rf-waarde van elke component.
6. Vergelijk de berekende Rf-waarden van dezelfde componenten. Wat kun je hieruit concluderen?



6.12 M&M's

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Waarom is norit zo'n uitstekend adsorptiemiddel?

A 2

a Op welk verschil in stofeigenschappen berust de scheidingsmethode adsorptie?
b Op welke verschillen berust de methode chromatografie?

B 3

Geurvreters zijn een soort binnenzolen die je in je schoenen legt om transpiratiegeur te voorkomen.
a Licht de werking van geurvreters kort toe.
b Leg uit welke scheidingsmethode geurvreters gebruiken.
c Leg uit waarom je deze geurvreters na verloop van tijd moet vervangen.

B 4

Zoek in een woordenboek of op internet op wat het verschil is tussen adsorptie en absorptie. Noteer wat je hebt gevonden.

B 5

Van papierchromatografie wordt wel gezegd dat het een scheidingsmethode is die berust op een verschil in 'loopsnelheid' tussen de componenten van een mengsel.
Leg uit wat moet worden verstaan onder het begrip 'loopsnelheid'.

B 6

Leg uit waarom bij gaschromatografie de afstand tussen de moleculen van de verschillende stoffen in een gasmengsel steeds groter wordt.

B 7

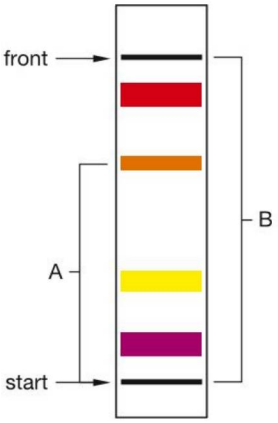
Bij een vloeistof-vloeistofextractie verplaatsen niet alle opgeloste stoffen in de oorspronkelijk oplossing zich in één keer naar het nieuwe oplosmiddel. Om toch een goede scheiding te krijgen kun je de extractie meerdere keren uitvoeren, waarbij je steeds opnieuw zuiver extractiemiddel toevoegt.
Bereken hoe vaak je de extractie moet uitvoeren om minstens 95% van alle opgeloste stoffen uit het oplosmiddel te verwijderen, als bij elke extractie de helft van de opgeloste stoffen wordt geëxtraheerd.

B 8 M

Leg voor elk van de volgende stellingen uit of deze waar of niet waar is.
1 Bij een grotere Rf-waarde loopt de stof verder met de loopvloeistof mee.
2 De Rf-waarde is altijd een getal tussen 0 en 1.
3 Als de afstand B groter is, is de afstand tussen de vlekjes in het chromatogram groter.

C 9

Iedereen kent de mooie herfstkleuren die bladeren vertonen zodra het kouder begint te worden. Wat veel mensen niet weten, is dat de pigmenten die voor deze kleuren zorgen ook in de zomer al in de bladeren aanwezig zijn. De groene stof chlorofyl overheerst in de zomer, waardoor de bladeren groen zijn. Doordat er in de herfst minder licht is, wordt het chlorofyl afgebroken. De andere pigmenten worden niet of minder afgebroken, waardoor de bladeren verkleuren. Deze pigmenten kun je door middel van papierchromatografie scheiden, waarvan in figuur 6.13 een voorbeeld is gegeven.



6.13 Chromatogram van de scheiding van bladpigmenten

a Bereken de Rf-waarde van de oranje stof. Meet hiervoor de benodigde afstanden met een liniaal op.

Stel dat de adsorptie aan het papier van alle stoffen in dit chromatogram gelijk is.
b Leg uit of de oplosbaarheid van de rode stof in de loopvloeistof dan groter of kleiner is dan de oplosbaarheid van de gele stof in de loopvloeistof.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

c Wat gebeurt er met de Rf-waarden als je een loopvloeistof kiest waarin de stoffen uit het mengsel beter oplossen?
d Wat gebeurt er met de Rf-waarden als je een papiersoort kiest die de stoffen uit het mengsel beter adsorbeert?
e Voor een aantal bladpigmenten zijn de Rf-waarden voor de loopvloeistof petroleumether 92% / aceton 8% bekend. Door gebruik te maken van tabel 6.14 kun je de identiteit van de stoffen in het chromatogram van figuur 6.13 controleren. Welke stof denk je dat de oranje stof is?

pigment	Rf-waarde
B-caroteen	0,98
A-caroteen	0,78
luteïne	0,69
violaxanthol	0,55
chlorofyl-a	0,38
chlorofyl-b	0,21
andere pigmenten	0,00

6.14 Rf-waarden van enkele bladpigmenten

C 10 N

Binnen het wielrennen is het gebruik van doping berucht. Om doping te voorkomen, worden de deelnemers regelmatig gecontroleerd. Dit gebeurt meestal door urine of bloedmonsters te analyseren met een zogenaamde massaspectrometer (MS). Omdat een MS alleen met zuivere stoffen werkt, wordt het bloed of de urine eerst gescheiden met behulp van gaschromatografie. In een artikel over dopingcontroles staat het volgende:

> Door de kolom van de chromatograaf wordt een inert gas gestuurd, dit kan helium, stikstof, argon of waterstofgas zijn, afhankelijk van de te analyseren stof en het materiaal waar de buis uit bestaat. Het is zeer belangrijk dat het draaggas niet reageert, anders wordt de meting verstoord.

a Leg uit waarom de meting wordt verstoord als het draaggas met stoffen in de omgeving reageert.

Verderop in het artikel wordt het volgende verteld:

> Het monster wordt door de kolom gestuurd en in de kolom worden de componenten van het monster veel of weinig afgeremd. Op die manier worden de verschillende componenten van elkaar gescheiden. De tijd die een stof nodig heeft om door de kolom te gaan is de retentietijd.
> *Naar: Vrije Universiteit Brussel (VUB)*

b Leg uit waar deze retentietijd van afhankelijk is.

Dopingstoffen met een kookpunt hoger dan 400 °C kun je niet scheiden met gaschromatografie.
c Bedenk een reden waarom je deze stoffen niet met gaschromatografie kunt scheiden.

C 11 M

Papierchromatografie wordt ook gebruikt om mengsels van ongekleurde stoffen te scheiden. Bedenk een manier om de plaats van de vlekken op het papier zichtbaar te maken.

C 12 N

Een mengsel van zout, zand en vast jood wil je scheiden in de losse bestanddelen. In onderstaande tabel vind je een aantal eigenschappen van deze stoffen. Schrijf een werkplan om deze scheiding uit te voeren. Noteer duidelijk welke stappen je moet ondernemen en welke scheidingsmethoden je gebruikt.

stofeigenschappen	zout	zand	jood
kookpunt (in °C)	1465	–	185
smeltpunt (in °C)	801	1523	114
goed oplosbaar in	water	–	aceton
slecht oplosbaar in	aceton	water en aceton	water

Je kunt nu
- uitleggen hoe adsorptie met actieve kool werkt;
- uitleggen wat chromatografie is;
- uitleggen wat wordt verstaan onder de mobiele en de stationaire fase;
- de scheiding met behulp van papier- en gaschromatografie beschrijven;
- toepassingen van adsorptie en chromatografie toelichten.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Duurzaam produceren
In de chemische industrie wordt steeds meer gezocht naar duurzame productieprocessen. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van maïs als grondstof in deze bioraffinaderij.



Je leert
- meer over de productie van stoffen in de industrie;
- hoe bedrijven aandacht aan duurzaamheid besteden;
- de toepassing van scheidingsmethoden in de industrie.

6.2 Syntheseroutes

● Experiment 6.3



6.15 Om te voorkomen dat je tentharing na een jaar is weggeroest, wordt hij bedekt met een laagje zink.

Chemische synthese

In de chemische industrie worden stoffen geproduceerd. Voor deze productie worden grondstoffen samengevoegd die reageren tot een product, dit noem je een **synthese**. Vaak is er niet één, maar zijn er meerdere stappen nodig om een stof te synthetiseren. Je spreekt dan van een **syntheseroute**, in de tekst hieronder kijk je als voorbeeld naar de synthese van zink.



6.16 Om op metalen voorwerpen een zinklaag aan te brengen worden ze ondergedompeld in een zinkbad.

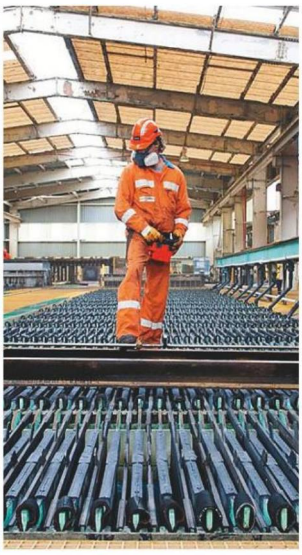
Synthese van zink

Veel metalen voorwerpen, zoals spijkers en auto-onderdelen worden bedekt met een dunne laag zink om corrosie te voorkomen (zie figuur 6.15). Om deze laag zink aan te brengen worden de voorwerpen ondergedompeld in een zinkbad (zie figuur 6.16).

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Omdat hiervoor veel zink nodig is, wordt zink op grote schaal geproduceerd. Op jaarbasis bedraagt de wereldwijde zinkproductie 13 miljoen ton (1 ton = 1000 kg).
Zink komt in de natuur voor als zinksulfide, dit is een verbinding van zink en zwavel, ZnS. Er zijn twee processen bekend om hieruit zink te synthetiseren. Bij beide processen wordt het zinksulfide eerst verwarmd, waardoor het reageert met zuurstof tot zinkoxide, ZnO, en zwaveldioxide, SO_2 (zie reactie 1).



6.17 Controle van de elektrolyseruimte bij Nyrstar in Budel

$$2\ ZnS + 3\ O_2 \rightarrow 2\ ZnO + 2\ SO_2 \qquad \text{reactie 1}$$

Vervolgens reageert bij het oorspronkelijke proces het ontstane zinkoxide met koolstof, waaruit zuiver zink en koolstofdioxide ontstaan (zie reactie 2). Doordat deze reactie op 1300 °C verloopt, verdampt het zink en kan dit uit het mengsel worden gedestilleerd.

$$2\ ZnO + C \rightarrow 2\ Zn + CO_2 \qquad \text{reactie 2}$$

Het bovenstaande proces is later vernieuwd. Bij het vernieuwde proces reageert het zinkoxide eerst met een zwavelzuuroplossing, H_2SO_4. Hieruit ontstaan zinksulfaat, $ZnSO_4$, en water (zie reactie 3).

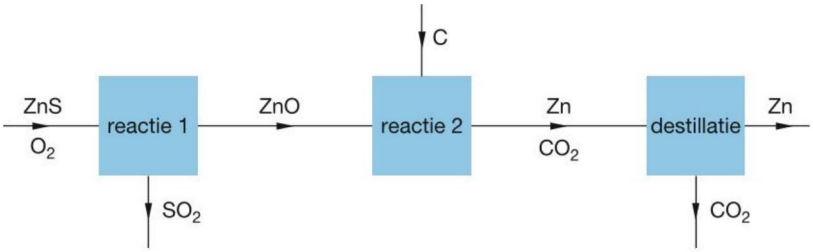
$$ZnO + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2O \qquad \text{reactie 3}$$

Vervolgens wordt het zinksulfaat door **elektrolyse** ontleed, waarbij onder andere zuiver zink ontstaat (figuur 6.17). Het sulfaat reageert meteen met het water tot zwavelzuur en zuurstof (zie reactie 4).

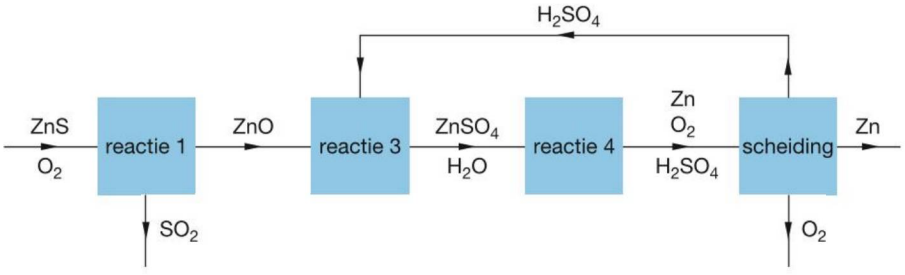
$$2\ ZnSO_4 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ Zn + 2\ H_2SO_4 + O_2 \qquad \text{reactie 4}$$

Blokschema's

Om de verschillen in de twee processen goed te kunnen zien, kun je een blokschema opstellen. Een **blokschema** is een overzicht van pijlen en blokken, de pijlen geven stofstromen aan en de blokken geven reacties of scheidingen aan. Het blokschema van het oude proces zie je in figuur 6.18, het nieuwe proces zie je in figuur 6.19.



6.18 Blokschema van de oude syntheseroute van zink



6.19 Blokschema van de nieuwe syntheseroute van zink

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Zoals je ziet wordt het zwavelzuur dat in reactie 3 ontstaat door recirculatie weer gebruikt voor reactie 2. Hierdoor zijn er minder grondstoffen nodig en ontstaat er minder afval.



6.20 Een van de vele logo's van de groene chemie. Groene chemie kijkt naar de volledige levenscyclus van een product. Dat wil zeggen het ontwerp, de productie, het gebruik en wat er uiteindelijk met het afval gebeurt.

Duurzaamheid

De schadelijke gevolgen van vervuiling door onder andere de chemische industrie zijn in de afgelopen jaren steeds duidelijker geworden. De chemische industrie probeert nu om schoner te produceren, door het ontstaan van afvalstoffen te beperken, maar ook door zuiniger om te gaan met beginstoffen. Deze tendens is versterkt door de opkomst van de **groene chemie** (figuur 6.20). De groene chemie is een filosofie, die stelt dat het gebruik van grondstoffen en het ontstaan van schadelijke stoffen tot een minimum beperkt moet worden. Industriële processen moeten duurzamer worden. **Duurzaamheid** wil zeggen dat je probeert te voldoen aan de behoeften van het heden, zonder de behoeften in de toekomst te beperken (zie figuur 6.21). Dit kun je onder andere doen door gebruik te maken van grondstoffen die je steeds opnieuw kunt produceren, zonder dat ze opraken. Dit noem je **hernieuwbare grondstoffen**. Daarnaast is het belangrijk om zo min mogelijk afval te produceren of te zoeken naar nieuwe toepassingen voor het afval.

De zinkproductie is een voorbeeld van een industrie die probeert de productie duurzamer te maken. De SO_2 die bij de productie ontstaat wordt in een ander proces omgezet in zwavelzuur. Dit zwavelzuur is weer nodig voor de zinkproductie en het wordt verkocht als grondstof voor andere industrieën. Het zwavelzuur dat in het proces wordt gebruikt wordt gezuiverd en teruggevoerd in het proces.
Het afvalwater dat bij de zuivering overblijft bevat sulfaten en metalen. Het afvalwater wordt gezuiverd met bacteriën, de producten die dan ontstaan kun je weer gebruiken in het proces en het schone afvalwater kun je lozen.
Voorheen ontstonden bij het productieproces enorme hoeveelheden jarosiet, een geelgekleurde modder die sulfaten, ijzer, kalium en gips bevat. Door over te schakelen op een schonere grondstof ontstaat er geen jarosiet meer.
Zinkfabriek Nyrstar in het Brabantse Budel – ooit berucht om haar vervuiling – heeft tegenwoordig een schoon productieproces.



6.21 We moeten zuinig omgaan met de grondstoffen die we hebben.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

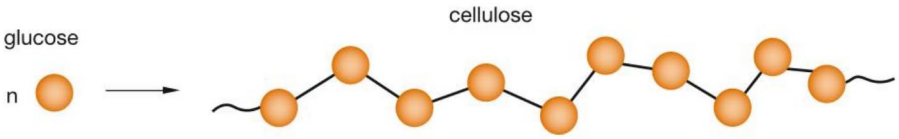


6.22 Biomassa als grondstof voor bioplastic

Synthese van bioplastics

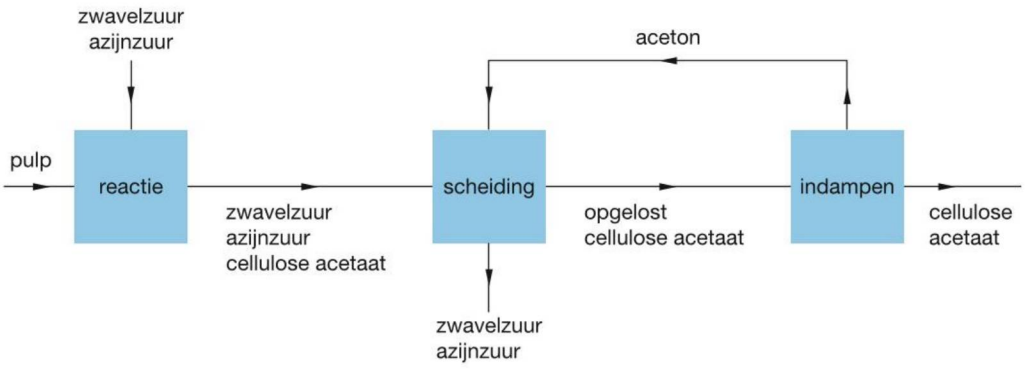
Kunststoffen worden nu nog vooral geproduceerd uit aardolie. Aardolie is geen hernieuwbare grondstof, het is daarom belangrijk om andere manieren te bedenken om kunststoffen te produceren. Een mogelijke oplossing is de synthese van kunststoffen uit plantenresten, zoals aardappels en zetmeel. Deze plantenresten noem je **biomassa** en de kunststof die hieruit ontstaat noem je een **bioplastic**. Uit de biomassa (figuur 6.22) wordt cellulose gewonnen en de cellulose is de grondstof voor kunststoffen.

Kunststoffen horen bij een groep stoffen die je polymeren noemt. Een **polymeer** is een groot molecuul dat is gemaakt uit kleinere moleculen. De naam polymeer stamt uit het Grieks, het woord *poly* betekent 'veel'. De moleculen waaruit het polymeer is gemaakt noem je **monomeren**, *mono* betekent 'één'. Cellulose is een polymeer dat is opgebouwd uit een keten van glucosemoleculen, in figuur 6.23 zie je een model van een cellulose polymeer. Glucose is hier dus de monomeer.



6.23 Cellulose bestaat uit een keten van glucosemoleculen. De letter 'n' betekent dat er veel glucosemoleculen aan elkaar zijn gekoppeld.

Een voorbeeld van een kunststof die uit cellulose wordt gemaakt is celluloseacetaat. Als eerste stap in de synthese wordt cellulose gewonnen uit hout of oud papier door er een pulp van te maken. Aan deze pulp wordt azijnzuur en zwavelzuur toegevoegd, waarna een reactie verloopt waarbij het celluloseacetaat als vaste vlokken ontstaat. Deze vlokken worden opgelost in aceton en gescheiden van het overgebleven azijnzuur en zwavelzuur. Als laatste wordt het aceton gedestilleerd om zuiver celluloseacetaat over te houden. Hiervan worden draden gesponnen, die worden gebruikt om materiaal voor kleding te maken. Het aceton wordt gecondenseerd en hergebruikt. Het blokschema van deze syntheseroute zie je weergegeven in figuur 6.24.



6.24 Blokschema van de synthese van celluloseacetaat

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Ibuprofen

Ibuprofen is wereldwijd één van de meest verkochte pijnstillers. Het wordt verkocht onder verschillende merknamen, zoals Advil, Nuprin en Nurofen. Ibuprofen is als eerste gesynthetiseerd in de jaren zestig, waarin duurzaamheid en de schone productie van stoffen nog geen aandachtspunten waren. Bij het oorspronkelijke productieproces ontstond er voor elke kilogram ibuprofen die werd geproduceerd, anderhalve kilogram aan afval.

Toen het patent aan het einde van de jaren tachtig verliep, werd het productieproces door een groot farmaceutisch bedrijf onder handen genomen.

Door slim gebruik te maken van een katalysator kon met dezelfde grondstoffen de hoeveelheid afval enorm terug worden gebracht. Inmiddels ontstaat er bij de productie alleen azijnzuur als bijproduct. Aangezien azijnzuur een nuttige grondstof voor veel andere productieprocessen is, wordt deze stof niet als afval beschouwd. De hoeveelheid afval is hiermee teruggebracht tot 10 gram afval per kilogram ibuprofen.

Het nieuwe ibuprofenproces werd een voorbeeld voor talloze andere duurzame, chemische ontwikkelingen en kreeg zelfs in 1997 de 'Presidential Green Chemistry Award' uitgereikt.



6.25 Ibuprofen

Samenvatting

- Een synthese is het maken van nieuwe stoffen met behulp van chemische reacties.
- Als er meerdere stappen nodig zijn om een stof te maken, dan spreek je van een syntheseroute.
- Een blokschema geeft een syntheseroute weer. De blokken geven aan waar chemische reacties en scheidingen plaatsvinden en de pijlen geven aan welke stoffen er worden verplaatst.
- Duurzaamheid is het voldoen aan de behoeften van het heden, zonder de behoeften in de toekomst te beperken. De chemische industrie probeert ook om volgens dit principe te produceren.
- Een bioplastic is een kunststof gemaakt uit biomassa.
- Kunststoffen horen bij een groep stoffen die polymeren heten. Een polymeer is een groot molecuul dat is gemaakt uit kleinere moleculen, de monomeren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

6.3 Synthese van aspirine

Wat je nodig hebt
- 5,0 g salicylzuur
- 7 mL azijnzuuranhydride
- zwavelzuur (85%)
- warme ethanol (circa 35 °C)
- ijswater
- warm water (40 °C en 60 à 70 °C)
- statief + klem
- büchnertrechter + toebehoren
- magneetroerder / verwarmingsplaat + roervlo
- trechter
- weegschaal
- erlenmeyer (100 mL)
- bekerglas (250 mL of groter)
- maatcilinder (10 mL, 25 mL en 100 mL)
- horlogeglas
- roerstaaf
- spatel



6.26 Een büchnertrechter met een geperforeerde bodem. Met een filtreerpapiertje op de bodem versnel je de filtratie via een afzuigpomp.

Inleiding
Aspirine is één van de meest gebruikte geneesmiddelen. De werkzame stof in aspirine is acetylsalicylzuur. In dit experiment maak je acetylsalicylzuur door een chemische reactie uit te voeren met salicylzuur en azijnzuuranhydride.

Uitvoering
1. Weeg in een erlenmeyer ongeveer 5,0 g salicylzuur af. Noteer hoeveel je precies hebt afgewogen.
2. Meet in de 10 mL maatcilinder ongeveer 7 mL azijnzuuranhydride af. Voeg dit in de zuurkast bij je erlenmeyer met salicylzuur.
3. Voeg drie druppels zwavelzuur toe en roer het mengsel goed.
4. Voeg een roervlo toe. Plaats de erlenmeyer in een statiefklem in een bekerglas met het warme water (van circa 60 °C). Zet de opstelling boven een magneetroerder en laat het mengsel ongeveer een kwartier roeren.
5. Haal de erlenmeyer uit het waterbad en gebruik een maatcilinder om ongeveer 75 mL ijskoud water toe te voegen. Je ziet nu een vaste stof ontstaan.
6. Roer kort en filtreer het mengsel daarna met de büchnertrechter.

Je hebt nu acetylsalicylzuur gesynthetiseerd, maar deze is nog niet zuiver. Met de volgende stappen zuiver je het acetylsalicylzuur.
7. Spoel de erlenmeyer die je hebt gebruikt goed om en doe hier het acetylsalicylzuur in.
8. Gebruik de 25 mL maatcilinder om 15 mL warme ethanol toe te voegen. Het acetylsalicylzuur lost hierin op.
9. Gebruik de 100 mL maatcilinder om 35 mL warm water (van circa 40 °C) toe te voegen. Als je een vaste stof ziet ontstaan, moet je de erlenmeyer in een waterbad zetten tot alles weer is opgelost.
10. Plaats de erlenmeyer in een ijsbad. Terwijl het mengsel afkoelt, ontstaan er kristallen van acetylsalicylzuur.
11. Filtreer de inhoud van de erlenmeyer met een büchnertrechter.
12. Weeg precies de massa van een schoon horlogeglas.
13. Breng de acetylsalicylzuurkristallen over op het horlogeglas en weeg hem opnieuw.

Waarnemingen
Beschrijf hoe het acetylsalicylzuur dat je hebt gemaakt eruitziet.

Conclusies
Bij de synthese van acetylsalicylzuur reageert salicylzuur, $C_7H_6O_3$, met azijnzuuranhydride, $C_4H_6O_3$. Hieruit ontstaat acetylsalicylzuur, $C_9H_8O_4$ en nog een andere stof. Geef de reactievergelijking van deze synthese.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 13

Wat wordt er bedoeld met een syntheseroute?

A 14

a Wat zijn bioplastics?
b Wat is het grootste voordeel van bioplastics?

B 15

Bij de reactie tussen zinkoxide en koolstof ontstaat er 1,00 ton zink uit elke 1,24 ton zinkoxide. Bereken hoeveel ton zink er ontstaat uit 100 ton zinkoxide.

B 16

Zink wordt tegenwoordig geproduceerd in drie stappen. Hieronder staat van stap 1 de reactievergelijking. De massaverhouding waarin de stoffen reageren is onvolledig weergegeven.

$2\ ZnS\ (s) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ ZnO\ (s) + 2\ SO_2\ (g)$ stap 1
$2{,}0 \quad : \quad x \quad : \quad 1{,}7 \quad : \quad 1{,}3$

a Welke waarde heeft x in de massaverhouding?

In een reactorvat wordt 300 ton zinksulfide en 220 ton zuurstof gedaan.
b Bereken hoeveel ton zinkoxide er maximaal kan ontstaan.

Een van de twee bij b genoemde stoffen is in overmaat aanwezig.
c Benoem de stof die bij vraag b in overmaat is en bereken hoe groot de overmaat is.

De reactievergelijking van stap 2 staat hieronder.

$ZnO + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2O$ stap 2

d Bereken de massaverhouding waarin ZnO reageert tot $ZnSO_4$.
e Bereken hoeveel ton zinksulfaat uit 250 ton zinkoxide kan ontstaan.

De reactievergelijking en de massaverhouding van stap 3 is:

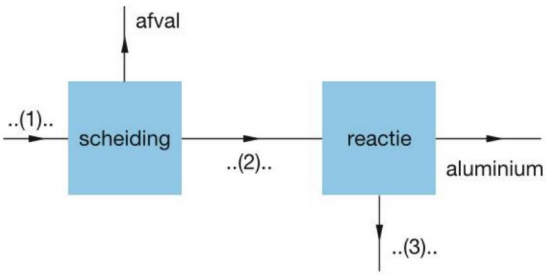
$2\ ZnSO_4 + 2\ H_2O \rightarrow 2\ Zn + 2\ H_2SO_4 + O_2$ stap 3
$10{,}1 \quad : \quad 1{,}1 \quad : \quad 4{,}1 \quad : \quad 6{,}1 \quad : 1{,}0$

f Bereken hoeveel ton zink er ontstaat uit 200 ton zinksulfaat.
g Bereken hoeveel m^3 zuurstof daarbij ontstaat. De dichtheid van zuurstofgas is 1,43 kg/m^3.

Als je van stap 2 en 3 een totale reactievergelijking zou maken, dan zou je zien dat er evenveel H_2SO_4 bij stap 2 nodig is als er bij stap 3 weer ontstaat. Dat zou betekenen dat je maar één keer zwavelzuur hoeft toe te voegen en daarna nooit meer, als je het ontstane zwavelzuur weer terugvoert in het proces. Je moet echter toch regelmatig extra zwavelzuur toevoegen.
h Lees de tekst over zinkproductie en duurzaamheid nog eens door en bedenk dan een reden waarom je toch steeds een hoeveelheid zwavelzuur moet toevoegen.

B 17

Een metaal dat op grote schaal wordt geproduceerd is aluminium. Hierbij wordt aluminiumerts eerst gescheiden in aluminiumoxide (Al_2O_3) en een aantal afvalstoffen. Daarna wordt het aluminiumoxide gesmolten en wordt het door middel van elektriciteit ontleed in zuiver aluminium en zuurstof. Het blokschema is hieronder onvolledig weergegeven.



6.27

a Geef de namen van de stoffen die bij de pijlen met nummers moeten staan. Noteer je antwoord als:
1. ...
2. ...
3. ...
b Welke soort reactie vindt er in het tweede blok plaats?
c Geef de reactievergelijking van de reactie die in het tweede blok plaatsvindt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

d Aluminiumerts is een mengsel van vaste bestanddelen. Leg uit welke scheidingsmethode(n) waarschijnlijk geschikt zijn om het erts te scheiden.

B 18

a Zoek enkele voorbeelden op van bioplastics.
b Zoek daarbij ook op wat de grondstoffen voor deze bioplastics zijn.
c Waarom is de ontwikkeling van bioplastics belangrijk voor de duurzaamheid?

B 19 M

De kunststof pvc wordt veel gebruikt om afvoer- en regenpijpen van te maken, maar pvc is moeilijk afbreekbaar. Een bioplastic is wel afbreekbaar.
a Denk je dat een bioplastic ook kan worden gebruikt om regenpijpen van te maken?
b Leg uit of afbreekbaarheid een goede stofeigenschap is om papier te onderscheiden van pvc.

Een bepaald product kan worden verpakt in blik, in plastic of in karton.
c Aan welk materiaal zou jij de voorkeur geven als afbreekbaarheid of hergebruik belangrijk voor je is? Licht je keuze toe.

B 20

Vroeger bestonden auto's hoofdzakelijk uit metaal, hout en leer. Tegenwoordig worden deze materialen zo veel mogelijk vervangen door kunststoffen. Er zijn zelfs auto's met een carrosserie die helemaal van kunststof is. Het chassis is het frame van de auto waar alle andere onderdelen aan worden bevestigd.
a Welk metalen gedeelte van de auto is naar jouw idee het moeilijkst door kunststoffen te vervangen? Licht je antwoord toe.
b Geef twee voordelen en twee nadelen van een carrosserie van kunststof in vergelijking met een metalen carrosserie.

B 21

a Wat is een katalysator?
b Waarom is een katalysator belangrijk voor de productie van bioplastics?
c Waarom is het belangrijk om onderzoek te doen naar katalysatoren voor industriële reacties?

C 22 N

Bij de twee productieprocessen van zink wordt het zinksulfide eerst verwarmd, waardoor het reageert met zuurstof tot zinkoxide, ZnO, en zwaveldioxide, SO_2 (zie reactie 1). De zinkoxide wordt in een tweede reactor gescheiden van het zwaveldioxide.
a Teken het blokschema van dit proces.
b Leg uit waarom het scheiden van zinkoxide en zwaveldioxide redelijk eenvoudig is.

C 23 M

Veel onderzoeksinstellingen zijn bezig om nieuwe bioplastics te ontwikkelen om het milieu te sparen. Daarvoor hebben ze bepaalde grondstoffen nodig, zoals glucose, cellulose, algen of bacteriën.
a Leg uit waarom deze grondstoffen in vergelijking met aardolie duurzaam zijn.
b Leg uit waarom een bioplastic niet altijd een duurzame stof is.

C 24 N

Als je practicum 6.3 hebt uitgevoerd, heb je gezien dat er veel handelingen nodig zijn om acetylsalicylzuur te synthetiseren en te zuiveren. Deze stappen vormen de syntheseroute van acetylsalicylzuur. Teken het blokschema van deze syntheseroute.

Je kunt nu
- toelichten wat er wordt bedoeld met een syntheseroute;
- een proces in een blokschema weergeven;
- het begrip duurzaamheid toelichten;
- toelichten wat bioplastics zijn en uit welke grondstoffen ze worden gemaakt;
- toelichten wat een polymeer en een monomeer is.

© Noordhoff Uitgevers bv

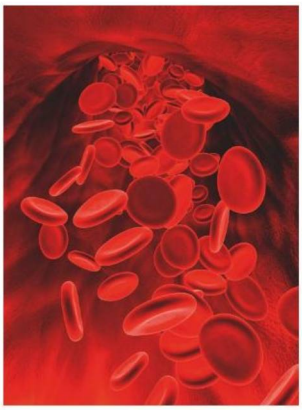
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Water, een bijzondere stof
Water is het meest gebruikte oplosmiddel in de chemische industrie. Water heeft namelijk een aantal bijzondere eigenschappen, waardoor het zeer geschikt is als oplosmiddel.
Water voorziet je ook van energie en voedsel, je wast je ermee en het geeft je verwarming en verkoeling.



Je leert
- waarom water een belangrijk oplosmiddel in de chemische industrie is;
- een aantal bijzondere eigenschappen van water kennen;
- waarom je zuinig moet zijn met onze watervoorraad op aarde.

6.3 Oplosmiddelen



6.28 Bloed bestaat uit water met daarin veel opgeloste stoffen, zoals bloedplaatjes en rode bloedcellen.

Water als oplosmiddel

Vloeistoffen en gassen zijn gemakkelijk te verplaatsen binnen een fabriek door gebruik te maken van buizen en pompen. Vaste stoffen zijn echter minder gemakkelijk te verplaatsen, het is daarom slimmer om ze op te lossen en de oplossing te verplaatsen. Water is het meest gebruikte oplosmiddel in de industrie, omdat veel stoffen goed oplosbaar in water zijn. Water heeft een groot **oplosvermogen**. Een voorbeeld van dit grote oplosvermogen is bloed (zie figuur 6.28). Bloed bestaat voornamelijk uit water. In bloed kunnen allerlei stoffen oplossen, die naar alle delen van je lichaam worden vervoerd. Zo vindt er transport van brandstof plaats naar je spieren, terwijl afvalstoffen naar je nieren worden vervoerd. Je lichaam kun je daarom als een chemische fabriek op kleine schaal beschouwen.

Eigenschappen van water

Water is een unieke stof. Naast zijn grote oplosvermogen vind je hieronder nog drie eigenschappen van water waardoor je kunt begrijpen waarom water zo bijzonder is.

Dichtheid

In de vloeibare fase hebben de moleculen geen vaste plaats meer en kunnen ze vrij bewegen. De afstand tussen de moleculen is dan meestal iets groter dan in de vaste fase. Eén liter vloeistof bevat dan minder moleculen dan één liter vaste stof. Eén liter vloeistof heeft dus een kleinere massa dan één liter vaste stof. Je kunt ook zeggen dat van de meeste stoffen de **dichtheid** in de vloeibare fase kleiner is dan in de vaste fase.

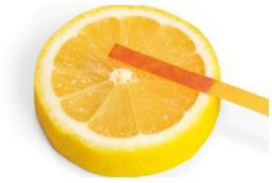
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Bij water en ijs is dat anders. De watermoleculen in ijs zitten verder van elkaar dan in water. Daardoor is de massa van één liter ijs kleiner dan die van één liter water. De dichtheid van ijs is dus kleiner dan de dichtheid van water en daardoor drijft ijs op water.

Soortelijke warmte

Water heeft een grote **soortelijke warmte**. Dat betekent dat er veel warmte nodig is om één kilogram water een graad warmer te maken. Als het water afkoelt, komt deze warmte weer vrij. Daardoor stijgt in de zomer de temperatuur van het oppervlaktewater maar heel langzaam en koelt het in de winter maar heel langzaam af. Die eigenschap van water zorgt ervoor dat er geen al te grote temperatuurschommelingen voorkomen bij gebieden met veel water, zoals Nederland.



6.29 Citroensap is een voorbeeld van een zure oplossing. Het is een oplossing van citroenzuur in water.

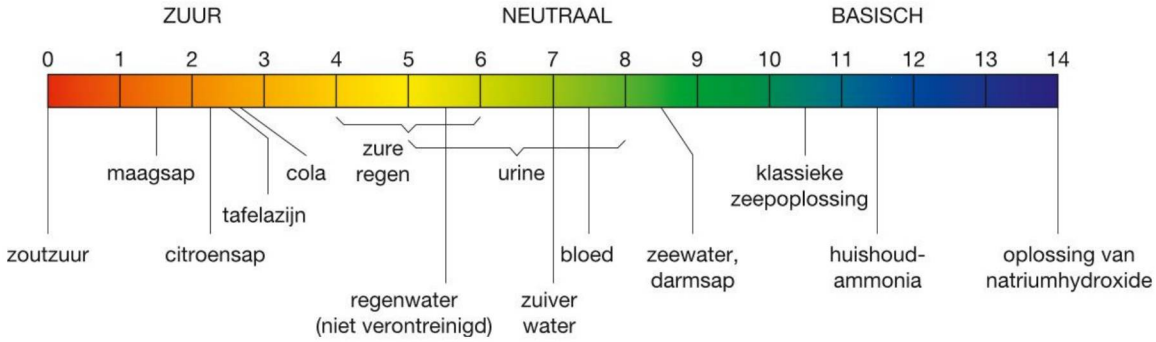
Hoog kookpunt

Als je het kookpunt van water, 373 K, vergelijkt met het kookpunt van methaan (aardgas), 112 K, dan zie je dat het kookpunt van water veel hoger is dan dat van methaan. Toch zijn het allebei stoffen met kleine moleculen die vrijwel dezelfde molecuulmassa hebben. Ook wat deze eigenschap betreft is water dus bijzonder.

De pH

Naast de eigenschappen die hierboven zijn beschreven, heeft water nog een andere belangrijke eigenschap. Zuiver water is **neutraal**, maar wat wordt daarmee bedoeld? Een oplossing kan zuur, neutraal of basisch zijn. Citroensap is een zure oplossing (zie figuur 6.29), je kunt een zure oplossing herkennen aan haar zure smaak. Basische oplossingen smaken vaak zeepachtig. Water heeft geen smaak, het is neutraal.

Met de **pH** geef je de **zuurgraad** van een oplossing aan. De pH is een getal dat tussen 0 en 14 ligt. In figuur 6.30 is de pH van een aantal oplossingen weergegeven.



6.30 De pH-schaal

● Experiment 6.4

Een zure oplossing is een mengsel van water en een stof die je een **zuur** noemt. De pH van zure oplossingen ligt tussen de waarden 0 en 7. Hoe zuurder een oplossing, des te lager is de pH. Als een oplossing zuurder is, is deze ook agressiever. Je moet er voorzichtiger mee omgaan. Geconcentreerd zoutzuur is bijvoorbeeld veel zuurder dan azijn. Met geconcentreerd zoutzuur kun je kalkcementresten van een tegelvloer verwijderen. Met azijn lukt dat niet. Maar azijn is wel zuur genoeg om kalkaanslag uit een koffiezetapparaat te verwijderen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Een **basische oplossing** is een mengsel van water en een stof die je een **base** noemt. Basische oplossingen hebben een pH die tussen 7 en 14 ligt. Hoe basischer een oplossing, des te hoger is de pH. Als een oplossing basischer is, is deze ook agressiever. Ook hiermee moet je voorzichtig omgaan. Ammonia is veel basischer dan een zeepoplossing. Ammonia is daardoor beter geschikt om een voorwerp te ontvetten dan een zeepoplossing. Je zou een base kunnen beschouwen als een 'antizuur'.

Als een oplossing geen zuur of base bevat, noem je zo'n oplossing **neutraal**. **Neutrale oplossingen** hebben een pH van 7. Zuiver water is neutraal en heeft een pH van 7.

Voor zure oplossingen geldt: pH < 7
Voor neutrale oplossingen geldt: pH = 7
Voor basische oplossingen geldt: pH > 7



6.31 Universeel indicatorpapier om de zuurgraad te bepalen

Universeel indicatorpapier

Je kunt de pH van een oplossing met een strookje **universeel indicatorpapier** meten. Zo'n strookje doe je in de oplossing en dan neemt het een bepaalde kleur aan. Die kleur vergelijk je met de kleuren die op het doosje van het indicatorpapier staan. Je leest het getal af dat bij de kleur staat die het strookje heeft aangenomen. Dat is de pH van de oplossing. In figuur 6.31 zie je welke kleur bij welke pH hoort.

Andere oplosmiddelen

Hoewel water een groot oplosvermogen heeft, lossen lang niet alle stoffen in water op (figuur 6.32). Naast water zijn daarom ook andere vloeistoffen als oplosmiddel in gebruik. Bekende voorbeelden zijn wasbenzine en alcohol. Vanwege de veiligheid en het milieu is het wel belangrijk om een oplosmiddel te kiezen dat niet of nauwelijks giftig is. Nieuwe kleding die nog sporen van verfresten bevat kun je bijvoorbeeld wassen met vloeibaar koolstofdioxide als oplosmiddel. Het koolstofdioxide kun je na het wassen laten verdampen, zodat je de koolstofdioxide en de verfresten kunt hergebruiken.



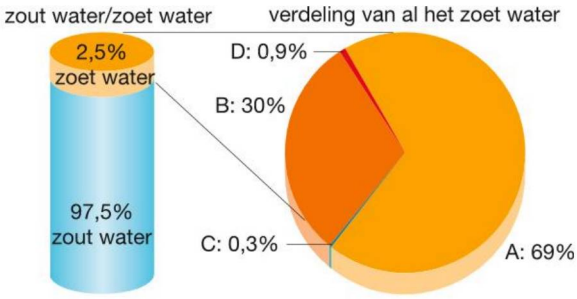
6.32 Sommige ongelukken zijn prachtig. Deze gecrashte truck veroorzaakte een regenboog van verfkleuren op de weg. Voor het opruimen zijn andere oplosmiddelen nodig dan water.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Duurzaamheid en watermanagement

Water is de meest voorkomende vloeistof op aarde. Je kunt het niet alleen aan het oppervlak vinden, maar ook in de grond en in de lucht. Het is vrijwel de enige stof die in drie fasen op aarde voorkomt, vast (ijs), vloeibaar (water) en gasvormig (waterdamp). De schattingen van de totaal aanwezige hoeveelheid water op aarde lopen sterk uiteen, maar meestal wordt uitgegaan van 1,4 miljard kubieke kilometer. Als je dat omrekent naar liter krijg je het getal 14 met daarachter twintig nullen. Dat is een enorme hoeveelheid, maar daarvan is 'maar' 2,5% zoet water. En zelfs die 2,5% kun je niet helemaal gebruiken. De verdeling van water op aarde is weergegeven in figuur 6.33. Zoals je ziet is het grootste gedeelte van het zoete water aan het aardoppervlak permanent bevroren (figuur 6.34).



A: 69% gletsjers en permanente sneeuwlagen (24 060 000 km^3)
B: 30% zoet grondwater (10 530 000 km^3)
C: 0,3% zoet water in meren en rivieren (93 000 km^3)
D: 0,9% overig zoet water, zoals bodemvocht, landijs/permafrost en moerassen (342 000 km^3)

6.33 Diagram met de verdeling van het water op aarde



6.34 De Perito Morenogletsjer in Argentinië, de grootste gletsjer ter wereld. Het meeste zoete water op aarde is permanent bevroren.

Een vijfde deel van de wereldbevolking beschikt over te weinig schoon water om in haar behoefte te kunnen voorzien. De totale wereldbevolking gebruikt vier keer zo veel water als vijftig jaar geleden. Dat komt zowel door de bevolkingsgroei als door de toename van het watergebruik per persoon. Deze eeuw wordt water waarschijnlijk de meest schaarse natuurlijke hulpbron voor voedselproductie en menselijke consumptie. Minder dan de helft van het huidige waterverbruik is nuttig. De ontwikkeling van nieuwe technieken waarmee het waterverbruik kan worden beperkt is daarom heel hard nodig. Als we niets doen, is de verwachting dat in 2025 bijna een derde deel van de wereldbevolking geen toegang tot schoon water zal hebben. We moeten er dus voor zorgen dat in de toekomst meer water beschikbaar komt.

Er zijn manieren om de watervoorraad in een bepaald gebied beter te benutten of te vergroten.

- De allereerste stap is zuiniger met water omgaan. Je kunt vaak met veel minder water toe door bijvoorbeeld landbouwgronden efficiënter te bevloeien.
- Je kunt dammen aanleggen en reservoirs bouwen om het regenwater op te slaan. Daarvoor is veel geld en technische kennis nodig, maar er zijn ook nogal wat milieubezwaren.
- Oppervlaktewater kun je vanuit een ander gebied halen, maar de kosten voor het transport zijn erg hoog.
- Grondwater kan worden opgepompt, maar dan kan na verloop van tijd de bodem uitdrogen doordat het grondwaterpeil te veel daalt.
- Ten slotte stelt de chemie je in staat om zout water te veranderen in zoet water (ontzouten). Er is immers genoeg zout water op de wereld. Een nadeel is dat de kosten van de techniek om te ontzouten erg hoog zijn. Het proces kost bovendien veel energie.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Trichlooretheen

Trichlooretheen, beter bekend als 'Tri', is een veelgebruikt industrieel oplosmiddel. Het is een heldere, niet-brandbare vloeistof met een zoete geur. In het midden van de vorige eeuw is het jarenlang gebruikt als een narcosemiddel. Pas later werd ontdekt dat tri leverschade en hartritmestoornissen tot gevolg kan hebben. Sindsdien is het gebruik ervan verboden in de voedingsmiddelenindustrie en farmaceutische industrie.
Desondanks wordt tri nog steeds veel gebruikt als oplosmiddel, omdat het een groot oplosvermogen heeft voor een groep van stoffen die je koolwaterstoffen noemt. Vetten en oliën behoren bijvoorbeeld tot de koolwaterstoffen. Zo wordt tri in de Verenigde Staten toegepast om raketmotoren schoon te maken. Na elk gebruik blijft er in de raketmotor een restant koolwaterstoffen over, dit restant kan een explosie veroorzaken. De motor wordt daarom na elk gebruik gespoeld met tri om alle restanten te verwijderen.



6.35 Een narcosemiddel laat de patiënt het bewustzijn verliezen.

Samenvatting

- Water wordt veel gebruikt als oplosmiddel in de chemische industrie, omdat het een groot oplosvermogen heeft.
- Bijzondere eigenschappen van water zijn de hoge soortelijke warmte, het hoge kookpunt en het feit dat de dichtheid van de vaste stof kleiner is dan de dichtheid van de vloeistof.
- Naast water zijn andere oplosmiddelen nodig, zoals wasbenzine en aceton.
- Het is belangrijk om nieuwe waterzuiveringstechnieken te ontwikkelen om in de toekomst voldoende drinkwater te hebben.
- Oplossingen van stoffen kunnen zuur, neutraal of basisch zijn. De pH geeft de zuurgraad aan van oplossingen van een stof. Als de pH van een oplossing lager is dan 7, dan is de oplossing zuur. Als de pH van een oplossing hoger is dan 7, dan is de oplossing basisch en als de oplossing een pH van 7 heeft, dan is de oplossing neutraal.
- Met universeel indicatorpapier kun je de pH van een oplossing bepalen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

6.4 Hoe groot is de pH van reinigingsmiddelen?

Wat je nodig hebt
- reageerbuisrekje
- roerstaaf
- papieren handdoekje
- universeel indicatorpapier
- tien genummerde reageerbuizen gevuld met:
  1 huishoudazijn
  2 sodaoplossing
  3 oplossing van goot-steenontstoppingsmiddel
  4 oplossing van een wasmiddel
  5 oplossing van groene zeep
  6 ontkalkingmiddel
  7 ammonia
  8 ovenreiniger
  9 verdunde zoutzuuroplossing
  10 allesreiniger
- horlogeglazen
- kalkwater
- vet

Inleiding
Huishoudelijke reinigingsmiddelen zijn vaak zuur of basisch. Je gebruikt een zuur reinigingsmiddel om kalkaanslag te verwijderen, terwijl je voor het verwijderen van vuil en vettige aanslag een basisch reinigingsmiddel nodig hebt. In dit experiment bepaal je met behulp van universeel indicatorpapier de pH van tien huishoudelijke reinigingsmiddelen. Dan weet je welk middel een zuur en welk middel een base bevat.

Uitvoering
1 Breng met behulp van de roerstaaf een druppel huishoudazijn op een stukje universeel indicatorpapier.
2 Vergelijk de kleur die het indicatorpapier aanneemt met de kleuren op het doosje en lees de bijbehorende pH af.
3 Veeg de roerstaaf af met een papieren handdoekje en herhaal onderdeel 1 en 2 voor alle reinigingsmiddelen.
4 Maak zelf een aantal horlogeglazen met kalk door een paar druppeltjes kalkwater te laten verdampen. Maak ook een aantal horlogeglazen met een beetje vet erop.
5 Test de reinigingsmiddelen uit op de vuile glaasjes.

Waarnemingen
Maak een tabel waarin je voor elk reinigingsmiddel de kleur vermeldt die het pH-papier aannam en de pH die daarbij hoort. Vermeld daarnaast de testresultaten van onderdeel 5.

Conclusies
1 Welke reinigingsmiddelen bevatten een zuur?
2 Welke reinigingsmiddelen bevatten een base?



6.36 Huishoudelijke reinigingsmiddelen

6.5 Waarin onderscheidt water zich van andere vloeistoffen?

6.6 Maak je eigen sportdrankje

Je kunt de beschrijving van deze experimenten downloaden van de site of vragen aan je docent.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 25

Neem de onderstaande zinnen over en vul ze aan.
a De pH van een zure oplossing is ... dan 7.
b De pH van een basische oplossing is ... dan 7.

A 26

Leg uit wat er wordt bedoeld met de zin: 'water heeft een grote soortelijke warmte'.

A 27

Heinz tomatenketchup moet een bepaalde zuurgraad hebben, namelijk pH = 3,6. Is de ketchup dan zuur, basisch of neutraal?

B 28

Freek voegt water toe aan een zure oplossing.
a Wordt de oplossing dan meer of minder zuur?
b Wordt de pH van de oplossing dan hoger of lager?

Christiaan voegt water toe aan een basische oplossing.
c Wordt de oplossing dan meer of minder basisch?
d Wordt de pH van de oplossing dan hoger of lager?

B 29

Op de website van InfoNu staat de volgende tekst:

> Het huidoppervlak van de mens bezit een pH van ongeveer 5,5. Deze natuurlijke zuurmantel van de huid remt de groei van bacteriën en voorkomt dat ze onze huid binnendringen. Gewone zeep ligt met een pH van 9 in het basische gebied. Bij het wassen met zeep wordt dus het zuur op je huid geneutraliseerd. Gedurende die tijd is de huid blootgesteld aan een hoger risico op infectie.

a In de tekst wordt genoemd dat het zuur op de huid wordt geneutraliseerd. Welke pH krijgt het dan?

Om het hierboven beschreven risico tegen te gaan, maken veel zeepfabrikanten ook 'pH-neutrale' zeep. Ze bedoelen dan zeep met een pH van 5,5.
b Leg uit of je dat in de scheikunde ook neutraal noemt.
c Leg uit waarom deze zeep pH-neutraal wordt genoemd.

B 30 M

Op het internet kom je de begrippen 'watervoetafdruk' en 'virtueel water' tegen. De watervoetafdruk (WV) is een maat voor het watergebruik van een product, gemeten over de hele productieketen. De watervoetafdruk geeft dus een beeld van de hoeveelheid verborgen water in een product. Deze verborgen hoeveelheid water noem je 'virtueel water'. Het virtuele waterverbruik van gewassen zoals bijvoorbeeld katoen, koffie en veevoeders is de hoeveelheid water (neerslag en irrigatiewater) die nodig is voor de groei van de plant en de hoeveelheid die nodig is voor het verwerkingsproces (bijvoorbeeld wassen, verwerken, reinigen van machines, verpakken) vanaf de oogst tot het eindproduct dat je in de winkel vindt.
a Maak een schatting van de hoeveelheid water die we in Nederland gemiddeld per persoon per dag gebruiken.
b Is deze hoeveelheid water de laatste jaren toegenomen of juist afgenomen? Geef enkele factoren die daarbij een rol kunnen hebben gespeeld.

Zoek op internet de antwoorden op de volgende vragen.
c Wat versta je onder *virtueel water*?
d Hoeveel water is nodig voor het maken van een katoenen T-shirt (met korte mouw)? En voor een reep chocola? En voor 100 g rundvlees?
e Hoeveel *virtueel water* gebruiken we in Nederland gemiddeld per persoon per dag?
f Welke grondstoffen zijn afkomstig van 'dorstige gewassen'?
g Wat kun je doen om het gebruik van *virtueel water* terug te dringen en waarom is dat belangrijk?

B 31 M

Door al het water ontstaan er klimaatverschillen tussen gebieden bij een oceaan en gebieden die verder van een oceaan liggen.
Kopenhagen heeft een zeeklimaat, Moskou een landklimaat.
Vergelijk Kopenhagen en Moskou met elkaar.
a Zoek op internet op hoe hoog de gemiddelde temperatuur in deze twee steden in de zomer is.
b Zoek ook de gemiddelde temperaturen in de winter op.
c Welke conclusie kun je uit deze gegevens trekken?
d Wat is een landklimaat?
e Wat is een zeeklimaat?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 32

Werkkleding wordt op industrieel niveau gewassen door de kleding eerst in een reactorvat te laten weken in een bad met vloeibare koolstofdioxide. Eventuele verfresten lossen op in het CO_2. Vervolgens wordt het CO_2 naar een nieuw reactorvat vervoerd, waar het CO_2 vanzelf verdampt. De overgebleven verfresten worden afgevoerd en hergebruikt. De CO_2 wordt gecondenseerd en teruggevoerd naar het eerste reactorvat.

a Geef van dit proces het blokschema.

b Leg uit welke scheidingsmethode je toepast als je de kleding in de koolstofdioxide laat weken.

C 33 N

Door het strooien van stikstof bevattende stoffen in de vorm van dierlijke mest of in de vorm van kunstmest, kan een veehouder de groei van gras bevorderen. Bij het verspreiden van dierlijke mest komt ammoniak vrij. Daarom wordt mest tegenwoordig met een injectiesysteem direct in de grond gespoten. Zo wordt voorkomen dat ammoniak zich in het milieu verspreidt.

a Wat is de molecuulformule van ammoniak?

In de grond gebruiken bacteriën ammoniak als voedingsstof. Een bepaalde soort bacteriën zet ammoniak om in het zuur HNO_3. De vergelijking van de reactie die daarbij optreedt, staat hieronder onvolledig weergegeven:

$NH_3 + \ldots \rightarrow HNO_3 + H_2O$ (reactie 1)

In de vergelijking van reactie 1 ontbreekt een stof.

b Maak de reactievergelijking kloppend en geef de naam en formule van deze stof.

Wetenschappers hebben ontdekt dat er in de grond verschillende processen optreden waardoor het ontstane zuur weer onschadelijk wordt gemaakt. Zo kunnen in de bodem bacteriën voorkomen die het ontstane zuur omzetten in nieuwe stoffen.

De vergelijking van deze reactie is onvolledig weergegeven:

$\ldots HNO_3 \rightarrow \ldots N_2 + \ldots H_2O + \ldots O_2$ (reactie 2)

c Neem de vergelijking van reactie 2 over en maak deze kloppend.

Een bepaald soort kunstmest bestaat volledig uit ammoniumnitraat (NH_4NO_3). In een bemestingsadvies staat dat voor een bepaald grasland per jaar per hectare 260 kg stikstof moet worden toegevoegd.

d Bereken het aantal kg ammoniumnitraat dat moet worden uitgestrooid om 260 kilogram stikstof op het land te brengen.

C 34 N

In figuur 6.37 zie je de namen van de vier atoomsoorten die het meest in de aardkorst voorkomen. Je kunt een soortgelijke tabel voor zeewater samenstellen.

a Leg uit wat de vier meest voorkomende atoomsoorten in zeewater zijn.

In zeewater komen van nature tientallen verschillende atoomsoorten voor. De atoomsoort die in de laagste concentratie in zeewater voorkomt, is goud.

b De concentratie goudatomen in zeewater is 4 kg per km^3(!) zeewater. Reken deze concentratie om in kilogram per liter.

c Gegeven is dat de massa van één goudatoom $3{,}3 \cdot 10^{-25}$ kg is. Reken met deze gegevens uit hoeveel goudatomen in één liter water zitten. Kun je dit getal uitspreken?

d Waarom bestaan er geen bedrijven die goud uit zeewater halen?

atoomsoort	massapercentage
zuurstof	46,6
silicium	27,7
aluminium	8,0
ijzer	5,0

6.37 De samenstelling van de aardkorst

Je kunt nu

- uitleggen hoeveel water als drinkwater beschikbaar is van de totale hoeveelheid water op aarde;
- de bijzondere eigenschappen van water (soortelijke warmte, dichtheid, kookpunt, zuurgraad) noemen en de gevolgen ervan toelichten;
- uitleggen wat wordt verstaan onder de pH van een oplossing en toelichten hoe je een pH kunt meten.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

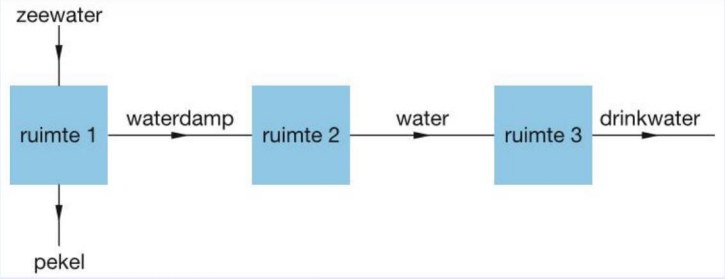
Oefenopdrachten

1 Met behulp van welke scheidingsmethode kun je:
a een vaste stof uit een suspensie halen?
b een vaste stof uit een mengsel van vaste stoffen halen?
c een smaakstof uit een oplossing halen?
d twee vloeistoffen van elkaar scheiden?

2 Je wilt een mengsel van twee stoffen, A en B scheiden door middel van papierchromatografie. Stof A lost beter op in de loopvloeistof dan stof B. Stof B hecht zich beter aan het papier dan stof A.
a Leg uit welke stof hoger in het chromatogram komt.

Je kunt de hoogte van een vlek in de chromatografie aangeven met de Rf-waarde.
b Wat versta je in de chromatografie onder de Rf-waarde?
c Tussen welke twee getallen moet de Rf-waarde altijd in zitten?

N 3 **Drinkwater op zee**
Aan boord van zeeschepen wordt drinkwater uit zeewater gemaakt (figuur 6.39). In het blokschema in figuur 6.38 is dit proces schematisch weergegeven.



6.38

Zeewater wordt in ruimte 1 gepompt en daar verwarmd, zodat een gedeelte van het zeewater verdampt. De overgebleven oplossing, de zogenoemde pekel, wordt terug in zee gepompt. De waterdamp condenseert in ruimte 2.
a Met welk begrip kun je de processen weergeven die in de ruimtes 1 en 2 plaatsvinden?
A adsorberen
B destilleren
C extraheren
D filtreren

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

b Welke bewering over de concentratie van de opgeloste stoffen in de pekel en in het ingepompte zeewater is juist?

A De concentratie van de opgeloste stoffen is in de pekel kleiner dan de concentratie in het zeewater.

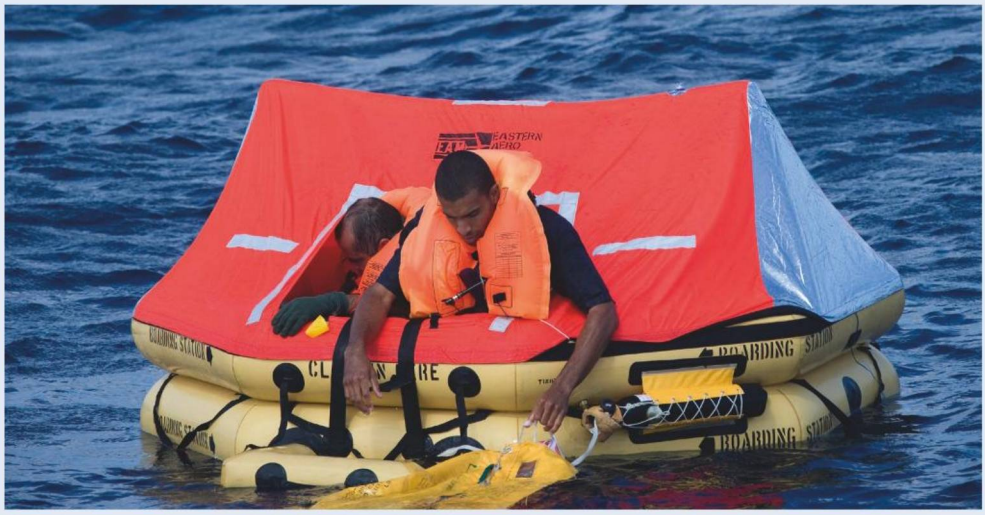
B De concentratie van de opgeloste stoffen is in de pekel gelijk aan de concentratie in het zeewater.

C De concentratie van de opgeloste stoffen is in de pekel groter dan de concentratie in het zeewater.

Om de kwaliteit te verbeteren laat men het water in ruimte 3 door fijngemalen kalksteen stromen. Daardoor lost er een heel klein beetje calciumcarbonaat uit de kalksteen in het water op. Zo verkrijgt men drinkwater met een goede smaak.

c Leg uit of het drinkwater dat uit ruimte 3 komt minder of meer kalk bevat dan het water dat vanuit ruimte 2 in ruimte 3 stroomt.

Naar: CE nask2 2008-I.



6.39 Ook een reddingsvlot van de marine is uitgerust met een kleine installatie om drinkwater uit zeewater te maken.

4 **Geurvreters**

Zweet bevat allerlei stoffen die bacteriën kunnen omzetten in stoffen met een sterke geur. Eén van die stoffen is boterzuur.

a Welke fase moet boterzuur hebben om het te kunnen ruiken?



6.40 Kennelijk geen geurvreters op voorraad

Er bestaan speciale zooltjes om in schoenen te leggen. Deze zooltjes bevatten actieve kool. De actieve kool bindt de stoffen die zweetgeur veroorzaken. Deze zooltjes worden daarom ook wel 'geurvreters' genoemd (zie figuur 6.40).

b Hoe heet het proces waarbij de zweetgeur wordt gebonden?

Nu is er een nieuw soort 'geurvreter' ontwikkeld. Deze 'geurvreter' kun je als kleine vloeistofdruppeltjes met een verstuiver op bijvoorbeeld kleding spuiten. De werkzame stof in dit nieuwe middel bestaat uit ringvormige suikermoleculen. Daarbij wordt glucose als beginstof gebruikt. Bij de vorming van één ringvormig suikermolecuul worden zes glucosemoleculen aan elkaar gekoppeld. Daarbij ontstaat ook water:

$$6\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{36}H_yO_z + 6\ H_2O$$

c Hoe groot zijn y en z in $C_{36}H_yO_z$?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

In een artikel over de werking van dit nieuwe middel staat het volgende.
Een ringvormig suikermolecuul (afgekort: RS) neemt een boterzuurmolecuul (afgekort: B) op in de ring. Daarbij ontstaat een verbinding die je met de afkorting RSB kunt aanduiden. Als het oplosmiddel (water) is verdampt, kan de verbinding RSB van de kleding worden geborsteld.

d Welke van de onderstaande vergelijkingen geeft het proces dat optreedt bij het verdampen van het water in de behandelde kleding het beste weer?

A RSB (aq) → RSB (g)
B RSB (aq) → RSB (s)
C RSB (l) → RSB (g)
D RSB (l) → RSB (s)

Naar: CE nask2 2004-I.

M 5 Rode roos

Uit de bloemblaadjes van een rode roos kan een kleurstof worden gehaald volgens het volgende voorschrift.

Voorschrift

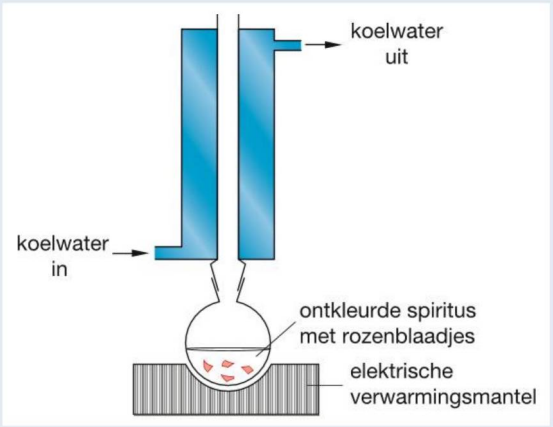
- Doe 50 mL ontkleurde spiritus in een rondbodemkolf (zie figuur 6.42).
- Doe enkele bloemblaadjes van een rode roos in de rondbodemkolf.
- Plaats een koeler op de rondbodemkolf.
- Sluit de koeler aan op de waterleiding.
- Verwarm de vloeistof met een elektrische verwarmingsmantel.
- Laat de vloeistof enige tijd rustig koken tot de vloeistof (zwak)rood is gekleurd.
- Filtreer ten slotte de inhoud van de rondbodemkolf.



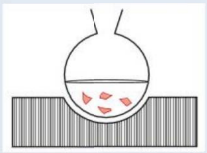
6.41 Ook uit tulpenblaadjes kun je een rode kleurstof halen.

Gebruik bij de beantwoording van de vragen a en b zo nodig het voorschrift. Voor het verwarmen van de vloeistof wordt een elektrische verwarmingsmantel gebruikt en geen brander.

a Geef een reden waarom je bij deze proef niet met een brander mag verwarmen.



6.42



6.43

De proef zou je ook kunnen uitvoeren zonder koeler, zie figuur 6.43.

b Geef aan waarom uitvoering volgens figuur 6.42 beter is dan volgens figuur 6.43.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Timo en Osei maken de roodgekleurde vloeistof volgens het voorschrift. Ze hebben gelezen dat ze de oplossing kunnen gebruiken als indicatoroplossing en ze onderzoeken dit. Ze doen 5 mL (gedestilleerd) water, 5 mL kleurloze azijn en 5 mL ammonia in drie aparte reageerbuisjes. Ze zetten de drie buisjes in een rekje, maar letten daarbij niet op de volgorde. Ze bepalen eerst de pH van de inhoud van de drie buisjes. Daarna voegen ze aan elk buisje enkele druppels van de roodgekleurde vloeistof toe.
Ze noteren hun waarnemingen in de volgende tabel.

	buisje 1	**buisje 2**	**buisje 3**
pH	4	10	7
kleur	rood	groen	rood

c Hoe hebben Timo en Osei de pH van de drie vloeistoffen kunnen vaststellen?
d Neem de onderstaande tabel over in je schrift en zet de volgende namen in het juiste open hokje: *ammonia, azijn, water.*

	buisje 1	**buisje 2**	**buisje 3**
pH	4	10	7
naam	...	...	...

Naar: CE nask2 2008-I

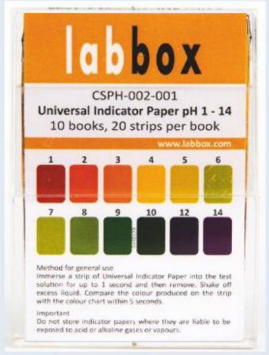
N 6 Ibuprofen

De syntheseroute van ibuprofen ($C_{13}H_{18}O_2$) is een proces dat vier stappen telt.

Syntheseroute

1 Als eerste wordt butylbenzeen ($C_{10}H_{14}$) in een eerste reactor gemengd met ethaanzuuranhydride ($C_4H_6O_3$), met waterstoffluoride (HF) als katalysator. Hieruit ontstaat een stof met de formule $C_{12}H_{16}O$.
2 In een volgende reactor wordt deze stof gescheiden van de katalysator, die wordt hergebruikt in de eerste reactor.
3 In een derde reactor worden waterstof en koolstofmono-oxide toegevoegd, waarbij ibuprofen ontstaat.
4 Het niet-gereageerde waterstof en het koolstofmono-oxide worden in een laatste reactor gescheiden van het vaste ibuprofen en hergebruikt in reactor 3.

a Teken het blokschema van deze syntheseroute.
b Leg uit welke scheidingsmethode(n) geschikt is om het waterstof en het koolstofmono-oxide te scheiden van het ibuprofen.



6.44

7 Onbekende stof

Bij het opruimen van een oplossing moet je rekening houden met de zuurgraad. Zure en basische oplossingen moeten namelijk gescheiden opgeruimd worden. Van een oplossing van een stof waarvan het etiket ontbreekt wordt daarom de zuurgraad bepaald met pH-papier. In figuur 6.44 zie je de verpakking van het pH-papier dat gebruikt wordt.

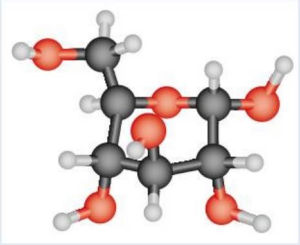
Bij de test kleurt het papier oranjerood.
a Leg uit welke pH de onbekende stof heeft.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Voordat de oplossing van de stof wordt opgeruimd, wordt hij eerst verdund met water. Tijdens het verdunnen ontstaat een discussie. De ene onderzoeker zegt dat de pH nooit boven de 7 kan komen tijdens het verdunnen, de andere onderzoeker zegt dat dit wel kan.
b Leg uit welke onderzoeker gelijk heeft.

M 8 **Bioplastics**
Dagelijks neemt de vraag naar kunststoffen wereldwijd toe. Er zijn zelfs al ideeën om het asfalt op snelwegen te vervangen door 3D-geprinte kunststofwegdekken. Om het milieu te sparen wordt er veel onderzoek gedaan naar biologisch afbreekbare kunststoffen. Tegenwoordig worden veel bioplastics gemaakt uit graan en maïs.
a Noem één voordeel en één nadeel van de bioplastics die hieruit worden gemaakt.


6.45 Model van glucose

Het is tot nu toe nog niet mogelijk om tegen lage kosten bioplastics te produceren uit gft-afval, zoals takken, hooi en gemaaid gras. Toch hebben deze grondstoffen een groot voordeel ten opzichte van bijvoorbeeld graan en maïs.
b Leg uit welk voordeel dit is.

Een mogelijke grondstof voor bioplastics die uit biomassa kan worden gewonnen is glucose. Een glucosemolecuul is afgebeeld in figuur 6.45.
c Geef aan of glucose een monomeer of polymeer is.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van vier keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je één van deze keuzeopdrachten gaan doen.

* 1 **Duurzame energiebronnen**
In deze opdracht onderzoek je duurzame energiebronnen en de mogelijkheid om in de toekomst fossiele brandstoffen te vervangen door duurzame energiebronnen.

M 2 **Membraanfiltratie**
Membraanfiltratie is een scheidingsmethode waarbij onder andere zeewater wordt omgezet in drinkwater. Het grote voordeel van deze techniek is dat het energieverbruik laag is. Wat is het verschil met de scheidingsmethode filtreren?

3 **Productie van aluminium**
Je leert in deze keuzeopdracht iets over de productie van aluminium. Je ontdekt hoe milieuvriendelijk aluminium is en je leert iets over de risico's bij productie en gebruik.

N 4 **Kwaliteit van geneesmiddelen**
Good Manufacturing Practices (goede manier van produceren) of GMP is een systeem dat de kwaliteit van onder andere geneesmiddelen moet waarborgen. In deze opdracht bekijk je hoe dit systeem werkt en wat de voordelen van zo'n waarborgsysteem zijn.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

Adsorptie

Een scheidingsmethode die gebruikmaakt van het verschil in aanhechtingsvermogen van stoffen aan een adsorptiemiddel. Een veelgebruikt **adsorptiemiddel** is actieve kool.

Bioplastics

Bioplastics zijn kunststoffen die worden gemaakt uit biomassa. Een kunststof is een **polymeer**. Dit is een molecuul dat is gemaakt uit een grote hoeveelheid aan elkaar gekoppelde kleine moleculen, de **monomeren**.

Blokschema

Een blokschema is een manier om een syntheseroute overzichtelijk weer te geven. Het schema bestaat uit blokken en pijlen. De blokken geven handelingen weer, zoals chemische reacties en scheidingen. De pijlen geven stofstromen weer.

Duurzaamheid

Duurzaamheid is voldoen aan de behoefte van het heden, zonder de behoeften in de toekomst te beperken. De **groene chemie** is een filosofie, in het leven geroepen om de duurzaamheid van chemische productieprocessen te vergroten.

Eigenschappen van water

Water is een stof met bijzondere eigenschappen. Het heeft een groot oplosvermogen, een hoog kookpunt en een hoge soortelijke warmte. Daarnaast is de dichtheid van de vaste stof kleiner dan de dichtheid van de vloeistof.

Gaschromatografie

Een scheidingsmethode die gebruikmaakt van een verschil in aanhechtingsvermogen aan een **stationaire fase**. De **mobiele fase** is een draaggas dat de stoffen door de kolom transporteert.

Oplosmiddelen

In de chemische industrie is water een veelgebruikt oplosmiddel. Niet elke stof is oplosbaar in water, daarom gebruikt men ook stoffen als alcohol en wasbenzine.

Papierchromatografie

Een scheidingsmethode die gebruikmaakt van het verschil in **aanhechtingsvermogen** van stoffen aan het papier (de stationaire fase) en het verschil in **oplosbaarheid** in de loopvloeistof (de mobiele fase).

Synthese

Als grondstoffen reageren tot een product, noem je dit een synthese. Als er meerdere stappen nodig zijn, noem je dit een **syntheseroute**.

Vloeistof-vloeistofextractie

Een scheidingsmethode die gebruikmaakt van het verschil in oplosbaarheid in twee oplosmiddelen.

Watermanagement

De vraag naar drinkwater neemt toe. Het is daarom belangrijk methodes te bedenken om efficiënter met drinkwater om te gaan en het drinkwater beter te verdelen.

Zuurgraad (pH)

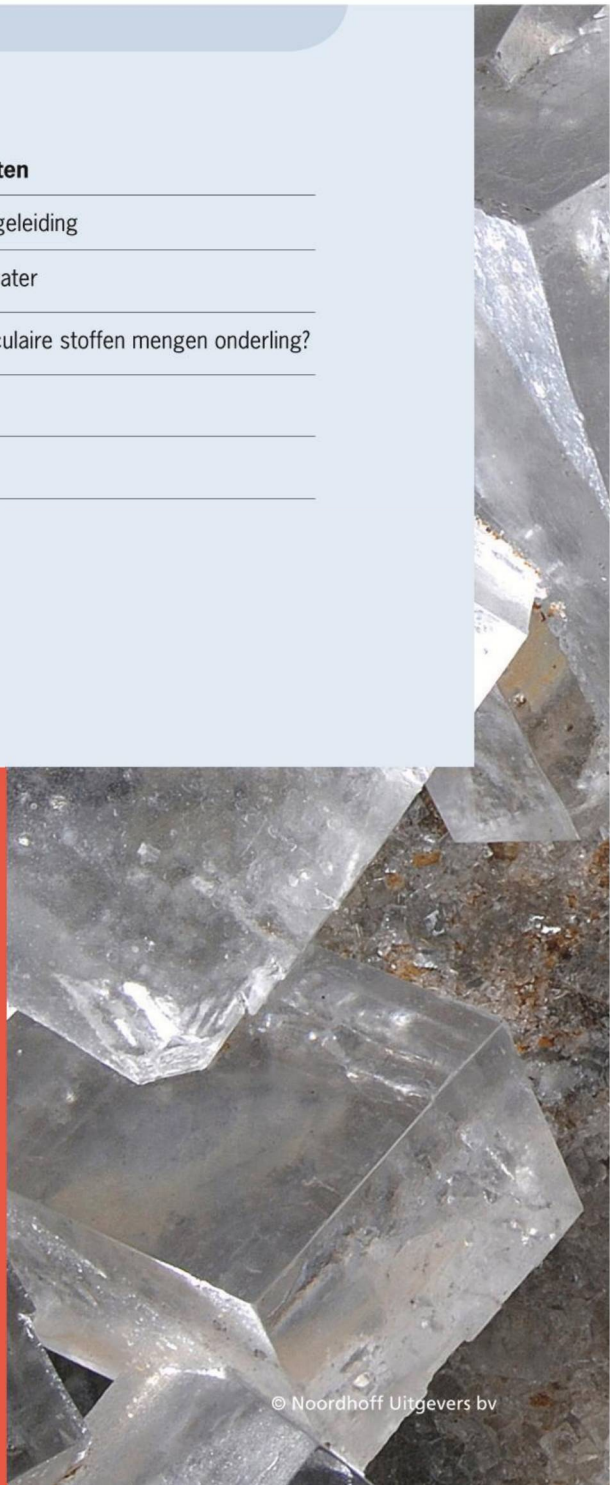
De pH is een getal waarmee je de zuurgraad van een oplossing aangeeft. De pH van een **zure oplossing** is kleiner dan 7, de pH van een **neutrale oplossing** is 7 en de pH van een **basische oplossing** is groter dan 7. Je kunt de pH van een oplossing met universeel indicatorpapier aangeven.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

7 Een indeling van stoffen

Paragrafen		Experimenten	
7.1	Stroomgeleiding	7.1	Elektrische geleiding
7.2	Metalen	7.2	Metalen in water
7.3	Moleculaire stoffen	7.3	Welke moleculaire stoffen mengen onderling?
7.4	Zouten		
	Afsluiting		
	Overzicht begrippen		



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Kristallen

De prachtige kristallen die je hier ziet, zijn van de stof haliet. Haliet bestaat uit zuiver natriumchloride, dat net als keukenzout de formule NaCl heeft en hoort bij de groep van stoffen die zouten worden genoemd.

7

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Elektrische geleiding
Geleiden van stroom is een belangrijk verschijnsel. Supergeleiding kon weleens gaan zorgen voor supersnelle treinen. In Japan wordt deze trein al getest: hij haalde in 2015 een snelheid van 603 km per uur. Ook in de scheikunde speelt geleiding een rol.



Je leert
- dat je stoffen kunt indelen op basis van het verschil in geleidingsvermogen.

7.1 Stroomgeleiding

Geleiding
Er zijn miljoenen verschillende stoffen op de wereld. De meeste van die stoffen komen in mengsels voor. Mengsels kun je scheiden in hun componenten door gebruik te maken van verschillen in stofeigenschappen. De zuivere stoffen die je dan krijgt kun je weer onderverdelen in verbindingen en elementen. De verbindingen kun je ontleden in (uiteindelijk) elementen. Kijk eens naar de kenniskaart 'Stoffen' achter in het boek.
Er is ook een andere manier om de vele stoffen om je heen in te delen. Hierbij kijk je naar een stofeigenschap, namelijk **elektrisch geleidingsvermogen**.

Een stof geleidt elektrische stroom als *tegelijkertijd* aan *twee voorwaarden* wordt voldaan:
- de stof moet bestaan uit geladen deeltjes;
- de geladen deeltjes moeten vrij kunnen bewegen.

● Experiment 7.1

Als je experiment 7.1 hebt gedaan, heb je drie verschillende stoffen onderzocht: zink, kaarsvet en zinkchloride. Elk van de stoffen wordt in de vaste en in de vloeibare fase onderzocht. Uit de resultaten blijkt dat één van de stoffen in beide fasen stroom geleidt, één van de stoffen in geen van beide fasen stroom geleidt en één van de stoffen uitsluitend in de vloeibare fase. Elk van deze drie stoffen maakt onderdeel uit van een grote groep stoffen die hetzelfde gedrag vertonen. Je bestudeert in dit hoofdstuk de drie verschillende groepen van stoffen en kijkt hoe de eigenschappen van stoffen in een groep met hun bouw samenhangen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Metalen

Zink is een **metaal**. Uit experiment 7.1 blijkt dat een metaal zowel in de vaste als de vloeibare fase stroom geleidt (figuur 7.1). In beide fasen moeten dus geladen deeltjes voorkomen die vrij kunnen bewegen. Welke deeltjes dat zijn is het onderwerp van de volgende paragraaf.

Moleculaire stoffen

Kaarsvet is een **moleculaire stof** met de formule $C_{18}H_{36}O_2$. In de formule zie je alleen atomen van niet-metalen. Uit je waarnemingen bij experiment 7.1 kun je afleiden dat de stof kaarsvet in geen van beide fasen stroom geleidt. Dan komen in geen van beide fasen dus geladen deeltjes voor (figuur 7.2). In paragraaf 7.3 komen moleculaire stoffen uitgebreid aan de orde.

Zouten

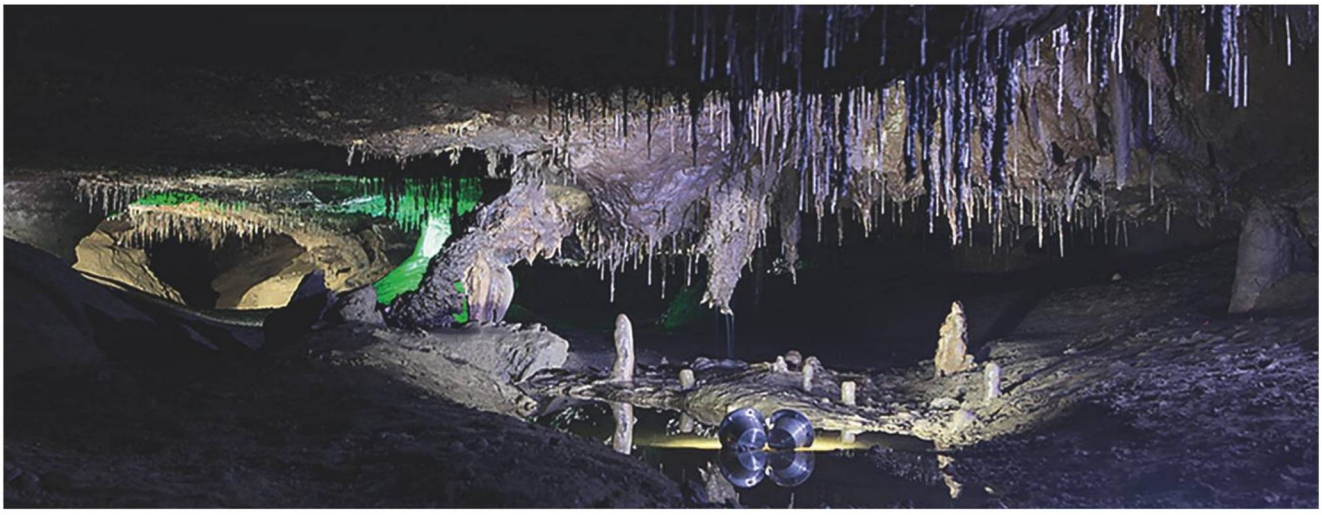
Zinkchloride, $ZnCl_2$, hoort tot een groep stoffen die je **zouten** noemt (figuur 7.3). In de formule zie je een symbool van een metaal en een niet-metaal. Kenmerkend voor zouten is dat ze in de vaste fase geen stroom kunnen geleiden, maar in de vloeibare fase wel. Zouten bestaan wel uit geladen deeltjes, maar die kunnen niet altijd vrij bewegen. In paragraaf 7.4 leer je hoe dat komt.



7.1 Als je schrikdraad aanraakt, krijg je een elektrische schok.



7.2 Het materiaal van de isolatoren geleidt de stroom niet.



7.3 In Crag cave, in Ierland kun je mooie uitgekristalliseerde zouten vinden.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Niet alle zouten zijn eetbaar

Gevaar van zouten

Bij de naam zouten denk je waarschijnlijk aan keukenzout. Hoewel er bij gebruik van te veel keukenzout wordt gewaarschuwd voor het gevaar voor de gezondheid, is het zeker niet giftig te noemen. Je noemt een stof een vergif als een kleine hoeveelheid van de stof schadelijk voor de gezondheid is. Het zout zinkchloride, dat je in experiment 7.1 bent tegengekomen wordt in de batterijenindustrie gebruikt en, in een lage dosering, in een gorgeldrank tegen keelpijn. Bij een hogere dosis is het een gevaarlijke stof, zoals blijkt uit het artikeltje hieronder.

DIEPENBEEK – De Diepenbeekse Kathleen Steegmans daagt Coca-Cola Belgium voor de burgerlijke rechtbank. Ze kreeg bij het drinken van een ogenschijnlijk veilig flesje Chaudfontaine de levensgevaarlijke stof zinkchloride binnen.

Kathleens leven is sinds 4 januari 2013 drastisch veranderd. De toen zwangere vrouw verloor haar maag en gal, maar haar baby is gered. Donderdag komt de zaak in Hasselt voor. Al twee jaar leeft Kathleen noodgedwongen op een heel andere manier. Ze was 24 weken zwanger van een tweede baby en verbleef met haar gezin vanwege een verbouwing enkele dagen bij haar ouders. Ze haalde die vrijdagochtend een flesje water uit de kast en ging naar haar werk. Rond 16.30 uur nam ze een kleine slok.

'Ik proefde dadelijk dat er wat fout was. Meteen heb ik alles uitgespuwd en ben ik mijn mond gaan spoelen, maar ik bleef overgeven. Ik ben op de grond beland. Mijn baas heeft me onmiddellijk naar de spoeddienst van het ziekenhuis in Genk gebracht, waar de dokters klaarstonden om me te behandelen', zucht Kathleen.
Bron: HLN.be-nieuws



7.4 Productie van frisdranken

Hoe het zinkchloride in het flesje Chaudfontaine terecht is gekomen, is moeilijk te achterhalen. De fabriek is aansprakelijk gesteld, maar gaat in hoger beroep.
Ging het tijdens het productieproces in de fabriek mis? Of in de supermarkt? Of in het huis van de ouders? Zeker is dat het bewaren van een giftige vloeistof in een flesje dat voor consumptie is bedoeld niet verstandig is.



7.5 Zuiver bronwater?

Samenvatting

- Een stof geleidt elektrische stroom als deze uit geladen deeltjes bestaat die vrij kunnen bewegen.
- Metalen geleiden zowel in vaste als in vloeibare toestand.
- Moleculaire stoffen geleiden nooit.
- Zouten geleiden niet in vaste, maar wel in vloeibare toestand.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

7.1 Elektrische geleiding

Wat je nodig hebt
- V-vormige buis van hittebestendig glas met koperelektroden óf een hittebestendige reageerbuis met twee koperelektroden, ieder in een glasbuisje
- stroomkring met batterij en lampje
- brander met onderplaat
- statiefmateriaal
- drie hittebestendige reageerbuizen
- zink
- zinkchloride
- kaarsvet

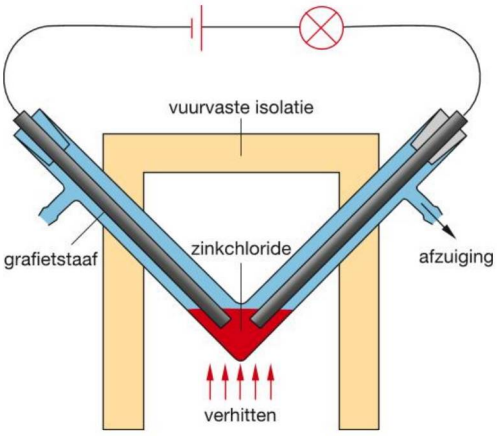
Inleiding
Bij dit experiment meet je het geleidingsvermogen van drie stoffen. Je onderzoekt het geleidingsvermogen van zink, van zinkchloride en van kaarsvet. Je meet de stroomgeleiding in de vaste fase en in de vloeibare fase.

Uitvoering
Noteer bij elk onderdeel of het lampje brandt.

1 Maak een stroomkring met batterij en lampje en sluit hierop de elektroden aan.
2 Plaats de elektroden in de V-vormige buis (of de hittebestendige reageerbuis) waarin een centimeter vast zinkchloride zit. De uiteinden van de elektroden steken in het zout en raken elkaar niet, figuur 7.6.
3 Verwarm de zinkchloride met een zacht ruisende vlam. Stop met verwarmen als het zout is gesmolten.
4 Maak de elektroden schoon en herhaal onderdeel 2 t/m 4 voor zink en voor kaarsvet.

Waarnemingen
a Verwerk je waarnemingen in een tabel.
b Bij welke temperatuur smelt zinkchloride?

Conclusie
1 Je hebt in deze proef drie stoffen onderzocht, die alle drie tot een bepaalde groep van stoffen behoren, namelijk een zout, een metaal en een moleculaire stof. Beschrijf van elke groep stoffen het geleidingsvermogen.
2 Zoek de smeltpunten van zink en kaarsvet op.
3 Wat kun je zeggen over de bewegende deeltjes in de drie groepen stoffen?



7.6 Opstelling om stroomgeleiding te meten

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Als je op macroniveau naar stoffen kijkt, ben je bezig met het kijken naar de eigenschappen van een stof. Je kunt die eigenschappen met je zintuigen waarnemen.

a Hoe kun je experimenteel, dus op macroniveau, vaststellen of een stof een mengsel of een zuivere stof is?

Als je op microniveau naar stoffen kijkt, ben je bezig met de bouwstenen van de stof. Je maakt een model van de moleculen en atomen waar een stof uit bestaat.

b Leg op microniveau het verschil uit tussen een mengsel en een zuivere stof.

c Wat is op microniveau het verschil tussen een verbinding en een element?

B 2

Zinkchloride heeft de formule $ZnCl_2$. Het is een goed oplosbare stof met een smeltpunt van 290 °C en een kookpunt van 732 °C. Op de verpakking vind je de volgende gevarentekens:



7.7 Gevarentekens zinkchloride

Kijk goed naar de gegevens over zinkchloride en beantwoord de volgende vragen.

a Tot welke groep stoffen hoort zinkchloride?

b Leg uit op macroniveau hoe je tot je antwoord bij a komt.

c Wat is de betekenis van de drie gevarentekens die je op verpakkingen met zinkchloride aantreft?

d Wat is de bedoeling van H-zinnen?

e Zoek op welke H-zinnen betrekking hebben op de stof zinkchloride.

f Wat is de bedoeling van P-zinnen?

g Zoek op welke P-zinnen betrekking hebben op de stof zinkchloride.

B 3

Liam heeft met de opstelling van experiment 7.1 verschillende stoffen onderzocht. Van de resultaten maakte hij het volgende, niet-volledige, overzichtje:

stofnaam	formule	geleiding elektrische stroom in:		groep van stoffen
		fase (s)	fase (l)	
water	...	–	–	
kaliumnitraat	KNO_3	–	+	
...	Ag	+	+	
paraffine	$C_{24}H_{50}$	–	–	
jood	...	–	–	
koper	...	+	+	
keukenzout	NaCl	–	+	
...	CO_2	–	–	
...	CH_4	–	–	
tin	...	+	+	
...	C_2H_5OH	–	–	
aluminiumoxide	Al_2O_3	–	+	
ammoniak	...	–	–	
...	Ba	+	+	

a Neem de tabel over en vul de ontbrekende namen en formules in.

b Bepaal op grond van het geleidingsvermogen voor elke stof tot welke groep stoffen deze behoort.

Je kunt nu

- uitleggen dat je stoffen in drie groepen kunt indelen op grond van verschil in geleidingsvermogen;
- de indeling in metalen, moleculaire stoffen en zouten toelichten.

© Noordhoff Uitgevers bv

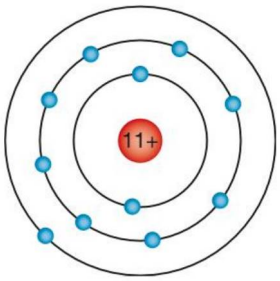
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Metalen
In de bouw worden metalen veel toegepast. Je kent vast de toepassing van aluminium en roestvrij staal. Het Guggenheim Museum in Bilbao met zijn prachtige constructie van titanium, is een bijzondere toepassing van metalen in de bouw.

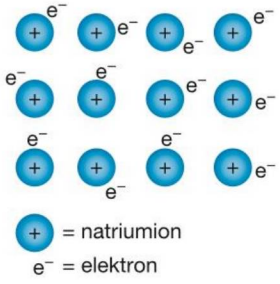


Je leert
- eigenschappen van metalen (en mengsels van metalen) op macroniveau uitleggen met behulp van de deeltjes van het microniveau.

7.2 Metalen



7.8 Atoommodel van Bohr voor natrium



7.9 Het metaalrooster van natrium

Kenmerken van metalen
In hoofdstuk 3 zijn de stoffen waarvan de kleinste deeltjes atomen zijn elementen genoemd. Er zijn ruim 70 elementen die tot de **metalen** worden gerekend, dus ook ruim 70 stoffen die je metalen noemt. Een aantal metalen ken je al uit het dagelijks leven of je hebt er in hoofdstuk 3 mee kennisgemaakt.

Metalen hebben een aantal gemeenschappelijke kenmerken, ze:
- hebben in hun zuivere vorm een glimmend oppervlak;
- geleiden warmte en elektrische stroom;
- kunnen worden vervormd, vooral als ze heet zijn;
- kunnen in gesmolten toestand worden gemengd met andere metalen.

Als je bekijkt hoe een metaal is opgebouwd, dan begrijp je die kenmerken beter. De metaalatomen zijn regelmatig gerangschikt in een rooster, je noemt dat bij de metalen een **metaalrooster**. In figuur 7.8 zie je een atoommodel van Bohr voor een natriumatoom. Het elektron in de buitenste schil noem je het valentie-elektron. Een metaalatoom kan één of twee elektronen uit de buitenste schil loslaten en dan positief worden geladen. Zo'n positief geladen atoom heet een **ion**. Een metaalrooster ontstaat doordat de positieve metaal-ionen in een vast patroon zijn gerangschikt. De vrije valentie-elektronen bewegen langs die positieve ionen. Hierdoor ontstaat een aantrekkingskracht tussen de positief en de negatief geladen deeltjes. De binding tussen de metaalionen en de vrij bewegende elektronen heet de **metaalbinding**. In figuur 7.9 zie je een model van het metaalrooster van natrium.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

In vaste toestand zijn er in het metaal vrij bewegende negatief geladen elektronen, dus het metaal kan elektrische stroom geleiden. In vloeibare toestand zijn de positieve metaalatomen niet meer gerangschikt in een rooster, maar bewegen ze zich door de vloeistof. Er zijn dan naast negatief geladen elektronen ook positief geladen metaalionen die kunnen bewegen. Ook dan is er stroomgeleiding.

● Experiment 7.2

Een metaal is vervormbaar, zoals je kunt zien in figuur 7.10 en 7.11. Het op maat maken van ijzer door het te vervormen gaat beter bij hogere temperatuur.

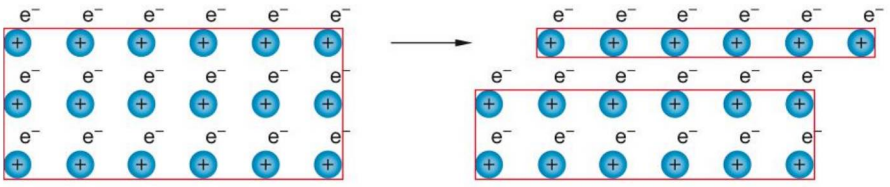


7.10 Je moet het ijzer smeden als het heet is, zoals hier dit muuranker.



7.11 De Egyptische dodenmaskers werden gemaakt uit zuiver goud. Dat werd gedaan door het metaal te hameren op een houten mal met de gelijkenis van de overledene.

Hoe dat er op microniveau uitziet, is weergegeven in figuur 7.12. In het rooster kunnen in de vaste toestand (bij enig verwarmen) de positieve ionen langs elkaar bewegen, waarbij het patroon nauwelijks verandert. Er blijft een aantrekkingskracht tussen positieve en negatieve deeltjes in stand, dus het metaal kan worden vervormd en breekt niet. De metaalbinding is een sterke binding. De buigzaamheid van een metaal kun je zo nog niet goed uitleggen, maar daar leer je in de bovenbouw meer over.



7.12 Het metaalrooster van natrium

Verschillen tussen metalen

Naast eigenschappen die metalen gemeenschappelijk hebben, zijn er ook belangrijke verschillen tussen metalen. Je kunt metalen verdelen in lichte metalen en zware metalen. Je let dan op verschil in dichtheid. Lichte metalen worden veel toegepast in de luchtvaart, maar ook in de bouw. Je kunt dan denken aan magnesium, aluminium en titanium, zoals bij het Guggenheim Museum. Verreweg de meeste metalen behoren tot de zware metalen. Een aantal zware metalen is giftig. Verbindingen waarin bijvoorbeeld de atoomsoorten cadmium, kwik, thallium en lood voorkomen zijn heel erg giftig.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Doordat vroeger in de chemische industrie niet altijd even goed met reactieafval werd omgegaan zijn de bodem en het grondwater soms verontreinigd geraakt. Als dat zo is, geeft dat een groot milieuprobleem.
In paragraaf 3.2 heb je gezien dat een belangrijk onderscheid tussen metalen hun verschil in edelheid is. Daaronder versta je de mate waarin een metaal gevoelig is voor **corrosie**. Corrosie is een ingewikkeld proces waarbij metalen met stoffen uit de omgeving reageren, zoals water en zuurstof. Bij ijzer spreek je dan ook wel van roesten.
Op grond van de verschillen in corrosiegevoeligheid onderscheid je **edele** metalen, **half-edele** metalen, **onedele** metalen en **zeer onedele** metalen.

Legeringen

Je weet al dat je de eigenschappen van een metaal kunt veranderen door het metaal samen te smelten met een ander metaal. Er ontstaat dan een **legering**. Een legering is een afgekoeld mengsel van samengesmolten metalen.
In het volgende overzicht vind je gegevens over een aantal veelgebruikte legeringen.



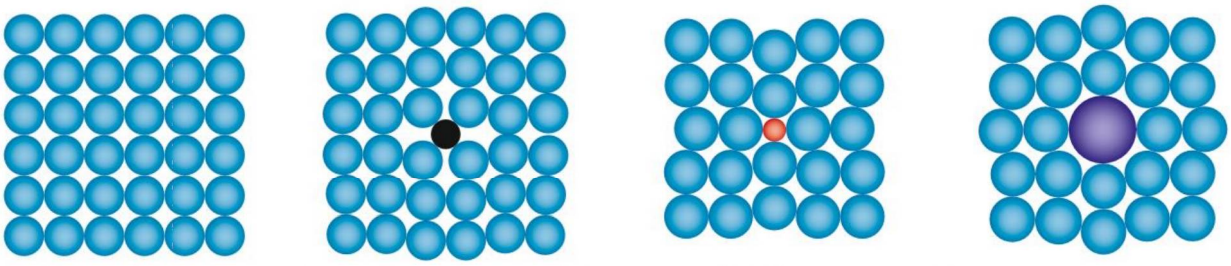
7.13 In Rijswijk staan deze twee pinguïns met jong, een bronzen beeld van Gerard van Remmen. Brons is goed bestand tegen weersinvloeden.

legering	samenstellende metalen	toepassing
messing	koper en zink	geel koper: bouten, moeren, nippels, solderen (hard)
brons	koper en tin	kunstvoorwerpen, gereedschappen
soldeer	tin en lood	solderen (zacht)
zilveramalgaam*	zilver en kwik	vullingen in de tandheelkunde
duraluminium	aluminium en koper	vliegtuigbouw, motorfietsen
roestvast staal	ijzer en chroom (of nikkel)	bouw, huishoudelijke artikelen

*Een legering waarin kwik voorkomt heet een **amalgaam**.

Hoe zuiverder een metaal is, des te gemakkelijker kan het worden vervormd. Een legering heeft vaak heel andere eigenschappen dan de afzonderlijke metalen. De corrosiegevoeligheid of het smeltpunt kan veranderen (zie figuur 7.13).
- Staal wordt roestvast door het te legeren met nikkel of chroom.
- Een legering van bismut, cadmium, zink en tin kan dienstdoen als smeltzekering in een brandblusinstallatie (het smeltpunt is ongeveer 68 °C).

In figuur 7.14 zie je op microniveau hoe het metaalrooster vervormt als je een groter of een kleiner atoom inbouwt. De verhouding waarin grotere en kleinere atomen in het rooster voorkomen is van invloed op de eigenschappen van de legering. In brons, dat voor 90% uit koper en voor 10% uit tin bestaat, zijn de tinatomen groter dan de koperatomen. De koperatomen schuiven nu niet zo gemakkelijk meer langs elkaar: het metaal wordt hierdoor harder. Door te kijken naar de bouw van het rooster kun je de eigenschappen van een stof vaak beter verklaren.



7.14 Een model van het metaalrooster dat wordt vervormd door de aanwezigheid van grotere of kleinere atomen

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Je kunt op eenzelfde manier ook atomen van een niet-metaal inbouwen. Zo kun je ijzer harder maken door er koolstof aan toe te voegen. De koolstofatomen vervormen het metaalrooster van ijzer. De ijzeratomen kunnen niet meer zo gemakkelijk verschuiven en daardoor is het ijzer niet meer buigzaam. Als er weinig koolstof is ingebouwd, spreek je van **staal**, dat is veel harder dan ijzer maar nog niet breekbaar. Is het percentage koolstof hoog, dan praten we over **gietijzer**, een materiaal dat heel hard is en wel gemakkelijk breekt.

Een zwaard van Valyriaans staal

De tv-serie Game of Thrones is gebaseerd op de boekenreeks Het Lied van IJs en Vuur van de Amerikaanse schrijver George Martin. De verhalen spelen zich af in een mythische wereld, vooral in de Zeven Koninkrijken op het westelijke continent Westeros. Sommige zwaarden in Westeros zijn gemaakt van Valyriaans staal (figuur 7.15). De samenstelling van dit supersterke, scherpe, lichte en hittebestendig staal, dat gesmeed zou zijn in drakenvuur, blijft in de boeken een mysterie vanwege de ondergang van Valyria. Na de ondergang was het niet meer mogelijk om nieuwe zwaarden van Valyriaans staal te maken.

Om de eigenschappen van Valyriaans staal te krijgen kan dit natuurlijk geen gewoon staal zijn, maar moet het een bijzondere legering zijn. Een legering van ijzer, koolstof, silicium en mangaan geeft een heel scherp zwaard, maar dat zou niet hittebestendig zijn. De eigenschappen van zogenaamd 'luchtgehard staal', een legering van ijzer met de elementen koolstof, vanadium, nikkel, molybdeen, mangaan en chroom, komen beter in de buurt. De staallegering die echter het meest in de richting komt is damaststaal, een Indisch staal uit de middeleeuwen, maar ook hiervan is de samenstelling verloren gegaan.

Een andere mogelijkheid is een super hightech materiaal, waarin op microniveau het metaal titanium is samengesmeed met het zeer harde siliciumcarbide, maar dat vereist moderne technieken en die hadden ze in dat mythische Westeros nog niet. Misschien zijn de zwaarden dan toch gesmeed in drakenvuur?
Naar: C2W



7.15 Een zwaard van Valyriaans staal gesmeed in drakenvuur

Samenvatting

- Metalen zijn elementen met een glimmend oppervlak, die warmte en elektrische stroom kunnen geleiden, vervormd kunnen worden en legeringen kunnen vormen.
- Metalen vormen een metaalrooster: positief geladen metaalionen in een vast rooster, met daartussen vrij bewegende negatieve elektronen.
- Op grond van verschil in corrosiegevoeligheid kun je metalen onderverdelen in edele, halfedele, onedele en zeer onedele metalen.
- Je kunt metalen ook onderverdelen in lichte en zware metalen op grond van verschil in dichtheid.
- Een legering is een afgekoeld mengsel van samengesmolten metalen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

7.2 Metalen in water

Wat je nodig hebt
- spuitfles met gedestilleerd water of demiwater
- reageerbuisrekje met vier genummerde reageerbuizen
- stukje koperfolie
- stukje zilver
- stukje calcium
- stukje magnesiumlint
- stukje natrium (als de docent of TOA de proef uitvoert)
- een druppelflesje met een oplossing van fenolftaleïen

Inleiding
In dit experiment zoek je uit hoe verschillende metalen zich in water gedragen. Als hulpstof gebruik je een oplossing van fenolftaleïen. Deze stof wordt roze als het metaal met water reageert.

Uitvoering
1. Doe koperfolie in reageerbuis 1, zilver in buis 2, calcium in buis 3 en magnesiumlint in buis 4.
2. Spuit voorzichtig 1 cm water in elke reageerbuis.
3. Voeg een druppel fenolftaleïen oplossing aan elke reageerbuis toe.
4. Kijk goed wat er gebeurt.
5. Je docent of TOA kan een klein stukje natrium in een bak met water en fenolftaleïen-oplossing doen.

Waarnemingen
Verwerk je waarnemingen in een overzichtelijke tabel. Geef hierin ook aan of de temperatuur van de reageerbuis met inhoud verandert.

Conclusies
Verklaar aan de hand van je waarnemingen welk metaal met water reageert.



7.16 Reparatiewerkzaamheden onder water met een thermische lans. Dat is een ijzeren buis waarin ook magnesiumstaven zitten. Als je zuurstof door de buis blaast, gaat het magnesium branden en daarna ook het ijzer. De temperatuur wordt wel 3500 °C en zo kun je de lans ook onder water gebruiken.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 4

Noem de vier algemene kenmerken van metalen.

A 5

a Leg uit wat het verschil tussen edele metalen en onedele metalen is.
b Geef van beide metaalsoorten twee voorbeelden.

A 6

a Wat zijn 'lichte' en 'zware' metalen?
b Noem twee lichte metalen en zoek van elk een toepassing.

A 7

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

Sommige pannen zijn van duraluminium gemaakt.
b Zoek op wat de samenstelling van duraluminium is.
c Leg uit of je pannen van duraluminium op een magnetische kookplaat kunt gebruiken.

A 8

a Wat is de samenstelling van zilveramalgaam?
b Wat is de samenstelling van messing?
c Wat is de samenstelling van brons?

B 9

Leg met behulp van het metaalrooster van de legering brons uit waardoor brons harder is dan koper.

B 10

a Hoe komt het dat het element goud in de aardkorst voorkomt en het element natrium niet?
b Leg uit of de atoomsoort natrium in de aardkorst voorkomt.

B 11 M

Onderaan deze opgave staan in een tabel 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.

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

B 12 N

De Naicamijn

De Naicamijn in Mexico is een lood-, zink- en zilvermijn. De metaalertsen worden op grote diepte gewonnen. Hiervoor moest er eerst een grote hoeveelheid water worden weggepompt. Daarbij kwam een heel bijzondere grot droog te staan. De grot bleek de grootste kristallen te bevatten die ooit op aarde zijn gevonden, zie figuur 7.17. De kristallen bestaan uit calciumsulfaat-dihydraat. Het grootste kristal was 11 m hoog en had een volume van 24 m^3. Met een dichtheid van $2{,}3 \cdot 10^3$ kg per m^3 is de massa van dit kristal 55 ton.
Naar: nationalgeographic.com



7.17 De reuzenkristallen in de Naicamijn

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Uit de metaalertsen worden metalen verkregen.
In onderstaande tabel staan enkele gegevens van deze metalen. Twee gegevens ontbreken nog.

naam	symbool	atoom-nummer	groep in het periodiek systeem
lood	Pb	82	14
zink	Zn	...	12
zilver	Ag	47	...

a Zoek op welke getallen op de lege plaatsen moeten staan.
b Wat is de benaming voor het water dat uit de grot is gepompt? Is dit grondwater, oppervlaktewater, regenwater of zeewater?

De in de tekst genoemde stof waaruit de kristallen bestaan heet in de volksmond gips. Bij de vorming van de kristallen vindt een toestandsverandering plaats.
c Welke notatie geeft deze verandering juist weer?
A gips (aq) → gips (s)
B gips (l) → gips (s)
C gips (s) → gips (aq)
D gips (s) → gips (l)

In de tekst is een aantal eigenschappen van het grootste kristal genoemd.
d Welke van die eigenschappen is een stofeigenschap?

De kristallen in de grot worden gevormd door de stof calciumsulfaat en water. Dit water noem je kristalwater en het zit opgesloten in het rooster van de stof calciumsulfaat. De verhouding tussen calciumsulfaat $CaSO_4$ en water is 1: 2. De formule van de stof wordt dan genoteerd als $CaSO_4.2H_2O$ en de naam is calciumsulfaatdihydraat.
Deze stof ontstaat uit een oplossing van $CaSO_4$ in water onder invloed van de temperatuur in de grot (58 °C).
De vergelijking van deze reactie is:

$$CaSO_4 + 2\ H_2O \rightarrow CaSO_4.2H_2O$$

e Bereken hoeveel kilogram water aanwezig is in een kristal met een massa van 55 ton (1 ton = 1000 kg). Maak bij je berekening gebruik van de massaverhouding.
Naar: CE vmbo gt 2015-I.

B 13

Leg uit wat op microniveau het verschil is tussen een mengsel van twee metaalpoeders en een legering van die twee metalen.

B 14 N

Messing is een legering van 55% koper en 45% zink. Bereken hoeveel kilogram zink maximaal aanwezig is in een pot die is gemaakt van messing en die een massa heeft van 12,3 kg.

B 15 M

Natriumbrand
Bij een chemisch bedrijf in Groningen is brand ontstaan, nadat iets fout was gegaan met het overladen van natrium vanuit een treinwagon. Honderden kilo's natrium kwamen op de grond terecht en vlogen in brand.
De brandweer bleef op een afstand, nadat zich een aantal explosies had voorgedaan. Op de grond lag zo'n 200 tot 300 kilo vloeibare natrium. Natrium is zeer brandbaar en reageert heftig met water. De brandweer heeft het natrium daarom gecontroleerd laten opbranden.
Naar: Nos.nl



7.18 Een natriumbrand

Natrium heeft een smeltpunt van 98 °C en een kookpunt van 883 °C.
a Bij welk temperatuurgebied is natrium vloeibaar?
b Zoek op welk blusmiddel geschikt is voor het blussen van een natriumbrand.

Natrium is een zilverkleurig metaal dat door elektrolyse uit natriumchloride kan worden verkregen. Natrium reageert gemakkelijk met zuurstof en water. Om deze reden wordt natrium opgeslagen onder een laag olie. Bij de reactie van natrium met water ontstaan waterstofgas en natronloog, een oplossing van NaOH.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

c Welk soort proces is elektrolyse?
d Verklaar dat explosiegevaar ontstaat wanneer een natriumbrand met water wordt geblust.

Naar: CE vmbo 2014-I.

C 16

Valyriaans staal

Lees de tekst in het kader 'Een zwaard van Valyriaans staal' en beantwoord de volgende vragen.

a Leg uit hoe een legering wordt gemaakt.

Een mogelijk legering voor Valyriaans staal zou bestaan uit ijzer, koolstof, silicium en mangaan. Deze legering kan een scherp zwaard leveren. Het wordt gebruikt voor verenstaal.

b Welke eigenschap moet verenstaal hebben wil je er een veer van kunnen maken?
c Waarom is die eigenschap ook van belang bij een zwaard?

Verenstaal bevat 0,6% koolstof.

d Bereken hoeveel gram koolstof een kilogram verenstaal bevat.

Een andere mogelijke legering is luchtgekoeld staal. Dit bevat onder andere het element vanadium. In de natuur komt vanadium voor in de verbinding vanadiniet. De formule van deze verbinding is $Pb_5(VO_4)_3Cl$.

e Bereken het massa-% vanadium in deze verbinding.

Als laatste mogelijkheid wordt een materiaal genoemd dat uit titanium en siliciumcarbide (SiC) bestaat.

f Leg uit of siliciumcarbide een metaalverbinding of een moleculaire stof is.



7.19 Drakenvuur voor het smeden van Valyriaans staal

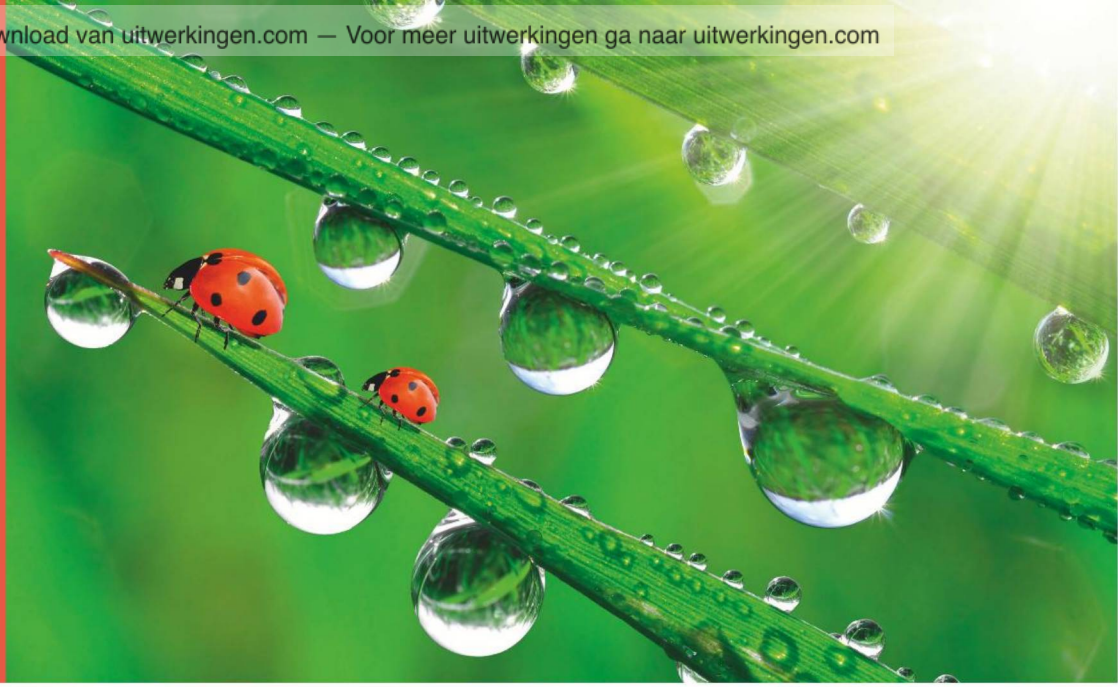
Je kunt nu

- de kenmerken van metalen op macroniveau noemen en aan de hand van het metaalrooster op microniveau toelichten;
- uitleggen wat onder de edelheid van een metaal wordt verstaan;
- het verschil in edelheid van metalen toelichten;
- uitleggen wat een legering is;
- de eigenschappen van een legering op macroniveau toelichten aan de hand van de structuur van het rooster op microniveau.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Waterdruppels
Als het heeft geregend zie je overal mooie ronde waterdruppels hangen. Met de moleculaire stof water heb je al kennisgemaakt. Sommige bijzondere eigenschappen van water, zoals die ronde druppels, leer je in deze paragraaf beter te begrijpen door te kijken naar de bouw van de moleculen.



Je leert
- eigenschappen van moleculaire stoffen op macroniveau uitleggen met behulp van de deeltjes van het microniveau.

7.3 Moleculaire stoffen



7.20 Suikerkristallen, $C_{12}H_{22}O_{11}$. Suiker geleidt in geen enkele fase de elektrische stroom. Het is een moleculaire stof.

Eigenschappen

De meeste stoffen bestaan uit moleculen. Die stoffen noem je **moleculaire stoffen**. Moleculaire stoffen hebben vergeleken met metalen en zouten in het algemeen een laag smeltpunt, een laag kookpunt en geleiden in vaste en vloeibare fase geen stroom.
Je hebt in vorige hoofdstukken al kennisgemaakt met de bijzondere moleculaire stof water. In deze paragraaf leer je meer over moleculaire stoffen en hun bouw. Een aantal eigenschappen van moleculaire stoffen kun je beter begrijpen als je meer van de bouw van moleculen en van de bindingen in en tussen de moleculen van een moleculaire stof weet.

Formules

In paragraaf 1 van dit hoofdstuk heb je het geleidingsvermogen voor elektrische stroom van verschillende groepen stoffen onderzocht en gezien dat moleculaire stoffen geen stroom geleiden. Dat komt doordat er in een moleculaire stof geen geladen deeltjes voorkomen, die vrij bewegen. Als je de formules van de stoffen bekijkt die noch in de vaste, noch in de vloeibare fase stroom geleiden, dan zie je een overeenkomst. In de formules van moleculaire stoffen komen alleen atomen van niet-metalen voor.

Vanderwaalsbinding en kookpunt

De temperatuur waarbij een stof smelt of verdampt, hangt samen met de sterkte van de aantrekkingskrachten tussen de moleculen. Deze aantrekkingskrachten noem je **vanderwaalskrachten**. Deze resulteren in de **vanderwaalsbinding**. De sterkte van de vanderwaalsbinding hangt af van de massa van de moleculen. Hoe groter de massa van de moleculen, des te sterker is de vanderwaalsbinding.

© Noordhoff Uitgevers bv

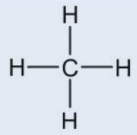
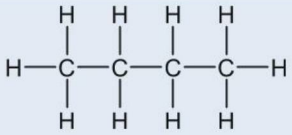
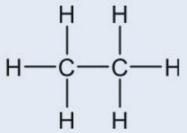
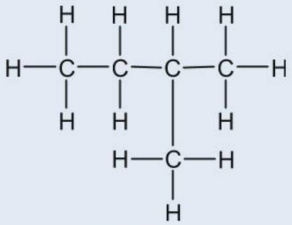
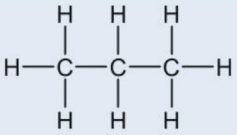
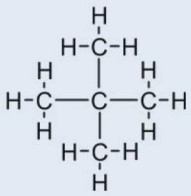
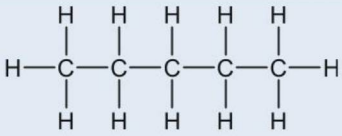
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



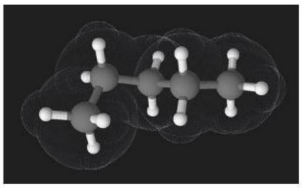
7.21 Knikkers hebben minder raakvlak dan lucifers.

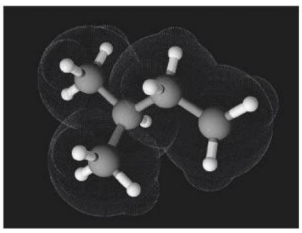
In de tabel van figuur 7.22 kun je dit goed zien. Hier vind je moleculen van een aantal eenvoudige zuivere stoffen die je uit aardolie kunt halen. Als de massa van de moleculen groter wordt, neemt de onderlinge aantrekkingskracht tussen de moleculen toe en wordt het kookpunt van de stof hoger. In figuur 7.22 valt nog iets op: als een molecuul langgerekt is, is het kookpunt hoger dan wanneer het molecuul vertakt is. Vertakte moleculen krijgen een ronde vorm, als knikkers, en hebben daardoor weinig raakvlak. Onvertakte moleculen kun je vergelijken met lucifers: ze kunnen dicht op elkaar zitten, figuur 7.21.

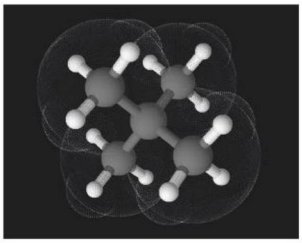
Vanderwaalskrachten zijn sterker als de onderlinge afstand klein is. Hoe groter het contactoppervlak, des te sterker de kracht en des te hoger het kookpunt. Kijk naar de kookpunten van pentaan, methylbutaan en dimethylpentaan (zie ook figuur 7.23).

stof	kookpunt (K)	stof	kookpunt (K)
 methaan	112	 pentaan	309
 ethaan	185	 methylbutaan	301
 propaan	231	 dimethylpropaan	283
 butaan	273		

7.22 Enkele koolwaterstoffen en hun kookpunten







7.23 Moleculmodellen van pentaan, methylbutaan en dimethylpropaan

Atoombinding

Bij de bespreking van het atoommodel van Bohr heb je gezien dat er in de buitenste schil van een atoom een aantal elektronen zit. Die elektronen heten **valentie-elektronen**, ze zijn belangrijk voor de binding tussen de atomen. De niet-metaalatomen kunnen namelijk elektronen delen en ze vormen dan een binding tussen de atomen. Zo'n binding noem je een **atoombinding** of **covalente binding**. Een dergelijke binding bestaat dus uit twee elektronen, een elektronenpaar. Je geeft die bindingen in een molecuultekening door middel van een streepje aan. Niet alle atoomsoorten vormen evenveel van deze bindingen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



7.25 Een insect kan op water lopen

De atoomsoort H bijvoorbeeld kan maar één binding vormen en de atoomsoort C vier. Het aantal bindingen dat een atoomsoort kan vormen is specifiek voor die atoomsoort. Het aantal bindingen dat een atoom kan vormen, noem je ook wel de **covalentie** van een atoom. De covalentie komt overeen met het aantal streepjes dat in een molecuultekening rondom een atoom is getekend. In onderstaande tabel zie je een overzicht van de belangrijkste covalenties. Controleer met deze tabel de covalenties van koolstof en waterstof in figuur 7.22.

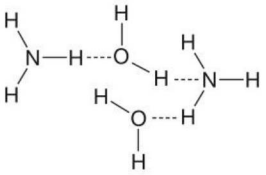
covalentie 1	covalentie 2	covalentie 3	covalentie 4
waterstof = H	zuurstof = O	stikstof = N	koolstof = C
fluor = F	zwavel = S	fosfor = P	
chloor = Cl			
broom = Br			
jood = I			

7.24 Covalenties van enkele atoomsoorten

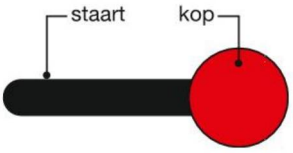
Hydrofiel en hydrofoob

● **Experiment 7.3**

Niet alle moleculaire stoffen zijn onderling mengbaar, zoals je in experiment 7.3 kunt onderzoeken. Stoffen die uit moleculen bestaan en in water kunnen oplossen blijken een overeenkomst te vertonen. In hun moleculen komt minstens één OH-groep of NH-groep voor. Doordat deze OH-groepen en NH-groepen extra bindingen kunnen vormen met de OH-groepen van watermoleculen, kunnen de moleculen van deze stoffen zich goed mengen met de watermoleculen. Zo'n extra binding noem je een **waterstofbrug** of H-brug. Een waterstofbrug vormt zich tussen een H-atoom van een OH- of NH-groep en het O- of N-atoom van een andere OH- of NH-groep. Je geeft een waterstofbrug aan met een stippellijntje, zie figuur 7.26.



7.26 H-bruggen tussen watermoleculen en ammoniakmoleculen



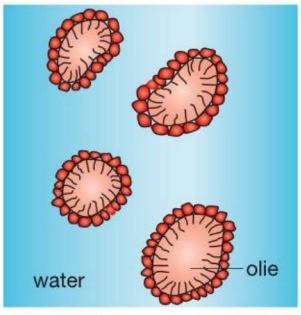
7.27 Model van een emulgatormolecuul

Een stof waarvan de moleculen een OH- of een NH-groep hebben zal dus oplossen in water. Je noemt zo'n stof **hydrofiel**. Dat betekent letterlijk: een stof die van water houdt. De kracht die watermoleculen bij elkaar houdt is groot. Dat blijkt uit het hoge kookpunt van water. Bij kamertemperatuur is het vloeibaar, terwijl methaan, dat een even grote massa heeft, dan een gas is. Bovendien is het oppervlak van water zo 'sterk', dat insecten er met gemak op kunnen lopen, zonder te verdrinken, figuur 7.25.

Als er in de moleculen van een stof geen OH-groep of NH-groep voorkomt, kunnen ze zich niet tussen de watermoleculen voegen. Zo'n stof die niet oplost in water noem je **hydrofoob**. Dat betekent letterlijk dat de stof 'bang is voor water'.

Hydrofiele stoffen lossen in het algemeen op in water, maar niet allemaal even goed. Hydrofobe stoffen zijn slecht oplosbaar in water, maar niet allemaal even slecht. In het algemeen kun je wel zeggen:

- Hydrofiele stoffen mengen onderling goed.
- Hydrofobe stoffen mengen onderling goed.
- Hydrofiele stoffen mengen slecht met hydrofobe stoffen.



7.28 Een olie-in-wateremulsie

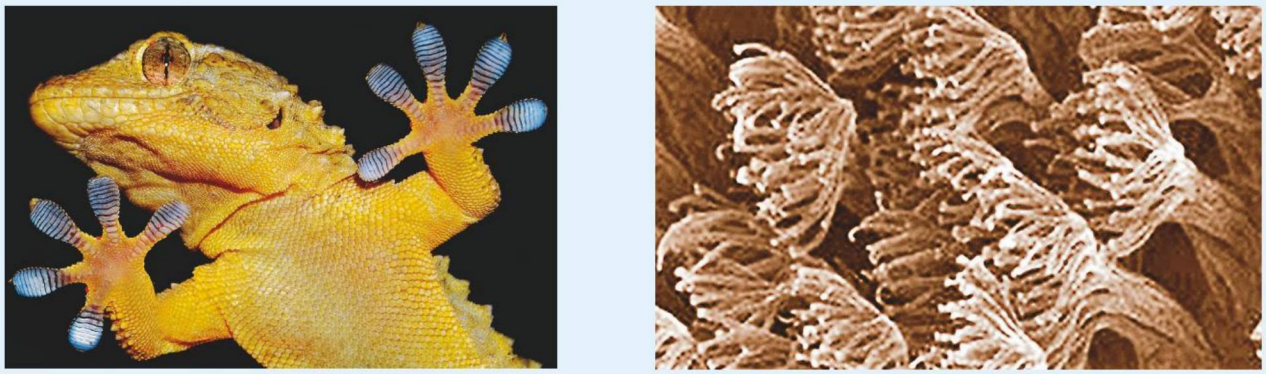
Sommige moleculen hebben een hydrofiele 'kop', bijvoorbeeld een OH-groep, en een hydrofobe 'staart', bijvoorbeeld $-C_5H_{11}$, zie figuur 7.27. Dergelijke moleculen kunnen ervoor zorgen dat een emulsie van water en olie niet direct ontmengt. Ze kunnen werken als **emulgator**, doordat de hydrofiele kop met water kan mengen, terwijl de hydrofobe staart met olie kan mengen. Zie figuur 7.28.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De kleefkracht van een gekkovoetje

Gekko's hebben het wonderbaarlijke vermogen om over muren en plafonds te lopen zonder naar beneden te vallen. De vijftenige voeten van de kleine hagedis zijn bedekt met honderdduizenden microscopische elastische haartjes. Het uiteinde van elk van deze haartjes is weer opgesplitst in vele honderden zogenaamde *spatulas*, die je in figuur 7.29b ziet. Uiteindelijk zijn dat miljoenen vezeltjes met een diameter van ongeveer 10 tot 20 nanometer (10^{-9} m). Het zijn deze miljoenen zeer kleine vezeltjes die de voeten op hun plaats houden, ook al hangt de gekko ondersteboven aan het plafond. Door het enorme aantal vezels zijn de aantrekkende vanderwaalskrachten tussen de moleculen van de vezels en die van het oppervlak zo groot dat de gekko de zwaartekracht kan trotseren.
Hij kan ook weer loskomen door zijn tenen één voor één onder een hoek van dertig graden op te tillen. Op die wijze kan hij de vanderwaalskrachten minimaliseren en overwinnen om verder te lopen.
De enorme kleefkracht van de gekkovoetjes is door wetenschappers onderzocht en deze hebben met de opgedane kennis materialen ontwikkeld die supersterke lijmeigenschappen hebben. Onderzoekers van de universiteit van Massachusetts Amherst hebben een tape ontwikkeld 'Geckskin' genaamd die is gebaseerd op de voetjes van de gekko. Een stukje 'Geckskin' ter grootte van een kaart kun je op een verticale glasplaat kleven en dit is in staat een gewicht van 300 kilo vast te houden zonder los te laten. Het materiaal kan ook zonder lijmresten achter te laten weer worden verwijderd. De onderzoekers hopen dat deze materialen uiteindelijk een toepassing zullen vinden in bijvoorbeeld de ruimtevaart.
Bron: Kennislink en Engineers online



7.29a Een gekko die aan een glazen plaat hangt, in de evenwijdige lamellen op zijn voetjes zitten de haartjes. b Een opname met een speciaal soort microscoop, een elektronenmicroscoop, van de haartjes aan de voetjes van de gekko.

Samenvatting

- In de formule van een moleculaire stof komen alleen symbolen van niet-metalen voor.
- Tussen moleculen van moleculaire stoffen heersen vanderwaalskrachten. De sterkte van de vanderwaalsbinding hangt af van de massa (en de vorm) van de moleculen.
- Een atoombinding kan ontstaan wanneer atomen valentie-elektronen delen.
- De covalentie is het aantal bindingen dat een atoom kan vormen (weergegeven als het aantal streepjes in een molecuultekening).
- Stoffen met OH-groepen of NH-groepen in hun moleculen kunnen onderling een extra binding vormen, de waterstofbrug.
- Stoffen die oplossen in water, noem je hydrofiel. Stoffen die niet oplossen in water noem je hydrofoob.
- Een emulgatormolecuul heeft een hydrofiele kop en een hydrofobe staart.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

7.3 Welke moleculaire stoffen mengen onderling?

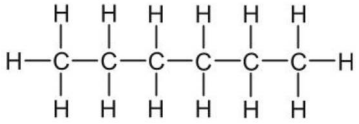
Wat je nodig hebt
- reageerbuizen
- reageerbuisrekje
- stopjes
- gedestilleerd water (spuitfles)
- propaan-1,2,3-triol
- wasbenzine (hexaan)
- 1,1,1-trichloorethaan
- druppelpipetjes

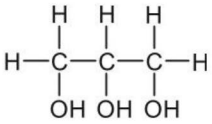
Inleiding
Sommige moleculaire stoffen mengen onderling en andere niet. Je onderzoekt in dit experiment welke van de stoffen water, propaan-1,2,3-triol (figuur 7.30), wasbenzine (hexaan) en 1,1,1-trichloorethaan, mengbaar zijn en welke niet. Je kunt met behulp van de theorie uit deze paragraaf en je waarnemingen afleiden hoe dat komt.
De combinaties met 1,1,1-trichloorethaan worden door de docent of TOA in de zuurkast uitgevoerd.

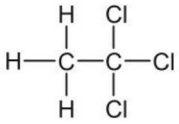
Uitvoering
1 Doe in elke reageerbuis de juiste combinatie van stoffen. Breng van elke stof ongeveer 2 cm in de reageerbuis en gebruik daarbij een druppelpipetje.
2 Doe een stopje op elke buis en schud elke buis voorzichtig met een polsbeweging.
3 Beoordeel na een halve minuut of de stoffen goed zijn gemengd.

Waarnemingen
Maak een overzichtelijke tabel voor alle mogelijke combinaties van de vier stoffen. Verwerk je waarnemingen in deze tabel.

Conclusies:
1 Leg aan de hand van de onderstaande structuurformules uit welke stoffen hydrofiel zijn en welke hydrofoob. Van water ken je de structuurformule al. Als je wasbenzine hebt gebruikt in plaats van hexaan, kun je toch de structuurformule van hexaan gebruiken.


hexaan


propaan-1,2,3-triol


1,1,1-trichloorethaan

2 Welke stoffen zijn hydrofiel? Mengen deze stoffen onderling?
3 Welke stoffen zijn hydrofoob? Mengen deze stoffen onderling?
4 Welke hydrofiele stoffen mengen met de hydrofobe stoffen?



7.30 Propaan-1,2,3-triol staat ook bekend als glycerol. In het Museum voor Natuurlijke Historie in Berlijn staan meer dan een miljoen dieren in potten geprepareerd met onder andere glycerol.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 17

Waardoor ontstaat de vanderwaalsbinding tussen moleculen?

A 18

Een vaste stof of een vloeistof kan oplossen in een oplosmiddel.
Beschrijf wat er gebeurt met de vanderwaalsbindingen in de op te lossen stof en het oplosmiddel.

A 19

Libellen kunnen op water lopen. Leg uit waardoor dat mogelijk is.

A 20

Hoe komt het dat water een relatief hoog kookpunt heeft?

A 21

a Welke eigenschappen moeten de moleculen van een stof hebben om ervoor te zorgen dat de stof in water oplost?
b Wat is een hydrofobe stof?

B 22

Leg uit waarom waterdruppels ronder en steviger zijn dan druppels van veel andere vloeistoffen.

B 23

Kijk nog eens goed naar figuur 7.28. Je ziet daar een tekening van een olie-in-water-emulsie. Teken nu een water-in-olie-emulsie.

B 24 M

Waarom kunnen methaanmoleculen niet goed met watermoleculen mengen?

B 25

Aardgas dat voor het grootste deel bestaat uit methaan en een beetje ethaan, C_2H_6, lost niet op in water. Ammoniak (NH_3) lost uitstekend op in water. Leg uit hoe dat komt.

B 26

Melk is een emulsie. Hoe komt het dat bepaalde giftige stoffen uit het milieu (bijvoorbeeld dioxine) zo goed oplossen in melk?

B 27 N

Waarom mag je niet spreken van de covalentie van natrium?

C 28 N

Algen maken melkzuur

Onderzoekers van de Universiteit van Amsterdam zijn erin geslaagd om algen zo aan te passen dat ze melkzuur ($C_3H_6O_3$) maken. Met behulp van (zon)licht zetten de algen water en koolstofdioxide om tot melkzuur en zuurstof. De algen leven in water waaraan voedingstoffen zoals nitraat zijn toegevoegd. Ze worden in een installatie van doorzichtige buizen gehouden (figuur 7.31). Melkzuur wordt onder meer gebruikt als voedingszuur. De stof wordt dan aangeduid met E270.



7.31 Groene algen in een buisreactor

a Tot welke soort stoffen behoort melkzuur?
Neem de tabel over en kruis aan.

	wel	niet
moleculaire stof		
ontleedbare stof		
zout		

b Geef de vergelijking van de reactie waarbij melkzuur ontstaat (zin 2 van het tekstfragment).

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

c Leg uit of de vorming van melkzuur een fotolyse is. Gebruik in je antwoord een gegeven uit de tekst.
d Geef aan waarom de buizen waarin de algen worden gehouden, doorzichtig zijn.
e Zoek op welke functie melkzuur heeft wanneer het wordt gebruikt onder de aanduiding E270.

Het melkzuur wordt in een aantal stappen uit de vloeistof gehaald. Hiervoor wordt onder andere 'kalkmelk' gebruikt, waardoor calciumlactaat ontstaat. Kalkmelk is een suspensie van calciumhydroxide in water.
f In welke fasen komt calciumhydroxide voor in kalkmelk?
A opgelost en vloeibaar
B vloeibaar en vast
C vast en opgelost

Men verwacht dat algen in de toekomst op een vergelijkbare manier ook bijvoorbeeld alcohol en etheen (C_2H_4) kunnen produceren. Alcohol kan dienen als biobrandstof. Etheen is een grondstof voor plastics.
g Geef de molecuulformule van alcohol.

Het is voordelig om de melkzuurproductie door algen te 'koppelen' aan een bedrijf dat koolstofdioxide als afvalstroom produceert, zoals een steenkolenkrachtcentrale. Hierdoor kan een negatief effect op het milieu worden voorkomen.
h Geef aan om welk milieueffect het gaat en leg uit dat dit door de 'koppeling' kan worden voorkomen.
Naar: CE vmbo 2015-I.

C 29 M

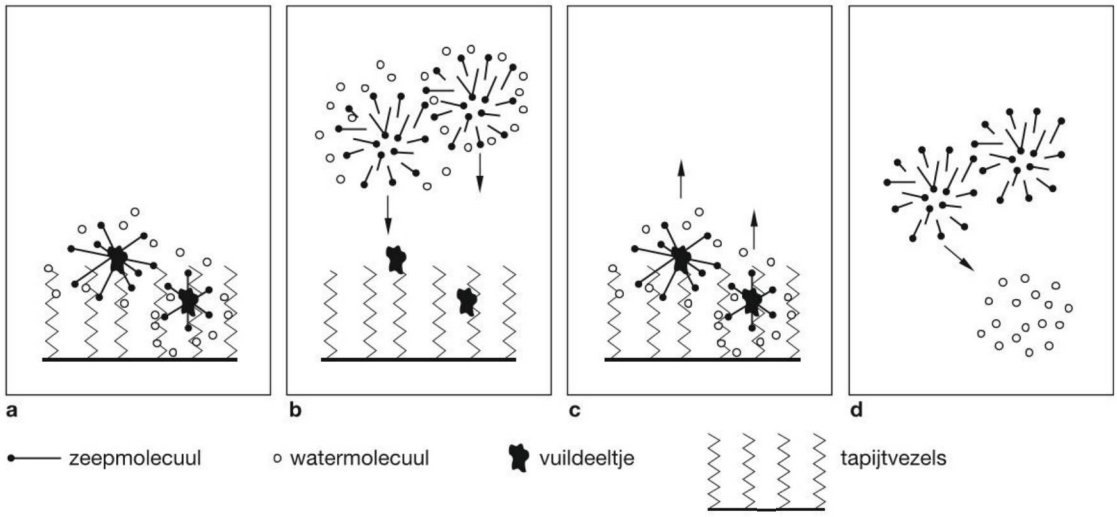
Schoon tapijt
Bij het schoonmaken van tapijt kun je gebruikmaken van 'injectie-extractie'. Bij deze schoonmaakmethode wordt door een reinigingsmachine heet water onder druk in het tapijt gespoten en daarna weer opgezogen. Zo kun je grote hoeveelheden vuil verwijderen.
Naar: www.linospecialist.nl

a Door welk verschil in stofeigenschap is extractie mogelijk?

Behalve als extractiemiddel heeft water ook een andere functie bij het gebruik van injectie-extractie.
b Welke andere functie is dat?

Vuil kan niet altijd alleen met water worden verwijderd. Soms moet je zeep aan het water toevoegen. De afbeeldingen in figuur 7.32 geven weer hoe vuil, dat niet in water oplost, met zeep uit tapijt wordt verwijderd.
De afbeeldingen staan niet in de juiste volgorde.
c In welke volgorde moet je de afbeeldingen plaatsen om het schoonmaakproces juist weer te geven?

Bekijk de legenda bij figuur 7.32 nog eens goed.
d Wat is de functie van zeep bij het verwijderen van het vuil?
e Leg uit of het vuil in deze opgave hydrofiel of hydrofoob is.
Naar: CE vmbo 2014-I.



7.32

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 30

Lees de tekst in het kader 'De kleefkracht van een gekkovoetje' en beantwoord de volgende vragen.
De gekko heeft miljoenen vezeltjes aan zijn voetjes.

a Leg uit waarom de gekko met zo veel vezeltjes aan zijn voeten wel over het plafond kan lopen, maar met een paar honderd vezeltjes niet.

Tussen moleculen komen ook vanderwaalsbindingen voor.

b Leg uit waarom de vanderwaalsbinding tussen octaanmoleculen (C_8H_{18}) groter is dan tussen pentaanmoleculen (C_5H_{12}).

Een luipaardgekko weegt gemiddeld 100 g, figuur 7.33.

c Denk je dat de gekko als hij 60 kg weegt in plaats van 100 g even gemakkelijk over het plafond kan lopen?

Er is ook onderzoek verricht naar een toepassing van de structuur van gekkovoetjes op pleisters. Tijdens operaties hoeven er dan geen inwendige hechtingen aangebracht te worden, maar kun je een biologisch afbreekbare pleister met gekkokleefkracht gebruiken. Daarvoor moet de pleister wel in een natte omgeving werken. Gekkovoetjes blijken een groot deel van hun kleefkracht te verliezen als ze nat worden.

d Bedenk een reden waarom de gekko met natte voetjes niet meer tegen de muur omhoog kan.



7.33 Een luipaardgekko

Je kunt nu

- eigenschappen van moleculaire stoffen noemen;
- moleculaire stoffen aan hun formule herkennen;
- uitleggen dat het kookpunt van een stof, een stofeigenschap (macro), afhangt van de bouw van de moleculen en de sterkte van de vanderwaalsbindingen tussen de moleculen;
- uitleggen wat een atoombinding is;
- uitleggen wanneer er een waterstofbrug kan worden gevormd;
- de begrippen hydrofiel en hydrofoob uitleggen en toepassen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Zouten
In de oceanen zitten grote hoeveelheden zouten opgelost. In de Dode Zee is het zoutgehalte veel hoger dan in de oceaan, zo hoog dat er heel gemakkelijk prachtige zoutkristallen worden gevormd.

Je leert
- eigenschappen van zouten kennen;
- hoe de vorming van ionen tot stand komt;
- hoe zouten in water oplossen.

7.4 Zouten

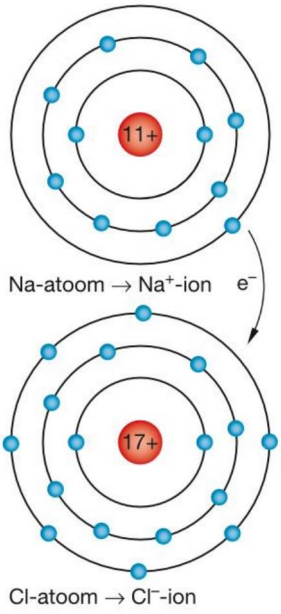
Eigenschappen
Naast keukenzout, dat je al kent, horen veel andere stoffen ook tot de **zouten**. Op een aantal plaatsen op aarde, zoals in Pamukkale in Turkije, komen rotsen voor die spierwit zijn (figuur 7.34). De witte stof waar de rotsen uit bestaan is een zout. De eigenschappen van dit zout, kalk, zijn heel anders dan de eigenschappen van keukenzout. Toch hebben zouten ook een aantal gemeenschappelijke kenmerken. In het algemeen blijkt dat zouten een hoog smeltpunt en een hoog kookpunt hebben.
In paragraaf 7.1 heb je geleerd dat zouten in vaste toestand geen stroom kunnen geleiden, maar in vloeibare toestand wel. Kennelijk bestaat een zout uit geladen deeltjes die in de vaste fase niet kunnen bewegen, maar in de vloeibare fase wel.



7.34 Warme bronnen in Pamukkale

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



7.35 De vorming van een Na^+-ion en een Cl^--ion

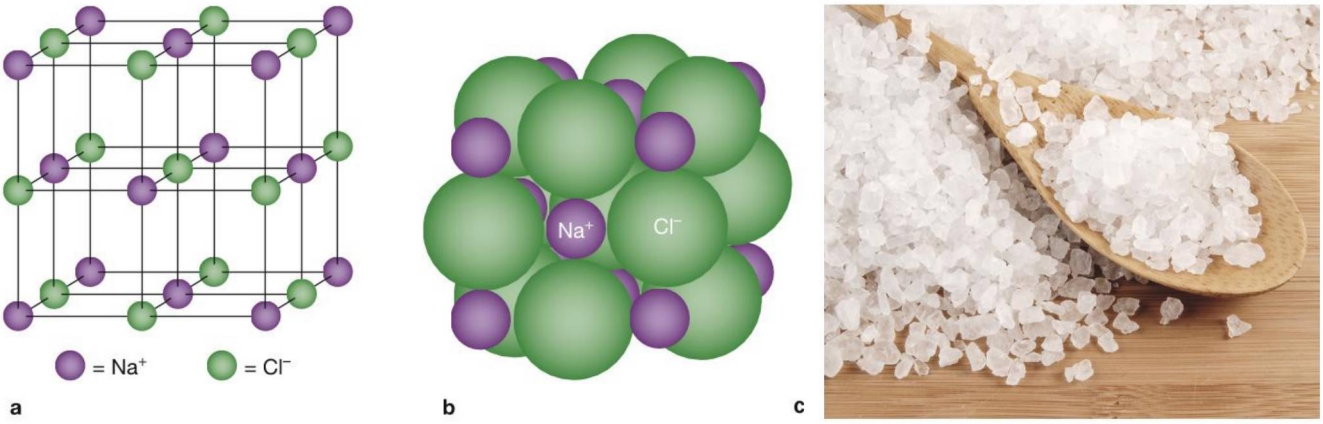
Formules

Als je de formules van zouten met elkaar vergelijkt, dan zie je een belangrijke overeenkomst. In de formule van een zout komen symbolen van metaalatomen en niet-metaalatomen voor.

Ionen

Zouten kunnen in de vloeibare fase stroom geleiden: ze moeten daarom wel uit geladen deeltjes bestaan. Deze geladen deeltjes zijn **ionen**. Zouten zijn opgebouwd uit positieve metaalionen en negatieve niet-metaalionen. Maar hoe worden die ionen dan gevormd?

In figuur 7.35 zie je de bouw van een natriumatoom en een chlooratoom. In de buitenste schil van het natriumatoom zit maar één elektron dat gemakkelijk loskomt van het atoom, zoals je zag bij het metaalrooster in paragraaf 7.2. Een atoom chloor heeft in de buitenste schil ruimte voor een extra elektron. Als je bij natrium nu chloorgas, Cl_2 brengt, zal het chloor elektronen uit het natrium op kunnen nemen. Hierbij ontstaan dan Na^+-ionen en Cl^--ionen. De Na^+- en de Cl^--ionen trekken elkaar sterk aan en rangschikken zich nu in een rooster. Dit rooster noem je een **ionrooster**, zie figuur 7.36. De ionen kunnen in de vaste fase niet meer van hun plaats komen, maar in vloeibare fase wel en dan stroom geleiden.



7.36 Twee modellen op microniveau van de kristalstructuur van NaCl. Een 'doorkijkmodel' (a) en een ruimtevullend model (b) met de ionen in de juiste verhoudingen weergegeven. In het natriumchloridekristal (c), op macroniveau, zie je de kubische vorm weer.

Zouten in water

Zouten smelten en koken bij aanzienlijk hogere temperaturen dan moleculaire stoffen. Dat komt doordat de elektrische aantrekkingskrachten tussen de positieve ionen en de negatieve ionen in een zout zeer sterk zijn. Als gevolg van deze sterke aantrekkingskrachten ontstaat een sterke binding tussen de positieve ionen en de negatieve ionen. Deze binding noem je **ionbinding**. De ionbinding is veel sterker dan de vanderwaalsbinding in moleculaire stoffen.

Als een zout oplost in water worden de ionbindingen verbroken. De ionen omringen zich met watermoleculen. Oplossen van NaCl in water kun je als volgt in een vergelijking weergeven:

$$NaCl\ (s) \rightarrow Na^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

Let op: je mag dus niet schrijven: NaCl (aq)! Het zout valt immers uit elkaar in ionen zodra het in water komt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De chemie van een ijsje

Volgens sommige historici werd er in het midden van de zestiende eeuw voor het eerst consumptie-ijs gemaakt van vruchten door de Florentijnse koks van Catharina de Medici. Eindeloos experimenteren om te voldoen aan de verfijnde smaak van de Medici's leidde tot de ontdekking dat melk en/of eiwitten zorgden voor een romiger structuur van het ijs. Zo werd in Florence het eerste Italiaanse roomijs geproduceerd. Later kwam deze methode in Venetië tot grote bloei.

De samenstelling van roomijs

In roomijs kun je onder de microscoop vier componenten onderscheiden:

- water waarin opgeloste zouten, suiker en melkeiwitten zitten;
- kleine luchtbelletjes;
- vaste bolletjes melkvet;
- kleine ijskristallen.

Elke component levert zijn eigen bijdrage aan het karakter van het ijs.

Water zorgt ervoor dat het ijs zacht blijft en de erin opgeloste stoffen geven het ijs zijn smaak, kleur en dragen bij aan een homogene structuur. De luchtbelletjes maken het ijs luchtig en licht. De vetbolletjes geven het ijs zachtheid en een romige smaak en voorkomen dat de ijskristallen te groot worden. De ijskristallen zorgen ervoor dat de luchtbelletjes op hun plaats blijven.
IJs is dus een mengsel van voornamelijk water en lucht dat in stand wordt gehouden doordat er melkeiwitten, vetbolletjes en ijskristallen in zitten.

Kwaliteit van roomijs

Het vetgehalte en de hoeveelheid luchtbelletjes in roomijs kunnen nogal variëren. Goedkoop ijs heeft een minimum vetgehalte van circa 10 massaprocent en het bevat 50 volumeprocent lucht. In duurdere soorten ijs zit ongeveer de dubbele hoeveelheid vet en de helft van de hoeveelheid lucht. In goedkoop ijs wordt de kleinere hoeveelheid vet gecompenseerd door er emulgatoren en stabilisatoren aan toe te voegen.
Bron: Harold McGee, Over eten en koken



7.37

Samenvatting

- Zouten hebben een hoog smeltpunt en kookpunt.
- In formules van zouten komen metaal- en niet-metaalatomen voor.
- Zouten zijn opgebouwd uit ionen.
- Positieve metaalionen en negatieve niet-metaalionen vormen een ionrooster.
- Een ionbinding is sterk, sterker dan een vanderwaalsbinding of een waterstofbrug.
- Veel zouten kunnen oplossen in water: het ionrooster wordt dan verbroken.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 31

a Hoe kun je op macroniveau een zout herkennen?
b Hoe kun je aan de formule van een stof zien dat het een zout is?

A 32

Waarom mag je de notatie NaCl (aq) niet gebruiken? Licht je antwoord toe met een reactievergelijking.

B 33

Leg met behulp van het atoommodel van Bohr uit hoe het zout LiF uit lithium en fluor ontstaat.

B 34

Noem een overeenkomst en een verschil tussen een metaalrooster en een ionrooster.

C 35 N

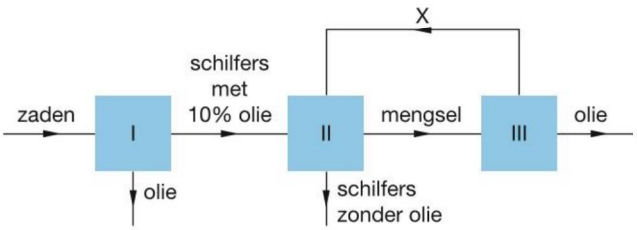
Olieverf

In de schilderkunst wordt vaak gebruikgemaakt van olieverf. Olieverf bestaat hoofdzakelijk uit een pigment voor de kleur en een bindmiddel.
Hieronder zijn gegevens van enkele pigmenten weergegeven.

pigment	kleur	rationele naam	formule
cadmiumrood	rood	cadmium(II)selenide	CdSe
kobaltblauw	blauw	cobalt(II)...	CoO
chromaatgeel	geel	lood(II)chromaat	$PbCrO_4$

a Leg uit of cadmiumrood uit atomen, ionen of moleculen bestaat. Gebruik het periodiek systeem achter in het boek.
b Vul de naam van het blauwe pigment aan.
c Bereken het massapercentage chroom in het chromaatgeel.

Een veelgebruikt bindmiddel is lijnzaadolie. Deze olie wordt uit zaden van een vlasplant geperst. In het restproduct, de schilfers, zit nog ongeveer 10% olie. De olie kan uit de schilfers worden gehaald door extractie met hexaan. De olie lost dan op. Het oplosmiddel laat men ten slotte verdampen uit het vloeibare mengsel.
De bereiding van olie uit schilfers kan als volgt worden weergegeven:



7.38

d Welk proces vindt plaats in blok II?

Stof X uit blok III wordt hergebruikt in blok II.
e Geef de naam van stof X.
Naar: CE vmbo 2014-I.

C 36 M

Vingerafdruk

Door de aanwezigheid van een laagje zweet op vingertoppen blijft er een vingerafdruk achter wanneer een voorwerp wordt aangeraakt.
Zweet is een mengsel van onder andere water, opgeloste zouten en verschillende vetten. Eén van die zouten is natriumchloride. Om vingerafdrukken zichtbaar te maken kan een oplossing van zilvernitraat worden gebruikt. Deze oplossing reageert met de chloride-ionen uit de vingerafdruk tot zilverchloride. Door vervolgens licht op het zilverchloride te laten schijnen, ontleedt dit tot vast zilver en chloorgas. De vingerafdruk wordt daarbij zichtbaar.
Op internet staat een voorschrift met de volgende benodigdheden:

- flesje met verstuiver
- zilvernitraatoplossing (0,75 gram zilvernitraat per 25 mL water)
- vergrootglas of microscoop
- papier met vingerafdruk

Naar: makezine.com

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

De zilvernitraatoplossing wordt vanuit een flesje met een verstuiver aangebracht. Wanneer de verstuiver wordt gebruikt, ontstaat een mengsel van lucht en kleine druppeltjes zilvernitraatoplossing.

a Hoe heet dit soort mengsel?

b Geef de naam van het type ontleding waarbij zilverchloride wordt omgezet.

c Welke vergelijking geeft de reactie weer waarbij de vingerafdruk zichtbaar wordt?

A $2\ AgCl \rightarrow 2\ Ag^+ + 2\ Cl^-$

B $2\ AgCl \rightarrow 2\ Ag + Cl_2$

Naar: CE nask2 2015-II.

C 37

Lees de tekst in het kader 'De chemie van een ijsje' en beantwoord de volgende vragen. In ijs zitten opgeloste zouten.

a Hoe heten de bouwstenen van een zout?

In ijs zit veel suiker, bijvoorbeeld sacharose. Zoek de structuurformule van sacharose op.

b Leg aan de hand van de structuurformule uit dat sacharose goed oplosbaar is in water.

IJs is een mengsel van water waarin kleine luchtbelletjes zitten.

c Hoe heet zo'n mengsel?

Zonder hulpmiddelen blijft een mengsel van water waarin kleine luchtbelletjes zitten, niet lang bestaan.

d Leg uit hoe dat komt.

De melkeiwitten zorgen er onder andere voor dat het mengsel van water en lucht niet ontmengt.

e Wat is dan de functie van deze melkeiwitten?

f Teken schematisch een mengsel van water en luchtbelletjes dat in stand wordt gehouden door de melkeiwitten.

g Welke deeltjes in ijs zorgen er ook voor dat de luchtbelletjes niet kunnen ontsnappen?

Als je ijs maakt, moet je de ingrediënten bij lage temperatuur goed in beweging houden.

h Waar dient het roeren of schudden van de ingrediënten voor?

Recept voor roomijs

2 eierdooiers
250 mL volle melk
150 mL slagroom
75 g fijne kristalsuiker
5 g vanillesuiker
ijsmachine

Klop de eierdooiers, de suiker en de vanillesuiker licht en schuimig. Voeg al roerende de melk toe. Klop de slagroom bijna stijf. Vermeng de geklopte slagroom met de rest van de ingrediënten en zorg dat een homogeen geheel ontstaat. Haal de bak van de ijsmachine uit de vriezer, plaats hem in de ijsmachine en laat hem draaien. Voeg dan pas het mengsel toe. Na circa 40 minuten is het ijs klaar.

In het recept voor roomijs staan eidooiers genoemd.

i Bedenk een reden waarom de eidooiers worden gebruikt.

In een bolletje van een bepaald soort roomijs zit 5 g suiker en 3,5 g vet. Het bolletje heeft een volume van 50 mL en een massa van 25 g.

j Bereken de dichtheid van dit roomijs.

k Maak een schatting van het volumepercentage lucht in dit roomijs.

l bereken het massapercentage suiker in dit roomijs.

m Bereken het massapercentage vet in dit roomijs.

Je kunt nu

- de eigenschappen van zouten noemen;
- zouten aan hun formule herkennen;
- uitleggen wat ionen zijn en hoe deze worden gevormd;
- duidelijk maken dat bij het oplossen van een zout losse ionen in het water komen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Hoe kun je aan de formule van een stof zien dat het
a een moleculaire stof is?
b een zout is?
c een metaal is?

2 Of een stof stroom kan geleiden hangt af van de bouwstenen waar de stof uit is opgebouwd. Voor geleiding moeten er immers geladen deeltjes zijn die kunnen bewegen.
a Waarom geleidt een moleculaire stof nooit stroom?
b Wat zijn de bouwstenen van een zout?
c Wat zijn de bouwstenen van een metaal?

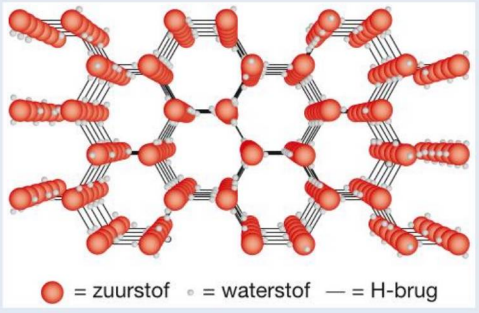
M 3 Metalen kunnen in zuivere vorm worden toegepast, maar meestal gebruik je een mengsel van metalen (en soms andere stoffen), waardoor de eigenschappen van het materiaal kunnen worden aangepast.
a Wat is een legering?
b Wat is het verschil tussen staal en gietijzer?

4 Een klein stukje natrium wordt in een bak met water gebracht.
a Beschrijf wat je daarbij zult waarnemen.
b Leg uit of natrium tot de edele of tot de onedele metalen behoort.
c Wat wordt bedoeld met een licht of een zwaar metaal?
d Leg uit of natrium een licht of een zwaar metaal is.

5 Zuiver water geleidt geen elektrische stroom
a Leg uit hoe dat komt.

De molecuulformule van water is H_2O.
b Leid uit de formule af dat water een moleculaire stof is.
c Wat is de covalentie van de atoomsoorten O en H?
d Teken de structuurformule van water.
e Bereken de samenstelling van water in massaprocenten waterstof en zuurstof.

N 6 In ijs zijn de watermoleculen gerangschikt volgens een zeshoekig patroon, zie figuur 7.39.
a Vergelijk de gemiddelde afstand tussen de moleculen in ijs en die in water.
b Bij strenge vorst kunnen waterleidingen openbarsten als het water bevriest. Geef hiervoor een verklaring.
c Leg uit waarom ijs op water drijft.



7.39

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

N 7 Hematiet



7.40 Hematiet, een zwart mineraal, wordt ook gebruikt voor sieraden zoals hier in combinatie met turkoois en andere stenen.

Hematiet (Fe_2O_3) is een mineraal waaruit ijzer wordt gewonnen. Dit gebeurt door dit erts bij hoge temperatuur te laten reageren met koolstof. Zo ontstaat ruwijzer.
Ruwijzer wordt vooral gebruikt om staal te produceren. Staal bevat behalve ijzer ook een kleine hoeveelheid koolstof. Door andere elementen toe te voegen kan staal bepaalde (verbeterde) eigenschappen krijgen.
Enkele voorbeelden zijn:

- chroom: voorkomt roestvorming (roestvrij staal);
- mangaan: verhoogt de hardheid;
- molybdeen: verhoogt de treksterkte;
- kobalt: verhoogt de magnetische eigenschappen.

a Tot welke groep stoffen behoort hematiet?
b Uit welke soort deeltjes bestaat hematiet?

Uit de tekst is een aantal stofeigenschappen van ijzer af te leiden.
c Geef nog een andere stofeigenschap van ijzer.
d Hoe noem je een mengsel van ijzer met chroom?
e Bereken het massapercentage Fe in Fe_2O_3.

8 Niet alle moleculaire stoffen zijn onderling even goed mengbaar. Om informatie te geven over de oplosbaarheid van een stof worden de termen hydrofiel en hydrofoob gebruikt.
a Wanneer noem je een stof hydrofiel?
b Wanneer noem je een stof hydrofoob?

Els doet olie, ether en water in een erlenmeyer en zet er een stop op. Dan schudt ze de erlenmeyer een tijdje. Na het schudden laat Els de erlenmeyer even staan. Ze ziet dan twee lagen. De bovenste laag bestaat uit een oplossing van olie in ether. De onderste laag bestaat uit water.
c Maak een tekening van de erlenmeyer. Geef duidelijk aan uit welke stof(fen) elke laag bestaat.
d Leid uit deze proef af of olie hydrofoob of hydrofiel is.
e Leid uit deze proef af of ether hydrofoob of hydrofiel is.

M 9 Stoffen die uit moleculen zijn opgebouwd hebben een molecuulrooster. De moleculen worden bij elkaar gehouden door vanderwaalskrachten. In een zout trekken de tegengesteld geladen ionen elkaar aan en zo ontstaat een ionrooster.
a Leg uit wat het verschil tussen een molecuulrooster en een ionrooster is.

Keukenzout heeft een veel hoger smeltpunt dan kaarsvet. Keukenzout heeft een ionrooster en kaarsvet een molecuulrooster.
b Leg uit welke bindingen sterker zijn: vanderwaalsbindingen of ionbindingen?

Een atoombinding of covalente binding is een binding die wordt gevormd tussen atomen. Een atoombinding is erg sterk, veel sterker dan een vanderwaalsbinding. Een vanderwaalsbinding wordt verbroken als een vloeistof verdampt.
c Wanneer zal een atoombinding worden verbroken?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Sommige stoffen kunnen elektrische stroom geleiden, andere niet. Voorspel voor elk van de volgende stoffen of ze stroom geleiden. Let daarbij ook op de fase waarin de stof zich bevindt.

d kaarsvet (l)
e koper (s)
f keukenzout (s)
g keukenzout (l)
h plastic (s) (een stof die uit moleculen bestaat)

10 Hieronder staan de namen en formules van een aantal stoffen.

1 waterstofperoxide, H_2O_2
2 magnesiumchloride, $MgCl_2$
3 oliezuur, $C_{18}H_{34}O_2$
4 zink, Zn
5 waterstof, H_2
6 zilverjodide, AgI
7 natrium, Na

a Geef voor elke stof aan of het een moleculaire stof, een zout of een metaal is. Licht je antwoord steeds toe.
b Geef voor elke stof aan of deze elektrische stroom geleidt en in welke fase dat gebeurt.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van drie keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je één van deze keuzeopdrachten gaan doen.

* **1** **Zouten en hun namen**
In deze opdracht leer je van een aantal zouten de formule opstellen. Je leert ook de naam van een zout afleiden als de formule is gegeven. Dit is een theorieparagraaf.

N **2** **Diamant**
Kristallen zijn er in alle soorten en maten. Sommige kosten niets, zoals suikerkristallen, ijskristallen en zoutkristallen. Andere daarentegen zijn onbetaalbaar, zoals diamanten, robijnen en smaragden. Deze laatste zijn dan ook bijna niet zelf te maken. Ze ontstaan alleen in zeer barre omstandigheden. Het gegeven dat suikerkristallen misschien niet zo waardevol zijn, betekent niet dat ze niet mooi zijn. Probeer zelf eens mooie kristallen te maken.

M **3** **De kleren van koningin Maxima**
Koningin Maxima brengt een bezoek aan de Nederlandse Antillen. Daar maakt ze tijdens een diner een enorme vlek op haar lievelingsjurk. Het hele eiland is in rep en roer en op de maaltijd wordt beslag gelegd om uit te zoeken hoe de vlek het beste kan worden verwijderd. De prinses heeft een prijs uitgeloofd voor degene die de vlek kan verwijderen. Lukt het jou misschien?

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

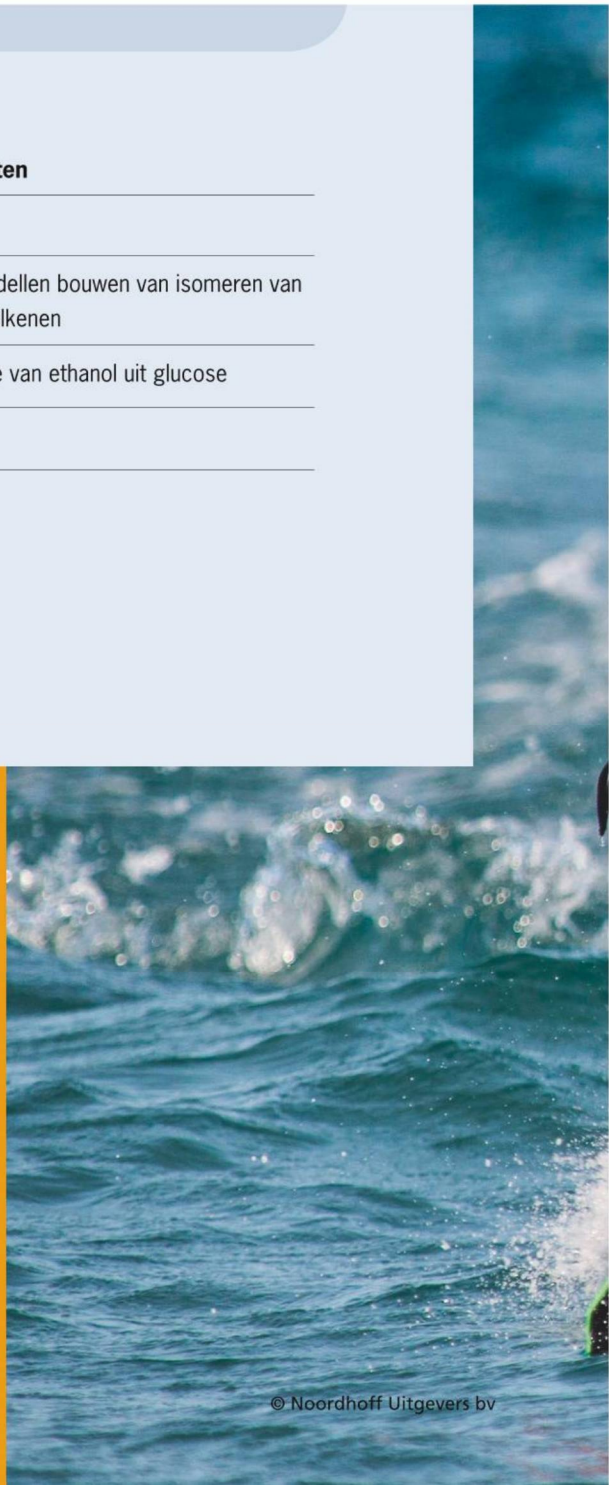
Atoombinding	Een atoombinding ontstaat als atomen elektronen delen. Een atoombinding is dus een gedeeld elektronenpaar.
Covalentie	De covalentie is het aantal bindingsmogelijkheden van een atoom (= aantal streepjes in een molecuultekening).
Emulgatormolecuul	Een emulgatormolecuul heeft een hydrofiele kop en een hydrofobe staart.
Hydrofiel	Stoffen die oplossen in water zijn hydrofiel.
Hydrofoob	Stoffen die niet oplossen in water zijn hydrofoob.
Indeling stoffen	**Metalen** In formules van metalen komt alleen een symbool van een metaal voor. Metalen geleiden stroom in de vaste en vloeibare fase. **Moleculaire stoffen** Een moleculaire stof bestaat uit moleculen. In de formule komen alleen symbolen van niet-metalen voor. Moleculaire stoffen geleiden geen stroom. **Zouten** Zouten hebben een hoog smeltpunt en kookpunt. In formules van zouten komen metaal- en niet-metaalatomen voor. Zouten zijn opgebouwd uit ionen. Zouten geleiden alleen de stroom in vloeibare fase.
Ionbinding	De aantrekkende kracht tussen positieve en negatieve ionen heet de ionbinding. Een ionbinding is sterk, sterker dan een vanderwaalsbinding of een waterstofbrug.
Metaalbinding	De binding tussen de metaalionen en de vrij bewegende elektronen.
Roosters	**Metaalrooster** Een metaalrooster bestaat uit positief geladen metaalionen in een vast patroon, met daartussen vrij bewegende negatieve elektronen. **Molecuulrooster** Een regelmatige rangschikking van moleculen die bijeen blijven door vanderwaalskrachten. **Ionrooster** Regelmatige rangschikking van positieve metaalionen en negatieve niet-metaalionen.
Vanderwaalsbinding	Tussen moleculen van moleculaire stoffen heersen aantrekkende krachten, vanderwaalskrachten. Deze krachten veroorzaken de vanderwaalsbinding.
Waterstofbrug	Een waterstofbrug is een extra binding die wordt gevormd tussen een H-atoom van een OH- of NH-groep en het O- of N-atoom van een andere OH- of NH-groep. Je geeft een waterstofbrug aan met een stippellijntje.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

8 Koolstofchemie

Paragrafen		Experimenten	
8.1	Koolwaterstoffen		
8.2	Systematische namen	8.1	Molecuulmodellen bouwen van isomeren van alkanen en alkenen
8.3	Karakteristieke groepen	8.2	De productie van ethanol uit glucose
	Afsluiting		
	Overzicht begrippen		



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Kunststoffen

Kitesurfen is een spectaculaire sport zoals de Dominicaanse surfer Robinson Hilario laat zien. Het materiaal van zijn kleding, zijn board en zijn kite bestaat voornamelijk uit kunststoffen. Kunststoffen zijn producten van de koolstofchemie.

© Noordhoff Uitgevers bv

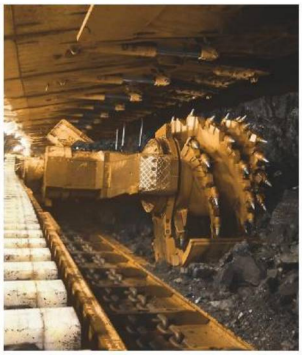
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Aardolie
Deze beeldcollage van oliepompen is gemaakt van dinosaurusbotten in El Mirage Lake bij Los Angeles. Ze voorspelt de dood van de olie-industrie door nieuwe alternatieve energievormen, maar zo ver is het nog niet. Voorlopig is aardolie nog steeds belangrijk als brandstof en als grondstof voor de industrie.

Je leert
- wat koolwaterstoffen zijn;
- een aantal basisbegrippen uit de koolstofchemie.

8.1 Koolwaterstoffen



8.1 Een grote boor draait aan de rechterkant door steenkoollagen in een mijn in China.

Koolstofchemie
Ongeveer 90% van alle stoffen die nu bekend zijn, bevatten de atoomsoort koolstof. Dat zijn miljoenen stoffen. De chemie waarin je deze stoffen bestudeert, noem je **koolstofchemie** of **organische chemie**. Een belangrijke bron van koolstofverbindingen is aardolie. Aardolie behoort net als aardgas en steenkool tot de **fossiele brandstoffen** (zie figuur 8.1). Hoewel er op het ogenblik veel onderzoek wordt gedaan naar alternatieve bronnen van energie, spelen fossiele brandstoffen nog steeds een grote rol in de energievoorziening. Behalve een belangrijke energiebron is **aardolie** vooral een heel belangrijke bron van grondstoffen voor de industrie.

Aardolie is ontstaan uit plantenresten die miljoenen jaren diep in de aarde onder hoge druk hebben gestaan. Aardolie is een mengsel van meer dan honderdduizend verschillende stoffen. De moleculen van vrijwel alle stoffen in aardolie bestaan uitsluitend uit koolstof- en waterstofatomen. Je noemt ze **koolwaterstoffen**. De samenstelling is voor elke soort aardolie verschillend, afhankelijk van de vindplaats.

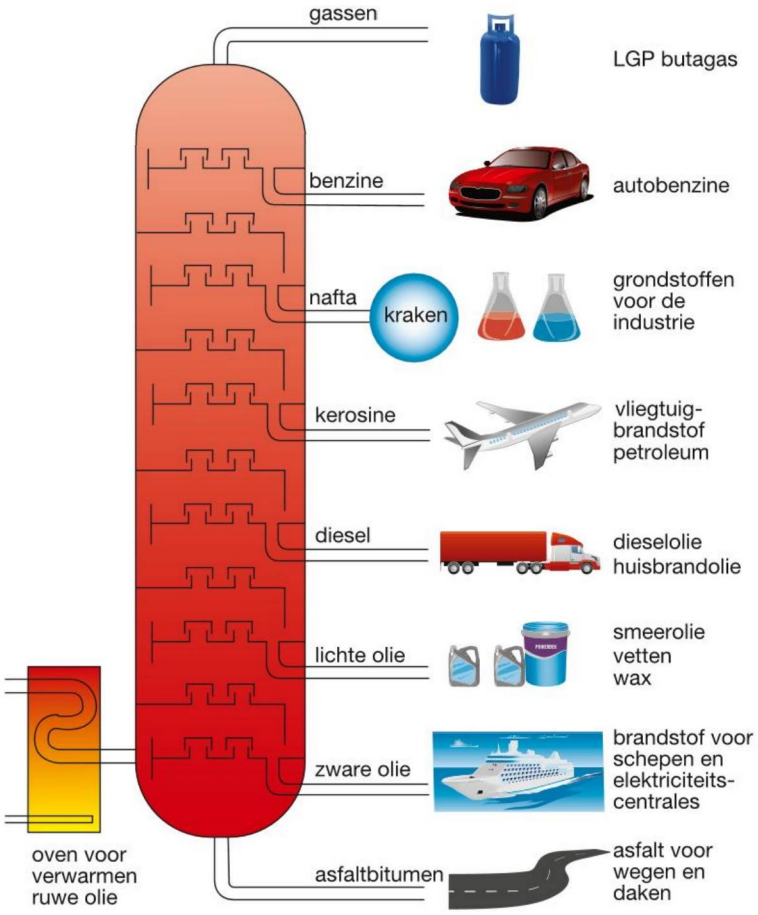
Om goed gebruik te kunnen maken van aardolie als grondstof wordt in een olieraffinaderij het mengsel van stoffen dat je aardolie noemt door destillatie in acht aardoliefracties gescheiden (figuur 8.2). Dit zijn mengsels van een kleiner aantal stoffen waarvan de kookpunten dichtbij elkaar liggen. Je noemt dit proces **gefractioneerde destillatie**. In figuur 8.3 kun je zien waar je de verschillende aardoliefracties voor gebruikt.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



8.2 Destillatietoren voor aardolie in het Botlekgebied



8.3 Aardoliefracties en hun toepassing



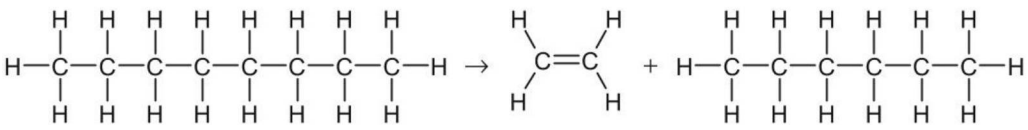
8.5 Monomeren kun je combineren tot polymeren, zoals je een ketting van kralen kunt rijgen.

Kraken

Aardoliefracties worden verder bewerkt om geschikte grondstoffen voor de industrie te verkrijgen. De stoffen die onderdeel zijn van de verschillende fracties bestaan vaak nog uit grote moleculen. Om hiervan stoffen met kleinere moleculen te maken gebruik je een proces dat **kraken** wordt genoemd. Dit proces is vooral belangrijk bij de naftafractie, zie figuur 8.3.

Bij verhitting van de naftafractie tot ongeveer 850 °C treedt er, in aanwezigheid van een katalysator, een ontledingsreactie op. Dit is een **thermolyse**, waarbij een aantal C–C-atoombindingen in de moleculen wordt verbroken en een mengsel van koolwaterstoffen met een kortere koolstofketen ontstaat. In figuur 8.4 staat een voorbeeld van een kraakreactie.

De C_2H_4 die hierbij ontstaat heet etheen. Etheen is de grondstof voor de bereiding van de kunststof polyetheen. In paragraaf 6.2 heb je geleerd dat een molecuul van een kunststof, een polymeer, wordt gevormd door een groot aantal monomeermoleculen aan elkaar te koppelen (zie figuur 8.5). Etheen is de **monomeer**, de bouwsteen waar je het **polymeer** polyetheen mee kunt maken. De naam van een polymeer is de naam van het monomeer, waar het uit is gevormd, met het voorvoegsel *poly-*.



8.4 Kraakreactie

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Covalentie

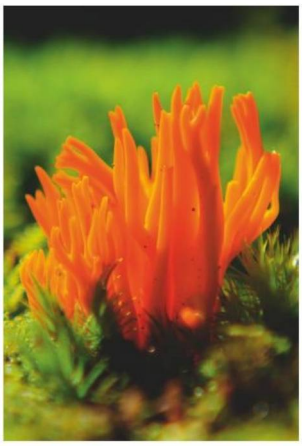
In de vorige hoofdstukken zijn moleculen meestal weergegeven als molecuulmodel of met een molecuulformule. In de koolstofchemie gebruik je bijna altijd structuurformules. Op de vorige bladzijde zie je hiervan bij het kraken een voorbeeld. Een structuurformule is een platte projectie van het molecuul waarin je kunt zien hoe de atomen met elkaar zijn verbonden.
Om zelf structuurformules te kunnen maken moet je weten hoeveel bindingen elk atoom kan vormen. Het aantal bindingen dat een atoom kan vormen is de **covalentie** van een atoomsoort. Je geeft de atomen in een structuurformule weer met hun symbool en de bindingen met een streepje. Hieronder staat een overzicht van de belangrijkste covalenties.

covalentie 1	covalentie 2	covalentie 3	covalentie 4
H	O	N	C
F	S	P	
Cl			
Br			
I			

8.6 Overzicht van de belangrijkste covalenties



a



b

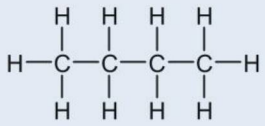
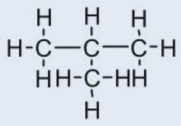
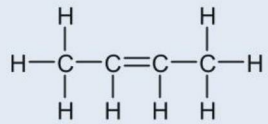
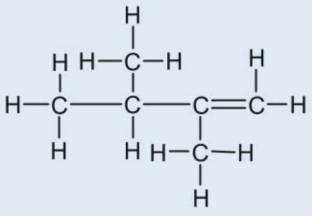
8.7 Termen als vertakt en onvertakt komen uit de natuur, zoals hier het vertakte hoorntjeswier (a) en het onvertakte koraalzwammetje (b).

Onvertakt en vertakt

Koolstofketens kunnen vertakt of onvertakt zijn (zie figuur 8.7). Om die begrippen te verklaren kijk je naar de eenvoudigste koolwaterstoffen, de alkanen. In een **onvertakt** koolwaterstofmolecuul is elk C-atoom met maximaal twee andere C-atomen verbonden, zie figuur 8.8a en 8.8c. In een **vertakt** koolwaterstofmolecuul komt minstens één C-atoom voor dat met drie of vier andere C-atomen is verbonden, zie figuur 8.8b en 8.8d.

Verzadigd en onverzadigd

Koolwaterstoffen kunnen verzadigd of onverzadigd zijn. In een **verzadigd** koolwaterstofmolecuul komen uitsluitend *enkele* atoombindingen tussen C-atomen voor (figuur 8.8a en 8.8b). Verzadigd betekent dat er geen waterstofatoom meer bij kan.
In een **onverzadigd** koolwaterstofmolecuul komen één of meer *dubbele* atoombindingen tussen C-atomen voor (figuur 8.8c en 8.8d). In totaal blijven er dus vier bindingsstreepjes rondom elk C-atoom. Bij elke extra binding tussen twee C-atomen zijn er twee H-atomen minder.

a	**b**
onvertakt, verzadigd	vertakt, verzadigd
	
c	**d**
onvertakt, onverzadigd	vertakt, onverzadigd
	

8.8 Indeling van koolwaterstoffen

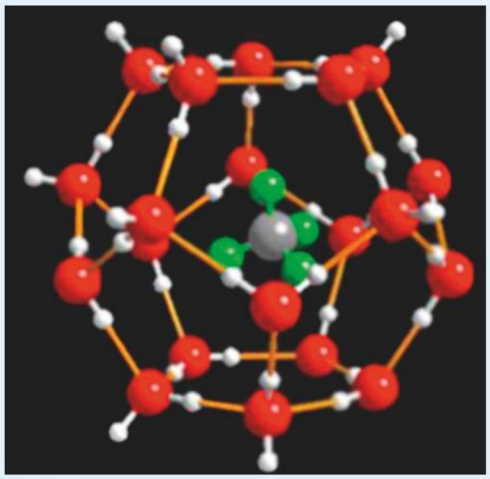
© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Verdwijnen in de Bermudadriehoek

De Bermudadriehoek is een gebied tussen Puerto Rico, Miami en de Bermuda-eilanden in de Atlantische Oceaan. Het staat bekend als gebied waar vaartuigen en ook vliegtuigen op mysterieuze wijze verdwijnen. Ook Columbus schreef in zijn logboek in 1492 al dat zijn kompasnaalden afweken in dit gebied. Zelfs in de 'Duck Tales' verdwijnt een schip van Dagobert Duck in de Bermudadriehoek.

Er zijn veel theorieën over deze verdwijningen, die variëren van buitenaardse bezoekers tot meer wetenschappelijke verklaringen. Een van de wetenschappelijke verklaringen gaat uit van de aanwezigheid van grote velden met methaangashydraten in de bodem van de oceaan. Methaangashydraten zijn ijsstructuren waarin methaangas zit opgesloten. In figuur 8.9a zie je een model van een methaangashydraat. De watermoleculen vormen via waterstofbruggen een soort bol waarin een methaanmolecuul past. Door bijvoorbeeld vulkanische activiteit in de bodem kunnen de ijsstructuren smelten en komen er grote hoeveelheden methaangas vrij. Het gas stijgt in talloze bellen naar de oppervlakte. Door de gasbellen wordt de dichtheid van het zeewater veel kleiner, waardoor een schip snel kan zinken. Vliegtuigen kunnen door het ontsnappende methaan in brand vliegen en neerstorten. Hoewel er grote methaangashydraatvelden aanwezig zijn, is er volgens het instituut United States Geological Survey in de afgelopen 15 000 jaar geen grote gashoeveelheid vrijgekomen. De verdwijningen blijven dus voorlopig een mysterie.



8.9a Model van een methaangashydraat



b Veel scheepswrakken in de Bermudadriehoek zijn veranderd in kunstmatige koraalriffen.

Samenvatting

- Koolstofchemie houdt zich bezig met de stoffen die de atoomsoort koolstof bevatten.
- Aardolie levert acht aardoliefracties die je als brandstof of als grondstof in de industrie kunt gebruiken. Door kraken worden de moleculen in de naftafractie afgebroken tot kleinere moleculen, waaronder etheen.
- Etheen is een belangrijk monomeer voor het bereiden van kunststoffen. Uit een groot aantal monomeermoleculen ontstaat een polymeer. De naam van een polymeer is de naam van het monomeer met het voorvoegsel *poly-*.
- Covalentie is het aantal bindingen dat een atoom kan vormen, weergegeven door bindingsstreepjes in een structuurformule.
- Koolwaterstofmoleculen kunnen vertakt of onvertakt zijn en verzadigd of onverzadigd.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 1

Veel stoffen die je dagelijks gebruikt zijn koolwaterstofverbindingen.

a Noem twee stoffen uit het dagelijks leven die de atoomsoort koolstof en de atoomsoort waterstof bevatten.

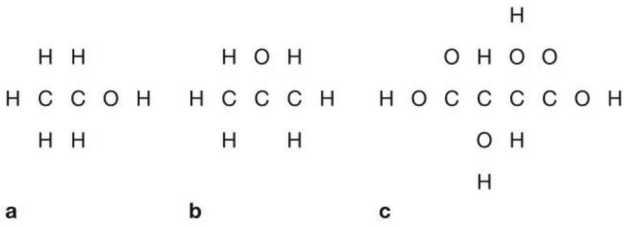
b Leg uit hoe het komt dat er heel veel verschillende koolstofverbindingen bestaan.

A 2

Welke informatie geeft een structuurformule?

B 3

Kijk goed naar de structuurformules hieronder. Je ziet dat ze niet volledig zijn. Neem de tekening over en zet streepjes waar dat nodig is.

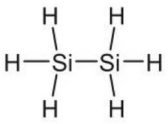


a ethanol **b** propanon **c** wijnsteenzuur

8.10

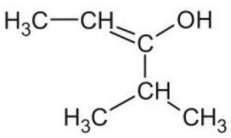
B 4 M

Bekijk de structuurformule die hieronder staat en leid uit de structuurfomule af wat de covalentie van silicium (Si) is. Leg uit hoe je aan je antwoord komt.



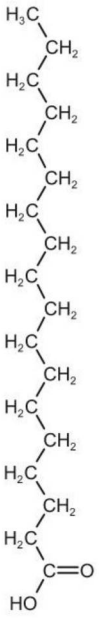
B 5 M

Geef de molecuulformule van de stof met de volgende structuurformule:

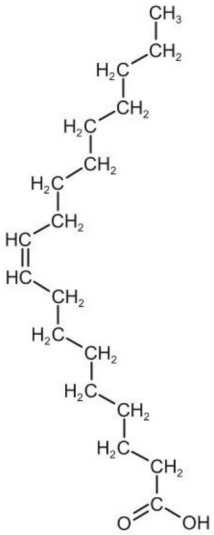


B 6

In hoofdstuk 2 heb je geleerd wat een verzadigde oplossing is. Bij de afbraak van vetten ontstaan verzadigde en onverzadigde vetzuren. De woorden verzadigd en onverzadigd hebben hier een heel andere betekenis. Die heeft te maken met de structuur van de vetzuurmoleculen. Kijk maar eens naar de structuurformules van stearinezuur, een verzadigd vetzuur, en oliezuur, een onverzadigd vetzuur.



stearinezuur



oliezuur

a Wat is het verschil tussen deze structuurformules?

Vetzuren zijn lange moleculen met veel C- en H-atomen. Er wordt voor de molecuulformule vaak een wat andere schrijfwijze gebruikt, namelijk C_xH_yCOOH. De COOH wordt dan apart genoteerd en de x en de y geven het aantal resterende C- en H-atomen in de formule weer.

b Schrijf voor stearinezuur en oliezuur de molecuulformule op deze manier.

C 7 N

Teken de structuurformules van de onderstaande stoffen.

a ammoniak, NH_3
b zuurstof, O_2
c etheen, C_2H_4
d koolstofdioxide, CO_2
e ethaan, C_2H_6
f stikstof, N_2

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 8 N

Diesel en benzine

In de rubriek 'Vraag en antwoord' van het tijdschrift *Kijk* stond het volgende:

> **Wat is het verschil tussen diesel en benzine?**
> Ruwe olie is een mengsel van koolwaterstofketens van verschillende lengte. In een raffinaderij worden de koolwaterstofketens gesorteerd en gesplitst. Benzine bestaat uit kortere ketens dan diesel. Hoe korter de keten, hoe gemakkelijker de brandstof ontbrandt.
> *Naar: Kijk, nummer 2/2012*

a Welke soorten atomen komen in koolwaterstoffen voor?

In de tekst staat dat in een raffinaderij koolwaterstofketens worden 'gesorteerd'. Hiermee bedoelt de schrijver waarschijnlijk dat de ruwe olie wordt gescheiden.

b Hoe heet deze scheidingsmethode?

Met 'splitsen' wordt mogelijk het kraken van de koolwaterstofketens bedoeld.

c Wat is kraken?

d Leg uit of de gemiddelde molecuulmassa in benzine groter, kleiner of gelijk is vergeleken met diesel.

Diesel ontstaat door een reactie uit gasolie. Deze gasolie wordt eerst uit ruwe aardolie geproduceerd. Diesel kan vereenvoudigd worden weergegeven met de molecuulformule $C_{14}H_{30}$. De reactie waarbij diesel ontstaat is hieronder onvolledig weergegeven. Eén reactieproduct ontbreekt.

$C_{25}H_{52} \rightarrow C_{14}H_{30} + \ldots$

e Geef de formule van het ontbrekende reactieproduct.

De vergelijking van de volledige verbranding van diesel is rechtsboven gedeeltelijk weergegeven.

$2\ C_{14}H_{30} + \ldots\ O_2 \rightarrow \ldots\ \ldots + \ldots\ \ldots$

Twee reactieproducten en hun coëfficiënten ontbreken.

f Neem de vergelijking van de verbranding over en vul haar aan.

g Bereken hoeveel kilogram zuurstof nodig is voor het volledig verbranden van 4,0 kg diesel.

Het verbranden van diesel in een auto is nooit helemaal volledig. Wanneer diesel onvolledig verbrandt, kunnen water en twee andere reactieproducten ontstaan.

h Geef de namen van deze twee (andere) reactieproducten.
Naar: CE vmbo 2014-I.

C 9

Lees de tekst in het kader 'Verdwijnen in de Bermudadriehoek' en beantwoord de volgende vragen.

In figuur 8.9a zie je een model van een methaangashydraat.

a Lees uit de figuur af hoeveel waterstofbruggen een molecuul water kan vormen.

In het getoonde model is de verhouding tussen het methaanmolecuul en de watermoleculen 1 : 20, maar in een methaangashydraatveld is de verhouding 1 : 5,75. De afgeleide verhouding uit het model is dus onjuist.

b Bedenk een reden waarom de verhouding 1 : 20 onjuist is.

De dichtheid van zeewater is $1{,}024 \cdot 10^3$ kg/m^3. Schepen zijn gebouwd om bij deze dichtheid te blijven drijven. De drijfkracht of opwaartse kracht is gelijk aan het gewicht van het water dat het schip verplaatst, de waterverplaatsing. Een schip drijft doordat de drijfkracht gelijk is aan het gewicht van het schip. Stel dat een schip een gewicht van 5500 ton heeft.

c Bereken de drijfkracht in N.

d Bereken de waterverplaatsing van het schip in m^3.

Door het vrijkomen van een grote hoeveelheid methaan wordt de dichtheid van het zeewater $0{,}798 \cdot 10^3$ kg/m^3.

e Bereken hoeveel extra water het schip moet verplaatsen om te voorkomen dat het zinkt.

Je kunt nu

- uitleggen wat koolwaterstoffen zijn;
- uitleggen wat wordt verstaan onder covalentie;
- voor een aantal atoomsoorten de covalentie noemen;
- de begrippen vertakt en onvertakt, verzadigd en onverzadigd aan de hand van voorbeelden toelichten;
- structuurformules van stoffen tekenen.

© Noordhoff Uitgevers bv

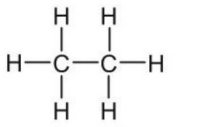
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Naamgeving
Deze groene glazenmaker behoort tot een van de bijna 6000 libellesoorten. Al deze libellen hebben namen om ze van elkaar te onderscheiden. Ook voor de miljoenen stoffen is een systeem van namen bedacht, waarbij ze in groepen zijn verdeeld die een aantal kenmerken gemeen hebben.

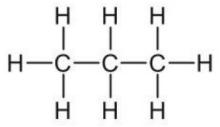


Je leert
- naamgeving van alkanen en alkenen.

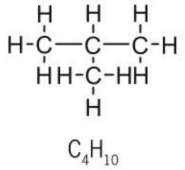
8.2 Systematische namen



C_2H_6



C_3H_8



C_4H_{10}

8.11 Enkele alkanen

Homologe reeks
Koolwaterstoffen komen voor in korte en langere ketens. Als je begint met een klein molecuul kun je een reeks stoffen krijgen, die steeds één C en twee H's extra hebben. De keten wordt dan steeds één koolstofatoom langer (zie figuur 8.11). Zo'n verzameling stoffen heet een **homologe reeks**. De verhouding tussen de aantallen C- en H-atomen in een homologe reeks is constant. Als voorbeelden van homologe reeksen komen de alkanen en de alkenen aan de orde.

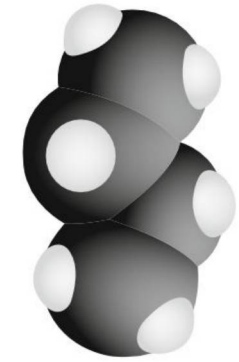
Alkanen
Alkanen zijn stoffen waarvan de moleculen bestaan uit C-atomen en H-atomen in de verhouding n : (2n + 2), waarin n het aantal C-atomen in de verbinding aangeeft. De algemene formule is C_nH_{2n+2}.
Als je bijvoorbeeld de molecuulformule wilt weten van een alkaan met vier C-atomen, dan vervang je in de algemene formule de letter n door het getal 4. De molecuulformule van dit alkaan is dus: C_4H_{10}.

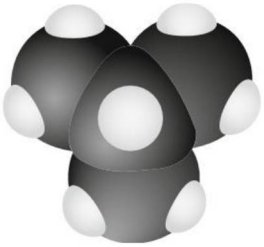
Samenvattend:
- Er bestaan onvertakte en vertakte alkaanmoleculen.
- Tussen de C-atomen in een alkaanmolecuul komen alleen *enkelvoudige* bindingen voor. Alkanen zijn dus altijd *verzadigde* verbindingen.
- De moleculen van verschillende alkanen verschillen alleen in het aantal C-atomen en H-atomen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

● Experiment 8.1

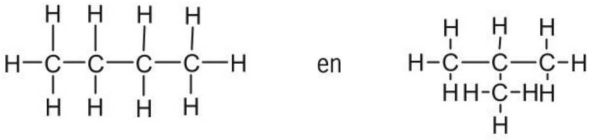




8.12 3D-model van de twee isomeren van C_4H_{10}

Structuurformules en isomerie

Als je de structuurformule van een alkaan tekent houd je natuurlijk rekening met de covalentie van koolstof en van waterstof. Voor een alkaan met twee C-atomen en zes H-atomen kun je maar één structuurformule tekenen. De molecuulformule is C_2H_6. Datzelfde geldt voor een alkaan met drie C-atomen en acht H-atomen, dat voldoet aan de molecuulformule C_3H_8, zie de voorbeelden in figuur 8.11.
Voor een alkaan met vier C-atomen en tien H-atomen kun je twee verschillende moleculen tekenen: één onvertakt molecuul en één vertakt molecuul.



Allebei de moleculen hebben de molecuulformule C_4H_{10} (figuur 8.12). De molecuulformule C_4H_{10} hoort dus bij twee verschillende moleculen, dat wil zeggen bij twee verschillende stoffen. Dit verschijnsel heet **isomerie**. De verschillende stoffen die dezelfde molecuulformule hebben, noem je **isomeren**. Als het aantal C-atomen in een molecuulformule groter wordt, zijn er meer isomeren mogelijk.

Om structuurformules iets eenvoudiger te maken gebruik je vaak onderstaande notatie.



In de volgende voorbeelden wordt deze notatie gebruikt.

Systematische naamgeving

Er bestaan heel veel koolwaterstoffen, vooral doordat er bij één molecuulformule diverse isomeren kunnen horen. Elk van die koolwaterstoffen heeft een eigen naam, die je zelf kunt afleiden. Voor de **systematische naamgeving** van alkanen bestaan regels die in de hele wereld worden gebruikt. Hierna zie je daarvan een aantal voorbeelden.

Regels voor de naamgeving van onvertakte alkanen

De namen van de eerste tien onvertakte alkanen moet je uit je hoofd leren. Die vormen ook de basis voor de naamgeving van de vertakte alkanen. Je vindt een overzicht van de namen en formules van de eerste tien onvertakte alkanen in figuur 8.13.

naam	molecuulformule
methaan	CH_4
ethaan	C_2H_6
propaan	C_3H_8
butaan	C_4H_{10}
pentaan	C_5H_{12}
hexaan	C_6H_{14}
heptaan	C_7H_{16}
octaan	C_8H_{18}
nonaan	C_9H_{20}
decaan	$C_{10}H_{22}$

8.13 Namen van de eerste tien onvertakte alkanen



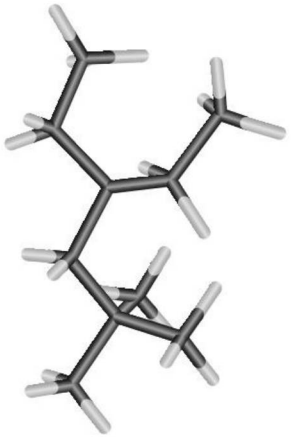
8.14 De onvertakte alkaan hexaan wordt gebruikt om olie uit zonnebloempitten te extraheren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Naamgeving van vertakkingen

Om de naam van een vertakt alkaan af te leiden, moet je de namen van een aantal vertakkingen kennen. Een overzicht van de vertakkingen die je moet kennen, staat hieronder. Je noemt deze vertakkingen **alkylgroepen**.

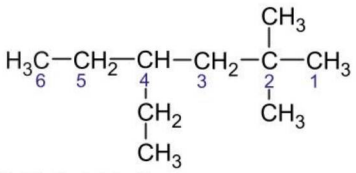


8.15 3D-model van het vertakte alkaan dat je gaat benoemen

$-CH_3$ deze vertakking heet **methyl**.
$-CH_2-CH_3$ deze vertakking heet ethyl.

Naamgeving van vertakte alkanen

Het afleiden van de naam van een vertakt alkaan leer je aan de hand van een voorbeeld waarin je, stap voor stap, alles tegenkomt wat je moet kunnen.
In figuur 8.16 staat de structuurformule van een vertakt alkaan waarvan je de naam gaat afleiden. De C-atomen zijn hierin genummerd.



8.16 Vertakt alkaan

Stappenplan

1 Zoek de langste onvertakte keten van C-atomen op. Dit wordt de hoofdketen.
De onvertakte keten telt zes C-atomen.
2 De stamnaam van het alkaan wordt de naam van het onvertakte alkaan, dat evenveel C-atomen heeft als de hoofdketen. Deze stamnamen vind je in figuur 8.13.
De stamnaam wordt hexaan.
3 Nummer de C-atomen van de langste keten om de plaats van de zijgroepen te bepalen. Het nummeren van de hoofdketen kan van rechts naar links of omgekeerd.
1 Plaats van de zijgroepen van links naar rechts: 3, 5, 5.
2 Plaats van de zijgroepen van rechts naar links: 2, 2, 4.
Je moet de nummering kiezen waarbij de eerste groep die je tegenkomt een zo laag mogelijk getal krijgt. Hier is dat dus de tweede nummering, omdat 2 een kleiner getal is dan 3. *Dus 2,2,4 (zie figuur 8.16).*
4 Elke zijgroep wordt vóór de naam van de hoofdketen vermeld, voorafgegaan door het nummer van het C-atoom waaraan deze vastzit. De namen van de zijgroepen vind je in de tekst hierboven.
In dit voorbeeld heb je te maken met één **ethylgroep**, *op C-atoom 4 en twee methylgroepen, allebei op C-atoom 2.*
5 Komt eenzelfde zijgroep vaker voor, dan gebruik je de voorvoegsels di (2 keer), tri (3 keer), tetra (4 keer), enzovoort, zie figuur 8.17.
De methylgroep komt twee keer voor, dus daar gebruik je het voorvoegsel di: dimethyl.
6 Bij meerdere zijgroepen wordt de alfabetische volgorde aangehouden.
***E**thyl- gaat voor **m**ethyl- (voor het bepalen van de alfabetische volgorde telt het voorvoegsel niet mee).*
7 In de naam van het alkaan worden getallen gescheiden door een komma en tussen een getal en een letter komt een streepje. De naam van het voorbeeldmolecuul wordt dan *4-ethyl-2,2-dimethylhexaan.*

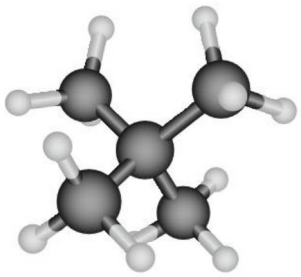
numerieke voorvoegsels	
1	mono-
2	di-
3	tri-
4	tetra-
5	penta-
6	hexa-
7	hepta-
8	octa-
9	nona-
10	deca-

8.17 Numerieke voorvoegsels

Op de volgende bladzijde vind je nog een voorbeeld van het afleiden van een naam uit een structuurformule.

© Noordhoff Uitgevers bv

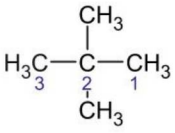
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



8.18 Model van 2,2-dimethylpropaan

Voorbeeld 1

Hoe heet het vertakte alkaan met de volgende structuurformule?



1 De langste onvertakte keten telt drie C-atomen.
De stamnaam wordt propaan.
2 Er zijn twee methylvertakkingen aanwezig. Vóór de stam van de naam zet je methyl, voorafgegaan door het telwoord di.
Dus: *dimethylpropaan.*
3 Je hebt twee methylvertakkingen die allebei aan het tweede C-atoom zitten. Het getal 2 moet daarom *twee keer* worden genoemd.

De naam van het vertakte alkaan is dus *2,2-dimethylpropaan* (figuur 8.18).

Als je de naam van een alkaan kent, kun je de structuurformule tekenen. In voorbeeld 2 zie je hoe dat in zijn werk gaat.

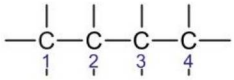


8.19 2,2-dimethylbutaan wordt toegevoegd aan benzine om de verbranding te verbeteren.

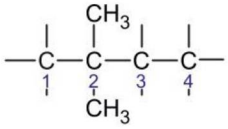
Voorbeeld 2

Geef de structuurformule van 2,2-dimethylbutaan (figuur 8.19).

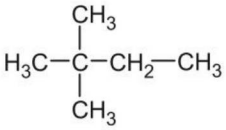
1 De stam van de naam is butaan. Butaan is een onvertakte keten met vier C-atomen. Teken deze keten, laat de H-atomen weg, teken alleen de bindingsstreepjes en zet een nummer bij elk C-atoom.



2 Het molecuul heeft twee methylvertakkingen. Die zitten allebei aan C-atoom 2.



3 De structuurformule van 2,2-dimethylbutaan is:



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

$H_2C{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$

but-1-een

$H_3C{-}CH{=}CH{-}CH_3$

but-2-een

8.20 Het alkeen C_4H_8, de structuurformules en namen van de twee isomeren

Naamgeving alkenen

Alkenen zijn stoffen waarvan de moleculen bestaan uit C-atomen en H-atomen in de verhouding; n : 2n. Door een extra binding tussen C-atomen zijn er nu twee H-atomen minder. De algemene formule wordt dan C_nH_{2n}.
Veel kenmerken van de alkanen gelden ook voor de alkenen, het enige verschil is dat alkenen een dubbele binding in het molecuul hebben en dus tot de onverzadigde verbindingen behoren. Wil je de molecuulformule weten van een alkeen met vier C-atomen, dan vervang je in de algemene formule de letter n door het getal 4. De molecuulformule van dit alkeen is dus C_4H_8, zie figuur 8.20.

Regels voor de naamgeving van alkenen
De naamgeving van de alkenen is afgeleid van die van de alkanen. Er zijn twee verschillen.
1 De uitgang van de naam is niet *-aan*, maar *-een*.
2 De plaats van een dubbele binding wordt aangegeven met een cijfer.

Om de naam van een vertakt alkeen af te leiden, pas je de regels van de alkanen toe. Je gebruikt hierbij ook figuur 8.13. Je begint met nummeren aan dat uiteinde waar de dubbele binding het dichtstbij zit. De plaats van de dubbele binding geef je aan met het laagste cijfer van de C-atomen waar de dubbele binding tussen zit. Dat zie je hieronder aan de hand van een voorbeeld.

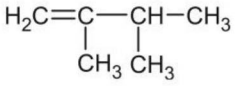


8.21 Model van het vertakte alkeen uit voorbeeld 3

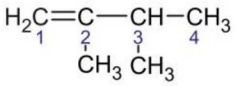
Let op!
In de naam van een verbinding zet je een komma tussen twee getallen. Tussen een getal en een letter zet je een streepje.

Voorbeeld 3

Hoe heet het vertakte alkeen met de volgende structuurformule?



1 De naam van de langste keten is de stam van de naam: *buteen.*



2 Nummer de koolstofketen. De dubbele binding zit tussen de C-atomen 1 en 2:
but-1-een

3 In het molecuul komen twee methylvertakkingen aan de C-atomen 2 en 3 voor.
De naam van het vertakte alkeen is *2,3-dimethylbut-1-een.*

Samenvatting

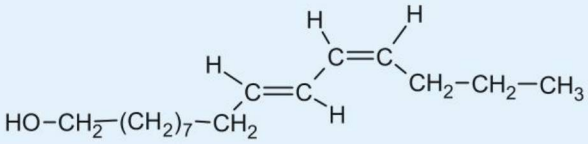
- Een homologe reeks is een groep stoffen die dezelfde algemene formule heeft.
- De homologe reeks van de alkanen heeft als algemene formule: C_nH_{2n+2}.
- De homologe reeks van de alkenen heeft als algemene formule C_nH_{2n}.
- Isomeren zijn stoffen met dezelfde molecuulformule, maar met verschillende structuurformules.
- Om de naam van een alkaan of een alkeen af te leiden maak je gebruik van regels die bij de systematische naamgeving horen.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Feromonen: praten via lokstoffen

Dat vrouwelijke insecten op afstand aantrekkingskrachten kunnen uitoefenen op mannelijke insecten is al lang bekend. Ze gebruiken daarvoor feromonen, vluchtige lokstoffen. Het zijn chemische stoffen die als communicatiemiddel tussen individuen van dezelfde soort dienen. Sommige diersoorten kunnen feromonen op kilometers afstand ruiken.
Eind jaren vijftig van de vorige eeuw lukte het een Duitse chemicus om uit een half miljoen vrouwtjes van de zijderupsvlinder (zie figuur 8.22) 6,4 mg van een stof te isoleren waar mannetjes ijverig van begonnen te fladderen. Hij noemde de stof bombykol en zag kans de structuur te achterhalen, zie hieronder.



Tegenwoordig zijn er geen honderdduizenden insecten meer nodig, maar wordt een vlinder in een luchtstroom voor een gaschromatograaf geplaatst. De stoffen die de vlinder uitscheidt worden door de gaschromatograaf geleid en zo wordt het feromoon geïdentificeerd.
Feromonen zijn niet alleen stoffen die worden gebruikt om mannetjes te lokken. Het vrouwtje van de kersenboorvlieg markeert de kers waar zij haar eieren in heeft gelegd met een feromoon. Een teken voor haar soortgenoten een andere kers op te zoeken. Als je dit feromoon kunstmatig fabriceert kun je met een spray met dit feromoon de kersenbomen inspuiten en zo beschermen. In de landbouw worden steeds vaker kunstmatige feromonen gebruikt om insecten te bestrijden.

Er bestaan ook alarmferomonen. Als een bladluis bijvoorbeeld in gevaar komt, scheidt hij een stof uit waardoor andere bladluizen weten: 'Alarm wegwezen.' Termieten kunnen een volgferomoon voor andere termieten uitscheiden. Als een termiet dit ruikt, volgt hij het spoor.

Feromonen zijn dus signaalstoffen: chemische stoffen die een boodschap overbrengen waardoor insecten met elkaar kunnen 'praten'.
Bron: Chemische Feitelijkheden



8.22 Uit de zijderupsvlinder werd de stof bombykol geïsoleerd.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Experimenten

8.1 Molecuulmodellen bouwen van isomeren van alkanen en alkenen

Wat je nodig hebt
- molecuulbouwdoos en/of
- een computer met ChemSketch

Inleiding
Van de isomeren van een aantal eenvoudige alkanen bouw je de molecuulmodellen met een molecuulbouwdoos. Je kunt ook gebruikmaken van een chemisch tekenprogramma op de computer. De molecuulformules van de stoffen die je gaat onderzoeken zijn: CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12} en C_6H_{14}. Van de alkenen onderzoek je de stof met de molecuulformule C_5H_{10}.

Uitvoering
1 Bouw met de atomen uit de bouwdoos zo veel mogelijk verschillende moleculen van elk van de volgende molecuulformules: CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12}, C_6H_{14} en C_5H_{10}.
2 Teken de structuurformules van de isomeren.

Waarnemingen en conclusies
1 Geef de systematische naam van elk isomeer waarvan je de structuurformule hebt getekend.
2 Vermeld hoeveel isomeren er bij elke molecuulformule horen.

Vraag
Van de stof met molecuulformule C_5H_{10} zijn ook isomeren bekend die hele andere eigenschappen dan alkenen hebben. Ze lijken in hun eigenschappen eigenlijk meer op alkanen. Probeer een molecuulmodel te bouwen dat uit het juiste aantal C-atomen en H-atomen bestaat, maar toch geen alkeen is. Je hebt van deze groep stoffen geen naamgeving geleerd, dus je hoeft geen systematische naam te bedenken.



a Plant met sojapeulen *b Sojabonen* *c Sojaolie*

8.23 Hexaan, C_6H_{14} wordt gebruikt om sojaolie uit sojabonen te extraheren.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

A 10

a Leg uit wat een homologe reeks is.
b Leg uit wat wordt verstaan onder isomerie.

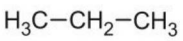
B 11

a Geef de structuurformule en de molecuulformule van elk van de volgende stoffen.
1 hexaan
2 3-methylpentaan
3 ethaan
4 3,3-dimethylpent-1-een
5 methylpropaan
6 2,3-dimethylbutaan
b Welke van bovenstaande stoffen zijn isomeren van elkaar?

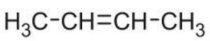
B 12

Geef de naam van elk van de volgende stoffen.

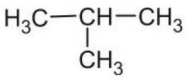
a



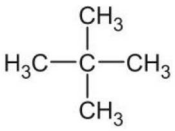
b



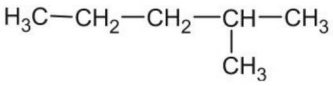
c



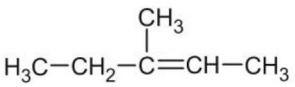
d



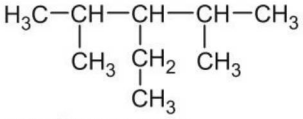
e



f



g



B 13 N

a Geef de structuurformules en de namen van de alkenen met molecuulformule C_5H_{10}.
b Bedenk de structuurformules van mogelijke isomeren van niet-alkenen met de molecuulformule C_5H_{10}.

B 14 M

De stof 2-methylpropaan heet ook wel methylpropaan. Leg uit waarom het cijfer 2 in dit geval overbodig is.

B 15 M

Voor op de camping zijn diverse kacheltjes en kooktoestellen verkrijgbaar die allemaal campinggas verbranden.



8.24 Buiten koken

In de meeste gevallen bestaat het campinggas uit een mengsel van propaan en butaan.



8.25 Campinggas

a Geef de structuurformules van propaan en butaan.
b Geef de vergelijking voor de verbranding van propaan.
c Bedenk een nadeel bij gebruik van zuiver propaan.
d Bedenk een nadeel bij gebruik van zuiver butaan, vooral in koude gebieden.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 16 N

Calciumcarbide, ook wel carbid genoemd, wordt op het platteland gebruikt bij het zogenoemde melkbusschieten rond oud en nieuw. Daarover is een krantenartikel verschenen.

Een stukje lava met grote explosieve kracht

Een groezelig brokje carbid gaat in een melkbus. Scheutje water erbij, vlammetje: boem! Doffe dreunen doen het Friese platteland beven. Carbid wordt een steeds populairder alternatief voor vuurwerk (figuur 8.26). Maar wat is het eigenlijk voor goedje?
Carbid wordt geproduceerd in Oost-Europa. In enorme elektrische ovens worden calciumoxide en koolstof vermengd en verhit tot 2000–3000 °C. Daarbij versmelten de stoffen tot een soort lava: carbid. Dit ziet eruit als een klompje steen. Door water toe te voegen aan carbid komt er – met een licht gesis – een chemische reactie op gang:

$CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

Er ontstaan twee stoffen: een brandbaar gas (acetyleen) en een wit poeder (gebluste kalk). Bij verbranding reageert het gas uiterst heftig met de zuurstof in de bus. Het gasmengsel zet uit en met een daverende knal wordt het deksel van de melkbus weggeschoten. De kunst van het carbidschieten zit hem in het maken van een ideaal gasmengsel uit carbid en water. In theorie geeft een verhouding van 50% acetyleen en 50% zuurstof de hardste knal. Er treedt dan geen volledige verbranding op.
Naar: Leeuwarder Courant



8.26 Carbidschieten

a Leg uit of acetyleen tot de alkenen behoort.
b Geef de vergelijking van een mogelijke reactie die optreedt in de melkbus wanneer acetyleen en zuurstof reageren in de molecuulverhouding 1 : 1. Ga ervan uit dat alle acetyleen reageert.

C 17

Lees de tekst in het kader 'Feromonen: praten via lokstoffen' en beantwoord de volgende vragen.
In de tekst staat de structuurformule van bombykol, het feromoon van de zijderupsvlinder.
a Leid uit de structuurformule de molecuulformule af van bombykol.
b Leg uit of bombykol een verzadigde verbinding of een onverzadigde verbinding is.
c Leg uit of bombykol tot de koolwaterstoffen behoort.

Identificatie van feromonen gaat tegenwoordig met een gaschromatograaf.
d Van welk verschil in stofeigenschappen maak je gebruik bij een scheiding met behulp van een gaschromatograaf?
e Is de luchtstroom met de feromonen de stationaire fase of de mobiele fase?



8.27 Regenboogelritsen

Elrits zoetwatervissen schieten zonder uitzondering in paniek weg wanneer er een soortgenoot met een huidwond in de buurt is. Wanneer de vis wordt beschadigd komt er namelijk een stof uit de huid vrij (figuur 8.27).
f Tot welke groep van feromonen behoort deze stof?

Je kunt nu
- vertellen wat een homologe reeks is;
- uitleggen wat isomerie is;
- de juiste systematische naam aan alkanen en alkenen geven als de formule is gegeven;
- voor alkanen en alkenen de juiste structuurformule tekenen als de systematische naam is gegeven.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Parfums
De meeste geurstoffen zijn esters. Zij vormen een van de vele groepen koolstofverbindingen. Esters met verfijnde geuren vormen dan ook het belangrijkste onderdeel van parfum.

Je leert
- enkele koolstofverbindingen met karakteristieke groepen de juiste systematische naam geven.

8.3 Karakteristieke groepen

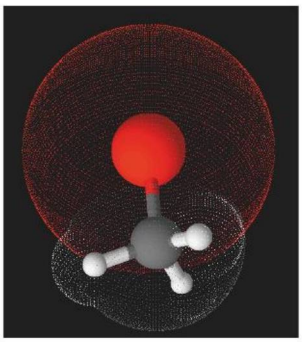
● Experiment 8.2

Groepen met kenmerkende eigenschappen

In paragraaf 8.2 heb je alkanen en alkenen leren kennen. Uit hoofdstuk 7 weet je al dat er in moleculaire stoffen naast koolstof- en waterstofatomen, bijvoorbeeld ook zuurstof-, stikstof- en halogeenatomen (F, Cl, Br, I) kunnen voorkomen. Die andere atomen geven de verbinding een kenmerkende eigenschap die hoort bij het bepaalde atoom of de bepaalde atoomgroep. Zo'n atoom of groep van atomen noem je een **karakteristieke groep**.

Systematische naamgeving van halogeenalkanen

Halogeenalkanen zijn alkanen waarin één of meer H-atomen door een of meer halogeenatomen zijn vervangen (figuur 8.28). De regels voor de naamgeving van de halogeenalkanen lijken op die van de alkanen en de alkenen. Zie voorbeeld 1, 2 en 3.



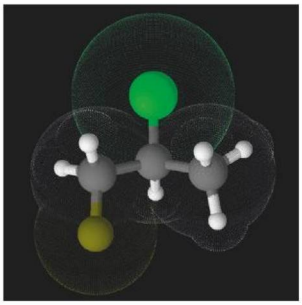
8.28 Model van broommethaan

Voorbeeld 1
Hoe heet dit broomalkaan?
$H_3C–Br$

1 De koolstofketen bevat één C-atoom: de stam van de naam is *–methaan.*
2 De naam van de karakteristieke groep, het Br-atoom, is broom. Die naam zet je vóór de stamnaam: *broommethaan*
De naam van deze verbinding is dus *broommethaan.*

© Noordhoff Uitgevers bv

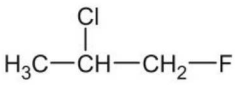
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



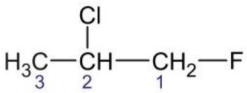
8.29 Model van 2-chloor-1-fluorpropaan

Voorbeeld 2

Geef de naam van deze verbinding.



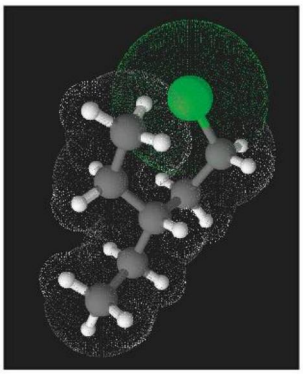
1 Nummer de koolstofketen. Begin aan die kant, waar de karakteristieke groep het dichtst-bij zit.



De koolstofketen bevat drie C-atomen. De stamnaam is *–propaan*.

2 Er zijn twee karakteristieke groepen. De naam voor het F-atoom is fluor. De naam voor het Cl-atoom is chloor.
3 Die namen zet je in alfabetische volgorde, vóór de stamnaam: *chloorfluorpropaan*.
4 Het chlooratoom zit aan het C-atoom met nummer twee. Zet het getal 2 met een streepje voor het woord chloor.
5 Het fluoratoom zit aan het C-atoom met nummer één. Zet het getal 1 met een streepje ervoor en erna voor het woord fluor.

De naam van deze verbinding is dus *2-chloor-1-fluorpropaan* (figuur 8.29).

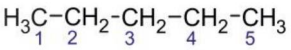


8.30 Model van 3-ethyl-1-chloorpentaan

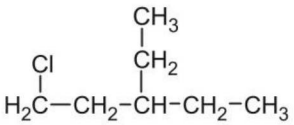
Voorbeeld 3

Teken de structuurformule van 3-ethyl-1-chloorpentaan.

1 Teken een koolstofketen met vijf C-atomen en nummer ze.



2 Teken een *ethyl*groep, $-C_2H_5$ aan C-atoom 3, en een *chloor*atoom aan C-atoom 1. De structuurformule wordt dan (figuur 8.30):

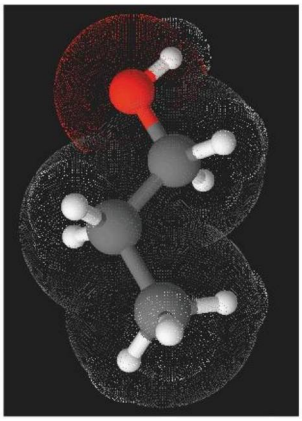


© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Systematische naamgeving van de alkanolen

Alle koolstofverbindingen waarin de karakteristieke groep met de formule –O–H aanwezig is, behoren tot de groep van de **alcoholen**. Een subgroep van de alcoholen wordt gevormd door de homologe reeks van de **alkanolen**. Een alkanol kun je opvatten als een alkaan waarin één H-atoom is vervangen door een –OH-groep (figuur 8.31). De naam van stoffen waarin een –OH-groep, een hydroxylgroep, aanwezig is krijgt het achtervoegsel -ol.
De systematische naamgeving lijkt weer sterk op die van de alkanen en de alkenen. Zie voorbeeld 4.



8.31 Model van propaan-1-ol

Voorbeeld 4

Wat is de naam van deze alkanol?

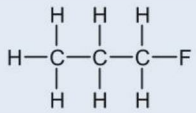
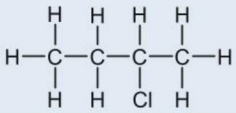
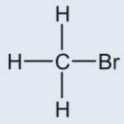
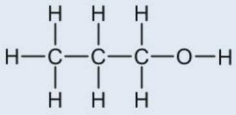
$H_3C-CH_2-CH_2-O-H$

1 Nummer de koolstofketen. Begin aan die kant, waar de karakteristieke groep het dichtstbij zit.

$H_3\underset{3}{C}-\underset{2}{C}H_2-\underset{1}{C}H_2-O-H$

2 De hoofdketen bevat drie C-atomen. De stam van de naam is *propaan*.
3 In de verbinding is de –OH-groep aanwezig. Achter de stamnaam komt de toevoeging ol: *propanol*.
4 De –OH-groep zit aan het eerste C-atoom. Vóór de uitgang -ol komt het getal 1. Tussen een getal en een letter zet je een streepje.
De naam van deze verbinding is dus *propaan-1-ol*.

In de tabel in figuur 8.32 zie je in de eerste kolom vijf voorbeelden van karakteristieke groepen. De naam van elke groep staat in de tweede kolom. In de derde kolom staan voorbeelden van koolstofverbindingen waarin de karakteristieke groepen aanwezig zijn.

formule van de groep	naam van de groep	voorbeeld koolstofverbinding	naam van de verbinding
– F	fluor-		1-fluorpropaan
– Cl	chloor-		2-chloorbutaan
– Br	broom-		broommethaan
– I	jood-	$H_3C-\underset{I}{C}H-CH_2-CH_3$	2-joodbutaan
– O – H	in de naam het achtervoegsel: -ol		propaan-1-ol

8.32 Een aantal koolstofverbindingen met karakteristieke groepen

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Antivries

Als je een komkommer in de diepvries legt en je ontdooit hem later weer, dan is het resultaat een grote drab. Komkommercellen, maar ook menselijke cellen vriezen kapot doordat ijskristallen de celmembranen beschadigen. Als je aan de koelvloeistof in de auto geen antivriesmiddelen toevoegt, vriest de radiateur 's winters kapot. Watermoleculen vormen als ze in de vaste fase komen een kristalrooster dat door waterstofbruggen meer ruimte inneemt dan de watermoleculen in de vloeistoffase (zie figuur 8.33a). Het groter worden van het volume zorgt voor de beschadigingen aan de radiateur en aan de cellen van mensen, dieren en planten.
Om het bevriezen tegen te gaan wordt aan koelvloeistof de stof glycerol of glycol toegevoegd. Deze stoffen verstoren de bouw van het kristalrooster van water, waardoor het water pas bij veel lagere temperaturen van bijvoorbeeld −20 °C bevriest.

In de ijszeeën rond Antarctica met een temperatuur van bijna −2 °C, zwemmen vissen die niet bevriezen. Hun geheime wapen? Antivries in het bloed. De vissen hebben een speciaal eiwit in hun bloed dat werkt als antivries. Aan de Technische Universiteit Eindhoven proberen chemici een kunstmatig materiaal te maken met antivrieseigenschappen om bijvoorbeeld vliegtuigvleugels mee te bedekken. Op zo'n grote schaal kan dat niet meer met natuurlijke eiwitten uit vissen, maar moet je een synthetische vervanger gebruiken. Een polymeer in dit geval, dat aan ijs kan binden om de groei van ijskristallen te verhinderen. Het is nog zoeken naar de juiste bouwstenen voor het polymeer, en hoe je die het beste aan elkaar rijgt zodat het materiaal dezelfde eigenschappen krijgt als het echte eiwit. Het is bijvoorbeeld noodzakelijk dat het polymeer, net als een antivrieseiwit, een kant heeft die wel hecht aan ijs en een kant die dat niet doet. Want als alle stukken hechten, dan zou het polymeer in het ijskristal worden ingekapseld en heeft het materiaal geen effect meer.
Antivrieseiwitten kennen tot nu toe slechts één duidelijke toepassing. In de Verenigde Staten wordt antivrieseiwit toegevoegd aan schepijs om voorkomen dat er grotere ijskristallen ontstaan.
Glycerol is behalve als antivries ook bekend als component in bellenblaas. Je krijgt dan grotere en mooiere bellen (zie figuur 8.33b).
Bron: Kennislink en Chemische Feitelijkheden



8.33a Structuur van ijskristallen



b Bellen blazen met een bellenblaasvloeistof waarin glycerol zit

Samenvatting

- Een karakteristieke groep is een atoom (geen C of H) of een groep atomen in een koolstofverbinding. De groep geeft de verbinding een kenmerkende eigenschap.
- In een halogeenalkaan is een H-atoom vervangen door een halogeenatoom. De naam van deze karakteristieke groep wordt vóór de stamnaam van de alkaanketen geplaatst.
- In een alkanol is een H-atoom vervangen door een –OH-groep. In de naam van een alkanol wordt de uitgang -ol achter de stamnaam van de alkaanketen geplaatst.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

8.2 De productie van ethanol uit glucose

Wat je nodig hebt
- erlenmeyer van 1 L
- doorboorde stop
- waterslot
- roervlo en magneetroerder
- destillatieopstelling (zie figuur 2.30)
- kristalsuiker
- citroenzuur
- gist (vers of gedroogd)
- kokend water
- rondbodemkolf van 500 mL
- porseleinen schaaltje

Inleiding
Je onderzoekt in dit experiment of het mogelijk is om met behulp van gist ethanol te produceren met glucose als beginstof.

Uitvoering
1. Weeg 200 g kristalsuiker af en doe dit samen met 0,5 g citroenzuur in de erlenmeyer. Voeg 250 mL kokend water toe en los de suiker op. Gebruik hierbij de magneetroerder.
2. Laat de suikeroplossing afkoelen tot ongeveer 35 °C of lager. Als de oplossing te heet is, sterft de gist.
3. Voeg 5 g gist toe en meng goed. Plaats de doorboorde stop met het waterslot op de erlenmeyer.
4. Laat de gistsuspensie een week, zachtjes roerend, bij kamertemperatuur staan. Bekijk tussentijds de vergisting en noteer je waarnemingen.
5. Giet de gistsuspensie over in de rondbodemkolf en bouw de destillatieopstelling.
6. Destilleer de gistsuspensie en vang het destillaat op dat je bij 78 °C krijgt. Stop met destilleren zodra de temperatuur boven de 78 °C komt. Vang voldoende destillaat op om een ontbrandingstest uit te kunnen voeren (figuur 8.34).
7. Probeer het destillaat met een lucifer aan te steken.

Waarnemingen en conclusie
1. Vermeld je waarnemingen bij punt 7.
2. Vermeld je conclusie.

Vragen
1. Zoek de structuurformules van sacharose, glucose en fructose op. Ga na dat uit sacharose 'invertsuiker' kan ontstaan. Geef de reactievergelijking in structuurformules van de vorming van invertsuiker uit sacharose.
2. Geef de reactievergelijking van de vergisting van glucose. Gebruik hierbij de molecuulformules van glucose en ethanol.
3. Heb je in het destillaat een brandbare stof kunnen aantonen? Welke stof is dit? Noem minimaal twee redenen waarom het destillaat eventueel niet zou branden.



8.34 Ethanol als brandstof voor de open haard.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Opdrachten

B 18

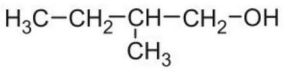
Geef de structuurformule en de molecuulformule van elk van de volgende stoffen.

a 3-methylbutaan-1-ol
b 3-methylpent-1-een
c 2-methylpropaan-2-ol
d 3,3-dimethylbut-1-een
e 2-broom-2-chloor-1,1,1-trifluorethaan

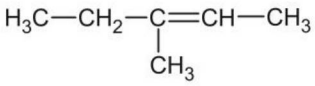
B 19

a Geef de naam van elk van de volgende stoffen.

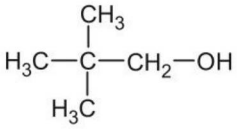
1



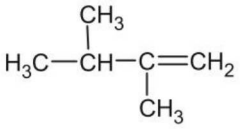
2



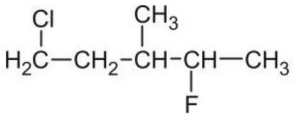
3



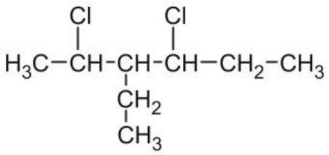
4



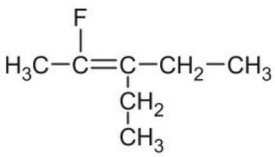
5



6



7



b Welke van de stoffen bij a zijn isomeren van elkaar?

B 20 M

Geef de structuurformules en de namen van de alkanolen met molecuulformule $C_4H_{10}O$.

C 21 N

Teken de structuurformule van:

a ethenol
b prop-1-een-2-ol
c 2-methylpent-2-een-1-ol

C 22

Alicia heeft voor een aantal stoffen waarvan de structuurformule is gegeven de systematische naam opgeschreven:

a 2-ethylpropaan
b 2-methylethaan
c 2-ethyloctaan
d 3,3-dimethylbutaan
e tri-ethylmethaan
f hexamethylethaan

Kyara zegt dat die namen niet goed kunnen zijn. Leg met een structuurformule uit waarom die namen niet kunnen kloppen.

C 23 N

In elk van de volgende alkanen wordt één H-atoom vervangen door één Cl-atoom.

1 hexaan
2 methylpropaan
3 dimethylpropaan

a Geef de structuurformule van alle chlooralkanen die met de bovengenoemde stoffen kunnen ontstaan.
b Geef de naam van alle chlooralkanen waarvan je bij a de structuurformule hebt getekend.

C 24 N

Je kunt de algemene formule van de alkanolen schrijven als $C_nH_{2n+2}O$. Er zijn ook andere stoffen dan alkanolen die deze algemene formule hebben.
Bedenk mogelijke structuurformules van alle isomeren van niet-alkanolen met de molecuulformule $C_4H_{10}O$.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

C 25

In 1974 is de 'alcoholwet' van kracht geworden. Automobilisten (en andere verkeersdeelnemers) met 0,5 g/L of meer alcohol in het bloed plegen daarmee een strafbaar feit (figuur 8.35).



8.35 Alcoholcontrole

a Welke twee manieren gebruikt de politie om automobilisten op dronkenschap te testen?

Bij het drinken van alcoholische dranken kan het alcoholgehalte in het bloed vrij nauwkeurig worden berekend met de formule:

$$c = \frac{A}{p \times r}$$ met daarin:

c concentratie van alcohol in het bloed in gram per liter
A hoeveelheid gedronken zuivere alcohol in gram
p lichaamsgewicht in kilogram
r verdelingsfactor (in L/kg)

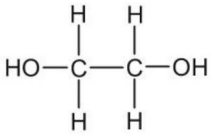
De factor r wordt ingevoerd als correctiefactor, omdat alcohol zich niet of slecht verspreidt in beenderen, vetweefsel en dergelijke. Bij vrouwen is deze factor ongeveer 0,6 en bij mannen 0,7.

b Noem twee oorzaken waardoor vrouwen bij consumptie van een gelijke hoeveelheid alcohol in het algemeen eerder onder invloed zijn dan mannen.

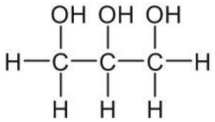
c Stel dat een man van 85 kg in korte tijd 0,40 L whisky drinkt. Bereken hoe groot het alcoholgehalte in zijn bloed wordt. Gegeven: whisky bevat 31,6 g alcohol per 100 mL.

C 26

Lees de tekst in het kader 'Antivries' en beantwoord de volgende vragen.
Aan de radiateur van een auto wordt meestal glycol of glycerol toegevoegd (figuur 8.36). De structuurformules van deze stoffen staan hieronder.



glycol



glycerol

a Leg met behulp van de structuurformules uit tot welke groep van stoffen glycol en glycerol behoren.

b Wat is de molecuulformule van glycerol?

Glycol en glycerol zijn oude namen, de zogenaamde triviale namen.

c Bedenk met de regels van de systematische naamgeving die je nu kent de juiste naam voor glycerol.

Als van 1,00 L radiateurvloeistof 40 volume-% glycol is, dan bevriest de vloeistof pas bij –25 °C. De dichtheid van water is $1{,}00 \cdot 10^3$ g/dm^3 en de dichtheid van de vloeistof glycol is $1{,}11 \cdot 10^3$ g/dm^3.

d Bereken hoeveel mL glycol de radiateurvloeistof per liter bevat.

e Bereken de dichtheid van de radiateurvloeistof in g/mL.



8.36 Vloeistoffen op tijd bijvullen!

Je kunt nu

- de systematische naam geven van halogeenalkanen en alkanolen als je de structuurformule kent;
- de structuurformule tekenen van halogeenalkanen en alkanolen als de systematische naam gegeven is.

© Noordhoff Uitgevers bv

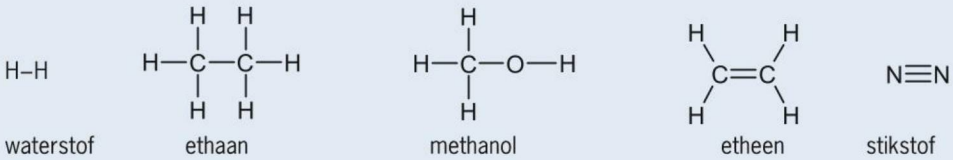
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Afsluiting

Oefenopdrachten

1 Met de atoomsoorten koolstof en waterstof kun je heel veel verschillende moleculen bouwen. Leg uit hoe dat kan.

2 **a** Geef de molecuulformules van de vijf onderstaande stoffen.

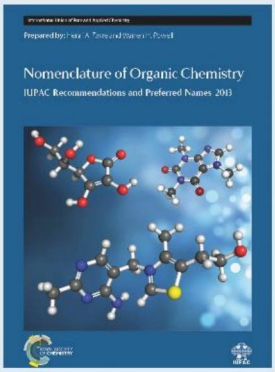


b Geef aan welke stof een alkaan, een alkeen, een alkanol of geen van deze drie is.

3 Geef de structuurformule voor de volgende stoffen.
a methylbutaan
b 2-methylpentaan
c pent-2-een
d dimethylpropaan
e 2,2-dimethylbutaan

4 Geef de structuurformule voor de volgende stoffen.
a butaan-2-ol
b 1-chloor-4-methylhexaan
c 3-ethyl-2,2,3-trimethylpentaan
d 2-methylhex-1-een
e 2,3-dimethylbut-1-een

5 Geef de naam van de volgende stoffen.



8.37 De IUPAC is de organisatie die de naamgeving van organische chemische verbindingen verzorgt. Elke nieuwe stof krijgt van de IUPAC-commissie een naam.

a $H_3C-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

b $H_3C-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$

c $H_3C-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$

d $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

e $H_3C-C(CH_3)_2-CHBr-CH_3$

f $H_3C-C(OH)(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

g $H_3C-C(CH_3)=C(CH_2CH_3)-CH_3$

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

M **6** Hoe komt het dat de naam methylbutaan juist is, terwijl de naam methylpentaan niet juist is? Licht je antwoord toe met behulp van structuurformules.

N **7** Maud heeft voor twee stoffen waarvan de structuurformule is gegeven, de systematische naam opgeschreven:
a 1,2-dimethylethaan
b 2-ethylbutaan

Silke zeg dat die namen niet juist kunnen zijn. Leg uit waarom de namen niet kunnen kloppen. Teken eerst de structuurformule op basis van de verkeerde naam en geef dan zelf de juiste naam.

M **8** **Stinkdier**



8.38 Stinkdier

Veel stoffen die stinken, zijn zwavelverbindingen. De stank van rotte eieren bijvoorbeeld wordt veroorzaakt door waterstofsulfide. De zogenoemde alkaanthiolen hebben een vergelijkbare onaangename geur. De structuurformule van een alkaanthiol lijkt op de structuurformule van een alkanol. Op de plaats van het O-atoom in een molecuul van een alkanol is in een molecuul van een alkaanthiol een S-atoom aanwezig:

$H_3C–OH$	$H_3C–SH$
methanol	methaanthiol

Wanneer stinkdieren (zie figuur 8.38) worden bedreigd, scheiden ze een vloeistof af waarin verschillende zwavelverbindingen voorkomen. Onderzoek leek in eerste instantie uit te wijzen dat de meest voorkomende geurstof in de vloeistof een alkaanthiol was met de molecuulformule C_4H_9SH. Er zijn vier alkaanthiolen die voldoen aan deze molecuulformule. Eén daarvan heeft de volgende structuurformule:

$H_3C–CH_2–CH_2–CH_2–SH$

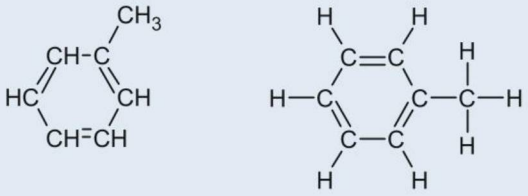
a Geef de structuurformules van de drie andere alkaanthiolen met molecuulformule C_4H_9SH.

Na een nauwkeurige bepaling van het massapercentage zwavel bleek de molecuulformule niet C_4H_9SH, maar C_4H_7SH te zijn.
b Bereken het massapercentage zwavel in C_4H_7SH.

Verder onderzoek gaf meer duidelijkheid over de structuurformule van deze stof met molecuulformule C_4H_7SH. Behalve dat er een SH-groep aanwezig was, bleek ook de koolstofketen van een molecuul van deze stof onvertakt te zijn.
c Geef een mogelijke structuurformule van een molecuul van de stof met molecuulformule C_4H_7SH die voldoet aan de resultaten van het onderzoek.
Naar: CE havo 2010-I.

9 Teken de structuurformules van alle isomeren van C_3H_8O.

10 Hieronder staat twee keer de structuurformule van tolueen, een stof die je gebruikt als oplosmiddel in bandenplaksel.



© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

a Geef de molecuulformule van tolueen.

Tolueen is, zoals je aan de formule kunt zien, een koolwaterstof.
b Leg uit of tolueen tot de alkanen behoort.



8.40 Busje bandenlijm



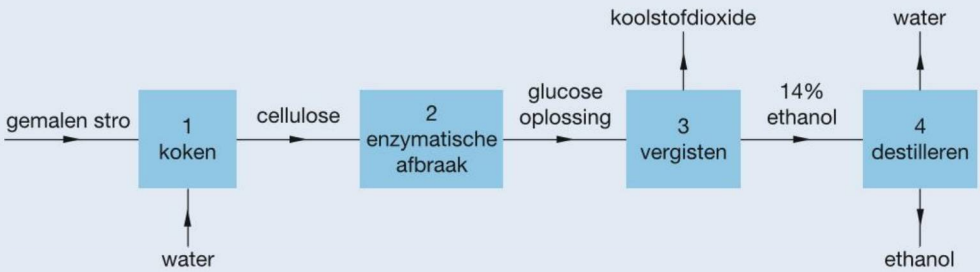
8.39 Rond de wereld fietsen, dat gaat niet zonder lekke banden. Een lekke band in de Alpen.

N 11 Stro wordt brandstof

Ethanol is een vloeistof met een kookpunt van 78 °C, die kan worden gebruikt als brandstof. Ethanol kan via een aantal stappen uit stro worden gemaakt.

stap 1 Een mengsel van gemalen stro en water wordt onder hoge druk gekookt. Daardoor komt uit het stro onder andere cellulose vrij.
stap 2 Cellulose wordt met behulp van enzymen afgebroken tot glucose. Een enzym heet ook wel een biokatalysator. Een enzym zorgt ervoor dat één bepaalde reactie beter verloopt.
stap 3 Glucose ($C_6H_{12}O_6$) vergist tot ethanol (C_2H_6O) en koolstofdioxide.
stap 4 Het volumepercentage ethanol in de ontstane oplossing wordt door middel van destillatie verhoogd. Hierdoor ontstaat vrijwel zuivere ethanol.

In figuur 8.41 is het proces in een onvolledig schema weergegeven.
Naar: Wetenschap in Beeld



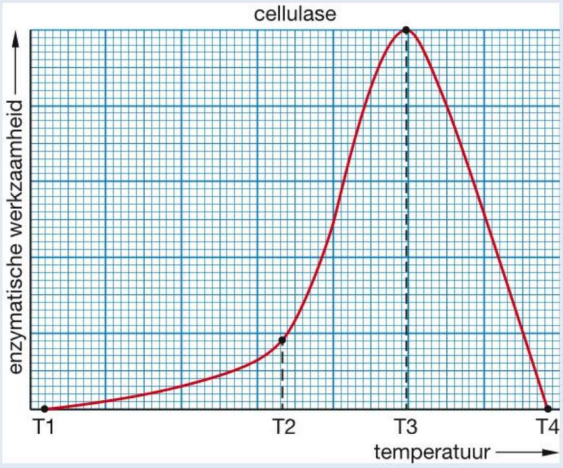
8.41

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

a Welk soort mengsel wordt bij stap 1 gekookt?
b Cellulose is een polymeer van glucose. Hoe kun je deze glucose ook noemen?

Bij stap 2 wordt het enzym cellulase gebruikt. Cellulase helpt bij het omzetten van cellulose in glucose.
Enzymen werken niet bij elke temperatuur even goed. In de grafiek hieronder is de invloed van de temperatuur op de werkzaamheid van dit enzym weergegeven.

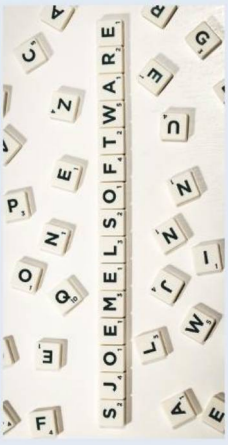


8.42

c Bij welke temperatuur zal de reactie die optreedt bij stap 2 het snelst verlopen?
d Geef de vergelijking van de vergisting van glucose (stap 3). Hierbij is glucose de enige beginstof.
e Onder welke naam ken je ethanol in het dagelijkse leven?
f Hoe noem je een product dat bij een destillatie ontstaat – hier de ethanol in stap 4 – ook wel?

Bij de destillatie in stap 4 ontstaat een product met 96 volume-% alcohol. Je destilleert 1000 L van de ethanol-oplossing uit vat 3.
g Hoeveel liter product kun je maximaal bij stap 4 verwachten?

Ethanol kan worden gebruikt als brandstof.
h Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van ethanol.
Naar: CE vmbo 2012-I.



8.43

12 Diesel

Veel mensen rijden in een auto die op diesel rijdt. Rijden op diesel is goedkoper dan rijden op benzine, zeker als je grote afstanden aflegt. Dat komt doordat de verbranding van diesel onder een veel hogere druk en temperatuur plaatsvindt dan bij een benzinemotor. Hierdoor is het rendement van de verbranding hoger.
a Geef de vergelijking voor de verbranding van benzine. Gebruik als formule C_8H_{18}.
b Waardoor rijdt een dieselauto meer kilometer op een liter brandstof dan een benzineauto?

Gebruik van diesel heeft ook nadelen. De uitstoot van fijnstof blijkt bij veel dieselauto's veel hoger te zijn dan door de fabriek is aangegeven. Soms werd dat niet direct opgemerkt: in de auto was sjoemelsoftware (figuur 8.43) ingebouwd, waardoor het leek of de uitstoot veel lager was. Hierdoor is er wel een nieuw woord aan de Nederlandse taal toegevoegd.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



8.44

Een ander nadeel van de veel hogere temperatuur in de motor is dat ook stikstof bij deze temperatuur met zuurstof reageert, waarbij het giftige stikstofdioxide kan ontstaan.

c Geef de reactievergelijking voor de verbranding van stikstof.

Met een katalysator kan het ontstane stikstofdioxide met koolstofmono-oxide reageren tot onschuldige stoffen.

d Welke stoffen zijn dit?

e Wat is de functie van de katalysator?

f Geef de vergelijking van de reactie die met behulp van de katalysator verloopt.

Keuzeopdrachten

Hieronder staat een korte beschrijving van vier keuzeopdrachten. Op de site kun je meer informatie vinden. In overleg met je docent kun je één van deze keuzeopdrachten gaan doen.

* 1 **Waterstofbruggen**
Je leert macroscopische eigenschappen benoemen (en herkennen) en in relatie brengen met structuren op microniveau.

2 **Molecular modelling**
In deze opdracht maak je met behulp van computerprogramma's als ChemSketch of Chemdraw verschillende modellen van moleculen. Probeer eens om ethanol (C_2H_5OH) te maken of formaldehyde, CH_2O. Of butanol bijvoorbeeld, met de formule C_4H_9OH. Van deze laatste kun je meerdere structuren verzinnen. Probeer zelf ook eens wat moleculen te bouwen. Maak van elk molecuul ook een molecuultekening.

M 3 **Materialen**
Je krijgt in deze keuzeopdracht een idee van de verschillende soorten kunststoffen die tegenwoordig in onze samenleving worden gebruikt en wat de milieueffecten hiervan zijn.

N 4 **Elementair analyse**
Je ontwerpt in deze opdracht een opstelling om de hoeveelheid koolstof, waterstof en zuurstof in een organische verbinding te bepalen. Door berekening kun je vervolgens de molecuulformule afleiden.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Overzicht begrippen

Aardolie	Een mengsel van meer dan honderdduizend stoffen, voornamelijk koolwaterstoffen. **Fossiele brandstoffen** zijn aardolie, aardgas en steenkool.
Alkylgroep	Een vertakking van een koolstofketen, bijvoorbeeld een **methyl**- en een **ethylgroep**.
Covalentie	Het aantal mogelijke bindingen dat een atoom kan vormen. De bindingen zijn in een structuurformule met streepjes weergegeven.
Homologe reeks	Groep van stoffen waarbij de *verhouding* tussen het aantal C-atomen en het aantal H-atomen in de moleculen van alle stoffen gelijk is. Voorbeelden zijn **alkanen**, **alkenen**, **halogeenalkanen** en **alkanolen**.
Isomeren	Stoffen die dezelfde molecuulformule hebben, maar verschillende structuurformules.
Karakteristieke groep	Een karakteristieke groep is een atoom (geen C of H) of een groep atomen in een koolstofverbinding. De karakteristieke groep geeft de verbinding een speciale eigenschap.
Koolstofchemie of organische chemie	Deel van de scheikunde dat zich bezighoudt met alle verbindingen waarin koolstof voorkomt.
Koolwaterstoffen	Stoffen waarvan de moleculen uitsluitend koolstofatomen en waterstofatomen bevatten. Koolwaterstoffen kunnen **vertakt** of **onvertakt** en **verzadigd** of **onverzadigd** zijn.
Kraken	Het ontleden van de stoffen in de naftafractie door thermolyse in aanwezigheid van een katalysator. Er ontstaan kleinere moleculen, waaronder etheen.
Monomeer	Een klein molecuul dat als grondstof kan dienen voor het maken van **polymeren**, kunststoffen.
Systematische naamgeving	Internationale regels die het mogelijk maken de systematische naam van een verbinding af te leiden uit de structuurformule.

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Periodiek systeem der elementen

groep / periode	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,008 +1 −1 $_{1}$H waterstof 1							
2	6,941 +1 $_{3}$Li lithium 2,1	9,012 +2 $_{4}$Be beryllium 2,2						
3	22,99 +1 $_{11}$Na natrium 2,8,1	24,31 +2 $_{12}$Mg magnesium 2,8,2						
4	39,10 +1 $_{19}$K kalium 2,8,8,1	40,08 +2 $_{20}$Ca calcium 8,2	44,96 +3 $_{21}$Sc scandium 9,2	47,87 +2 +3 +4 $_{22}$Ti titaan 10,2	50,94 +2 +3 +4 +5 $_{23}$V vanadium 11,2	52,00 +2 +3 +6 $_{24}$Cr chroom 13,1	54,94 +2 +3 +4 +7 $_{25}$Mn mangaan 13,2	55,85 +2 +3 $_{26}$Fe ijzer 14,2
5	85,47 +1 $_{37}$Rb rubidium 2,8,18,8,1	87,62 +2 $_{38}$Sr strontium 8,2	88,91 +3 $_{39}$Y yttrium 9,2	91,22 +4 $_{40}$Zr zirkonium 10,2	92,91 +3 +5 $_{41}$Nb niobium 12,1	95,94 +6 $_{42}$Mo molybdeen 13,1	(98) +4 +6 +7 $_{43}$Tc technetium 13,2	101,1 +3 $_{44}$Ru ruthenium 15,1
6	132,9 +1 $_{55}$Cs cesium 2,8,18,18,8,1	137,3 +2 $_{56}$Ba barium 18,8,2	138,9 +3 $_{57}$La lanthaan 18,9,2	1	178,5 +4 $_{72}$Hf hafnium 32,10,2	180,9 +5 $_{73}$Ta tantaal 32,11,2	183,8 +6 $_{74}$W wolfraam 32,12,2	186,2 +4 +6 +7 $_{75}$Re renium 32,13,2	190,2 +3 +4 $_{76}$Os osmium 32,14,2
7	(223) +1 $_{87}$Fr francium 2,8,18,32,18,8,1	(226) +2 $_{88}$Ra radium 18,8,2	(227) +3 $_{89}$Ac actinium 18,9,2	2	(267) +4 $_{104}$Rf rutherfordium 32,10,2	(268) $_{105}$Db dubnium 32,11,2	(269) $_{106}$Sg seaborgium 32,12,2	(270) $_{107}$Bh bohrium 32,13,2	(269) $_{108}$Hs hassium 32,14,2

relatieve atoommassa — oxidatie getallen
atoomnummer Symbool
naam
elektronenconfiguratie

1	lanthaniden	140,1 +3 +4 $_{58}$Ce cerium 2,8,18,19,9,2	140,9 +3 $_{59}$Pr praseodymium 21,8,2	144,2 +3 $_{60}$Nd neodymium 22,8,2	(145) +3 $_{61}$Pm promethium 23,8,2
2	actiniden	232,0 +4 $_{90}$Th thorium 2,8,18,32,18,10,2	(231) +5 +4 $_{91}$Pa protactinium 20,9,2	238,0 +3 +4 +5 +6 $_{92}$U uraan 21,9,2	(237) +3 +4 +5 +6 $_{93}$Np neptunium 22,9,2

- metaal
- metalloïde
- niet-metaal

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
									4,003 0 2 He helium 2
				10,81 +3 5 B boor 2,3	12,01 +2 +4 −4 6 C koolstof 2,4	14,01 +1 +2 +3 +4 +5 −1 −2 −3 7 N stikstof 2,5	16,00 −2 8 O zuurstof 2,6	19,00 −1 9 F fluor 2,7	20,18 0 10 Ne neon 2,8
				26,98 +3 13 Al aluminium 2,8,3	28,09 +2 +4 −4 14 Si silicium 2,8,4	30,97 +3 +5 −3 15 P fosfor 2,8,5	32,06 +4 +6 −2 16 S zwavel 2,8,6	35,45 +1 +5 −1 17 Cl chloor 2,8,7	39,95 0 18 Ar argon 2,8,8
58,93 +2 +3 27 Co kobalt 15,2	58,69 +2 +3 28 Ni nikkel 16,2	63,55 +1 +2 29 Cu koper 18,1	65,38 +2 30 Zn zink 18,2	69,72 +3 31 Ga gallium 18,3	72,64 +2 +4 32 Ge germanium 18,4	74,92 +3 +5 −3 33 As arseen 18,5	78,96 +4 +6 −2 34 Se seleen 18,6	79,90 +1 +5 −1 35 Br broom 18,7	83,80 0 36 Kr krypton 18,8
102,9 +3 45 Rh rhodium 16,1	106,4 +2 +3 46 Pd palladium 18	107,9 +1 47 Ag zilver 18,1	112,4 +2 48 Cd cadmium 18,2	114,8 +3 49 In indium 18,3	118,7 +2 +4 50 Sn tin 18,4	121,8 +3 +5 −3 51 Sb antimoon 18,5	127,6 +4 +6 −2 52 Te telluur 18,6	126,9 +1 +5 +7 −1 53 I jood 18,7	131,3 0 54 Xe xenon 18,8
192,2 +3 +4 77 Ir iridium 32,15,2	195,1 +2 +4 78 Pt platina 32,17,1	197,0 +1 +3 79 Au goud 32,18,1	200,6 +1 +2 80 Hg kwik 32,18,2	204,4 +1 +3 81 Tl thallium 32,18,3	207,2 +2 +4 82 Pb lood 32,18,4	209,0 +3 +5 83 Bi bismut 32,18,5	(209) +2 +4 84 Po polonium 32,18,6	(210) 85 At astaat 32,18,7	(222) 0 86 Rn radon 32,18,8
(278) 109 Mt meitnerium 32,15,2	(281) 110 Ds darmstadtium 32,17,1	(281) 111 Rg roentgenium 32,18,1	(285) 112 Cn copernicium 32,18,2	(286) 113 Uut ununtrium 32,18,3	(289) 114 Fl flerovium 32,18,4	(288) 115 Uup ununpentium 32,18,5	(293) 116 Lv livermorium 32,18,6	(294) 117 Uus ununseptium 32,18,7	(294) 118 Uuo ununoctium 32,18,8

150,4 +2 +3 62 Sm samarium 24,8,2	152,0 +2 +3 63 Eu europium 25,8,2	157,3 +3 64 Gd gadolinium 25,9,2	158,9 +3 65 Tb terbium 27,8,2	162,5 +3 66 Dy dysprosium 28,8,2	164,9 +3 67 Ho holmium 29,8,2	167,3 +3 68 Er erbium 30,8,2	168,9 +3 69 Tm thulium 31,8,2	173,0 +2 +3 70 Yb ytterbium 32,8,2	175,0 +3 71 Lu lutetium 32,9,2
(244) +3 +4 +5 +6 94 Pu plutonium 24,8,2	(243) +3 +4 +5 +6 95 Am americium 25,8,2	(247) +3 96 Cm curium 25,9,2	(247) +3 +4 97 Bk berkelium 27,8,2	(251) +3 98 Cf californium 28,8,2	(252) +3 99 Es einsteinium 29,8,2	(258) +3 100 Fm fermium 30,8,2	(257) +2 +3 101 Md mendelevium 31,8,2	(259) +2 +3 102 No nobelium 32,8,2	(262) +3 103 Lr lawrencium 32,9,2

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Lijst met atoomnummers en atoommassa's

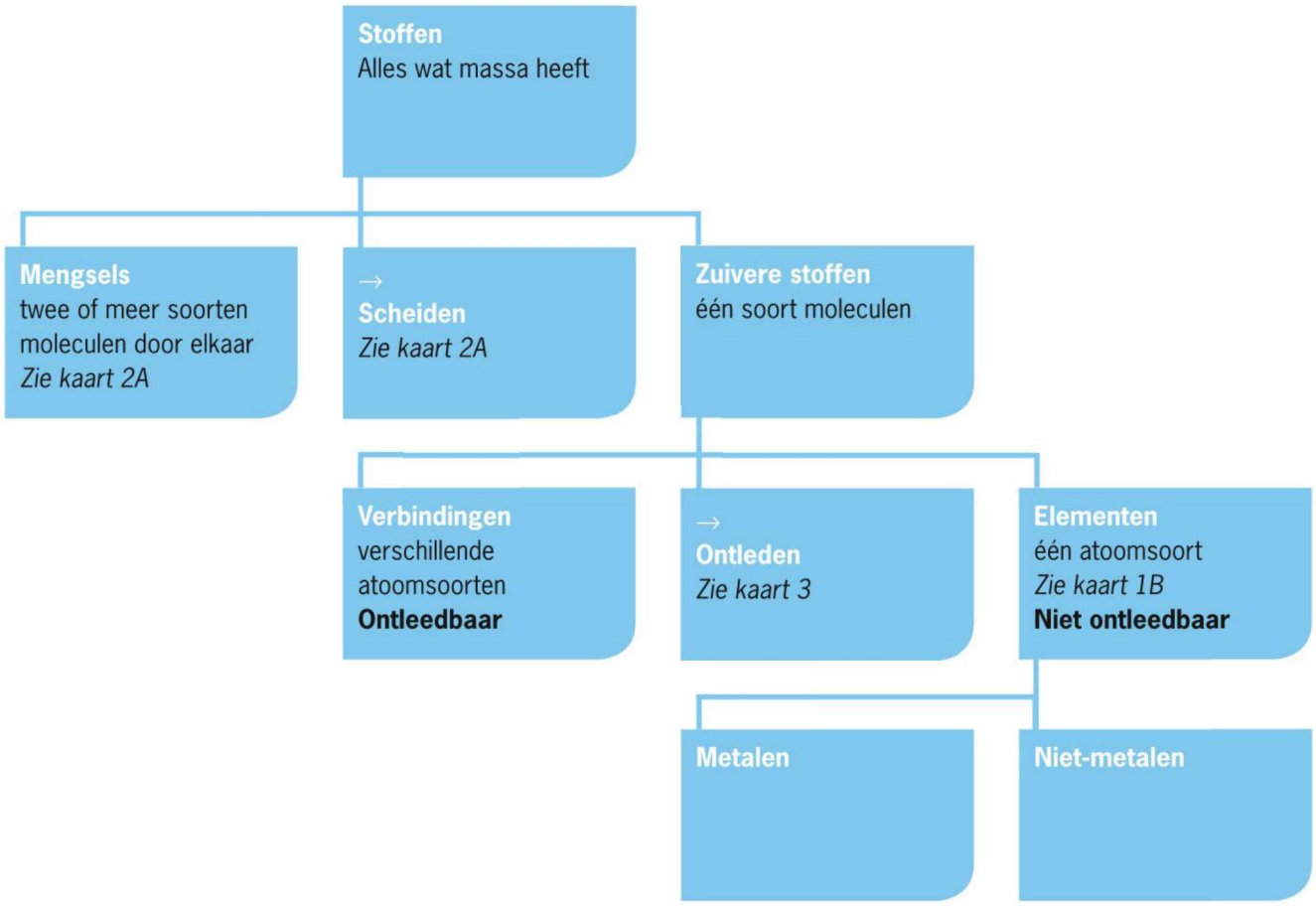
Atoomsoort	Atoomnummer	(Relatieve) atoommassa
Ag	47	107,9
Al	13	27,0
Ar	18	40,0
As	33	74,9
Au	79	197,0
B	5	10,8
Ba	56	137,3
Be	4	9,0
Br	35	79,9
C	6	12,0
Ca	20	40,1
Cl	17	35,5
Cu	29	63,6
F	9	19,0
Fe	26	55,9
H	1	1,0
He	2	4,0
Hg	80	200,6

Atoomsoort	Atoomnummer	(Relatieve) atoommassa
I	53	126,9
K	19	39,1
Li	3	6,9
Mg	12	24,3
Mn	25	54,9
N	7	14,0
Na	11	23,0
Ne	10	20,2
Ni	28	58,7
O	8	16,0
P	15	31,0
Pb	82	207,2
Pt	78	195,1
S	16	32,1
Si	14	28,1
Sn	50	118,7
U	92	238,0
Zn	30	65,4

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

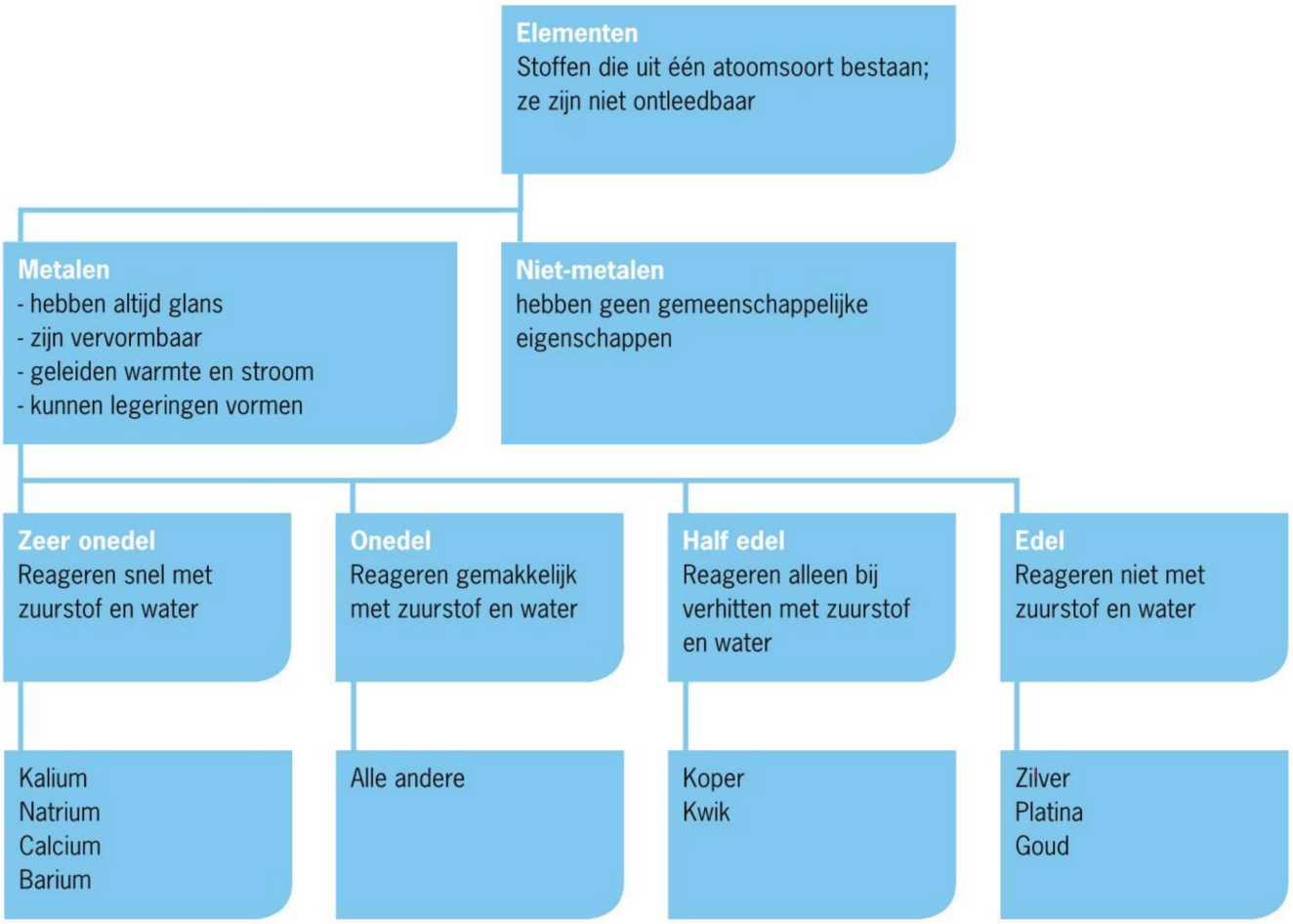
Kenniskaarten

Kenniskaart 1A Stoffen



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Kenniskaart 1B Elementen



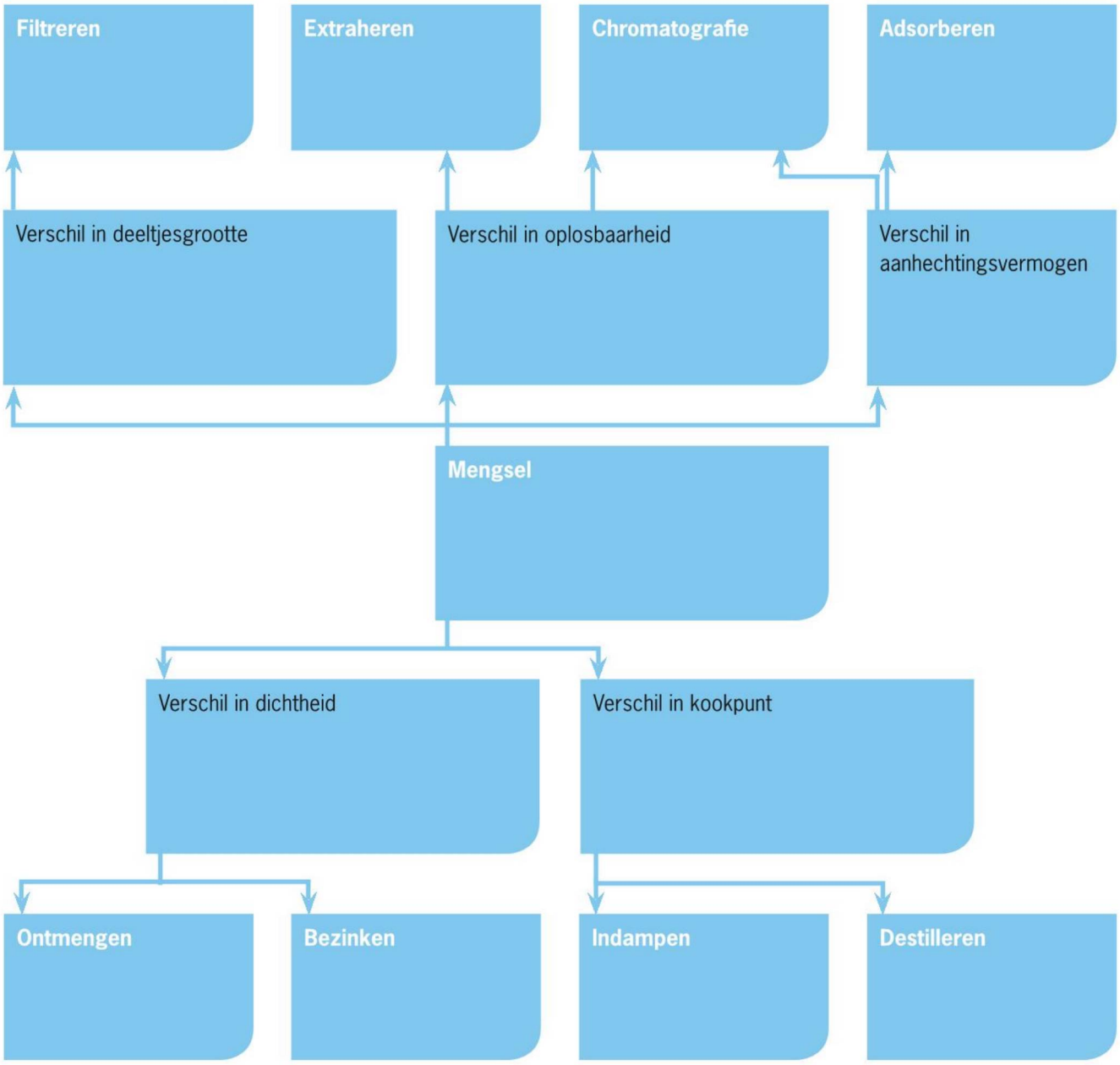
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Kenniskaart 2A Soorten mengsels: namen van een aantal mengsels



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Kenniskaart 2B Mengsels en hun eigenschappen: scheidingsmethoden



Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Kenniskaart 3 Enkele soorten reacties

Stofeigenschappen veranderen niet!
Faseveranderingen

Verandering in de eigenschappen van een stof

Blijvende verandering van stofeigenschappen:
Chemische reacties

Verbrandingsreacties
Nodig: brandstof, zuurstof en de juiste ontbrandingstemperatuur

Synthesereacties
(In een reeks van reacties ontstaan nieuwe stoffen.)

Ontledingsreacties
(Uit één stof ontstaan twee of meer nieuwe stoffen. Bijna altijd is energie nodig.)

Zeer snelle verbranding
(Fijnverdeelde brandstof voorgemengd met voldoende zuurstof.)

Verbranding met vuurverschijnselen
(Elke verbranding met vlammen, vonken, rook en gloeiverschijnselen)

Langzame verbranding
(Voorbeeld: roesten; verbranden van voedsel)

Thermolyse
Warmte als energiebron

Elektrolyse
Elektriciteit als energiebron

Fotolyse
Licht als energiebron

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Register

A

aanhechtingsvermogen 173, 201
aardolie 236
actieve kool 173
activeringsenergie 157
adsorptie 173
adsorptiemiddel 173, 201
alcoholen 253
alkanen 242, 263
alkanolen 253, 263
alkenen 246, 263
alkylgroepen 244
amalgaam 211
atomaire massa-eenheden 86, 101
atomen 77, 101
atoombinding 218
atoomkern 92
atoommassa 86, 101
atoommodel 91, 101
atoomnummer 93,101

B

base 190
basische oplossing 190, 201
beginstof 104, 108
behoud van massa 106
bezinken 46, 69
biomassa 183
bioplastic 183
blokschema 181
Bohr 92
botsende-deeltjesmodel 158

C

centrifugeren 46, 69
chemiekaarten 14
chemische reactie 104, 133
coëfficiënt 85, 101
concentratie 108, 169
conclusie 17, 35
corrosie 80, 211
covalente binding 218
covalentie 219, 238

D

dalton 91
destillaat 54, 69
destilleren 54, 69
dichtheid 35, 188
duurzaamheid 182

E

edele 211
eenheid 10
effectieve botsing 158
elektrisch geleidingsvermogen 204
elektrolyse 181
elektrolysereactie 147
elektronen 92, 101
element 77, 101
emulgator 39, 69, 219
emulsie 39, 69
endotherm 157
endotherme reactie 105, 147
energiediagram 158
energie-effect 105, 133
ethylgroep 244, 263
exotherme 157
exotherme ontledingsreactie 147
exotherme reactie 105
experimenten 16, 35
explosie 139
extractiemiddel 47, 69
extraheren 47, 69

F

fasedriehoek 25
fasen 24
fasen van een stof 35
faseverandering 25, 35
filtraat 46, 69
filtreren 46, 69
formule 84
fossiele brandstoffen 236, 263
fotolyse 147

G

gasbrander 16
gaschromatografie 174
gedestilleerd water 16
gefractioneerde destillatie 236
gehalte 86
gele vlam 16
gevarenpictogrammen 14
gietijzer 212
grenswaarde 14, 35
groene chemie 182, 201
grootheden 10
grootheden en eenheden 35

H

halfedele 211
halogeenalkanen 251, 263
handelingen 16, 35
hernieuwbare grondstoffen 182
homologe reeks 242
hydrofiel 219
hydrofoob 219
H-zinnen 15

I

indampen 53, 69
index 84, 101
ion 209
ionbinding 226
ionen 226
ionrooster 233, 226
isomeren 243
isomerie 243
isotopen 93, 101

K

karakteristieke groep 251
katalysator 108
kelvin 25
kleurloze vlam 16
kookpunt 25
kooktraject 25, 35
koolstofchemie 236
koolwaterstoffen 236
kraken 237

L

legering 80, 101, 211
logboek 17
loopvloeistof 173

M

macroniveau 72, 101
massagetal 93, 101
massapercentage 62, 86, 101
massaverhouding 120, 133
mengsel 25, 35
metaal 205
metaalbinding 209
metaalrooster 209, 233
metalen 78, 101, 209, 233
metalloïden 78, 101
methyl 244, 263
microniveau 72, 101
mobiele fase 173, 201
model 73, 101
moleculaire stof 205, 217, 233
moleculen 72, 101
molecuulformule 84, 101
molecuulmassa 86
molecuulrooster 233
monomeer 237
monomeren 183, 201

N

neutraal 189, 190
neutrale oplossing 190, 201
neutronen 92, 101
nevel 69
niet-metalen 78, 101

O

ondermaat 152
onedele 211
ontledingsreactie 146
onvertakt 238, 263
onverzadigd 238, 263
onverzadigde oplossing 54, 69
onvolledige verbranding 138

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

oplosbaarheid 54, 61, 69, 174, 201
oplossing 38, 69
oplosvermogen 188
organische chemie 236
overmaat 152
oxide 137

P

pauzevlam 16
periodiek systeem 78, 101
pH 189
polymeer 183, 201, 237, 263
protonen 92, 101
P-zinnen 15

R

reactieproduct 104
reactieschema 114
reactiesnelheid 108, 133
reactietemperatuur 106, 133
reactievergelijking 115, 133
reagens 138
rendement 47, 69
residu 46, 54, 69
Rf-waarde 174
roesten 80
rook 69
rooster 73
ruisende vlam 16
Rutherford 92

S

samenstelling 25
scheiden 45
scheikunde 35
scheitrechter 175
schillen 92
schuim 69
simulatie 74, 101
smeltpunt 25
smelttraject 25, 35
soortelijke warmte 189
staal 212
stationaire fase 173, 201
stofconstanten 9, 35
stofeigenschappen 9, 35
stoffen 35
suspensie 38, 69
synthese 180
syntheseroute 180, 201
systematische naamgeving 243

T

temperatuur 35, 108, 169
thermolyse 237
thermolysereactie 147
toestandsaanduidingen 24
twee-atomige moleculen 85
tweelagensysteem 39, 69

U

universeel indicatorpapier 190

V

valentie-elektronen 218
vanderwaalsbinding 217
vanderwaalskrachten 217
verbinding 77, 101, 138, 146
verdelingsgraad 108, 169
verslag 17
vertakt 238, 263
verzadigd 238, 263
verzadigde oplossing 54, 69
vloeistof-vloeistofextractie 174
volledige verbranding 138
volumepercentage 62

W

waarneming 17, 35
waterstofbrug 219
wet van Lavoisier 105, 133

Z

zeer onedele 211
zouten 205, 225, 233
zuivere stof 25, 35
zure oplossing 190, 201
zuur 189
zuurgraad 189

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Verantwoording

Fotoresearch: Fotoredactie, Arnhem

Getty Images, Amsterdam: p. 6, 7, 9b, 22, 36, 37, 38l, 39or, 47, 91b, 102, 103, 105r, 120, 134, 135, 137l, 148, 182l, 202, 203, 204, 214, 215, 217b, 221, 225o, 136b, 248r, 260r
Picture alliance/Lineair, Arnhem: p. 8b, 78, 80or, 81l, 87, 116, 136o, 209, 219, 224, 234, 235, 236b, 238o, 242, 250r, 257r, 262, 272
Ron Giling/Lineair, Arnhem: p. 8o, 16b, 20, 21, 32b, 32o, 41l, 45o, 46, 54, 65, 83bl, 83br, 88b, 88o, 143, 161b, 164, 185, 190l, 193, 199, 237o, 249o
MvdO Fotografie - Mara van den Oetelaar, Venlo: p. 9o
NASA, Washington: p. 11r, 44
Shutterstock, New York: p. 12, 15, 16, 27, 38r, 39ol, 39om, 43ol, 49l, 51m, 53b, 68o, 72, 74l, 97l, 152o, 154l, 161ol, 165b, 172o, 174, 177, 180, 182r, 184, 188o, 189, 191, 198b, 210r, 217o, 218l, 218r, 220l, 226, 227, 237b, 243, 248l, 248m, 259
Topten, Bangkok: p. 13
Arie Kievit / Hollandse Hoogte, Den Haag: p. 14
Eric Geboers, Rotterdam: p. 18
Antoine Lorgnier/Lineair, Arnhem: p. 24
M.Violante, Bakoli (I): p. 26l
Uit:"De Byzance a Istanbul: p. 26m
Martin Siepmann/Lineair, Arnhem: p. 26r
Alamy/Image Select, Wassenaar: p. 28l, 28r, 91o, 170, 171, 183
The Granger Collection/Lineair, Arnhem: p. 30
Ben Allon: p. 34
Frans Lemmens/HH, Den Haag: p. 38b
Jim West/Lineair, Arnhem: p. 39bl
Wikimedia Commons: p. 39br, 106, 129
NASA/JPL-Caltech: p. 40
plazilla.com: p. 41r
Koen Suyk/ANP, Rijswijk: p. 42l
Bert Janssen/HH, Den Haag: p. 42r
iStockphoto, Calgary: p. 43bl, 92r, 104b, 137b, 165o, 197l, 254r
Jelte Keur, Utrecht: p. 43br
Jochen Tack/Lineair, Arnhem: p. 43or
Vestergaard-Frandsen, New York: p. 45b
asonline.cn: p. 46
Egmont Strigl/Lineair, Arnhem: p. 48l
The Ocean Cleanup, Delft: p. 48r
Jean-Pierre Geusens/ANP, Rijswijk: p. 49r
EcoFloLife – Ecological Floating Habitats, Londen: p. 50
Sijmen Hendriks/HH, Den Haag: p. 51b
Tristan B/Wikimedia: p. 52
Roberto Verolino, Milaan: p. 53o
Library of Congress: p. 55l
AKG-images/Lineair, Arnhem: p. 55r, 94, 107
Erik-Jan Ouwerkerk/HH, Den Haag: p. 56
Michael Ip/HH, Den Haag: p. 57
United Archiv/Lineair, Arnhem: p. 60, 70, 71
Sjef Buil, Zwaag: p. 62
Age Fotostock, Barcelona: p. 64, 176l
Remy-Martin, Cognac: p. 67
Divine Chocolate, Londen: p. 68b
Bayer AG, Leverkusen: p. 73
Mountain Goat Adventures LLC, Georgia: p. 74r
Cees Baars, Apeldoorn: p. 75
IBM Research, Zurich: p. 76
Lego, Billund(D): p. 77
Wil Tilroe-Otte/Nationale Beeldbank, Amsterdam: p. 80b
Bionerd, Wikimedia Commons: p. 80ol
Science Source, New York: p. 80om
Xinhua News Agency/eyevine/HH, den Haag: p. 81r
JVL.Holland, Groningen: p. 84
University of Oxford Department of Physics, Oxford: p. 86b
Alibaba, Hangzhou: p. 86o
Diez, O./Lineair, Arnhem: p. 90
Avrotros, Hilversum: p. 93
Can Stock Photo Inc., Halifax: p. 97r
Janne Moren, Osaka (J): p. 99
Roger N. Weller/ Cochise College, Douglas: p. 100
Corbis/HH, Den Haag: p. 104o
Marc Colman, St-Niklaas: p. 105l
Salva Garrigues/Image Select, Wassenaar: p. 108
Hemis Creative and Travel Imagery/HH, Den Haag: p. 114b
dreamstime.com: p. 114o, 122
Gamma Presse Images/HH, Den Haag: p. 119
C. Barton van Flymen/HH, Den Haag: p. 136b
Imagine China/HH, den Haag: p. 139
Associated Press/HH, Den Haag: p. 140
Letartean, Quebec (Can): p. 146o
Hervé Champollion/akg-images/Lineair, Arnhem: p. 147
Erik van 't Woud/ANP, Rijswijk: p. 152b
Maury Markowitz, Toronto (Can): p. 156
Bart van Overbeeke Fotografie/HH, Den Haag: p. 157
L. Kommerkamp: p. 159
Solar Impulse/Pizzolante/Rezo, Lausanne: p. 160

© Noordhoff Uitgevers bv

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Science Photo Library/ANP, Rijswijk: p. 161r
Reuters/Novum, Amsterdam: p. 167
Neale Haynes/Getty Images, Amsterdam: p. 172b
Y. Hellas/Alarco, Tavros (GR): p. 173
P.R. Haney, Londen: p. 175
L.H. Chem, HongKong: p. 176m
Susan Holloway Scott: p.176r
2Cheap, Zeewolde: p. 180ol
Kingfield Galvanizing, Somerton: p. 180or
Nyrstar, Zurich: p. 181
Fotolia, New York: p. 188b
Parenthub, Subiaco: p. 192
Ministerie van Defensie, Den Haag: p. 197r
Ami Nasrin, Mumbai: p. 198o
Marco Okhuizen/HH, Den Haag: p. 205bl
JokeJansen/Nationale Beeldbank, Amsterdam: p. 205br
BuddyMurphy.com: p. 205o
ID/photoagency, Ledeberg: p. 206b
Belga/ANP, Rijswijk: p. 206o
Goudweet, Antwerpen: p. 210l
René & Peter van der Krogt, Delft: p. 211
Fandom/Wikia Inc., SanFransisco: p. 212
Jean Cassou/Lineair, Arnhem: p. 213
D. Marshall, San Fransisco: p. 216
N. Rizzo/Royal Society, Londen: p. 220r
Koen Verheijden/HH, Den Haag: p. 222
George Steinmetz/HH, Den Haag: p. 225b
Silversnake, Wormer: p. 231
Altorfer, Cedar Rapids (USA): p. 236o
Cor Kamman, Amsterdam: p. 238b
U.S. Geological Survey, Reston (USA): p. 239l
Master Diving Centre, Hurghada: p. 239r
Sabine Joosten/HH, Den Haag: p. 245
Paul Starosta: p. 247
Westend61/HH, Den Haag: p. 249b
Bert Beelen/HH, Den Haag: p. 250l
Yves Rocher, Parijs: p. 251
Buiten-Beeld/HH, Den Haag: p. 254l
Camino, Mezzovico: p. 255
Menno Boermans/HH, Den Haag: p. 257l
Royal Society of Chemistry, Cambridge: p. 258
RemaTiptop, Poing (D): p. 260l
Remko de Waal/ANP, Rijswijk: p. 261

© Noordhoff Uitgevers bv

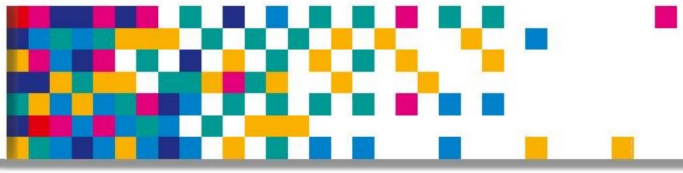
Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com

Dit document is gedownload van uitwerkingen.com — Voor meer uitwerkingen ga naar uitwerkingen.com



Bij dit boek hoort een digitale leeromgeving
met interactieve opdrachten in diverse leerroutes,
overzichtelijke dashboards en een uitgebreide toetsmodule.
Dit maakt gepersonaliseerd leren mogelijk.

Noordhoff Uitgevers



MIX
Papier van verantwoorde herkomst
FSC® C118189

www.chemieoveral.noordhoff.nl

ISBN 978-90-01-87762-0

