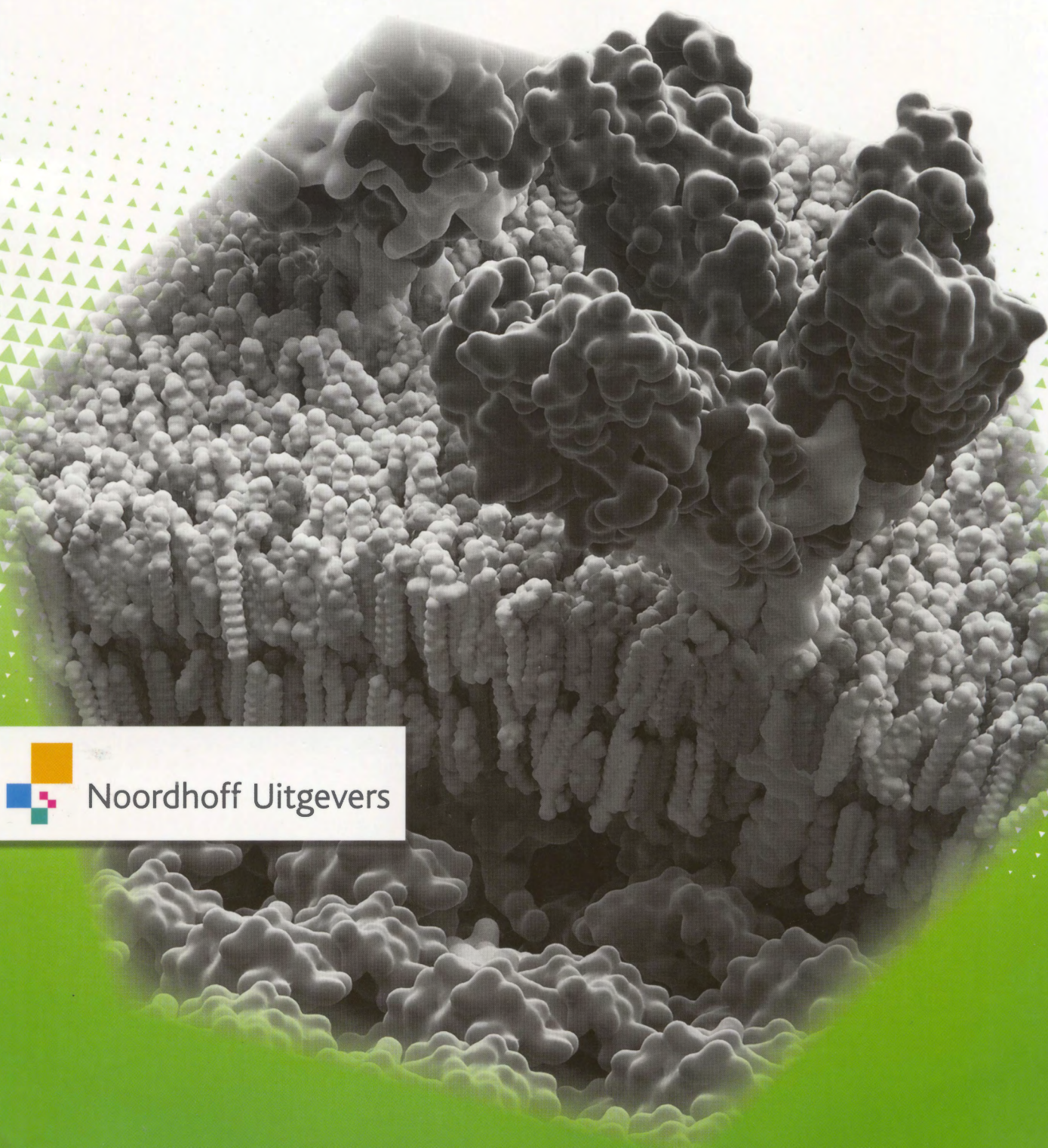


chemie



Noordhoff Uitgevers

Chemie

6e editie

6 vwo
uitwerkingen

Serieoverzicht

Chemie
6 vwo

Delen voor
bovenbouw
vmbo

Chemie
5 havo

Chemie
5 vwo

Chemie
4 havo

Chemie
4 vwo

Chemie
3 havo

Chemie
3 vwo

Delen voor
onderbouw
vmbo

Nask hv 1-2

Vormgeving binnenwerk: Ebel Kuipers, Sappemeer
Vormgeving omslag: G2K Designers, Groningen / Amsterdam
Fotografie omslag: © *Visual Science*
Technische tekeningen: OKS PrePress



0 / 15

© 2015 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 978-90-01-81722-0

Chemie

6e editie

6 vwo

uitwerkingen

Auteurs

Wijnand Rietman

Eindredactie

Rixt Buwalda

Voor de leerling

In het leerboek *Chemie* komt een groot aantal opdrachten voor. Je zult die opdrachten vaak zelfstandig maken. Als je bij een bepaalde opdracht niet weet hoe je deze moet aanpakken, kun je deze *Uitwerkingen* gebruiken om de oplossing te vinden.

In deze uitwerkingen staan de antwoorden van de meeste opdrachten die in *Chemie* voorkomen. Vaak worden deze antwoorden voorafgegaan door een tip, die cursief gedrukt is. Zo'n tip kan bestaan uit informatie, maar ook uit een vraag. Door die vraag voor jezelf te beantwoorden, kun je een idee krijgen hoe de opdracht uit het boek opgelost kan worden. Het is dus niet de bedoeling om die 'tipvraag' ook schriftelijk te beantwoorden. Mocht de tip niet voldoende zijn, dan kun je het antwoord bekijken.

Met het antwoord kun je controleren of je de opdrachten op de juiste manier hebt gemaakt. Vaak staat bij het antwoord ook een uitleg, zodat je bij een eventuele fout kunt zien wat er is misgegaan. Als je antwoord niet precies hetzelfde is als de gegeven uitwerking, wil dat nog niet zeggen dat je een fout antwoord hebt gegeven. Schrijf de uitwerking uit dit boekje dus niet meteen over, maar bekijk hem nog eens nauwkeurig. Overleg in geval van twijfel met je medeleerlingen of je docent.

Verder zijn in dit boek ook de uitwerkingen van de verwerkingsvragen bij de practica opgenomen.

Inhoud

15 Kunststoffen 6

- 15.1 Kunststoffen, plastics en polymeren 6
- 15.2 Eigenschappen van kunststoffen 6
- 15.3 Additiepolymeren 7
- 15.4 Eigenschappen van polymeren veranderen 9
- 15.5 Condensatiepolymeren 10
- 15.6 Groene polymeren 12
- 15.7 Toepassing 13
 - Voorbeeldproefwerk 15

16 Op weg naar duurzame energie 16

- 16.1 De zon als energiebron 16
- 16.2 Brandstofcellen 16
- 16.3 Opslag van elektrische energie 18
- 16.4 Duurzame batterijen 19
- 16.5 Toepassing 19
 - Voorbeeldproefwerk 20

17 Biochemie: voeding en gezondheid 22

- 17.1 Wat zit in voeding? 22
- 17.2 Koolhydraten 22
- 17.3 Vetten 23
- 17.4 Eiwitten 25
- 17.5 Eiwitten in actie 26
- 17.6 Voeding, ziekte en erfelijkheid 26
- 17.7 Toepassing 27
 - Voorbeeldproefwerk 28

18 Moleculen op bestelling 30

- 18.1 Elektronen in actie 30
- 18.2 De vorm van moleculen 30
- 18.3 Het verloop van een chemische reactie 32
- 18.4 Mesomerie 33
- 18.5 Synthese van paracetamol 34
- 18.6 Toepassing 36
 - Voorbeeldproefwerk 37

19 Moderne materialen 40

- 19.1 Bekende materialen 40
- 19.2 Innovatief onderzoek 41
- 19.3 Moleculen in de ruimte 42
- 19.4 Duurzaam vet 42
- 19.5 Toepassing 43
 - Voorbeeldproefwerk 46

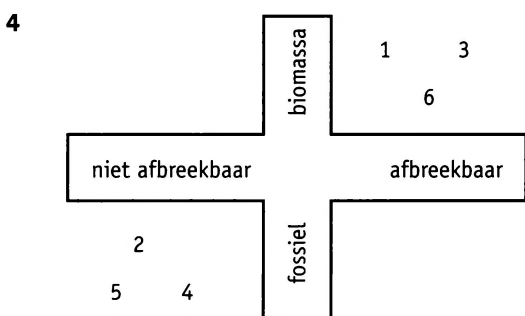
Hoofdstuk 15

Kunststoffen

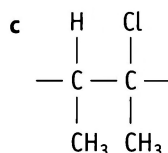
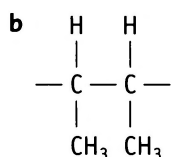
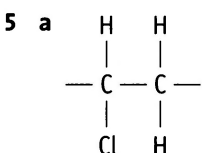
15.1 Kunststoffen, plastics en polymeren

- 1 -
- 2 Plastics kunnen vervormen door verhitten en onder druk. Dat is niet handig voor de carrosserie van een auto. Er zal bedoeld worden dat de carrosserie van kunststof gemaakt is.

- 3 a $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$
b Bereken de massa van de repeterende eenheid.
De massa van een eenheid $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ is (afgerond) 28 u. Dat betekent $1,0 \cdot 10^6 : 28 = 3,6 \cdot 10^4$ eenheden etheen.



- 1 Deze bekertjes worden weggegooid, het is handig als ze op een natuurlijke manier worden afgebroken.
- 2 Die buizen moeten beslist niet worden afgebroken, ze worden uit fossiele grondstoffen gemaakt.
- 3 De zakjes kunnen bij het groente- en fruitafval en moeten dus afbreekbaar zijn.
- 4 Zie 2.
- 5 Polyetheen is afkomstig van etheen, dat uit fossiele grondstoffen wordt gemaakt. Het is wel te recycleren.
- 6 Polymelkzuur is biologisch afbreekbaar en kan uit biomassa worden gemaakt. Het materiaal wordt door je lichaam afgebroken.



15.2 Eigenschappen van kunststoffen

Practicum 1

-
- 6 Waar hangt het smeltpunt van moleculaire stoffen van af?
Polymeren bestaan uit macromoleculen, die elkaar vanwege hun grootte sterk aantrekken (vanderwaalskrachten). Dat leidt tot een relatief hoog smeltpunt. Daardoor zijn polymeren bij kamertemperatuur vaste stoffen.
- 7 Wat is het verschil tussen een thermoplast en een thermoharder?
- a Thermoplasten worden bij verwarming zacht. Plastic tasjes en boterhamzakjes zijn dus thermoplasten.
- b Kennelijk kun je deze kunststof zacht maken en bewerken. Dit kan alleen bij een thermoplast.
- c Keukenbladen worden in één keer gemaakt. Het zwart worden wijst op ontleding (verkoling) bij verhitten. Deze kunststof is waarschijnlijk een thermoharder.
- d De korrels zijn een halffabrikaat en kunnen door verwarmen zacht worden gemaakt en dan worden verwerkt. Het zijn dus thermoplasten.
- e Als je een polymeer kunt oplossen dan heb je te maken met een thermoplast. Thermoharders lossen niet op.
- f PUR wordt na het spuiten meteen hard. Het is eerst zacht en vloeibaar en wordt uiteindelijk een vaste schuimachtige massa. Uit deze gegevens is *niet* op te maken of PUR een thermoplast is of een thermoharder.
- 8 Welke stoffen hebben scherpe smelt- en kookpunten?
Kunststoffen bestaan uit honderden aan elkaar gekoppelde repeterende eenheden. De ontstane ketens zijn in praktijk niet allemaal even lang. Er ontstaat dus een mengsel en een mengsel heeft een smelttraject.
- 9 Wat is het verschil tussen een thermoplast en een thermoharder?
De kunststof verwarmen en kijken of deze alleen maar zacht wordt (thermoplast) of ontleedt (thermoharder).

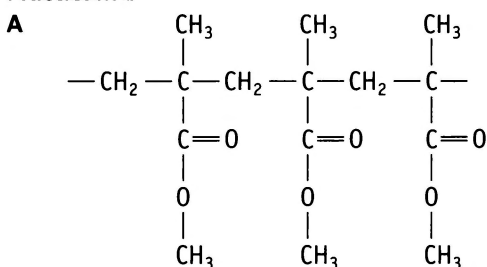
- 10 a *Kost dit veel of weinig energie?*
Dit gaat heel gemakkelijk. Er worden zwakke bindingen verbroken; de vanderwaalsbindingen tussen de moleculen waaruit het plastic zakje bestaat.
- b Bij de breuk worden de zwakste bindingen verbroken. Dat zijn hoofdzakelijk vanderwaalsbindingen. Misschien worden ook enkele atoombindingen verbroken.
- c Bij de verbranding verdwijnen de moleculen geheel, er worden andere moleculen gevormd. Alle vanderwaalsbindingen en atoombindingen worden verbroken.
- d Bij het oplossen blijven de moleculen intact. De bindingen tussen de moleculen, de vanderwaalsbindingen, worden verbroken.
- e Bij het indrukken verplaats je moleculen. Er worden vanderwaalsbindingen verbroken, maar andere weer gevormd. Het is ook mogelijk dat sommige moleculen (tijdelijk) worden uitgerekt.
- 11 In de diepvries in de temperatuur beneden de glastemperatuur. De kunststof is dan hard en bros.

thermoplasten	thermoharders
temperatuurgevoelig	resistent tegen oplosmiddelen
hard (bij lage temperatuur)	hard
	smelten niet
	branden pas bij hoge temperatuur
bros en stijf (bij lage temperatuur)	bros en stijf
	zetten weinig uit
zwakke geleiding	zwakke geleiding

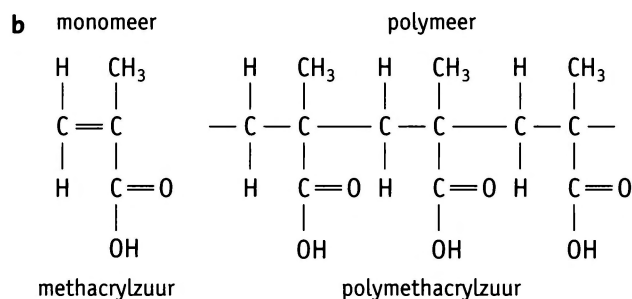
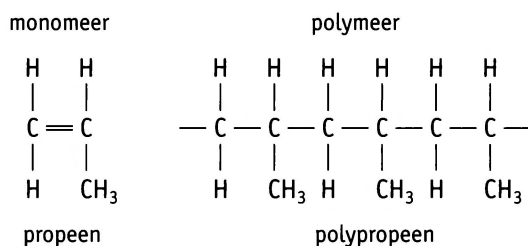
- 13 a Het is zeer de vraag of het uitzetten en krimpen op den duur geen schade oplevert. Bij het verwarmen zet de kunststof uit en verbreken de vanderwaalsbindingen deels. Het leer kan daardoor vervormen. Na veel verwarmen en afkoelen kan de schoen blijvend vervormen.
- b Bij temperaturen boven 70 °C kan het materiaal echt gaan smelten en drastisch vervormen. De schoen verliest dan zijn pasvorm en het materiaal zal niet op de juiste wijze krimpen na afkoelen.

15.3 Additiepolymeren

Practicum 2



- 14 Elk deeltje $\text{RO}^\cdot$ zorgt voor het ontstaan van een polymeerketen. Als er erg veel deeltjes $\text{RO}^\cdot$ zijn, ontstaan er ook veel groeiende polymeren. Per polymeer is dan weinig monomeer beschikbaar en de polymeerketens worden kort. Als je een (lang) polymeer wilt maken, moet je dus niet teveel initiator gebruiken.
- 15 Tijdens de polymerisatie worden de ketens steeds langer. Als men in een fabriek een polymeer wil maken met een bepaalde (gemiddelde) ketenlengte moet men op een bepaald moment de polymerisatie stoppen door het toevoegen van een daarvoor geschikte stof.
- 16 *Welke deeltjes zullen aanwezig zijn in een ketenstopper?*
Een ketenstopper zal radicalen onschadelijk maken. Een deel van de initiator die voor polymerisatie nodig is, wordt dus verbruikt door de ketenstopper. Er is dan meer initiator nodig om de polymerisatie op gang te brengen.
- 17 a *Volg stap voor stap de aanbevelingen in de opdracht. Geef eerst de structuurformule van het monomeer en teken alleen de dubbele bindingen horizontaal. Zet de C=C bindingen in elkaars verlengde. Maak dan het polymeer door de C=C bindingen open te klappen en aan elkaar te 'plakken'. Teken de resterende groepen naar boven of beneden.*

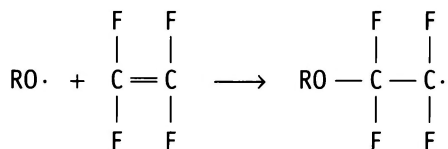


- 18 a *Bedenk dat voor een polymerisatiereactie het monomeermolecuul in elk geval een dubbele binding moet bevatten. Geef aan wat de repeterende eenheid is.*
Het polymeer bestaat uit één soort repeterende eenheid.
Het monomeermolecuul moet minstens twee C atomen bevatten.
Wat zich aan deze twee C atomen bevindt, teken je naar beneden of boven. Aan elk van deze C atomen bevindt zich dus nog een CH_3 groep.
Het monomeer is dus but-2-een, $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$.

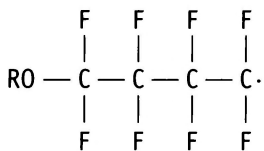
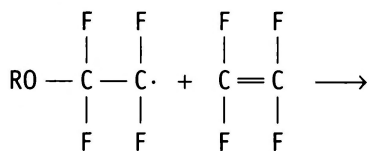
- b** Het polymeer bestaat uit één soort repeterende eenheid. Het monomeer bevat per molecuul twee C atomen met een dubbele binding. Aan het ene C atoom zitten twee H atomen, aan het andere C atoom een H atoom en een chlooratoom. Het monomeer is dus $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$, chlooretheen.
- c** Er is sprake van twee verschillende repeterende eenheden die om en om in het polymeer zitten. Het is dus een copolymeer van twee verschillende monomeren.
 Bij monomeer 1 is sprake van een $\text{C}=\text{C}$ binding met daaraan een methylgroep: propene.
 Bij monomeer 2 is sprake van een $\text{C}=\text{C}$ binding met daaraan een $\text{C}\equiv\text{N}$ groep: $\text{H}_2\text{C}=\text{CHC}\equiv\text{N}$.

19 Ontleding peroxide: $\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{R} \rightarrow 2 \text{R}-\text{O}\cdot$

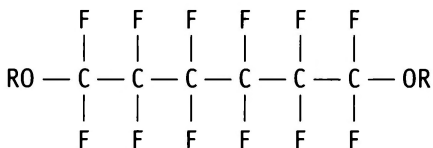
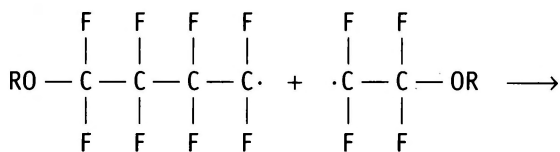
Initiatie:



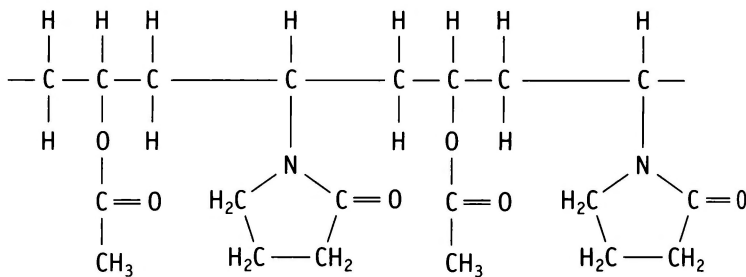
Propagatie:



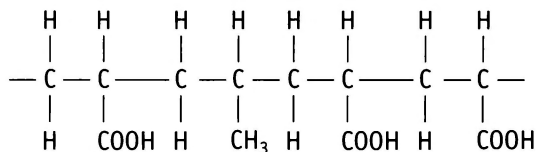
Terminatie:



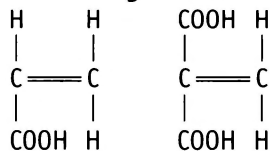
- 20** Zet de $\text{C}=\text{C}$ bindingen in elkaars verlengde. Maak dan het polymeer door de $\text{C}=\text{C}$ bindingen open te klappen en aan elkaar te 'plakken'. Teken de resterende groepen naar boven of beneden.



- 21** Zet de $\text{C}=\text{C}$ bindingen in elkaars verlengde. Maak dan het polymeer door de $\text{C}=\text{C}$ bindingen open te klappen en aan elkaar te 'plakken'. Teken de resterende groepen naar boven of beneden.

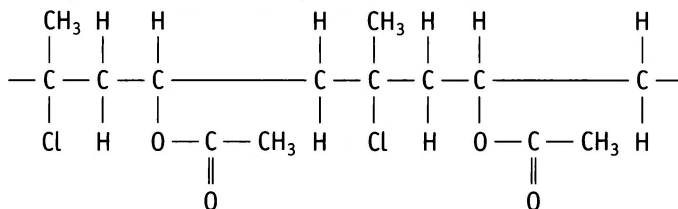


- 22** Je moet nu het omgekeerde doen als in vorige opdrachten. Zoek uit wat de repeterende eenheden zijn en maak daaruit moleculen die onder andere een $\text{C}=\text{C}$ binding bevatten.



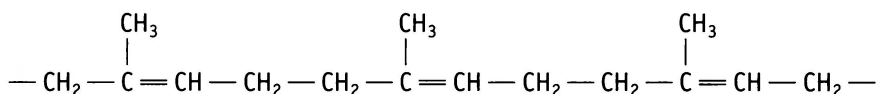
23 a 2-chloorpropene

- b** Zet de $\text{C}=\text{C}$ bindingen in elkaars verlengde. Maak dan het polymeer door de $\text{C}=\text{C}$ bindingen open te klappen en aan elkaar te 'plakken'. Teken de resterende groepen naar boven of beneden.

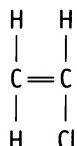


24 a 2-methylbuta-1,3-diene

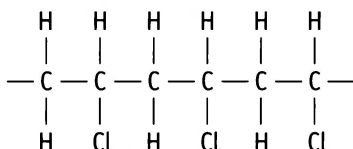
b



- 25 a De systematische naam van vinylchloride is chlooretheen.



- b De systematische naam van acetyleen is ethyn.
 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
- c HCl is een gas met de naam waterstofchloride. Zoutzuur ontstaat als je waterstofchloride oplost in water. De oplossing bevat $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ionen en $\text{Cl}^-(\text{aq})$ ionen.
- d $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$
- e Zet de $\text{C}=\text{C}$ bindingen in elkaars verlengde. Maak dan het polymeer door de $\text{C}=\text{C}$ bindingen open te klappen en aan elkaar te 'plakken'. Tekende resterende groepen naar boven of beneden.



- f De molaire massa van VC is $2 \times 12,01 + 3 \times 1,008 + 35,45 = 62,49 \text{ g mol}^{-1}$.
 Het massapercentage chloor hierin is:
 $\frac{35,45}{62,49} \times 100\% = 56,73\%$
- Het massapercentage Cl in polychlooretheen is dan ook 56,73% en ligt tussen de 50% en 65%.
- g Stoffen waarvan de moleculen chlooratomen bevatten zijn over het algemeen giftig.

15.4 Eigenschappen van polymeren veranderen

- 26 *Let op de zijgroepen in de polymeren.*
 In polyetheen komen alleen waterstofatomen voor als zijgroep. Daardoor kunnen polyetheenketens netjes langs elkaar liggen in een regelmatige structuur. Dit leidt tot kristallijne gebieden. In polystyreen komen grotere zijgroepen voor die verhinderen dat de ketens netjes langs elkaar kunnen liggen.
- 27 De macromoleculen trekken elkaar aan door middel van vanderwaalsbindingen. Boven T_g krijgen de polymeerketens meer bewegingsvrijheid, de vanderwaalsbindingen worden voor een deel verbroken. Het materiaal kan vervormen als je er te veel kracht op uitoefent. Blijkbaar is dat het geval als er te hete koffie in een bekertje van polystyreen zit.

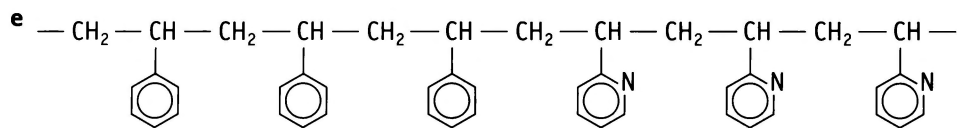
28

LDPE en LLDPE	HDPE
onregelmatige ketens vanwege veel zijgroepen en vertakkingen	regelmatige ketens met weinig of geen vertakkingen
korte en lange ketens door elkaar	lange ketens, die elkaar sterk aantrekken

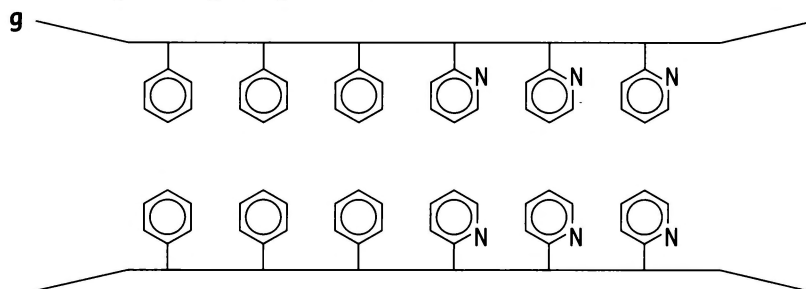
Polymeerketens van HDPE hebben weinig en kleine zijgroepen. Ze kunnen netjes langs elkaar liggen en een regelmatige structuur vormen waarin de vanderwaalsbindingen sterk zijn. Hierdoor is HDPE moeilijk te vervormen en hard.

Bij polymeerketens van LDPE en LLDPE zijn meer en grotere zijgroepen. De polymeerketens kunnen niet netjes langs elkaar liggen en vormen geen regelmatige structuur. De vanderwaalsbindingen zijn minder sterk dan bij HDPE. Het materiaal zal zacht(er) zijn.

- 29 In deze serie polymeren worden de ketens steeds langer en regelmatiger, met minder vertakkingen. Daardoor kunnen de polymeermoleculen compacter op elkaar gestapeld worden en neemt de dichtheid van het materiaal dus toe.
- 30 *Lees nog eens goed wat er in paragraaf 15.2 staat over thermoplasten en thermoharders.*
 Thermoplasten bestaan uit ketens, die als spaghetti in elkaar gekronkeld zijn. Tussen de ketens heersen vanderwaalsbindingen. De moleculen van een weekmaker dringen zich tussen de ketens en verstoren/verlagen daardoor de vanderwaalsbindingen. Hierdoor wordt het materiaal soepeler. Bij een thermoharder is sprake van een drie-dimensionaal netwerk. Alle polymeerketens zijn via atoombindingen aan elkaar gekoppeld. Een weekmaker is niet in staat deze atoombindingen te verbreken.
- 31 *Wat gebeurt er met de polymeerketens bij T_g ?*
 De hoogte van T_g wordt bepaald door keteninteracties en ketenflexibiliteit. In dit geval verschillen de zijgroepen in grootte en zal ketenflexibiliteit de grootste factor zijn die de hoogte van T_g bepaalt. Hoe groter de zijgroepen, hoe hoger de temperatuur moet zijn willen delen van polymeerketens kunnen roteren (op dat moment wordt T_g bereikt). Daarom neemt T_g toe in de serie polyetheen - polypropreen - polystyreen.
- 32 a De lagen reageren op een verandering van de vochtigheid en de zoutconcentratie.
- b Je kunt kleurveranderingen waarnemen als het polymeer opzwellt of weer in elkaar zakt.
- c Een copolymeer is ontstaan uit twee of meer verschillende soorten monomeren.
- d Polystyreen wordt gemaakt door een polymerisatie die verloopt via het radicaalmechanisme. Zie ook opdracht 19.

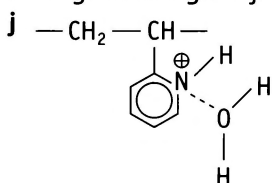


f Polystyreen is een koolwaterstof, met uitsluitend apolaire zijgroepen. Het andere polymeer bevat een zering als zijgroep met daarin een stikstofatoom. De C-N binding is sterk polair. Het enigszins negatief geladen stikstofatoom kan H^+ ionen en watermoleculen binden.



h De stikstofatomen nemen in zuur milieu H^+ ionen op en veranderen in H-N^+ groepen.

i De geladen lagen zijn positief geladen en stoten elkaar af.

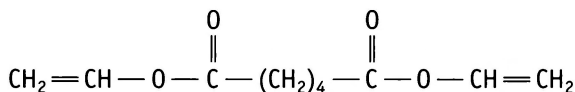


Het positief geladen stikstofatoom kan het enigszins negatief geladen zuurstofatoom van een water molecuul binden. Op deze manier komen er watermoleculen tussen de lagen van de polymeerfilm en zwelt de film op.

k Door het spoelen met een zoutoplossing wordt de oplossing minder zuur of zelfs neutraal. De H^+ ionen verdwijnen dan en daarmee de onderlinge afstoting tussen de positieve ladingen.

33 a Een netwerkpolymeer kan niet vloeibaar gemaakt worden. Dus methode 1 is niet geschikt.

b Kijk goed naar de dwarsverbindingen in het netwerk. Deze zijn verticaal weergegeven. Het monomeer moet aan beide uiteinden een $\text{C}=\text{C}$ binding hebben. Daarmee kan het monomeer ingebouwd worden in de horizontaal weergegeven keten.

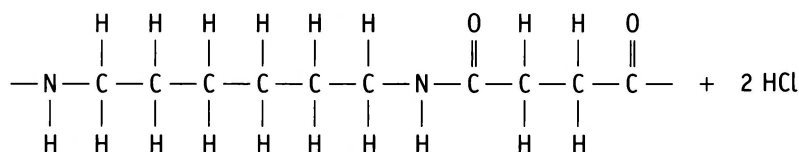
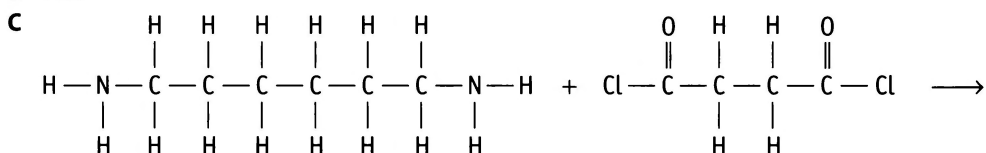


15.5 Condensatiepolymeren

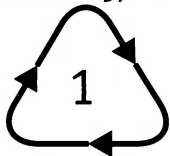
Practicum 3

A Hexaandiamine is hydrofiel, mengt met water. Butaandizuurchloride is hydrofoob en mengt niet met de waterlaag.

B HCl

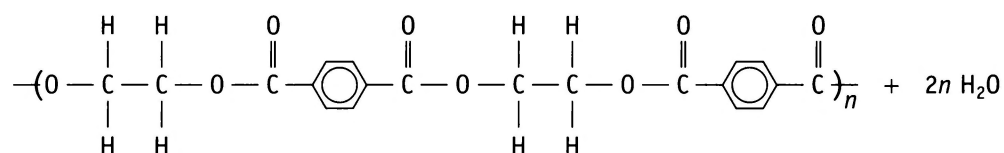
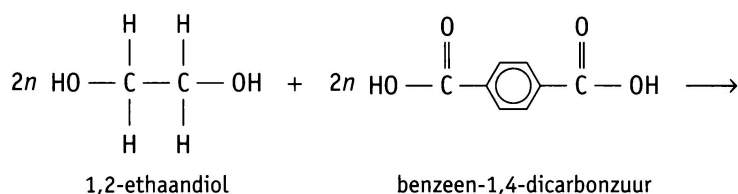


- 34 a Groen betekent hier milieuvriendelijk. De shirts zijn gemaakt van recyclede PET-flessen.
- b Er zijn 13 miljoen flessen ingezameld. Per shirt zijn acht flessen nodig. Je zou dus meer dan 1,5 miljoen shirts kunnen maken. Niet alle PET komt dus in de shirtjes terecht.
- c Zie tabel 97D van Binas.

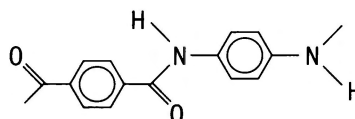


De 1 duidt op PET.

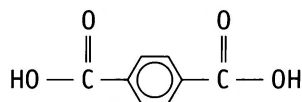
- d PET bestaat uit langgerekte moleculen zonder dwarsverbindingen (zie figuur 15.31). Van een netwerk is geen sprake. PET is dus een thermoplast.
- e Om de shirts te kunnen maken, moeten de flessen gesmolten en vervormd kunnen worden. Dat kan alleen als PET een thermoplast is.
- f Om een ester te kunnen maken zijn een alcohol en een zuur nodig. Voor een polyester heb je moleculen nodig voor 'kop-staart-reacties'. Een polyester kan op twee manieren gemaakt worden:
- uit een dizuur en een diol
 - uit een hydroxyzuur
- g benzeen-1,4-dicarbonzuur
- h Teken eerst de moleculen van de beginstoffen. Teken de hydroxylgroep en de OH groep van de carboxyl-groep tegenover elkaar.
- i Het polymeer bevat een groot aantal C=O groepen. De enigszins negatief geladen O atomen kunnen watermoleculen binden via waterstofbruggen.



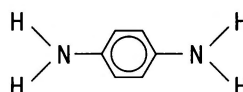
- 35 a Het aramide is een polyamide, dat is opgebouwd uit twee soorten monomeren.



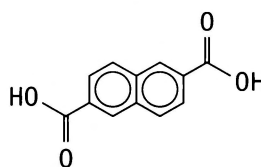
- b Bij de vorming van dit polyamide reageren een diamine en een dizuur met elkaar. Er ontstaan amidegroepen en er wordt water afgesplitst. Het dizuur is benzeen-1,4-dicarbonzuur.



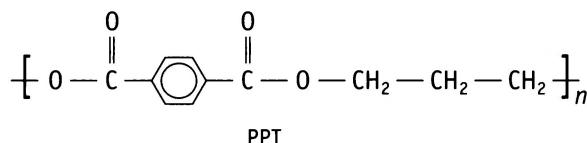
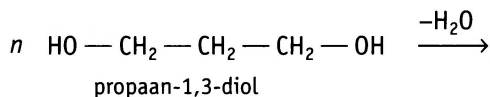
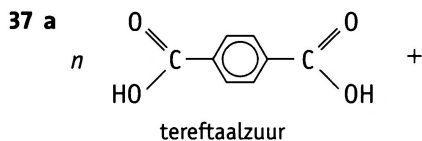
Het diamine is 1,4-benzeendiamine.



- 36 In het getekende stukje komt één estergroep voor. PEN is dus een polyester, opgebouwd uit een diol en een dizuur.
- Het dizuur is



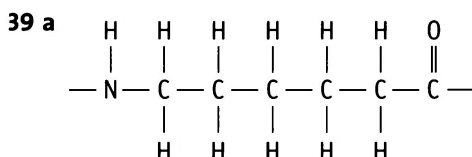
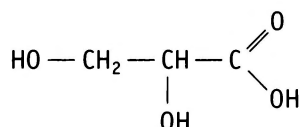
Het diol is ethaan-1,2-diol: HO-CH₂-CH₂-OH.



b Vuildeeltjes zijn apolair. De PPT ketens hebben polaire groepen waardoor het materiaal blijkbaar geen vuil bindt. Men noemt SmartStrand daarom vuilafstotend.

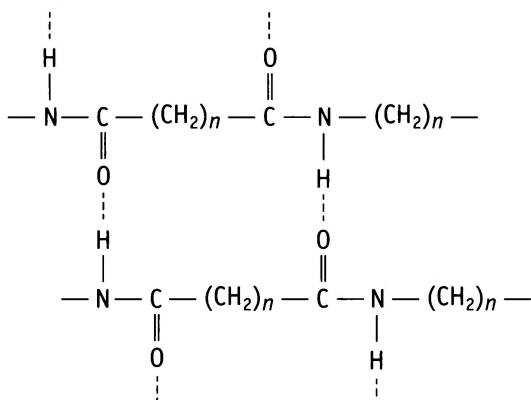
38 a Een molecuul propaan-1,2,3-triol bevat 3 OH-groepen. Het molecuul kan dus in drie richtingen reageren met het dizuur. Er ontstaat dan geen langgerekt polymeer, maar een driedimensionaal netwerk. Dat is dus een thermoharder.

b Het monomeer moet drie reagerende groepen bevatten, met in ieder geval minstens één hydroxy-groep en minstens één zuurgroep. Het zou kunnen met 1,2-dihydroxypropaan-1,3-diol.



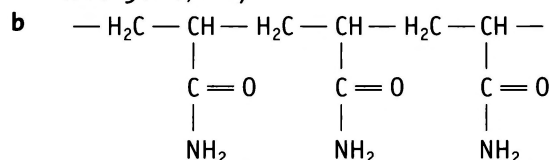
b Het heet nylon-6 omdat per repeterende eenheid zes koolstofatomen voorkomen.

c Het polymeer is stijf omdat de ketens elkaar onderling sterk aantrekken door de aanwezigheid van de N-H groepen en de C=O groepen. Het H atoom is enigszins positief geladen en het O atoom is enigszins negatief geladen.



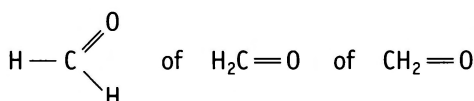
40 a $\frac{71,08 \times 100}{18,02} = 3,9 \cdot 10^2$ (watermoleculen)

- berekening van de massa van een acrylamide-eenheid (bijvoorbeeld via *Binas* tabel 99): 71,08 u
- omrekening van de massa van een acrylamide-eenheid naar de hoeveelheid water in u die per acrylamide-eenheid kan worden gebonden: vermenigvuldigen met 100
- omrekening van de hoeveelheid water in u die per acrylamide-eenheid kan worden gebonden naar het aantal moleculen water dat per acrylamide-eenheid kan worden gebonden: delen door de molecuulmassa van water (bijvoorbeeld via *Binas* tabel 98: 18,02 u)



c Een molecuul N,N-methyleen-bisacrylamide heeft twee C=C bindingen. Die C=C bindingen kunnen elk in een verschillende keten terechtkomen.

d Ga na wat het verschil is tussen de molecuulformule van acrylamide en die van N-methylolacrylamide.

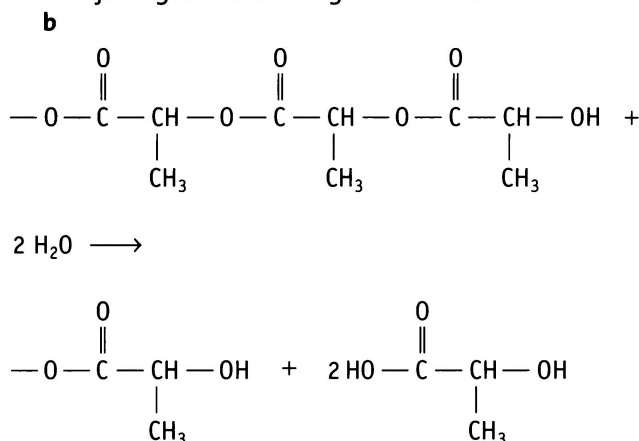


15.6 Groene polymeren

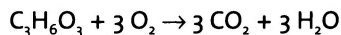
41 PLLA heeft een regelmatige structuur en vormt een hard, sterk en stijf materiaal, geschikt voor hecht-draad. PDLLA heeft een onregelmatige structuur, de polymeren liggen minder netjes langs elkaar dan bij PLLA. Daarom is materiaal van PDLLA minder hard, sterk en stijf. Daardoor is het minder geschikt als hecht-draad.

42 Mengsels van PLLA en PDLLA hebben volgens de tekst een T_g die boven de 60 °C ligt. Daardoor zijn ze geschikt als verpakkingsmateriaal in de magnetron. PDLLA is niet kristallijn, de ketens zijn onregelmatiger gerangschikt en daardoor ligt T_g lager. Het materiaal is daarom niet geschikt voor gebruik in de magnetron.

43 a Polymelkzuur is geschikt om een beschadigd bloedvat te beschermen totdat het hersteld is. Na enige tijd is het polymelkzuur weer afgebroken en blijft er geen kunstmatig materiaal achter.

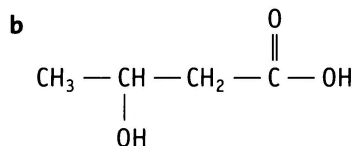


c De molecuulformule van melkzuur is $C_3H_6O_3$.

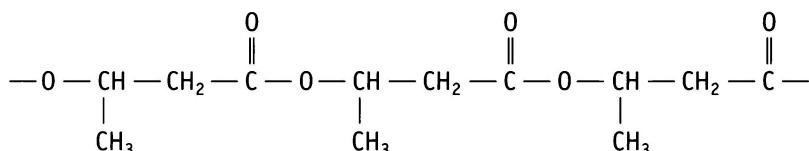
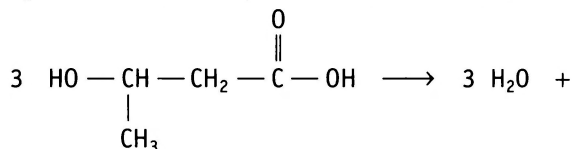


d Voor de afbraak van deze stoffen zijn in het lichaam enzymen nodig. Zonder een enzym gaat de afbraak veel langzamer. Blijkbaar hebben we wel een enzym voor de afbraak van PLLA en niet voor PDLA.

44 a Bij een genetisch gemanipuleerde plant zijn de erfelijke eigenschappen veranderd.



c Teken de structuurformule van 3-hydroxybutaanzuur met de OH-groep en de zuurgroep horizontaal. Hieronder staat de reactievergelijking voor de vorming van een stuk van het polymeer dat uit drie repeterende eenheden bestaat.



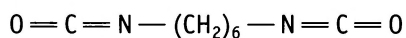
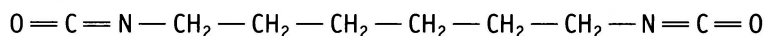
d - planten verbruiken koolstofdioxide tijdens de fotosynthese.

- de kunststof hoeft nu niet uit fossiele brandstoffen gemaakt te worden.

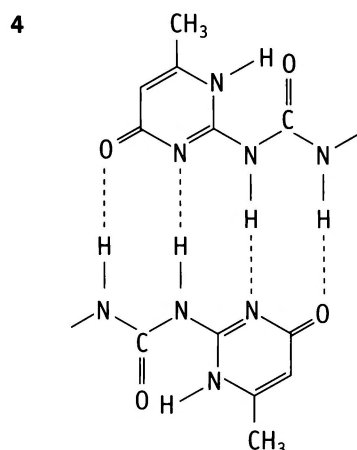
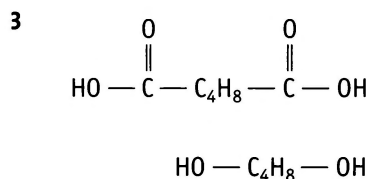
15.7 Toepassing

Zelfherstellende verf

1 De volgende antwoorden zijn juist:



2 In deze reactie verdwijnt de $\text{C}=\text{N}$ dubbele binding in (een molecuul) 1,6-hexaandi-isocyaanat (en ontstaat één reactieproduct), dus is er sprake van een additiereactie.



Hoofdstuk 16

Op weg naar duurzame energie

16.1 De zon als energiebron

Opdrachten

1 -

- 2 a $1,0 \text{ m}^3 \text{ aardgas} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ L}$. Bij standaardomstandigheden is het molair volume $= 22,4 \text{ L mol}^{-1}$. Dus $1,0 \cdot 10^3 \text{ L}$ aardgas komt overeen met $1,0 \cdot 10^3 : 22,4 = 44,64 \text{ mol CH}_4(\text{g})$. De massa daarvan is $44,64 \times 16,043 = 716,2 \text{ g CH}_4(\text{g})$. Deze hoeveelheid aardgas levert 32 MJ . Dus $1,0 \text{ kg}$ aardgas levert $(32 \times 1000) : 716,2 = 44,68 \text{ MJ}$. Het antwoord is dan $4,5 \cdot 10^4 \text{ kJ kg}^{-1}$. Voor waterstof voer je een vergelijkbare berekening uit. $1,0 \text{ m}^3$ waterstof komt overeen met $44,64 \text{ mol H}_2(\text{g})$. De massa is $44,64 \times 2,016 = 89,99 \text{ g H}_2(\text{g})$. Er komt dus per kg vrij $(10,8 \times 1000) : 89,99 = 120,0 \text{ MJ}$. Het antwoord is dan $1,2 \cdot 10^5 \text{ kJ kg}^{-1}$.
- b Beide brandstoffen zijn gasen. Ze worden vervoerd per pijpleiding. De energiewaarde wordt dus per m^3 genomen. Per m^3 komt er bij aardgas meer energie vrij.
- c Bij de verbranding van aardgas komt $\text{CO}_2(\text{g})$ vrij, dat bijdraagt aan het versterkte broeikaseffect. Om dat te voorkomen moet je het gevormde koolstofdioxide opvangen.
- 3 a Dan hoeft het voertuig minder reagerende stof mee te dragen. Het gewicht is dus minder. Dat betekent betere prestaties en brandstofbesparing.
- b Het siliciumoxide dat ontstaat is vast en zet zich af in de brandstofcel.

4 a

	kolen	zerogen gas	waterstofgas
CO_2 -uitstoot	ja	nee, de CO_2 wordt eerder afgevangen	nee
milieu-verontreiniging	ja, alle verontreinigingen in kolen geven bijvoorbeeld SO_2	nee, door de vergassing zijn de verontreinigingen eruit gehaald	nee
veiligheid	brandbaar	brandgevaar, explosiegevaar	brandgevaar, explosiegevaar
duurzaamheid	brandstof is eindig	kolen komen uit de aarde, die voorraad is eindig	de productie van het waterstof bepaalt de duurzaamheid. Als die gebeurt met bio-brandstoffen, zonne- of windenergie is $\text{H}_2(\text{g})$ duurzamer

- b Kolen, $\text{C}(\text{s})$, worden omgezet in $\text{CO}(\text{s})$ en $\text{H}_2(\text{g})$. Het zuurstof in $\text{CO}(\text{g})$ moet ergens vandaan komen, uit een andere toegevoegde stof.
- c $\text{CO}_2(\text{g})$ wordt afgescheiden nadat het $\text{CO}(\text{g})$ is omgezet in $\text{CO}_2(\text{g})$. Verder zullen verontreinigende gasen als $\text{SO}_2(\text{g})$, $\text{SO}_3(\text{g})$ en $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ worden verwijderd.
- 5 a $6 \text{ CO}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6 \text{ O}_2(\text{g})$
b $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + 2 \text{ CO}_2(\text{g})$
c Je onttrekt grond aan het oppervlak landbouwgrond om suikerriet te verbouwen. Daardoor kunnen er minder voedselgewassen verbouwd worden.

d

	bio-ethanol	benzine
CO_2 -uitstoot	minder netto uitstoot doordat suikerriet een duurzame energiebron is	veel uitstoot
duurzaam	ja, want suikerriet is hernieuwbaar	nee, want olie raakt op
stookwaarde	$22 \cdot 10^3 \text{ MJ m}^{-3} = 27,5 \text{ MJ kg}^{-1}$ ($\rho_{\text{ethanol}} = 0,80 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$)	$33 \cdot 10^3 \text{ MJ m}^{-3} = 45,8 \text{ MJ kg}^{-1}$ ($\rho_{\text{benzine}} = 0,72 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$) Per kg levert benzine meer energie.

- 6 a - De koolwaterstoffen moeten hernieuwbare stoffen zijn, dus uit biomassa afkomstig.
- De energie voor het proces moet afkomstig zijn van duurzame energiebronnen.
- b Kleiner, want het rendement van de elektrolyse zal altijd lager dan 100% zijn.
- 7 a - Er wordt geen $\text{CO}_2(\text{g})$ uitgestoten.
- Er worden geen andere milieuvervuilende stoffen zoals SO_2 of $\text{NO}_x(\text{g})$ uitgestoten.
- b Een dubbele diameter betekent een dubbele straal, dus een vier keer zo groot oppervlak van de doorsnede van de pijp. Er kan vier keer zoveel gas doorheen stromen.

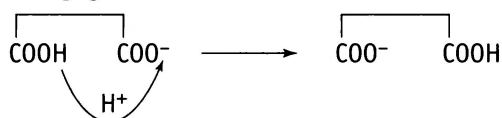
16.2 Brandstofcellen

- 8 Dit type vragen is al eerder aan bod geweest. Bij vraag a moet je ervoor zorgen dat je links van de pijl twee zuurstofatomen plaatst. Dat doe je met H_2O . Het aantal H atomen maak je kloppend door na de pijl 8 H^+ te plaatsen. De lading maak je kloppend door

rechts van de pijl $8 e^-$ te zetten. Voor antwoord b en c gebruik je hetzelfde stappenplan, zie ook 'Zo doe je dat' over onbekende halfreacties opstellen.

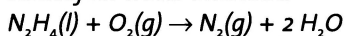
- a $CH_4 + 2 H_2O \rightarrow CO_2 + 8 H^+ + 8 e^-$
b $AsO_4^{3-} + H_2O + 2 e^- \rightarrow AsO_3^{3-} + 2 OH^-$
of $AsO_4^{3-} + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow AsO_3^{3-} + H_2O$
c $2 NH_3 \rightarrow N_2 + 6 H^+ + 6 e^-$

- 9 a Bij de productie van het waterstofgas is wel CO_2 ontstaan.
b Het CO_2 afvangen bij de productie van waterstofgas. Het is dan nog wel de vraag wat er met het koolzuurgas gedaan moet worden.
c Een lange levensduur betekent dat de katalysatoren langer meegaan en er dus minder geproduceerd hoeven te worden.
d Een COOH groep kan in waterig milieu een H^+ ion afstaan. Een naburige COO^- groep kan dat H^+ ion weer opnemen. Op die manier kan een H^+ ion doorgegeven worden.

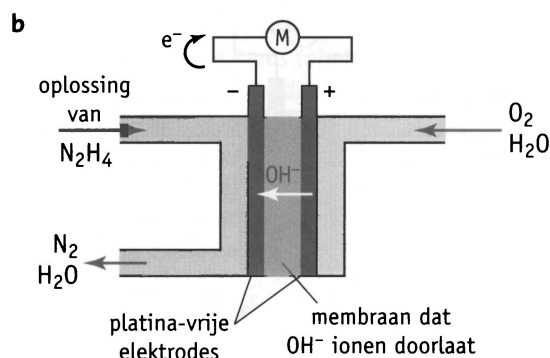
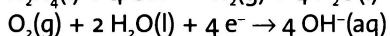
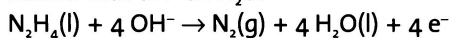


- e Je moet waterstofgas eerst produceren. Dit kun je duurzaam doen uit biomassa of uit water. De energie die je nodig hebt bij het proces moet dan ook duurzaam geproduceerd worden. Hier zitten nog allerlei haken en ogen aan.
f Je begint de halfreactie met links van de pijl ethanol en rechts van de pijl koolstofdioxide. Om het aantal koolstofatomen kloppend te maken moet er een 2 voor de formule van koolstofdioxide. Dan staan rechts van de pijl vier zuurstofatomen en links van de pijl slechts één. Om dat kloppend te maken moet je links van de pijl 3 moleculen water bijplaatsen. Vervolgens maak je de waterstof kloppend door rechts van de pijl $12 H^+$ te plaatsen. Tot slot maak je de ladingen kloppend door rechts van de pijl 12 elektronen te plaatsen.
 $C_2H_5OH + 3 H_2O \rightarrow 2 CO_2 + 12 H^+ + 12 e^-$
g Ethanol wordt geproduceerd uit suikerriet of suikerbieten. Dit gebeurt op land dat eigenlijk dient om voedselgewassen te laten groeien. Het suikerriet is zelf ook een voedingsgewas. We hebben hierdoor minder voedsel tot onze beschikking.

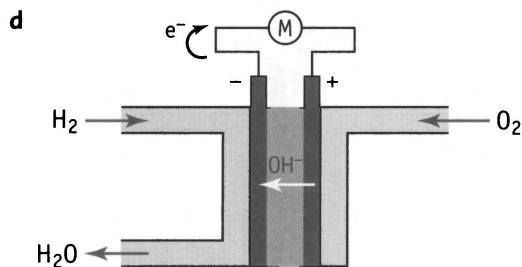
- 10 a In de tekst staat dat bij de verbranding van hydrazine stikstof en water ontstaat:



In deze reactievergelijking is $N_2H_4(l)$ de reductor en $O_2(g)$ de oxidator. Je kunt nu een halfreactie voor de reductor (redoxkoppel N_2H_4/N_2) en voor de oxidator (redoxkoppel O_2/H_2O) opstellen. Let op: hydrazine is een base en de hele brandstofcel werkt in basisch milieu (OH^- ionen). Je moet de halfreacties kloppend maken met OH^- en H_2O .



- c Hydrazine is gemakkelijker te tanken omdat het vloeibaar is. Bovendien is voor de hydrazine brandstofcel geen platina nodig.
d Hydrazine is giftig (uit het artikel blijkt niets over de productie).
e Nee, want in de waterstofcel wordt H^+ doorgelaten, hier OH^- .
f Omdat zuurstof in beide gevallen de oxidator is, is hydrazine een sterkere reductor dan waterstof. De standaardelektrodepotentiaal van hydrazine is dan lager dan die van waterstof. Het potentiaalverschil met zuurstof is groter.
g Voorbeelden van juiste antwoorden:
- Welke batterij is de goedkoopste, als alles wordt meegerekend? (aanschaf, onderhoud, veiligheidsmaatregelen, levensduur, vervanging, opgeleverd vermogen)
- Welke batterij is het eenvoudigst te plaatsen en te bedienen?
11 a Calciumhydride ontstaat uit het metaal calcium en het niet-metaal waterstof. Het is dus een zout.
b $Ca(s) + H_2(g) \rightarrow CaH_2(s)$
c Nee, het is een chemische reactie waarbij een andere stof ontstaat.
d De reactie moet omkeerbaar zijn om waterstof weer vrij te maken. Het calciumhydride moet wel bewaard kunnen worden, maar de ontleding moet onder redelijke omstandigheden mogelijk zijn.
12 a Wanneer het oppervlak van de katalysator wordt bedekt met stoffen die eraan blijven zitten, kan de katalysator zijn echte werk niet meer goed doen.
b negatieve elektrode:
 $H_2(l) + 2 OH^-(aq) \rightarrow 2 H_2O(l) + 2 e^-$
positieve elektrode:
 $O_2(l) + 2 H_2O(l) + 4 e^- \rightarrow 4 OH^-(aq)$
c De OH^- ionen bewegen door het membraan van de elektrode waar zuurstof reageert naar de elektrode waar waterstof reageert. Dus van de pluspool naar de minpool.

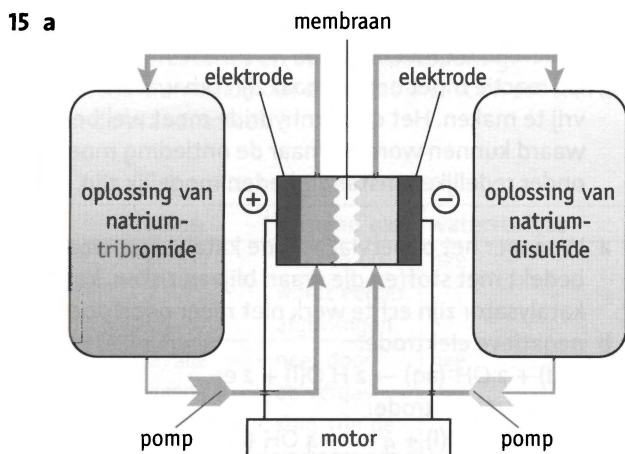


- 13 a $\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) \rightarrow \text{S}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$
Tel nu hierbij de vergelijking van de halfreactie van zuurstof op:

$$\begin{array}{rcl} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- & \rightarrow & 4 \text{OH}^- \\ \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) & \rightarrow & \text{S}(\text{s}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \times 2 \\ \hline 2 \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) & \rightarrow & 2 \text{S}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \end{array} +$$
- b Bereken hoeveel seconden er in een jaar zitten. Dat zijn: $365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s}$.
Bij een stroomsterkte van 1 mA ($1,0 \cdot 10^{-3} \text{ A}$) is $3,1536 \cdot 10^7 \times 1,0 \cdot 10^{-3} = 3,15 \cdot 10^4 \text{ C}$ nodig.
 $1,0 \text{ mol e}^-$ heeft een lading van $9,6485 \cdot 10^4 \text{ C}$.
Je hebt dus nodig: $3,15 \cdot 10^4 / 9,6485 \cdot 10^4 = 0,33 \text{ mol e}^-$.
Dat komt overeen met $\frac{1}{2} \times 0,33 = 0,16 \text{ mol H}_2\text{S}$. Het aantal gram H_2S is dan: $0,16 \times 34,081 = 5,6 \text{ g H}_2\text{S}$.
- c $(\text{CH}_2\text{O})_n + n \text{H}_2\text{O} \rightarrow n \text{CO}_2 + 4n \text{H}^+ + 4n \text{e}^-$

16.3 Opslag van elektrische energie

- 14 a Bij de stroomlevering ontstaat een elektrolyt met een steeds kleinere concentratie aan zwavelzuur. De oplossing krijgt dus een kleinere dichtheid. De dichtheid is dus een maat voor hoe 'vol' (of 'leeg') de accu is.
- b Bij een te hoge spanning kunnen ook andere oxidatoren gaan reageren, zoals $\text{H}^+(\text{aq})$. Bij opladen (elektrolyse) ontstaat H_2 : $2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$.

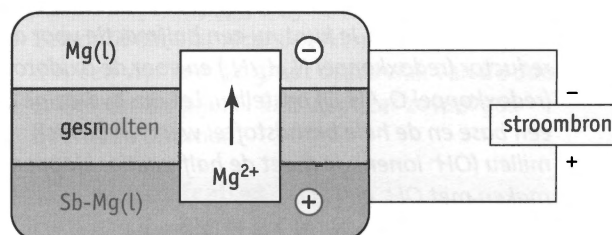


- b Het membraan zal Na^+ ionen moeten doorlaten om de twee oplossingen elektrisch neutraal te houden. Aan de positieve elektrode ontstaan extra negatief geladen (bromide) ionen. Er 'dreigt' een tekort aan positieve ionen. Er zullen dus natriumionen door het membraan stromen van rechts naar links.
- c Bij opladen wordt de motor vervangen door een spanningsbron. De minpool daarvan wordt aangesloten op de minpool van de (bijna uitgeputte) accu. Er vindt nu elektrolyse plaats. Aan de minpool treedt de volgende halfreactie op:
 $\text{S}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{S}_2^{2-}(\text{aq})$

- d Aan de minpool ontstaat een overschot aan negatieve lading. Om beide oplossingen elektrisch neutraal te houden, stromen natriumionen van links naar rechts door het membraan.
- e Als de cel is uitgeput, is de redoxreactie afgelopen. Het Br_3^- is omgezet tot Br^- , het S_2^{2-} is omgezet tot S_4^{2-} . Er zijn dan dus de volgende ionen aanwezig: Na^+ , Br^- en S_4^{2-} .
- f Bij een spontaan verlopende redoxreactie reageert altijd een sterkere oxidator met een sterkere reductor en er ontstaan een zwakkere oxidator en een zwakkere reductor.
Als de batterij stroom levert, verloopt een redoxreactie. Daarbij ontstaat Br^- . Dat is dus een zwakkere reductor dan S_2^{2-} .

- 16 a $\text{VO}_2^+ + 2 \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- b $\text{V}^{2+} \rightarrow \text{V}^{3+} + \text{e}^-$
- c De kleur in de omgeving van de positieve elektrode is geel want er is veel VO_2^+ .
- d De kleur in de omgeving van de negatieve elektrode is paars want er is veel V^{2+} .
- e De kleuren veranderen. Aan de positieve elektrode van geel via groen naar blauw. En aan de negatieve elektrode van paars via een mengkleur naar groen.

- 17 a De dichtheden zijn zo belangrijk omdat die er voor zorgen dat de lagen niet mengen. De metalen zullen niet oplossen in het elektrolyt, maar de metalen onderling kunnen wel mengen. Dus het ene metaal moet lichter zijn dan het elektrolyt en het andere metaal zwaarder dan het elektrolyt.
- b De negatieve elektrode: $\text{Mg}(\text{l}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{l}) + 2 \text{e}^-$
De positieve elektrode: $\text{Mg}^{2+}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{l})$
- c Je kunt hem weer opladen omdat bij beide elektroden het magnesium aanwezig blijft.
- d Er is een verschil in de concentratie magnesium in vloeibaar zuiver magnesium en in de legering met antimoon. Het zijn daarmee toch twee verschillende elektroden. De elektrodepotentialen zijn dus verschillend en er is een spanningsverschil tussen beide elektroden.
- e Bij het opladen wordt de minpool van de stroombron aangesloten op de minpool van de (bijna uitgeputte) accu. Aan die minpool nemen magnesiumionen elektronen op en zo ontstaat magnesium. Er moeten dus magnesiumionen worden aangevuld en dat bepaalt de richting waarin de magnesiumionen stromen.



- f Het elektrolyt moet Mg^{2+} bevatten om de magnesiumionen door te kunnen geven van de negatieve elektrode naar de positieve elektrode bij stroomlevering, en andersom bij oplading.
- g Je kunt goedkope (1), in grote voorraden aanwezige (2) stoffen gebruiken. De batterij kan vele malen worden opgeladen (3).
- 18 a $\text{Br}_2(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{HBr}(\text{aq})$
 b $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$
 c Ze laten een waterstofgasstroom langs een poreuze elektrode stromen. Het waterstof adsorbeert aan de negatieve elektrode.
 d Uit het ontstane waterstofbromide kan bij opladen weer waterstof en broom ontstaan. In principe is deze batterij dus oplaadbaar.
 e Het is een flowbatterij in de zin dat er twee stromen langs de twee elektroden gaan. Verder is er bij deze batterij nog een gasstroom.

16.4 Duurzame batterijen

- 19 a Cadmium en kwik zijn zware metalen, ze zijn giftig. Na gebruik kunnen ze zeker niet geloosd worden en ook de recycling is lastig.
 b Het zink verdampt, dit gebeurt bij hogere temperatuur. Dus moet er wel energie nodig zijn bij het recyclen.
 c Er hoeft geen of minder zink en ijzer opnieuw uit erts geproduceerd te worden. Dat scheelt zowel energie als grondstoffen.
 d Als een oplaadbare batterij lading kwijtraakt, blijf je aan het opladen, terwijl je de stroom niet nuttig gebruikt. De gebruiksfase heeft dus een heel laag rendement.
- 20 a $\text{Li}(\text{s}) \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^- \quad \times 2$
 $2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad +$
 $2 \text{Li}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Li}^+ + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2(\text{g})$
 b Lithium is, net als natrium en kalium, een alkalimetaal. Deze metalen zijn zeer onedel. Lithium staat in *Binas* tabel 48 als de sterkste reductor aangegeven. Het zal dus met veel oxidatoren reageren, ook met de zwakste.
 c De reststroom kun je gebruiken voor verwarmen wanneer dat nodig is, of bij een eventueel benodigde elektrolyse.
 d Je hebt niet de beschikking over informatie van de complete recycleprocessen, maar op basis van de gegevens in de tekst lijkt het bedrijf dat lithiumbatterijen op dezelfde manier recyclet als de in de theorie beschreven nikkelmetaalhydride batterijen, het groenste proces te hanteren. Argumenten hiervoor zijn:
 - Het kost veel energie om vloeibaar stikstof te maken. Dat past niet zo bij groene chemie.
 - De reststroom gebruiken zorgt ervoor dat je minder energie ergens anders nodig hebt.
- 21 a Vloeibaar loodoxide is een zout dat bestaat uit ionen. Een zout kan niet oplossen in een vloeibaar metaal.

- b Volgens *Binas* tabel 66A zijn nitreuze dampen stikstofoxiden. In *Binas* tabel 48 staan twee halfreacties met NO_3^- als oxidator waarbij stikstofoxiden ontstaan, dit zijn $\text{NO}(\text{g})$ en $\text{NO}_2(\text{g})$.
- c Nitreuze dampen zijn volgens *Binas* tabel 97A zeer giftige dampen bij inademen, gevaarlijk bij inwendig gebruik, bij contact met huid en ogen en ze zijn brand- en explosiegevaarlijk.
- d NO_3^- kan volgens twee halfreacties reageren.
- $$\begin{array}{rcl} \text{Cu}(\text{s}) & \rightarrow & \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \quad 1\times \\ \text{NO}_3^- + 2 \text{H}^+ + \text{e}^- & \rightarrow & \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad 2\times \\ \hline \text{Cu}(\text{s}) + 2 \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ & \rightarrow & \text{Cu}^{2+} + 2 \text{NO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \text{en} \\ \text{Cu}(\text{s}) & \rightarrow & \text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \quad 3\times \\ \text{NO}_3^- + 4 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- & \rightarrow & \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad 2\times \\ \hline 3 \text{Cu}(\text{s}) + 2 \text{NO}_3^- + 8 \text{H}^+ & \rightarrow & 3 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{NO}(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \end{array}$$
- e $\text{Sn}(\text{s}) + 6 \text{OH}^- \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_6^{2-} + 4 \text{e}^-$
- f Extractie: het zilver lost veel beter op in gesmolten zink dan in gesmolten lood.
 Destillatie: het mengsel van zilver en zink wordt in een vacuümoven verhit. Het zink verdampt, het zilver blijft achter.
- g Er zijn in elk geval drie stappen in het proces waarvoor energie nodig is:
 - in de smeltreactor aan het begin van het proces waar natriumhydroxide en natriumnitraat worden gesmolten;
 - voor het smelten van zink;
 - voor het verhitten van het zilver-zinkmengsel in de vacuümoven.
- h Het gaat in dit proces vooral om het terugwinnen van allerlei dure metalen. Blijkbaar is dit de moeite waard, vergeleken met de winning van deze metalen uit erts.

16.5 Toepassing

Kerosine uit zeewater

- 1 $1,0 \text{ L}$ lucht bevat $4,0 \cdot 10^{-4} \text{ L CO}_2(\text{g})$. Dit komt bij 298 K overeen met $(4,0 \cdot 10^{-4}) / 24,5 = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol CO}_2(\text{g})$.
- 2 Bij 298 K kan er per liter (zee)water $33,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol CO}_2(\text{aq})$ oplossen. De concentratie koolstofdioxide in zeewater is hoger dan in lucht. Dat levert een hogere opbrengst.
- 3 $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
- 4 negatieve elektrode:
 $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-$
 positieve elektrode: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$
- 5 In de elektrolysecel ontstaan bij de positieve elektrode H^+ . Ze kunnen met HCO_3^- reageren, waarbij CO_2 ontstaat:
 $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- 6 Bij de elektrolyse worden evenveel H^+ (namelijk 4) als OH^- (ook 4) ionen gevormd. Een deel van de H^+ ionen reageert met HCO_3^- waardoor er een overschot aan OH^- ionen ontstaat. De pH van het zeewater zal hierdoor stijgen.

Hoofdstuk 17

Biochemie: Voeding en gezondheid

17.1 Wat zit in voeding?

Practicum 1

Water

Je hebt in de afgelopen jaren meerdere reagentia leren kennen om water aan te tonen. Daarbij leidt toevoeging van water tot een kleurverandering. Het werkplan zal afhangen van het gekozen reagens.

- A** Bruikbare reagentia zijn bijvoorbeeld wit kopersulfaat (wordt blauw) en custardpoeder (wordt geel). Het laatste reagens geeft natuurlijk problemen als je gele vla gaat onderzoeken.

Lactose

- B** In opdracht 10 komen de reactievergelijkingen aan de orde.

Haines reagens is blauw en, afhankelijk van de concentratie van glucose, ontstaat er een gele/oranje/rode kleur. Die is afkomstig van koper(I) oxide. Zie ook *Binas* tabel 65B.

Zetmeel

Je hebt waarschijnlijk al in de derde klas een reagens op zetmeel leren kennen.

- C** Je kunt zetmeel aantonen met een I_2 -oplossing. Er ontstaat een blauwe of zwarte verkleuring.

Eiwit

- D** Je waarneming hangt af van de aanwezigheid van eiwitten.

Opdrachten

1 -

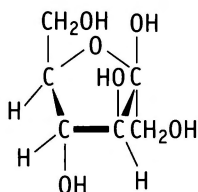
- 2 a** Er zijn veel voorbeelden: brood, aardappelen, spaghetti, maar ook melk en andere zuivelproducten.
- b** Deze voedingsmiddelen bevatten onder andere veel koolhydraten als energieleverancier.
- 3 a** Bruin brood levert per 100 gram dus $35 \times 0 + 10 \times 17 + 45 \times 17 + 3 \times 38 = 1049$ kJ. Dat klopt met de opgegeven waarde van 1048 kJ.
- b** Spaghetti neemt tijdens het koken veel water op. Hierdoor neemt wel de massa toe, maar niet de hoeveelheid voedingsstoffen. Per 100 gram bevat gekookte spaghetti daarom minder energie dan ongekookte spaghetti.
- c** Vergelijken met brood en ongekookte spaghetti valt de voedingswaarde van gekookte spaghetti en gekookte aardappelen nogal mee. Van brood en spaghetti word je dus niet dik, maar misschien wel van wat je erbij eet!

- 4** 200 gram friet levert $2 \times (4,5 \times 17 + 41,5 \times 17 + 16 \times 38) = 2 \times 1390$ kJ = 2780 kJ.
Dat betekent $(2780 : 12000) \times 100\% = 23\%$ van de dagelijkse energiebehoefte.

- 5** De molecuulformule van melkzuur, $CH_3-CHOH-COOH$, is $C_3H_6O_3$.
lactose + water $\rightarrow$ melkzuur
 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4 C_3H_6O_3$

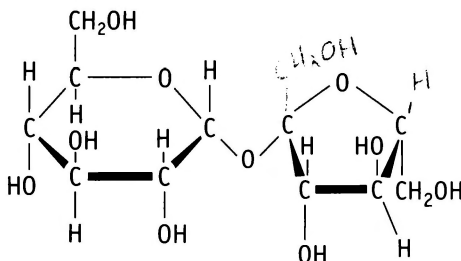
17.2 Koolhydraten

6 a



- b** De molecuulformule van fructose is $C_6H_{12}O_6$. Dat is ook de molecuulformule van glucose. Glucose en fructose zijn dus isomeren.

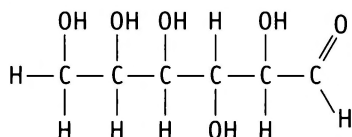
7 a



- b** De molecuulformule van sacharose is $C_{12}H_{22}O_{11}$.
- c** Je kunt dit uit *Binas* tabel 67F afleiden door goed naar de formule van sacharose te kijken. Let daarbij vooral op de stand van de OH groepen.
Het linker deel van de structuurformule is afkomstig van glucose. Het rechterdeel is afkomstig van fructose. Bij de hydrolyse van sacharose ontstaan dus glucose en fructose. Zie ook *Binas* tabel 82E.
- d** sacharose + water $\rightarrow$ glucose + fructose
 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$
- 8 a** De molecuulformule van glucose is $C_6H_{12}O_6$. Bij het koppelen van de moleculen wordt steeds een molecuul water afgesplitst. Er blijft dus (afgezien van de uiteinden van het polymeer) $C_6H_{10}O_5$ per repeterende glucose-eenheid over. Dus $x = 10$.
- b** $y = 5$
- c** $n C_6H_{12}O_6 \rightarrow n H_2O + (C_6H_{10}O_5)_n$

- 9 De moleculen van amylose bevatten een groot aantal OH groepen. Die kunnen waterstofbruggen vormen met de OH groepen van watermoleculen.

- 10 a De systematische naam van glucose is volgens Binas tabel 66A 2,3,4,5,6-pentahydroxyhexanal. Er zijn dus vijf OH groepen en één aldehydegroep.



- b Realiseer je dat de reactie in een basisch milieu plaatsvindt.
 $2 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{R-CH=O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-COOH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
- 11 a $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
 b Voor de omzetting van glucose tot koolstofdioxide en water is zuurstof nodig (voor de omzetting van glucose tot melkzuur niet). Bij zo'n grote inspanning is de zuurstoftoevoer onvoldoende om de omzetting tot koolstofdioxide en water te laten plaatsvinden.
 c Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 4,4 (mmol L⁻¹).
 - berekening van het aantal g glucose in de 330 mL sportdrink: 1,44 (g per 100 mL) delen door 100 (mL) en vermenigvuldigen met 330 (mL)
 - omrekening van het aantal g glucose in de 330 mL sportdrink naar het aantal mmol glucose in de 330 mL sportdrink: delen door de massa van een mol glucose (bijvoorbeeld via Binas tabel 98) : 180,16 g) en vermenigvuldigen met 10³
 - omrekening van het aantal mmol glucose in de 330 mL sportdrink naar de toename van het glucosegehalte in 6,0 L bloed: delen door 6,0 (L)
- 12 a Je kunt dit uit Binas tabel 67F afleiden door goed naar de formule van lactose te kijken. Let daarbij vooral op de stand van de OH groepen.
 Het linker deel van de structuurformule van lactose is afkomstig van galactose. Het rechterdeel is afkomstig van glucose ('ondersteboven' getekend). Zie ook Binas tabel 82E.
 b lactose + water → galactose + glucose
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 c De nulmeting is nodig omdat er een kans bestaat dat de proefpersoon een kleine hoeveelheid waterstof uitademt door allerlei processen bij de spijsvertering. Daarbij worden koolhydraten afgebroken, zoals glucose. Die afbraak vindt voortdurend plaats in het lichaam.
 d Bij de meting op 60 minuten (en 90 minuten) komt de waarde meer dan 20 volume-ppm hoger uit dan de nul-waarde (van 12 volume-ppm). Dat wijst dus op lactose-intolerantie.

17.3 Vetten

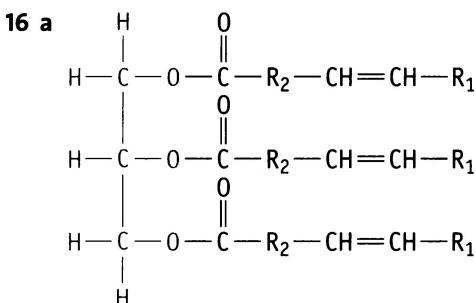
Practicum 2

- A In buis 1 en in buis 3, daar zal na enige tijd de roze kleur verdwijnen. Dat moet het eerst in buis 3 het geval zijn.
 B Fenolftaleïne is een zuur-base indicator. Bij een pH kleiner dan 8,2 wordt het kleurloos. Er ontstaat blijkbaar een zuur (of zuren) bij deze proef.
 C In buis 2 ontbreekt de lipase-oplossing. Lipase is een enzym dat nodig is voor de spijsvertering van vetten. De omzetting van het vet vindt dus niet plaats en er treedt geen pH-daling op.
 D Melkvet kan worden afgebroken tot glycerol en zuren. Die zuren lossen (matig) op in water en daardoor daalt de pH.
 E In buis 4 is een gekookte lipase-oplossing gebruikt. Een enzym werkt het beste bij lichaamstemperatuur. Bij koken gaat het lipase blijkbaar kapot en is er dus van enzymwerking geen sprake meer.

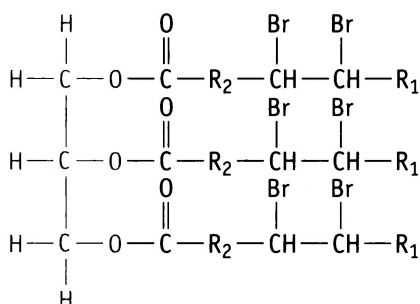
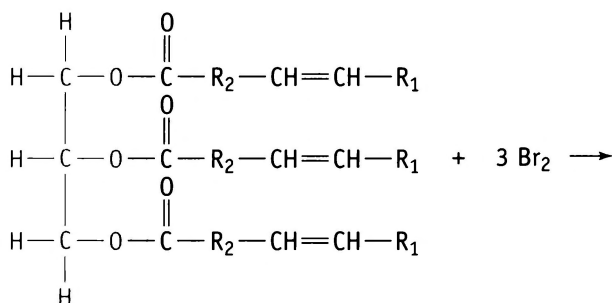
Practicum 3

- A De inhoud van buis 2 ontkleurt, die van buis 3 niet.
 B Aan buis 2 voeg je onverzadigd vet toe. Broom reageert met de dubbele bindingen hierin. Roomboter bestaat uit verzadigd vet, er zijn geen dubbele bindingen waarmee broom kan reageren.
 C Buis 1 is de referentie. Je kunt de kleuren die in de andere buizen ontstaan daarmee vergelijken.
- 13 Gebruik Binas tabel 66A en 67G2.
 a Palmitinezuur: hexadecaanzuur (Binas tabel 66A). De structuurformule van palmitinezuur staat in tabel 67G2 van Binas. Tel het aantal C, H en O atomen, dat leidt tot de volgende verkorte schrijfwijze: $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$.
 b Oliezuur: cis-oktadec-9-eenzuur. Zie ook de structuurformule in Binas tabel 67G2. Verkorte schrijfwijze: $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$.
 c Arachidonzuur: icos-5,8,11,14-tetraeenzuur. Zie tabel 67G2 van Binas voor de structuurformule. Verkorte schrijfwijze: $\text{C}_{19}\text{H}_{31}\text{COOH}$.

- 14 De algemene formule van verzadigde vetzuren is $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$. Vetzuren met één dubbele binding per molecuul hebben twee waterstofatomen minder per molecuul. Dus $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$.
 15 Bij een omega-3 vetzuur zit een dubbele binding op het derde koolstofatoom vanaf het einde van de keten. Dat is het geval bij α-linoleenzuur.

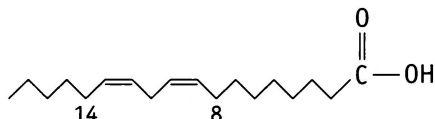


- b** Bij practicum 3 vindt additie plaats aan de C=C bindingen. Daarbij reageert een molecuul van het vet met drie moleculen broom.

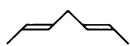


- 17 a** De dubbele bindingen in de vetzuurresten zorgen voor onregelmatige structuren en 'vreemde' knikken. De vetmoleculen zijn daardoor niet goed op elkaar te stapelen en de onderlinge vanderwaalskrachten zijn daardoor zwakker. Het gevolg is een lager kookpunt voor deze onverzadigde vetten.

- b** Let op de structuurformules in Binas tabel 67G2. De structuurformule van linolzuur is

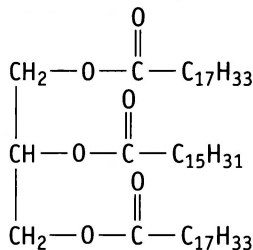


Het fragment bevat beide dubbele bindingen in de *cis*-configuratie. In het gevraagde fragment moeten die bindingen dus de *trans*-configuratie hebben:

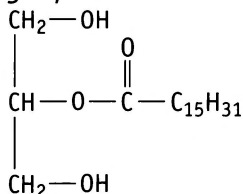


- c** Er kunnen vier verschillende veresterde octadeceenzuren ontstaan. De resterende dubbele binding kan op twee verschillende plaatsen zitten en de configuratie rond beide dubbele bindingen kan zowel *cis* als *trans* zijn.
- d** Bij een *trans*-dubbele binding blijft de zig-zagstructuur van de koolstofketens behouden. Ze lijken dan ook sterk op koolstofketens zonder een dubbele binding. De moleculen van veresterde *trans*-vetzuren zijn daarom beter te stapelen dan de moleculen van veresterde *cis*-vetzuren (zie ook de tekening van de linolzuurrest aan het begin van de opgave) en het smeltpunt van vetten met '*trans*' dubbele bindingen is dus hoger dan bij '*cis*' dubbele bindingen.

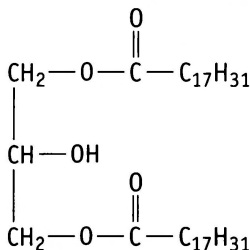
- 18 a** Een vet is een triglyceride. Begin met de glycerolrest en teken vervolgens de zurresten.



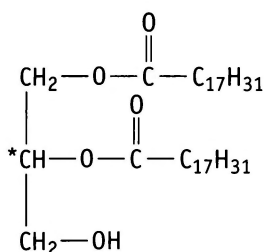
- b** Er blijft dus een mono-ester over. De twee buitenste estergroepen zijn door de hydrolyse omgezet in OH groepen.



- 19** De verkorte schrijfwijze is van linolzuur is $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$. De twee estergroepen kunnen op de eerste en derde positie van glycerol gevormd worden:



De twee estergroepen kunnen ook op de eerste en tweede positie van glycerol gevormd worden. Het tweede koolstofatoom is dan een asymmetrisch koolstofatoom. Er bestaan dan dus twee spiegelbeeldisomeren. In totaal zijn er dus drie isomeren.

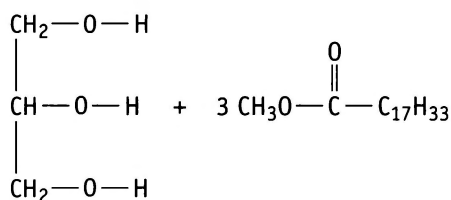
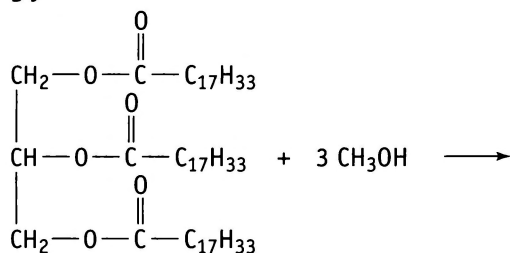


- 20 a** Gebruik Binas tabel 67G2.

Omega -3,6,9 moet wel α -linoleenzuur zijn. Het molecuul bevat drie dubbele bindingen, aan het derde, zesde en negende koolstofatoom. Je telt in dit geval vanaf de 'verkeerde' kant.

- b** Een molecuul van het vet X is blijkbaar opgebouwd uit een molecuul glycerol en drie moleculen van α -linoleenzuur. In één vetmolecuul komen dus negen C=C bindingen voor. 1,0 mol vet reageert dus met 9,0 mol waterstof.

- 21 a Glyceryltrioleaat + methanol → methyloleaat + glycerol



- b Glycerol is door de drie OH groepen goed oplosbaar in water. Methyloleaat is hydrofoob en niet oplosbaar in water. Er zullen dus twee lagen ontstaan, een laag methyloleaat en een laag water met daarin het opgeloste glycerol. Het methyloleaat is hiervan gemakkelijk te scheiden.
- c Voor destillatie is energie nodig om één of meer stoffen tot het kookpunt te verhitten. Dat maakt de energiewinst van het hele proces minder groot. Het kookpunt van methyloleaat is vrij hoog en de scheiding met glycerol kan daarbij problemen opleveren. Water heeft van de drie stoffen dus het laagste kookpunt!

17.4 Eiwitten

- 22 a Bedenk dat een dipeptide ook uit twee dezelfde aminozuurmoleculen kan bestaan.

Een dipeptide kan zijn opgebouwd uit twee identieke aminozuurmoleculen of uit twee verschillende aminozuurmoleculen.

Je krijgt dan de volgende vier mogelijkheden:

Cys-Cys

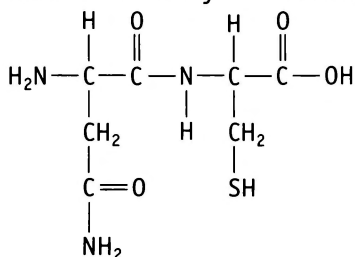
Asn-Asn

Cys-Asn

Asn-Cys

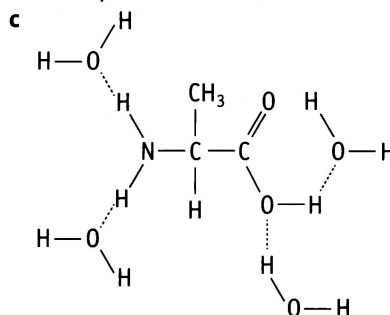
De laatste twee mogelijkheden zijn niet dezelfde, omdat bij Asn-Cys asparagine nog een vrije NH_2 groep heeft en Cys een vrije COOH groep.

- b Teken de structuurformule van bijvoorbeeld Asn-Cys.

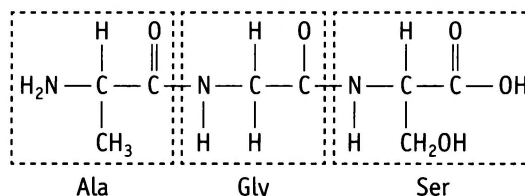


- 23 Welke groepen in een molecuul kunnen ervoor zorgen dat waterstofbruggen met watermoleculen gevormd kunnen worden?

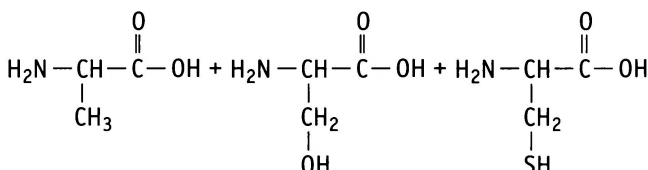
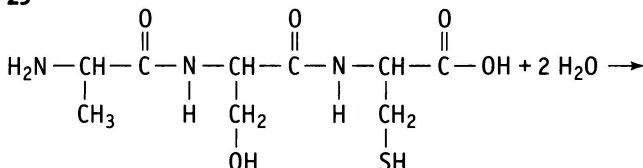
- a Aminozuurmoleculen hebben een NH_2 groep en een COOH groep. Hierin zijn NH en OH groepen aanwezig. Aminozuurmoleculen kunnen dus waterstofbruggen vormen met de watermoleculen. Aminozuren lossen daarom goed op in water.
- b Als aminozuurmoleculen aan elkaar koppelen, verdwijnen de meeste NH en OH groepen. In moleculen van eiwitten zijn dus weinig van deze groepen aanwezig, waardoor eiwitten slechter of niet oplossen in water.



- 24 a Bij deze notatie is het gebruikelijk dat de aminogroep van het linker aminozuur (Ala) en de carbonzorgroep van het rechter aminozuur (Ser) nog aanwezig zijn.

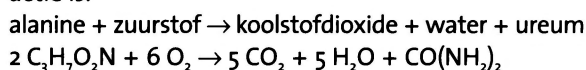


- 25



- 26 Maak eerst de stikstofbalans in orde, daarna de koolstof- en waterstofbalans en tenslotte de zuurstofbalans.

De brutoformule van alanine ($\text{H}_2\text{N}-\text{CHCH}_3-\text{COOH}$) is $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$. Het reactieschema voor de verbrandingsreactie is:



17.5 Eiwitten in actie

- 27 a** Zoek in Binas tabel 67H1 aminozuren op die een zijgroep hebben die als zuur kan reageren. Wat voor reactie vindt plaats in basisch milieu?

Dan moet de zijgroep één of meer zure groepen (COOH) bevatten. In basisch milieu zal een COOH groep een H^+ afsplitsen, waardoor een negatief geladen COO^- groep ontstaat. Dat is het geval bij asparaginezuur en glutaminezuur.

- b** Je moet nu naar aminozuurmoleculen zoeken die in de zijgroep een base hebben. Wat voor reactie vindt nu plaats in zuur milieu?

Dan moet de zijgroep één of meer basische groepen bevatten. Dit zijn NH_2 of NH groepen. In zuur milieu zullen deze groepen H^+ opnemen, waardoor ze positief geladen zijn. Dat is het geval bij: arginine, asparagine, glutamine, histidine, lysine, proline en tryptofaan.

- c** Hydrofobe groepen bestaan hoofdzakelijk uit C en H atomen.

De volgende aminozuurmoleculen hebben een hydrofobe zijgroep: alanine, valine, leucine, isoleucine, fenylalanine. Het is ook correct als je tyrosine, tryptofaan, lysine of proline hebt opgeschreven. Als argument moet je geven dat het hydrofobe deel (C, H) het hydrofiele deel (OH, NH) van de zijgroep 'overheerst'. Zelfs methionine zou je op grond van dit argument tot de aminozuren met een hydrofobe zijgroep kunnen rekenen.

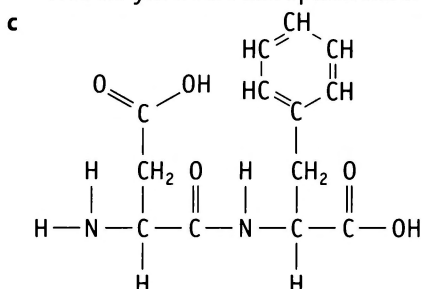
- 28** Zie ook de vorige vraag!

Door de pH van de oplossing te veranderen, kunnen positief of negatief geladen zijgroepen ontstaan. Die kunnen elkaar onderling aantrekken of afstoten, waardoor de vorm van het eiwit kan veranderen. Het eiwit kan daardoor zijn werking verliezen.

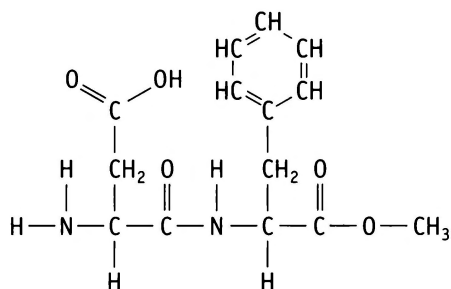
- 29 a** Phe-Asp, Phe-Phe en Asp-Asp

- b** Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

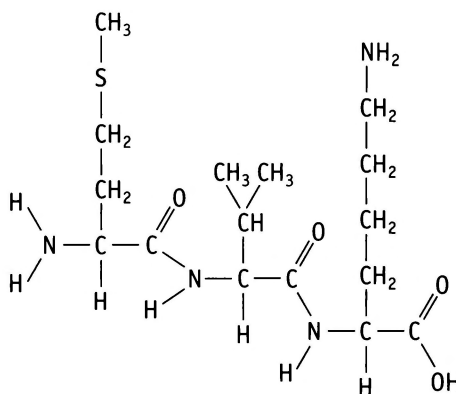
- Het enzym 'knipt' het polymeer op de juiste plaats (tussen Phe en Asp).
- Het enzym zorgt ervoor dat de juiste bindingen worden verbroken.
- Het enzym zorgt ervoor dat alleen het gewenste dipeptide ontstaat.
- Het enzym heeft een specifieke werking.



d



- 30 a** Een oligopeptide bestaat uit twee of meer aminozuureenheden. Trypsine knipt na een lysine-eenheid de peptidebinding door. Er ontstaat dan het tripeptide Met-Val-Lys. Dat is het kleinste oligopeptide dat kan ontstaan. De andere mogelijke oligopeptiden (Ser-His-Ile-Gly-Trp) en Ile-Leu-Val-Leu-Phe) zijn groter.

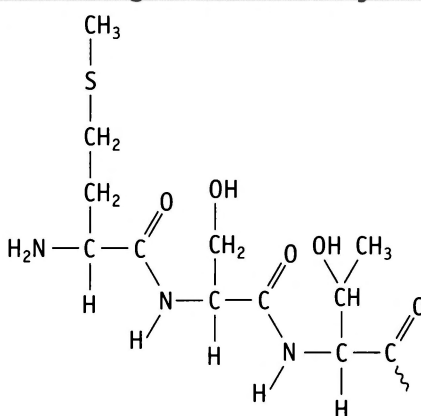


- b** Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- Het enzym werkt stereospecifiek en (moleculen van) het veranderde prioneiwit 'past' ('passen') niet in het enzym.
- De ruimtelijke structuur van het prioneiwit is veranderd, waardoor (moleculen van) het prioneiwit niet (meer) in het enzym 'past' ('passen').

17.6 Voeding, ziekte en erfelijkheid

31 a



- b** Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- $1222 = 3 \times 407 + 1$, dus de aminozuureenheden met nummer 408 verschillen.
- $1222/3 = 407,33$ dus de aminozuureenheden met nummer 408 verschillen.
- $1215/3 = 405$. Het verschil zit in het derde triplet vanaf nummer 1215, dat codeert voor de aminozuureenheid met nummer 408.

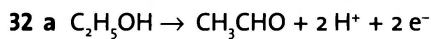
- c Het triplet (codon) op de coderende streng dat codeert voor het aminozuur met nummer 408 voor PAH is CGG. Dat is ook het codon (triplet) op het m-RNA. Daar hoort het aminozuur Arg bij. Het triplet (codon) op de coderende streng dat codeert voor het aminozuur met nummer 408 voor 'verkeerd-PAH' is TGG. Dan is UGG het codon (triplet) op het m-RNA. Daar hoort het aminozuur Trp bij.

d Dit is een (voor de mens) essentieel aminozuur.

e Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{40 \times 65}{294,3} \times \frac{165,2}{5,0 \times 10} = 29 \text{ (mg dL}^{-1}\text{)}$$

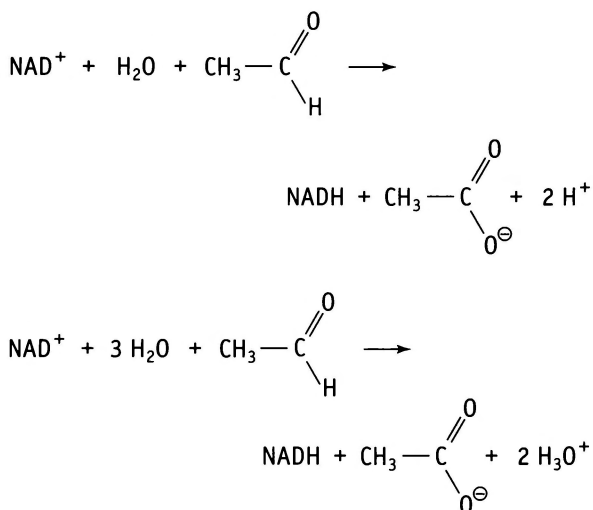
- berekening van het aantal mg aspartaam dat op één dag wordt ingenomen: 40 (mg kg⁻¹) vermenigvuldigen met 65 (kg)
- omrekening van het aantal mg aspartaam dat op één dag wordt ingenomen naar het aantal mmol fenylalanine dat daaruit in 5,0 L bloed ontstaat (is gelijk aan het aantal mmol aspartaam dat op één dag wordt ingenomen): delen door de massa van een mmol aspartaam (294,3 mg)
- omrekening van het aantal mmol fenylalanine dat in 5,0 L bloed ontstaat naar het aantal mg fenylalanine dat in 5,0 L bloed ontstaat: vermenigvuldigen met de massa van een mmol fenylalanine (bijvoorbeeld via *Binas* tabel 99: 165,2 mg)
- omrekening van het aantal mg fenylalanine dat in 5,0 L bloed ontstaat naar het aantal mg fenylalanine per dL: delen door 5,0 (L) en door 10 (dL L⁻¹)



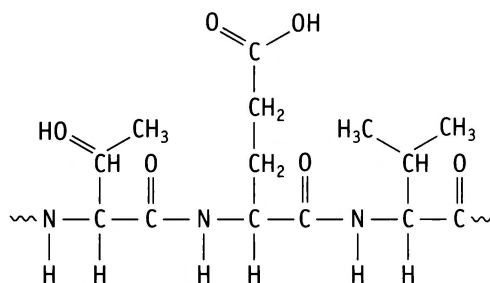
b Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- De vergelijking van de halfreactie van NAD⁺ is:
 $\text{NAD}^+ + \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{NADH}$;
 dus NAD⁺ (neemt elektronen op en) is oxidator.
- De vergelijking van de halfreactie van alcohol is:
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$
 dus alcohol (staat elektronen af en) is reductor, dus NAD⁺ is oxidator.

c Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:



d



- e Het verschil tussen de codons voor Glu en Lys (op het m-RNA) is (de eerste base van het codon en dat is) een G (voor Glu) bij mensen zonder alcoholintolerantie en een A (voor Lys) bij mensen met alcoholintolerantie. De basen op de coderende streng zijn identiek aan de basen op het m-RNA. De basen op de matrijsstreng zijn complementair aan de basen op de coderende streng / het m-RNA; dat zijn een C (voor Glu) bij mensen zonder alcoholintolerantie en een T (voor Lys) bij mensen met alcoholintolerantie. Dus

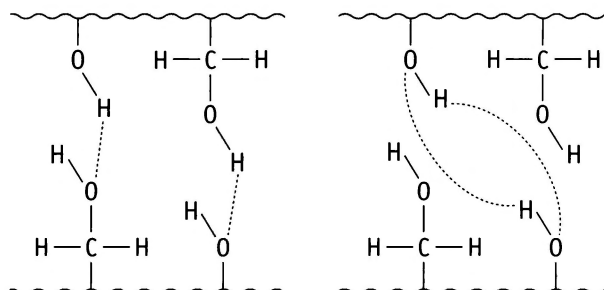
	zonder alcoholintolerantie	met alcoholintolerantie
base op coderende streng	G	A
base op matrijsstreng	C	T

- f Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat het basenpaar met nummer 1510 is gemuteerd.
 - op het gen voor de reeks van 517 aminozuren is het codon met nummer (487 + 17) = 504 anders
 - het eerste basenpaar daarvan is anders.
 Alternatief juist antwoord: het eerste basenpaar van het codon met nummer 487 is anders; dat heeft nummer $486 \times 3 + 1 = 1459$. Op het oorspronkelijke gen voor de reeks van 517 aminozuren is dat het basenpaar met nummer $1459 + 17 \times 3 = 1510$.

17.7 Toepassing

Papier en (afval)water

- 1 Er zijn verschillende mogelijkheden, hieronder staan twee.

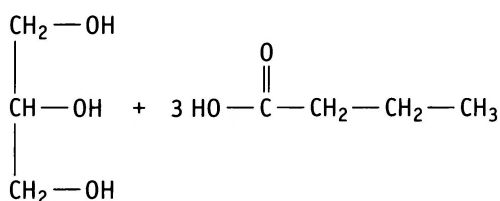
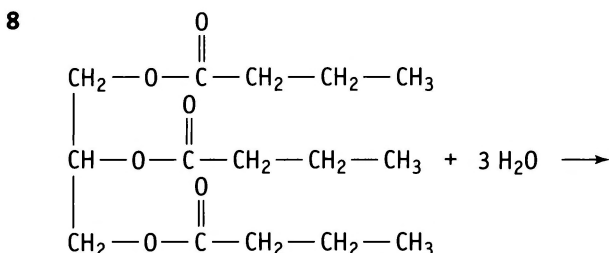
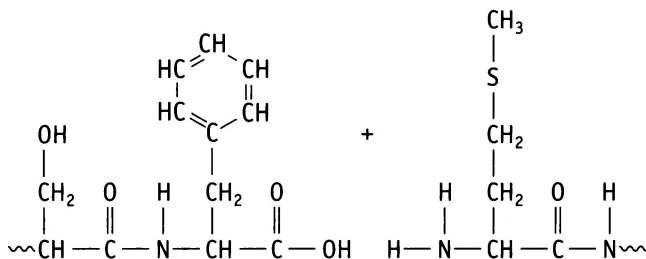


- 2 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n \text{H}_2\text{O} \rightarrow n \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- 3 Er zijn minder (zwakke) zuren (per liter) aanwezig. Dat betekent dat er ook minder ionen aanwezig zijn. Deze ionen ontstaan omdat de zwakke zuren voor een deel in ionen splitsen.

- 4 Er ontstaan dus ook minder H_3O^+ ionen, dus de concentratie van die ionen is lager en de pH is dan hoger.

Kaas

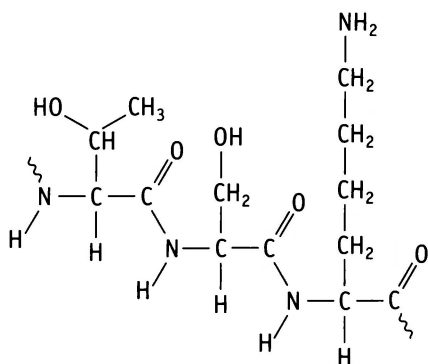
- 5 De formule van melkzuur is $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$.
De molecuulformule is dus $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.
 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$
- 6 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:
- Chymosine is een enzym en een enzym is een (bio)-katalysator.
- Een enzym (is een katalysator en) wordt (dus) niet verbruikt.



Ziekte van Wayne

- 9 nummer 137: Thr
nummer 138: Ser
nummer 139: Lys

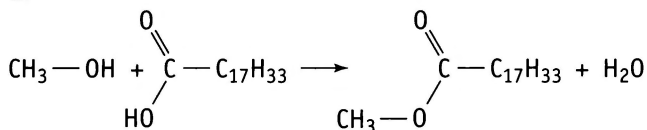
10



- 11 Een juiste uitleg leidt tot de conclusie dat een α -globineketen van mensen met de mutatie van Wayne 146 aminozuureenheiten bevat.
- bij de mutatie van Wayne is UAG het eerstvolgende stopcodon op het m-RNA
- notie dat dit (bij de mutatie van Wayne) het 147ste codon op het m-RNA is
- lengte van de keten is 1 minder dan het nummer van het eerstvolgende stopcodon.

Cacaoboter

12

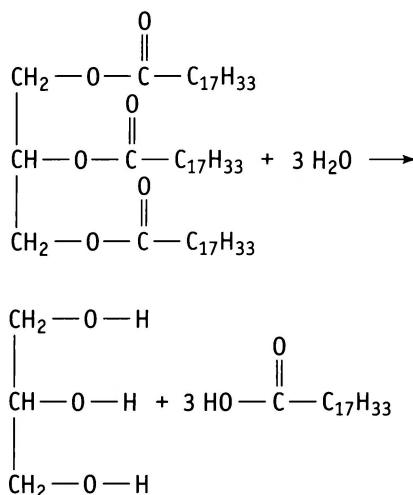


- 13 Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 57 (dm^3).
- berekening van het aantal mol vet in 1,0 kg P-O-L: 1,0 (kg) vermenigvuldigen met 10^3 (g kg^{-1}) en delen door 857 (g mol^{-1})
- omrekening van het aantal mol vet in 1,0 kg P-O-L naar het aantal mol waterstof dat daarmee moet reageren: vermenigvuldigen met 2
- omrekening van het aantal mol waterstof dat moet reageren naar het aantal dm^3 waterstof: vermenigvuldigen met V_m (bijvoorbeeld via *Binas* tabel 7A: $2,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$) en met 10^3 ($\text{dm}^3 \text{ m}^{-3}$)
- 14 Een juist antwoord bestaat uit vier van onderstaande vijf schematische aanduidingen:
S-O-O, P-O-P, S-O-S, O-O-O, P-O-O.

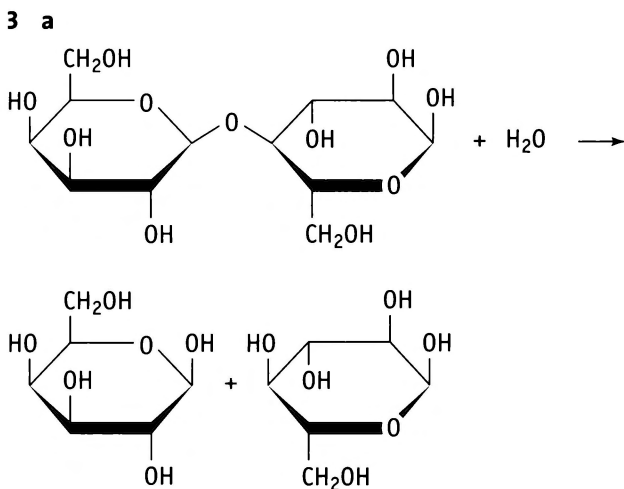
Voorbeeldproefwerk

- 1 a Los een kleine hoeveelheid van de margarine op in wasbenzine. Druppel dan langzaam een oplossing van broom in water of in wasbenzine toe. Als de margarine een onverzadigd vet bevat, zal additie van broom aan de dubbele bindingen optreden. De bruine kleur van het broom verdwijnt dan en de oplossing wordt kleurloos.

b



- 2 a Met drie verschillende aminozuren kunnen zes tripeptiden waarin elk van de aminozuren voorkomt, worden gemaakt. De motivering kan bijvoorbeeld bestaan uit een berekening (bijvoorbeeld $3 \times 2 \times 1$) of uit het opsommen van de mogelijkheden.
- b Doorgaans reageren de aminogroep en de carbonzuurgroep die aan het centrale koolstofatoom zitten tot een peptidegroep. Bij glutathion is bij het linker aminozuur de carbonzuurgroep aan het centrale koolstofatoom nog intact. In plaats daarvan heeft de carbonzuurgroep in de zijketen gereageerd.
- c Het is opgebouwd uit glutaminezuur, cysteïne en glycine. Dus Glu-Cys-Gly.



- b Er is voor deze hydrolyse in het lichaam ook nog een enzym nodig: lactase. Dit enzym fungeert als (bio) katalysator en versnelt de hydrolyse.
- c stof A: ethaanzuur
stof B: 2-hydroxypropaanzuur
- d Stel de reactievergelijking op met behulp van molecuulformules.
- $$C_{12}H_{22}O_{11} + X \rightarrow 3 A + 2 B = 3 C_2H_4O_2 + 2 C_3H_6O_3$$
- Rechts van de pijl staan in totaal $12 \times C$, $24 \times H$ en $12 \times O$. X moet uit $2 \times H$ en $1 \times O$ bestaan, dus $X = H_2O$.

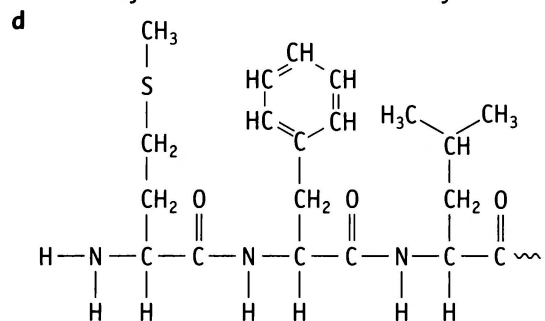
- 4 a Raadpleeg bij deze opgave de tabellen 71 van Binas. Welke stikstofbasen kunnen waterstofbruggen met elkaar vormen en zullen dus tegenover elkaar zitten? Tegenover een C komt een G, tegenover een T of U een A. De matrijsstreng heeft de volgorde T-A-C-C-G-T-A-A-G-T-T-T-C-A-G-.... Het m-RNA heeft de basevolgorde: A-U-G-G-C-A-U-U-C-A-A-A-G-U-C-...

- b Zie ook tabel Binas 71J.

Bij de translatie fungeert een triplet op het m-RNA als een mal. Bij elk triplet hoort één aminozuur. Dit aminozuur wordt aangevoerd door het transport RNA (t-RNA). Eerst wordt altijd methionine aangevoerd. Het tweede triplet bepaalt welk aminozuur aan methionine wordt gekoppeld. Deze koppeling gaat steeds door, afhankelijk van het aantal tripletten op het m-RNA. De translatie stopt als een triplet als stopcodon fungeert.

- c AUG is codon (triplet) voor methionine. GCA codeert voor alanine, UUC voor fenylalanine, AAA voor lysine en GUC voor valine.

Het stukje eiwit is dus Met-Ala-Phe-Lys-Val.



- e Begin je redenering met de bouw van het m-RNA en werk dan terug naar het DNA.

Het m-RNA bevat de volgende tripletten:

AUG - UUU - UUA (er zijn meerdere mogelijkheden).

m-RNA	A-U-G-U-U-U-U-A
matrijsstreng	T-A-C-A-A-A-A-T
coderende streng	A-T-G-T-T-T-T-A

Hoofdstuk 18

Moleculen op bestelling

18.1 Elektronen in actie

1 –

2 a Gebruik Binas tabel 99.

Br⁻: 2,8,18,8

Au: 2,8,18,32,18,1

Ba²⁺: 2,8,18,18,8

P³⁻: 2,8,8

Al³⁺: 2,8

Ni²⁺: 2,8,16

Ag⁺: 2,8,18,18

b Hiervan hebben Br⁻, Ba²⁺, P³⁻ en Al³⁺ acht elektronen in de buitenste schil en dus een edelgasconfiguratie.

3 a groep 1: één valentie-elektron
groep 2: twee valentie-elektronen
groep 16: zes valentie-elektronen
groep 17: zeven valentie-elektronen

b Let op de rechterbovenhoek van het vakje waarin het element staat vermeld.

De ionen van groep 1: lading + 1.

De ionen van groep 2: lading + 2.

De ionen van groep 16: meerdere mogelijkheden, maar de lading -2 komt vaak voor.

De ionen van groep 17: meerdere mogelijkheden, maar de lading -1 is het meest bekend.

4 a Bij alkalimetalen komt het volgende elektron in een nieuwe schil in vergelijking met het voorafgaande edelgas. De nieuwe schil ligt verder van de kern af. De omvang/straal van het atoom is daardoor groter dan die van het voorafgaande edelgas.

b Van links naar rechts neemt binnen een periode het atoomnummer/de kernlading toe. De elektronen in de buitenste schil worden dan steeds sterker door de atoomkern aangetrokken, waardoor ze dichterbij de kern komen. De afmeting van het atoom neemt daardoor af.

c Van boven naar beneden stijgt binnen een groep het aantal schillen en daarmee de omvang en atoomstraal van het atoom.

18.2 De vorm van moleculen

5 Bereken steeds hoeveel valentie-elektronen aanwezig zijn en hoeveel elektronen nodig zijn voor een edelgasconfiguratie. Het verschil bepaalt het aantal gemeenschappelijke elektronenparen.

a stikstof, N₂

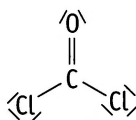
Er zijn $2 \times 5 = 10$ valentie-elektronen = 5 paren.

Nodig: $2 \times 8 = 16$ elektronen = 8 paren. Dus $8 - 5 = 3$ gemeenschappelijke elektronenparen. Het aantal vrije elektronenparen = $5 - 3 = 2$. Nu wordt er aan de oktetregel voldaan.

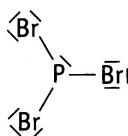
$\text{N} \equiv \text{N}$

b fosgeen, COCl₂

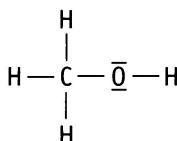
Er zijn $4 + 6 + 2 \times 7 = 24$ valentie-elektronen = 12 paren. Nodig: $8 + 8 + 2 \times 8 = 32$ valentie-elektronen = 16 paren. Dus $16 - 12 = 4$ gemeenschappelijke elektronenparen. Aantal vrije elektronenparen = $12 - 4 = 8$.



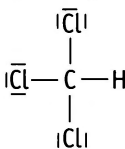
c PBr₃: er zijn $5 + 3 \times 7 = 26$ valentie-elektronen = 13 paren. Nodig: $8 + 3 \times 8 = 32$ elektronen = 16 paren. Dus $16 - 13 = 3$ gemeenschappelijke elektronenparen. Aantal vrije elektronenparen = $13 - 3 = 10$.



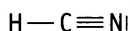
d CH₃OH: er zijn $4 + 6 + 4 \times 1 = 14$ valentie-elektronen = 7 paren. Nodig: $8 + 8 + 4 \times 2 = 24$ elektronen = 12 paren. Dus $12 - 7 = 5$ gemeenschappelijke elektronenparen.



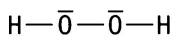
e CHCl₃: $4 + 1 + 3 \times 7 = 26$ valentie-elektronen = 13 paren. Nodig: $8 + 2 + 3 \times 8 = 34$ elektronen = 17 paren. Dus 4 gemeenschappelijke elektronenparen en $13 - 4 = 9$ vrije elektronenparen.



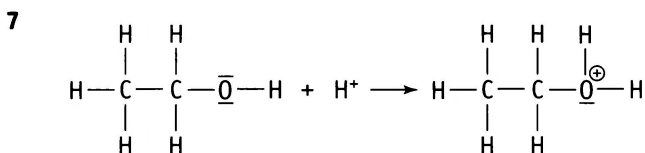
f HCN: $1 + 4 + 5 = 10$ valentie-elektronen = 5 paren. Nodig: $2 + 8 + 8 = 18$ elektronen = 9 paren. Dus 4 gemeenschappelijke elektronenparen en 1 vrij elektronenpaar.



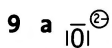
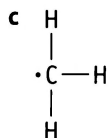
g H₂O₂: $2 \times 1 + 2 \times 6 = 14$ valentie-elektronen = 7 paren. Nodig: $2 \times 2 + 2 \times 8 = 20$ elektronen = 10 paren. Dus 3 gemeenschappelijke en 4 vrije elektronenparen.



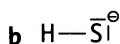
- 6 a In fosgeen heeft het centrale koolstofatoom een omringingsgetal 3. Dat betekent dat alle atomen in een plat vlak liggen en dat de bindingshoeken (ongeveer) 120° zijn.
In fosfortribromide is het fosforatoom het centrale atoom. Daaraan zijn drie atomen en een vrij elektronenpaar gebonden. Het omringingsgetal is 4. Het molecuul heeft een tetraëdervorm, met het fosforatoom in het midden van de tetraëder. De bindingshoeken zijn (ongeveer) 109° .
In trichloormethaan is het koolstofatoom het centrale atoom. Daaraan zijn vier atomen gebonden en het omringingsgetal is 4. Het molecuul heeft een tetraëdervorm, met het koolstofatoom in het midden van de tetraëder. De bindingshoeken zijn (ongeveer) 109° .
Bij waterstofcyanide is het koolstofatoom het centrale atoom. Daaraan zijn twee atomen gebonden en het omringingsgetal is 2. Dat betekent dat de bindingshoek H-C-N 180° is. De drie atomen liggen dus op één lijn. HCN is een lineair molecuul.



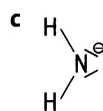
- 8 a Een broomatoom heeft zeven valentie-elektronen. $\text{Br}\cdot$
b Bij een deeltje met een oneven aantal elektronen kun je de Lewisstructuur niet opstellen met de methode die je geleerd hebt. In het geval van NO moet je als eerste het aantal valentie-elektronen weten. Voor N is dat 5, voor O 6; $5 + 6 = 11$, een oneven aantal elektronen. Teken nu de Lewisstructuur van NO waarbij N en O (zo goed mogelijk) aan de oktetregel voldoen. Dat zal niet bij beide atomen lukken omdat er een ongepaard elektron aanwezig is. De beste benadering is onderstaande Lewisstructuur.



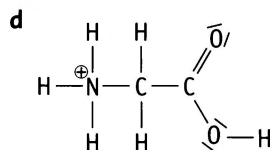
Het O^{2-} ion heeft $6 + 2 = 8$ valentie-elektronen = 4 paren. Er zijn dus twee elektronen meer dan in een gewoon, ongeladen zuurstofatoom.



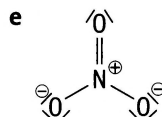
Het HS^- ion heeft $1 + 6 + 1 = 8$ valentie-elektronen = 4 paren. Aan het H atoom wordt 1 elektron toegekend, aan het zwavelatoom 7 en dat is één elektron meer dan bij een normaal, ongeladen zwavelatoom. Het zwavelatoom heeft hier dus een formele lading -1 .



Het amide-ion heeft $2 + 5 + 1 = 8$ valentie-elektronen = 4 paren. De twee H atomen leveren elk één elektron. Het stikstofatoom de resterende zes elektronen. Dat is één elektron meer dan normaal. Het N atoom heeft dus een formele lading -1 .



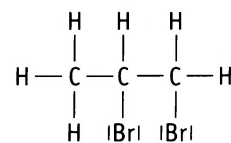
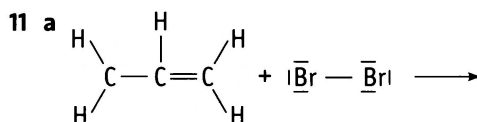
De aminogroep kan een H^+ ion opnemen. Er ontstaat dan een positief ion. Het stikstofatoom heeft vier gemeenschappelijke elektronenparen om zich heen. Dat betekent vier elektronen voor het stikstofatoom en vier elektronen voor de vier omringende atomen. Het stikstofatoom heeft dus vier in plaats van vijf elektronen. Het stikstofatoom heeft dus een formele lading $+1$.

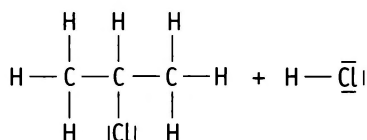
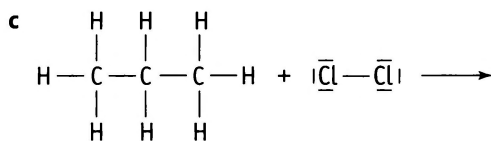
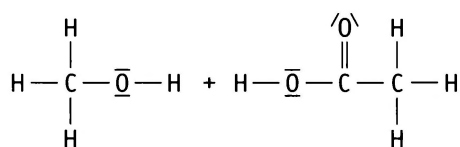
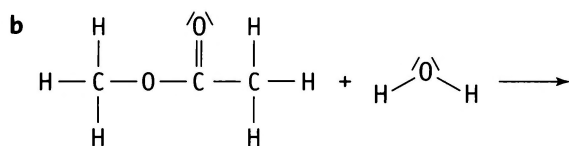


Het nitraat ion bevat $5 + 3 \times 6 + 1 = 24$ valentie-elektronen = 12 paren. Nodig: $8 + 3 \times 8 = 32$ valentie-elektronen = 16 paren. Dus $16 - 12 = 4$ gemeenschappelijke elektronenparen. Het stikstofatoom is het centrale atoom. Er is één dubbele N=O binding en twee enkele N-O bindingen. Het stikstofatoom heeft vier elektronen en heeft dus één elektron tekort, dus een formele lading $+1$.

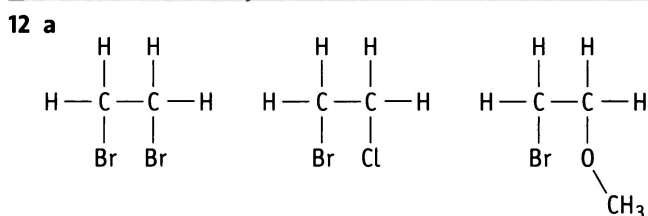
De twee enkelgebonden zuurstofatomen hebben drie vrije elektronenparen om zich heen en één elektron van het gemeenschappelijk elektronenpaar. Dus zeven elektronen in plaats van zes. De twee O atomen hebben een formele lading -1 . De twee minladingen en de pluslading samen zorgen voor de netto lading van het nitraat ion: -1 .

- 10 In een molecuul glucose hebben de koolstofatomen allemaal een omringingsgetal 4. Je verwacht bindingshoeken van ongeveer 109° . Dat betekent dat een molecuul glucose zeker niet plat is. Daarmee vallen de beide onderste structuren af. Verder verschillen koolstofatomen, zuurstofatomen en waterstofatomen in grootte. In drie van de vier tekeningen wordt daar geen rekening mee gehouden. Op grond hiervan is de tekening linksboven de beste weergave.



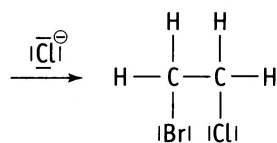
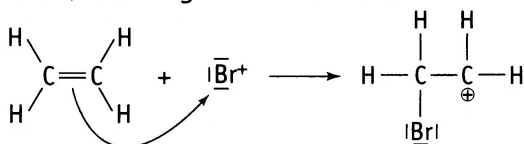


18.3 Het verloop van een chemische reactie

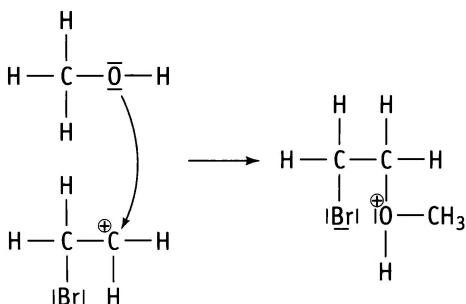


b Bij de additie speelt Br^+ , een elektrofiel deeltje, een rol.

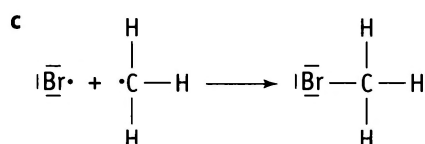
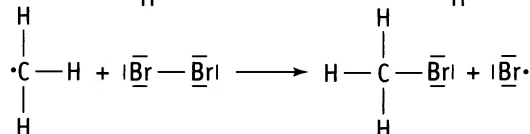
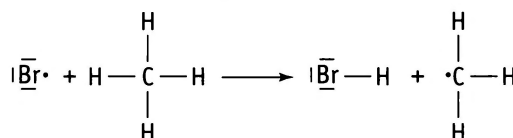
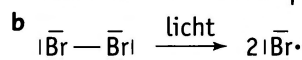
c Er ontstaat eerst een positief ion door de reactie van etheen met een Br^+ ion. Dit ion kan reageren met negatieve ionen in de oplossing. Er zijn ook chloride-ionen, afkomstig van lithiumchloride.



d Een vrij elektronenpaar van het O atoom wordt aangetrokken door het positieve ion.

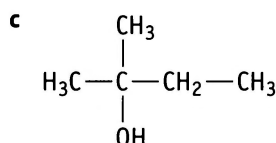
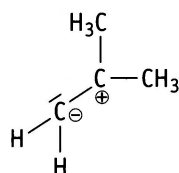


13 a In de laatste stap ontstaat weer een broomradicaal waardoor de eerste stap opnieuw mogelijk is.



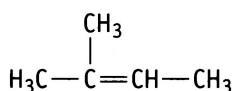
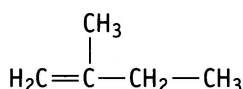
14 a De reactiesnelheid hangt af van de concentratie van twee stoffen, in het geval van het voorbeeld in *Binas* tabel 54D zijn dat OH^- en 1-broom-2-methylbutaan. Dat betekent dat de eerste stap in het E_2 -mechanisme de snelheidsbepalende stap is.

b Er ontbreekt een elektronenpaar op het onderste koolstofatoom.



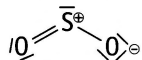
d Behalve een eliminatiereactie treedt ook een substitutiereactie op, waarbij een broomatoom wordt vervangen door een OH groep.

e Bij de eliminatie ontstaat een alkeen en water. Dat water ontstaat uit de OH groep en een H atoom op een naburig koolstofatoom. Er zijn dan twee mogelijkheden:

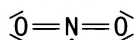


15 a $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

Een molecuul zwaveldioxide heeft $6 + 2 \times 6 = 18$ valentie-elektronen. Er zijn $8 + 2 \times 8 = 24$ elektronen nodig. Er zijn dus drie gemeenschappelijke elektronenparen. Het zwavelatoom heeft vijf elektronen om zich heen en dus een formele lading +1. Het enkelgebonden zuurstofatoom heeft zeven elektronen om zich heen en een formele lading -1.



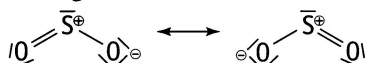
Een molecuul stikstofdioxide heeft $5 + 2 \times 6 = 17$ valentie-elektronen. Vanwege het oneven aantal valentie-elektronen heeft NO_2 een ongepaard elektron, het is een radicaal.



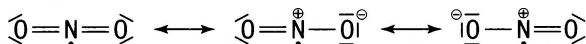
- b Het koolstofatoom in een molecuul koolstofdioxide heeft twee atomen om zich heen, een omringingsgetal van 2. De hoek O-C-O is 180° . CO_2 is een lineair molecuul.

Het zwavelatoom in een molecuul zwaveldioxide heeft twee atomen en een vrij elektronenpaar om zich heen. Dus omringingsgetal 3. De hoek O-S-O is dan ongeveer 120° .

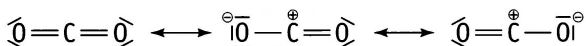
- c *Probeer één of meer elektronenparen op te schuiven. Let op of er een formule ontstaat die nog steeds voldoet aan de octetregel. Hoe kleiner de formele ladingen, hoe waarschijnlijker de Lewisstructuur. Bij zwaveldioxide is mesomerie mogelijk. Er zijn twee grensstructuren.*



Bij stikstofdioxide is ook mesomerie mogelijk. In de tweede grensstructuur is er een formele positieve lading op het stikstofatoom en een formele negatieve lading op het zuurstofatoom. Dat zijn ladingen die wel vaker voorkomen.

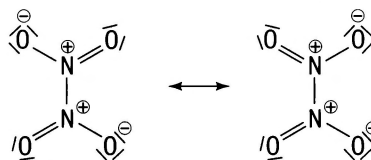


Bij koolstofdioxide speelt mesomerie vrijwel geen rol, maar je kunt wel grensstructuren tekenen. In de getekende grensstructuur is sprake van een positief geladen koolstofatoom, net als bij het voorbeeld van stikstofdioxide hierboven. Een dergelijk deeltje met een positieve lading op een koolstofatoom is niet stabiel.



- d Stikstofdioxide is een radicaal, zie de Lewisstructuur. Uit twee zulke radicalen kan een molecuul distikstoftetraoxide ontstaan. Daarbij ontstaat uit de twee ongepaarde elektronen een gemeenschappelijk elektronenpaar.

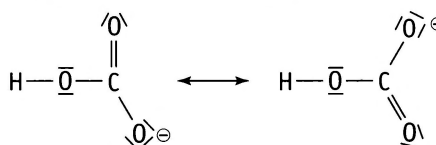
- e Een molecuul distikstoftetraoxide heeft $2 \times 5 + 4 \times 6 = 34$ valentie-elektronen = 17 paren. Nodig: $2 \times 8 + 4 \times 8 = 48$ elektronen = 24 paren. Er zijn dus $24 - 17 = 7$ gemeenschappelijke elektronenparen.



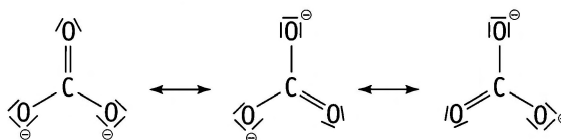
Er zijn meer grensstructuren mogelijk, maar ze komen allemaal op hetzelfde neer: twee dubbele N=O bindingen en twee enkele N-O bindingen. Op de enkelgebonden O atomen is een formele lading -1 aanwezig. Op beide stikstofatomen is een formele lading +1 aanwezig.

- f De beide positief geladen stikstofatomen stoten elkaar af en daardoor wordt de N-N binding gemakkelijk verbroken.

- 16 a Er zijn $4 + 3 \times 6 + 1 + 1 = 24$ valentie-elektronen = 12 paren. Nodig: $8 + 3 \times 8 + 2 = 34$ elektronen = 17 paren. Dus 5 gemeenschappelijke elektronenparen.

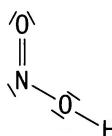


- b Er zijn $4 + 3 \times 6 + 2 = 24$ valentie-elektronen = 12 paren. Nodig: 32 elektronen = 16 paren. Dus 4 gemeenschappelijke elektronenparen.

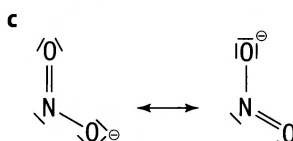


Op de twee enkelgebonden zuurstofatomen is een formele lading -1 aanwezig.

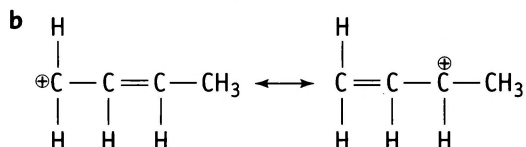
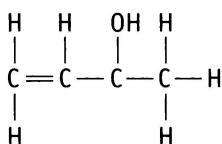
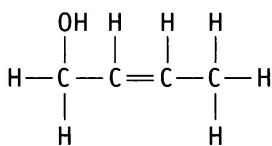
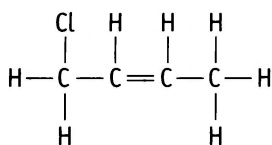
- 17 a Er zijn $1 + 5 + 2 \times 6 = 18$ valentie-elektronen = 9 paren. Nodig: $2 + 8 + 2 \times 8 = 26$ elektronen = 13 paren. Dus $13 - 9 = 4$ gemeenschappelijke elektronenparen.



- b Als een ethanolmolecuul een H^+ ion afstaat, ontstaat een ethanolaation. Volgens *Binas* tabel 49 is dit een sterke base, die met water snel en aflopend reageert. In een ethanolaation is geen sprake van mesomerie. Uit een molecuul salpeterigzuur ontstaat een nitrietion, dat een zwakke base is. Het is stabiel in water. In het nitrietion treedt mesomerie op.

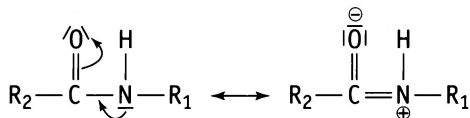


18 a

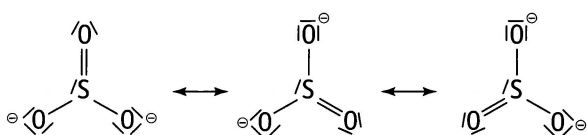


- c Door mesomerie is de positieve lading verdeeld over het eerste en het derde koolstofatoom. Beide koolstofatomen zijn daardoor 'aantrekkelijk' voor het hydroxide-ion.

- 19 Bij de mesomerie zijn het vrije elektronenpaar op het stikstofatoom en de elektronenparen rondom het zuurstofatoom van belang. In de tweede grensstructuur worden vier elektronen toegekend aan het stikstofatoom en is er dus een formele lading +1. Aan het zuurstofatoom worden zeven elektronen toegekend en dus een formele lading -1.

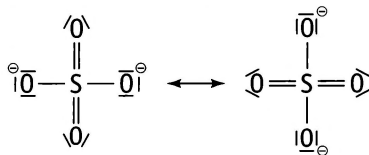


20a

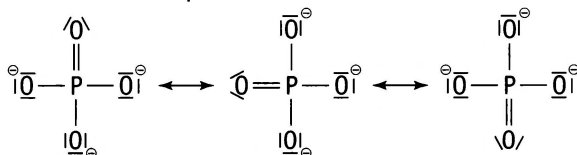


Het aantal valentie-elektronen ligt vast: $6 + 3 \times 6 + 2 = 26$. In de formules moeten dus 13 elektronenparen voorkomen. Bij de zuurstofatomen wordt voldaan aan de octetregel. Bij deze structuurformules is geen sprake van rare ladingen. De twee enkelgebonden O-atomen hebben een formele lading van -1.

- b In een sulfaation zijn $6 + 4 \times 6 + 2 = 32$ valentie-elektronen aanwezig = 16 paren.

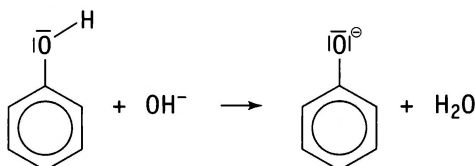


- c Een fosfaation heeft $5 + 4 \times 6 + 3 = 32$ valentie-elektronen = 16 paren.

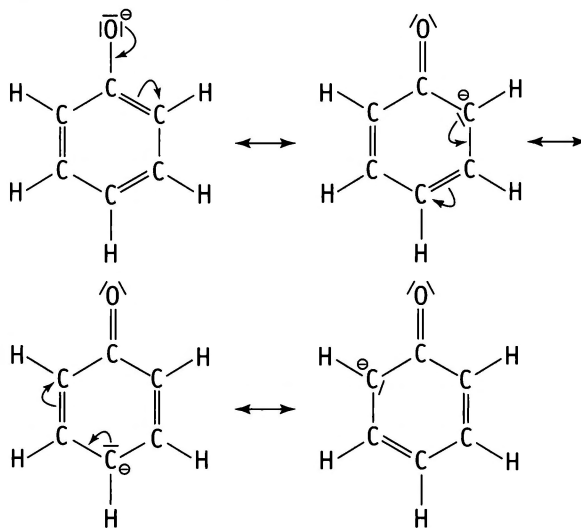


18.5 De synthese van paracetamol

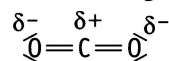
- 21 a Zie ook Binas tabel 49. Benzenol is een zwak zuur.



- b Er zijn vier grensstructuren te tekenen. Een vrij elektronenpaar van het zuurstofatoom kan doorschuiven. Daardoor ontstaat een formele lading -1 op een koolstofatoom.

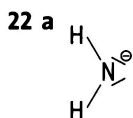
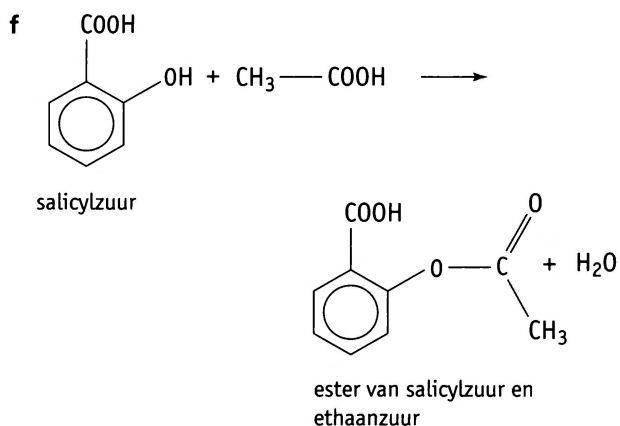
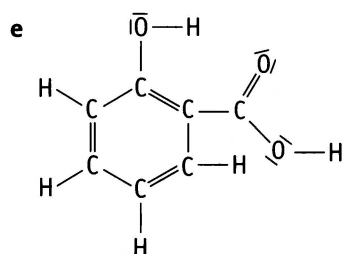
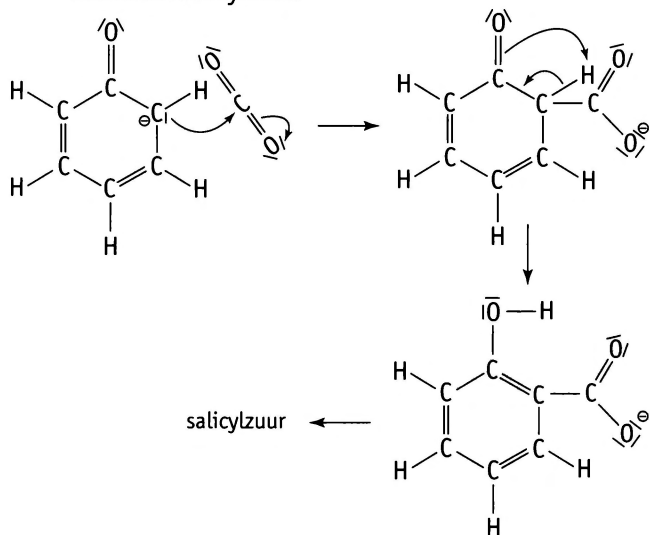


- c De C=O binding is sterk polair. De zuurstofatomen hebben een δ^- lading en het koolstofatoom heeft een δ^+ lading.



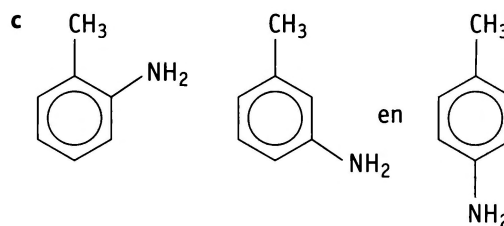
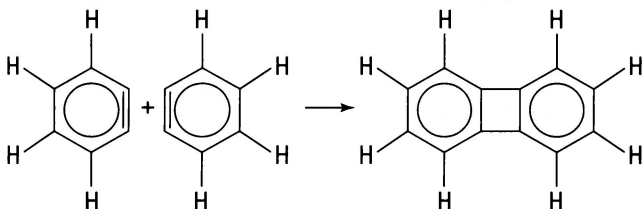
- d Een vrij elektronenpaar op een koolstofatoom wordt aangetrokken door het enigszins positieve koolstofatoom van een molecuul koolstofdioxide.

In de tweede stap ontstaat een molecuul met weer een OH groep en een COO⁻ groep. Daarbij wordt een H⁺ ion afgesplitst. Uiteindelijk ontstaat een molecuul salicylzuur.

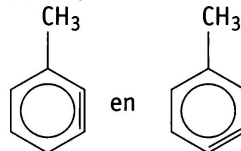


Het amide-ion heeft $2 + 5 + 1 = 8$ valentie-elektronen = 4 paren. De twee H atomen hebben elk één elektron. Het stikstofatoom heeft de resterende zes elektronen. Dat is één elektron te veel. Het N atoom heeft dus een formele lading van -1 .

b Twee moleculen benzyn (C_6H_4) kunnen aan elkaar koppelen. Er ontstaat een molecuul $C_{12}H_8$.

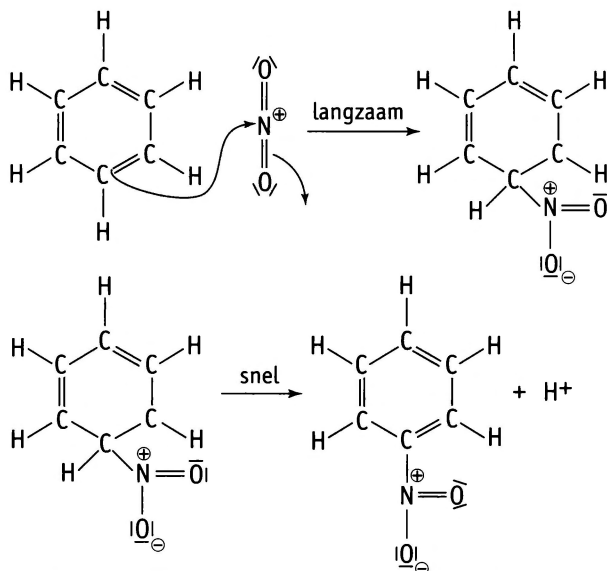


d Uit 1-chloor-3-methylbenzeen kunnen twee tussenproducten ontstaan:

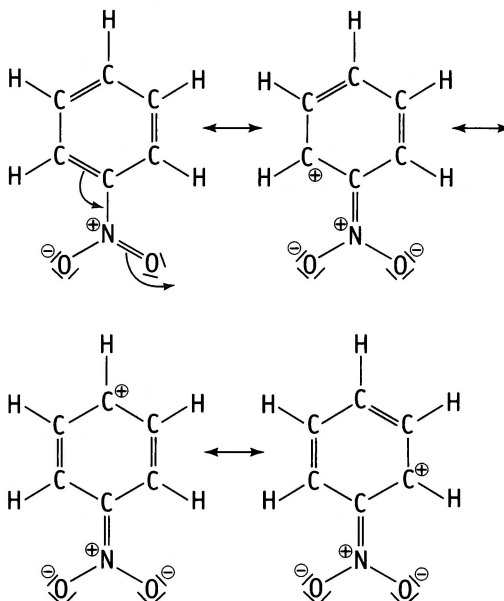


Bij de reactie met NH_3 kunnen hieruit de drie verschillende stoffen ontstaan.

23 a

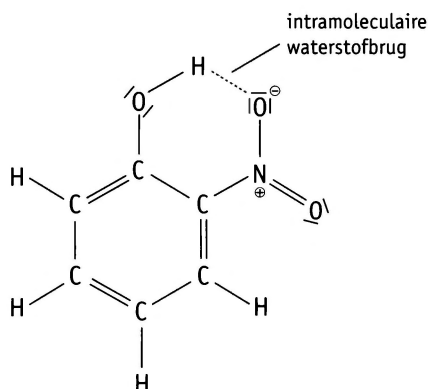


b Begin met de 'gewone' grensstructuur van nitrobenzeen. Door de positieve lading op het stikstofatoom wordt een elektronenpaar uit de benzeenring aangetrokken. Er ontstaat dan een positieve lading op koolstofatoom nummer 2. Die positieve lading kan ook op C-4 en op C-6 terecht komen.

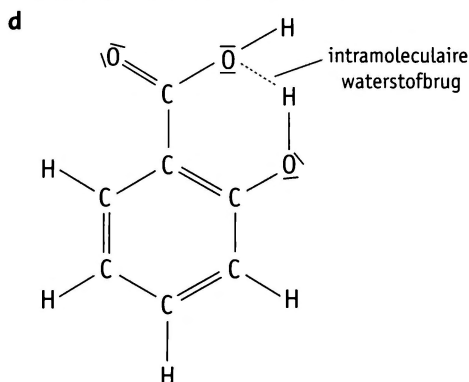


- c Alleen de C atomen 3 en 5 hebben geen positieve lading in de diverse grensstructuren. Het reagerende NO_2^+ ion zal worden afgestoten door de positieve lading op C-2, C-4 en C-6. Het NO_2^+ ion zal daarom uitsluitend aan C-3 en C-5 worden gehecht. In beide gevallen ontstaat 1,3-dinitrobenzeen.

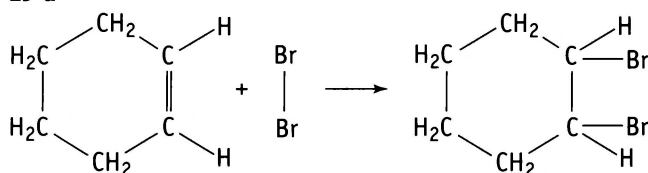
24 a



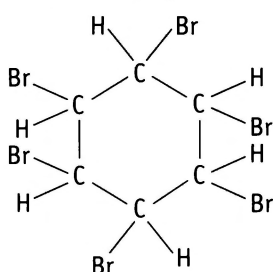
- b Bij 4-nitrobenzenol is de afstand tussen de OH groep en de nitrogroep te groot. Er kan dan geen intramoleculaire waterstofbrug gevormd worden.
- c De moleculen van 4-nitrobenzenol vormen onderling intermoleculaire waterstofbruggen. Die moeten verbroken worden om de stof te laten koken. 2-nitrobenzenol vormt intramoleculaire waterstofbruggen, die hoeven niet verbroken te worden om de stof te laten koken. Het kookpunt van 4-nitrobenzenol is daarom hoger dan dat van 2-nitrobenzenol.



25 a



- b In de grensstructuren van benzeen komen drie dubbele bindingen voor.

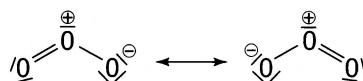


- c Als benzeen een additiereactie zou ondergaan, verdwijnen één voor één de dubbele bindingen. Dan verdwijnt een molecuul dat relatief stabiel is door mesomerie en er ontstaan sterk reactieve moleculen. Dit soort reacties is endotherm en de activiteitsenergie is hoog.
- d Het elektrofiel deeltje is Br^+ . Het reageert met benzeen. Daarbij ontstaat broombenzeen en er wordt een H^+ ion afgestaan.
- e FeBr_3 reageert met broom tot Br^+ en FeBr_4^- . Na afloop van de reactie ontstaat weer FeBr_3 . Het ijzer(III)bromide wordt dus niet verbruikt en kan dus als katalysator fungeren.

18.6 Toepassing

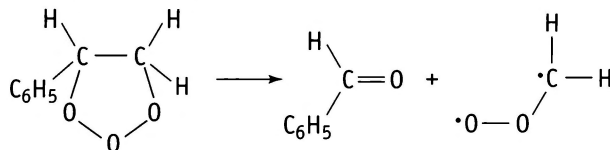
Ozon en ozoniden

- 1 Een ozonmolecuul bevat $3 \times 6 = 18$ valentie-elektronen, dus 9 paren. Er zijn $3 \times 8 = 24$ elektronen = 12 paren nodig. Er zijn dus $12 - 9 = 3$ gemeenschappelijke en 6 vrije elektronenparen.

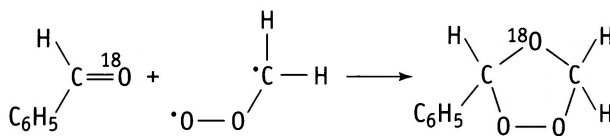


- 2 Rond het centrale atoom zijn twee atomen en een vrij elektronenpaar aanwezig. Dus omringingsgetal 3 en de hoek O-O-O is ongeveer 120° .
- 3 Het centrale atoom is positief geladen, één van beide andere atomen heeft een negatieve lading. Het molecuul is niet lineair, dus is er een positieve kant en een negatieve kant.

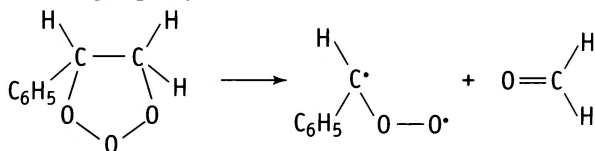
- 4 Stap 1 voor fenyletheen:



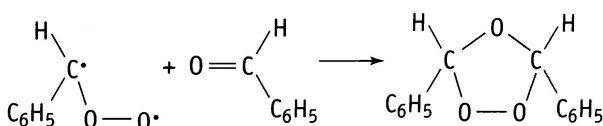
In plaats van het 'normale' fenylmethanal (met ^{16}O) kan in stap 2 ook fenylmethanal reageren waarin ^{16}O door ^{18}O vervangen is.



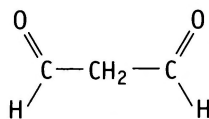
- 5 Het tussenproduct in stap 1 is niet symmetrisch. Daarom is hiervan een splitsing denkbaar waarbij de aldehydegroep aan het andere koolstofatoom komt.



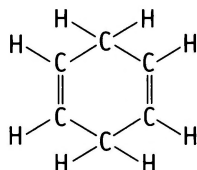
Het ontstane (di)radicaal reageert dan verder met fenylmethanal, dat via de reeds vermelde stap 1 kan ontstaan.



- 6 Door ozonolyse van een koolwaterstof met één of meer dubbele bindingen, gevolgd door hydrolyse, krijgt men producten met C=O bindingen aan de koolstofatomen waartussen oorspronkelijk de dubbele bindingen aanwezig waren. De structuurformule van propaandial is:

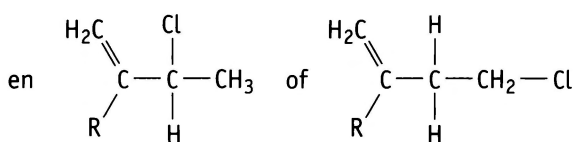
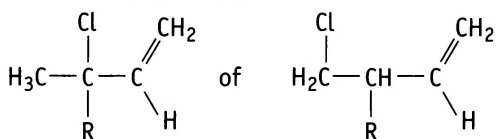


In de onbekende koolwaterstof moet dus de structuur $=\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=$ voorkomen. Uit de molecuul-massa van 80 u blijkt dat de formule van de stof C_6H_8 is. De enige stof die aan beide voorwaarden voldoet en bij ozonolyse en hydrolyse uitsluitend propaandial kan opleveren is:



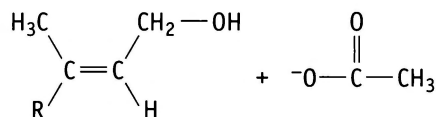
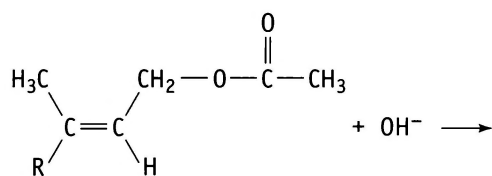
Rozegeur

- 7 Er is 1,4-additie opgetreden, want er komt een Cl atoom op C-1 terecht en een H atoom op een C atoom dat vier plaatsen verder ligt. Er verdwijnen twee dubbele bindingen en er komt een nieuwe dubbele binding tussen C-2 en C-3.
- 8 Aan elke dubbele binding kan op twee manieren additie van HCl plaatsvinden. Er kunnen dus diverse stoffen ontstaan, zoals

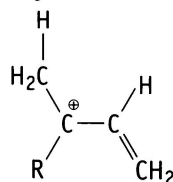


- 9 Er vindt splitsing plaats van de ester geranylethanoaat. Er ontstaat een oplossing van natriumethanoaat. Dat wijst erop dat de reactie plaats vond in basisch milieu. De onbekende stof X is dus natriumhydroxide.

10

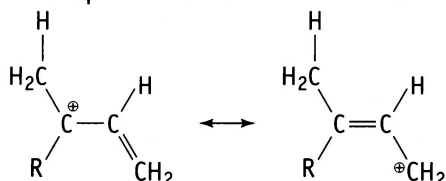


- 11 Het enige verschil tussen geraniol en nerol is de stand van de CH_2OH groep ten opzichte van de rest van het molecuul. Bij geraniol staat de groep 'naar boven', bij nerol naar 'beneden'. Dit verschil kan ontstaan doordat de centrale enkelvoudige binding van het tussenproduct (zie de tekening hieronder) vrije draaibaarheid vertoont.



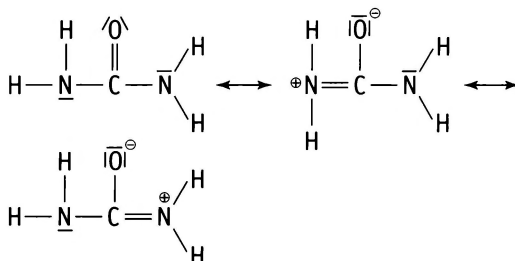
Dit tussenproduct ontstaat bij de reactie van myrceen met waterstofchloride. Na reactie van dit tussenproduct met een chloride-ion zal behalve een *cis*-product ook een *trans*-product ontstaan.

- 12 Een elektronenpaar van de dubbele binding wordt aangetrokken door de positieve lading. Er ontstaat een nieuwe dubbele binding en de positieve lading komt op een ander C atoom terecht.



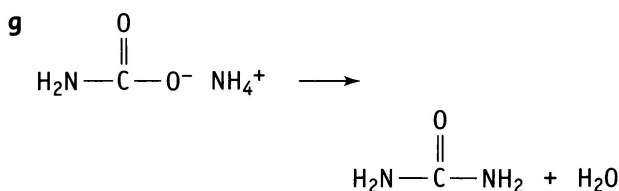
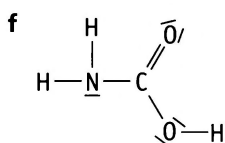
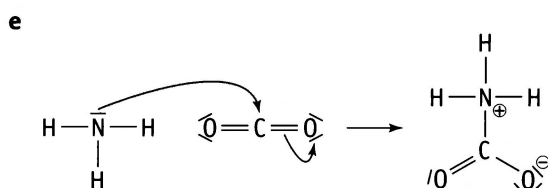
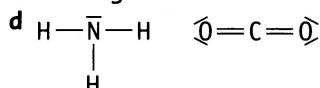
Voorbeeldproefwerk

- 1 a Een vrij elektronenpaar van een stikstofatoom kan doorschuiven naar het koolstofatoom. Een tweede elektronenpaar schuift dan door naar het zuurstofatoom.

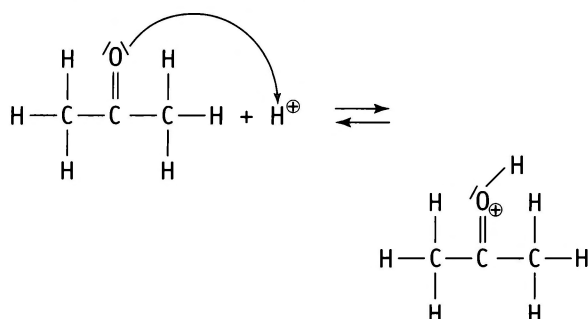


- b Door mesomerie hebben de twee stikstofatomen gemiddeld een enigszins positieve lading en zullen dus minder 'goed' een H^+ ion aantrekken en binden. In bijvoorbeeld methaanamine treedt geen mesomerie op. Het stikstofatoom is dan door de polaire atoombinding zelfs enigszins negatief geladen en kan dan veel beter een H^+ ion binden.

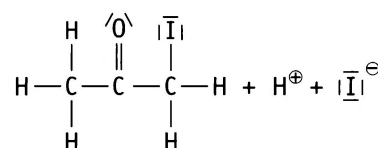
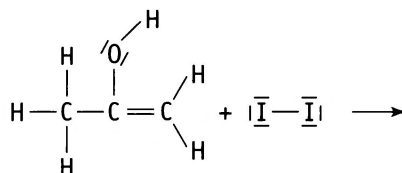
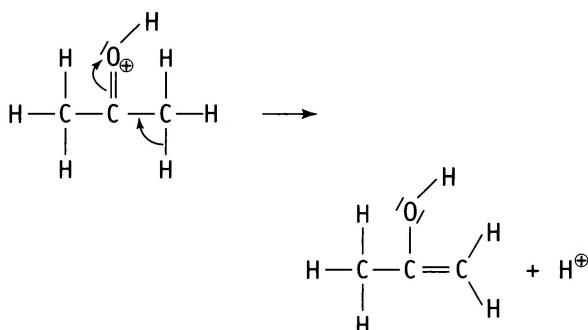
- c Er zijn drie groepen rondom het centrale koolstofatoom: twee aminogroepen en een zuurstofatoom. Dat betekent omringingsgetal 3. De hoek N-C-N is dus ongeveer 120° .



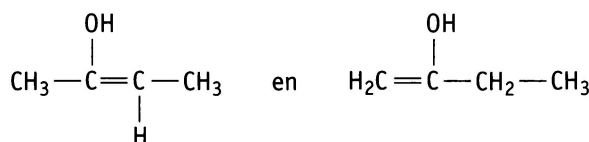
- 2 a Het positief geladen H^+ ion wordt aangetrokken door de twee vrije elektronenparen op het zuurstofatoom. Eén van die elektronenparen wordt een gemeenschappelijk elektronenpaar tussen het zuurstofatoom en het waterstofatoom. Let op waar de formele lading in het product aanwezig is.



- b Let op: één van beide CH_3 groepen moet een H^+ ion afstaan. Op die plaats komt de dubbele binding van 2-hydroxypropeen. Daarna moet de dubbele $\text{C}=\text{O}$ binding openspringen, anders ontstaat een vijfwaardig koolstofatoom.



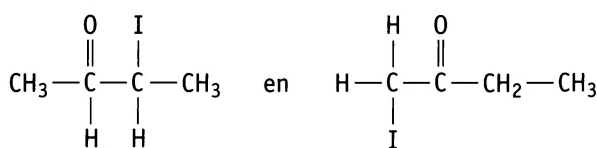
- c De eerste stap is een zuur-basereactie en die verloopt snel. In de tweede stap (de vorming van 2-hydroxypropeen) worden twee atoombindingen verbroken en wordt een $\text{C}=\text{C}$ binding gevormd. De derde stap is onder andere een additie van I_2 en een additie verloopt meestal snel. De tweede stap is dus de snelheidsbepalende stap. Dat klopt ook met de waarneming dat de reactiesnelheid niet afhangt van $[\text{I}_2]$. De reactie met I_2 vindt immers plaats na de snelheidsbepalende stap.
- d Er kunnen in stap 2 twee verschillende stoffen ontstaan:



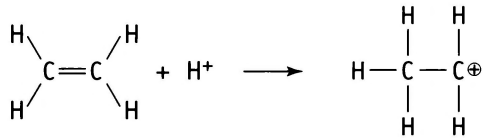
Dat betekent dat er uiteindelijk twee producten kunnen ontstaan.

- e Bij de reactie van propanon ontstond uiteindelijk een reactieproduct waarbij één van de waterstofatomen op het koolstofatoom naast de $\text{C}=\text{O}$ groep was vervangen door een joodatoom.

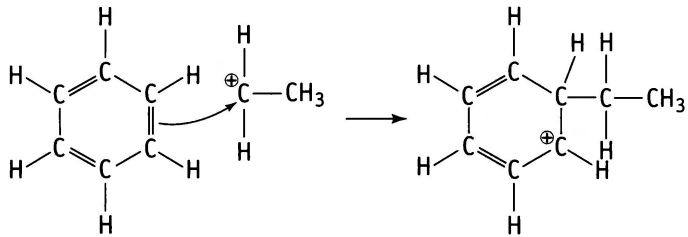
Bij de reactie van jood met butanon in zuur milieu kan een joodatoom op een C atoom links en rechts van de $\text{C}=\text{O}$ terecht komen. Hierbij ontstaan twee verschillende reactieproducten, de structuurformules hiervan zijn:



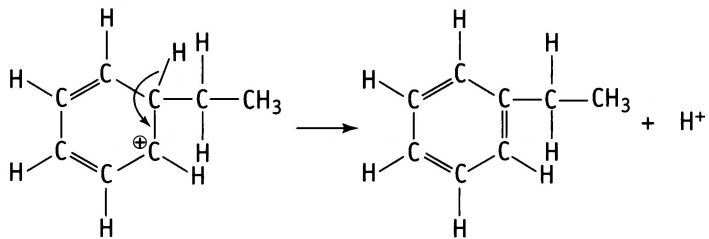
3 stap 1:



stap 2: *Gebruik een elektronenpaar van de benzeenring om het ethylion te binden. In de benzeenring ontstaat dan een koolstofatoom met slechts drie bindingen. Daar zit de positieve lading.*



stap 3:



Hoofdstuk 19

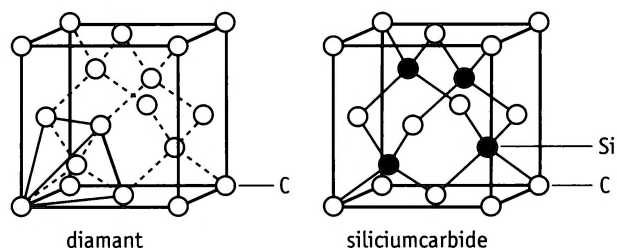
Moderne materialen

19.1 Bekende materialen

1 –

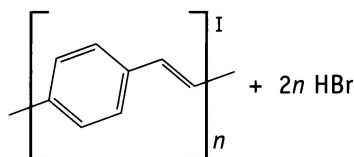
- 2 a Een munt moet voldoen aan een aantal eisen: sterk, corrosiebestendig, goedkope grondstoffen. Legeringen zoals brons en messing voldoen aan al deze eisen, de afzonderlijke metalen niet.
- b Koper is op dit moment relatief duur. Als de grondstoffen duurder zijn dan de waarde van de munt, wordt het aantrekkelijk voor koperdieven om de munten om te smelten.
- 3 a Glare bestaat uit laagjes aluminium met daartussen laagjes composiet, bestaande uit een polymeer met glasvezels. De dichtheid van het composiet zal hoofdzakelijk afhangen van die van het polymeer. En polymeren ('kunststoffen') hebben over het algemeen lagere dichtheden dan metalen. Die dichtheid van glare is daarom lager dan die van aluminium.
- b Een lagere dichtheid betekent een lager gewicht van het vliegtuig en daarmee lagere brandstofkosten.
- c Glare is een composiet dat bestaat uit laagjes aluminium afgewisseld met laagjes polymeer/glas. In zuiver aluminium kan een scheurtje zich steeds verder verplaatsen en uitbreiden. In glare wordt dat beperkt door de lagen polymeer met glasvezel tussen het aluminium.
- 4 a Er zijn diverse eisen waaraan het materiaal moet voldoen, het moet bijvoorbeeld:
- bestand zijn tegen sterke wisselingen van temperatuur (geringe uitzetting, geen metaalmoeheid)
 - bestand zijn tegen de sterke zonnestraling in de ruimte
 - in staat zijn om de druk van binnenuit te weerstaan (de ruimte is vrijwel vacuüm)
- b Keramiek is meestal hard, maar ook bros. In de ruimte treden regelmatig botsingen op met kleine steentjes en meteorieten. Het is technisch ook lastig om grote constructies te maken uit keramisch materiaal.
- De meeste polymeren zijn niet sterk genoeg voor een drukhuid. Een thermoplast is gevoelig voor verhitten en bij een thermoharder moet alles direct in de juiste mal gemaakt worden.
- Een composiet lijkt dus het meest geschikt, ook gelet op de toepassing van glare (zie opdracht 3) in de romp van een vliegtuig.

- 5 *Vergelijk de tekeningen in Binas tabel 67D1 en tabel 67E. In beide structuren is sprake van atomen met omringingsgetal 4. Dat betekent een tetraëderstructuur met bindingshoeken van ongeveer 109°. Bovendien lijken de kristalstructuren op elkaar. Hieronder staan de structuren van diamant en siliciumcarbide. Daarin zie je duidelijker dat beide kristalstructuren op elkaar lijken. Hierdoor lijken ook de eigenschappen van beide materialen op elkaar.*



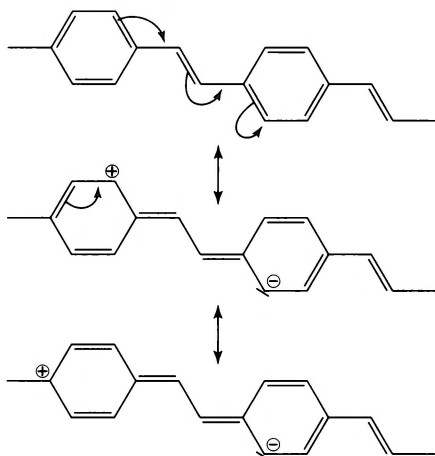
- 6 kwarts + koolstof + stikstof → siliciumnitride + koolstofmonoxide
- $$3 \text{SiO}_2 + 6 \text{C} + 2 \text{N}_2 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 6 \text{CO}$$

- 7 a $n \text{ Br} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{Br} + n \text{ H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{Pd}}$

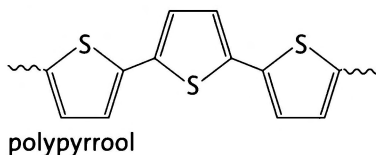


Opmerking: je hebt geleerd om benzeen als een zesring met een cirkel erin te tekenen. Met bovenstaande schrijfwijze kun je grensstructuren tekenen waarmee je de geleidbaarheid van het polymeer kunt verklaren.

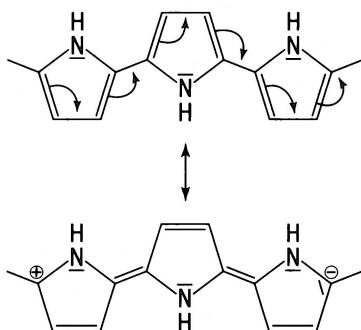
- b PPV is een thermoplast, ondanks de onverzadigingen in de polymeerketens. De C-C en C=C bindingen zitten om en om in de polymeerketen, waardoor het polymeer geleidend is. Als er dwarsverbindingen tussen de ketens zouden zitten, zou PPV geen elektrische stroom geleiden.
- c Teken een stukje van het polymeer en laat door het opschuiven van elektronenparen een positieve en negatieve lading ontstaan. Daarna kun je die positieve lading verplaatsen.



8 a polythiofeen



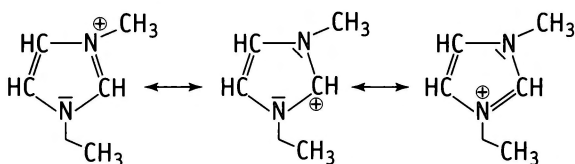
- b Ga na of er dubbele en enkele bindingen om en om voorkomen. Ga ook na of je gemakkelijk elektronenparen kunt 'doorschuiven'.



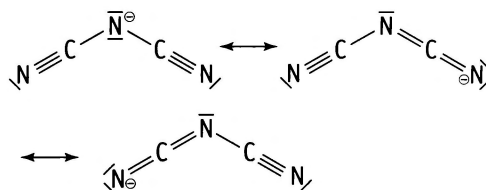
Het is dus mogelijk om elektronen door te geven. Beide polymeren kunnen dus de stroom geleiden.

19.2 Innovatief onderzoek

- 9 a Begin met de gegeven structuur. De positieve lading op het stikstofatoom trekt een elektronenpaar aan van de dubbele binding tussen dat stikstofatoom en een koolstofatoom. Zo kan de positieve lading opschuiven.



- b De positieve lading is dus uitgesmeerd over beide stikstofatomen en het daartussen gelegen koolstofatoom.
- c Het $\text{N}(\text{CN})_2^-$ ion heeft $5 + 2 \times (4 + 5) + 1 = 24$ valentie-elektronen, dus 12 paren. Er zijn $8 + 2 \times (8 + 8) = 40$ elektronen nodig, dus 20 paren. Dat betekent $20 - 12 = 8$ gemeenschappelijke elektronenparen en 4 vrije elektronenparen.



- 10 a Bij zouten is de sterkte van de ionbinding afhankelijk van de lading van de ionen en van de straal van de ionen. Hoe kleiner de ionen, hoe sterker de ionbinding. Het positieve ion van figuur A is groter dan dat van 1-ethyl-3-methylimidazoliumtetrafluoroboraat. Dat betekent dat de ionbindingen zwakker zijn en dus is het smeltpunt lager (-71°C).

In figuur B is het negatieve ion anders dan het BF_4^- ion. Blijkbaar is de ionbinding in dit zout sterker dan in het zout met een smeltpunt van 15°C .

In figuur C is Cl^- het negatieve ion. Dit is kleiner dan het BF_4^- ion. De ionbinding is dan sterker en het smeltpunt hoger.

- b Organische oplosmiddelen bestaan uit moleculen die elkaar bij een bepaalde temperatuur loslaten: de vloeistof verdampt. Een gesmolten zout bestaat uit positieve en negatieve ionen. Een ion kan niet zoals een molecuul ontsnappen, omdat dan de resterende vloeistof een lading krijgt, die verder verdampen verhindert. Ook is in een gesmolten zout de ionbinding nog steeds veel sterker dan de vanderwaalsbindingen in een moleculaire vloeistof.

- 11 a Voorbeelden van een juist antwoord:

- De koekkrumels verbranden doordat zuurstof (uit de lucht) met de koolhydraten/vetten reageert.
- Grafeen/koolstof zou met zuurstof (uit de lucht) reageren tot koolstofdioxide

- b Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Een koolstofatoom kan vier (atoom)bindingen vormen. Daarvoor zijn vier elektronen beschikbaar. In figuur 19.10 is elk koolstofatoom betrokken bij drie (enkelvoudige) atoombindingen. Dus elk koolstofatoom heeft één elektron dat beschikbaar is voor stroomgeleiding.
- De covalentie van koolstof is 4. In figuur 19.10 zijn per C atoom drie elektronen betrokken bij de getekende (enkelvoudige atoom)bindingen. Dus elk koolstofatoom heeft één elektron dat beschikbaar is voor stroomgeleiding.

- c Bereken eerst hoeveel gram koolstof aanwezig is in een doos koekjes. Bereken vervolgens de oppervlakte van dertig voetbalvelden.

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{220 \times 45}{30 \times 110 \times 70 \times 10^2} = 4,3 \cdot 10^{-4} (\text{g m}^{-2})$$

- berekening van de massa van koolstof in 220 g koekjes: 220 (g) vermenigvuldigen met 45(%) en delen door 100 (%)
- berekening van het aantal g koolstof per m^2 : het berekende aantal gram koolstof in 220 g koekjes delen door de oppervlakte van dertig voetbalvelden ($= 30 \times 110 \times 70 \text{ m}^2$)

- d Een voorbeeld van een juiste berekening is:

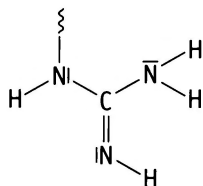
$$\frac{4,3 \cdot 10^{-4} \times 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^3} = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ (m)}$$

- omrekening van het aantal gram koolstof per m² naar het aantal kg per m²: het berekende aantal gram per m² (= het antwoord op vraag c) vermenigvuldigen met 10⁻³ (kg g⁻¹)
- berekening van de dikte van de grafeenlaag en de vermelding van de juiste eenheid: het aantal kg grafeen per m² delen door 2,5 · 10³ (kg m⁻³).

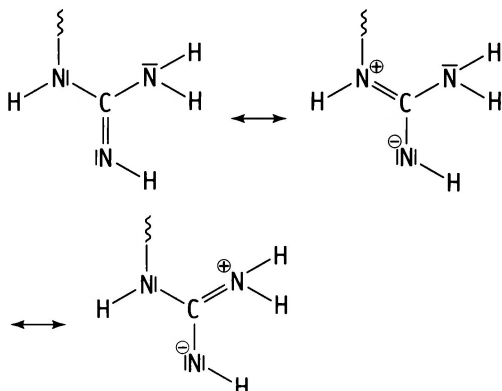
19.3 Moleculen in de ruimte

12 -

- 13 a De tertiaire structuur bepaalt heel sterk de vorm van een eiwit. Door die vorm heeft een enzym een actieve plaats waar het substraat precies in past. Maar ook de positie van de aminozuren (primaire structuur) en lokale vouwingen (secundaire structuur), spelen een rol in de binding van substraat/antagonist en enzym.
- b Alleen als de antagonist sterker aan het enzym bindt dan het substraat, zal het de werking van het enzym blokkeren. Als antagonist en substraat vergelijkbare 'bindingssterkte' hebben, dan zullen ze beide aan het enzym binden. En dan is de antagonist onvoldoende in staat om het enzym te blokkeren.
- c De antagonist zal sterk moeten binden aan de actieve plaats van het enzym. De vorm en de structuur van de antagonist zal dan moeten lijken op die van het substraat.
- d In beide moleculen komen OH groepen, een ethergroep, een carbonzuurgroep en een amidegroep voor.
- e Er is sprake van een groot aantal waterstofbruggen tussen de vele OH en NH groepen.
- f Er is sprake van een groot aantal waterstofbruggen tussen de vele OH en NH groepen.
- g Het gaat vooral om de vrije elektronenparen op de stikstofatomen.



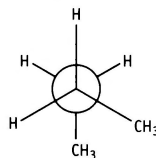
- h Probeer het vrije elektronenpaar op het linker stikstofatoom door te schuiven. Er ontstaat een dubbele binding tussen het stikstofatoom en het koolstofatoom. Er moet dan nog een elektronenpaar 'doorschuiven'.



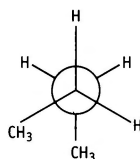
- i Let op het aantal waterstofbruggen dat wordt gevormd tussen een molecuul van het enzym en een molecuul sialzuur of zanamivir.

Tussen het enzym en zanamivir worden meer waterstofbruggen gevormd dan tussen het enzym en sialzuur. Daardoor wordt zanamivir sterker gebonden.

- 14 a De cirkel stelt C₃ voor. Daarvoor zit C₂, met de methylgroep naar boven getekend.



b



- c Hoe dichter de twee methylgroepen bij elkaar staan, hoe meer ze elkaar in de weg zitten. Dat betekent een meer ongunstige situatie en dus een hogere energie.

1 De twee methylgroepen staan precies achter elkaar, de draaiingshoek is dus nul: figuur A.

4 De meest gunstige situatie: de twee methylgroepen staan zo ver mogelijk uit elkaar: hoek = 180°.

2 en 6: Vrij gunstig, de methylgroepen staan vrij ver van elkaar af. De hoek is 120°: deze conformaties heb je bij vraag a en b getekend.

3 en 5: Vrij ongunstig. De methylgroepen staan vrij dicht bij elkaar. De hoek is 90°: figuur B, C.

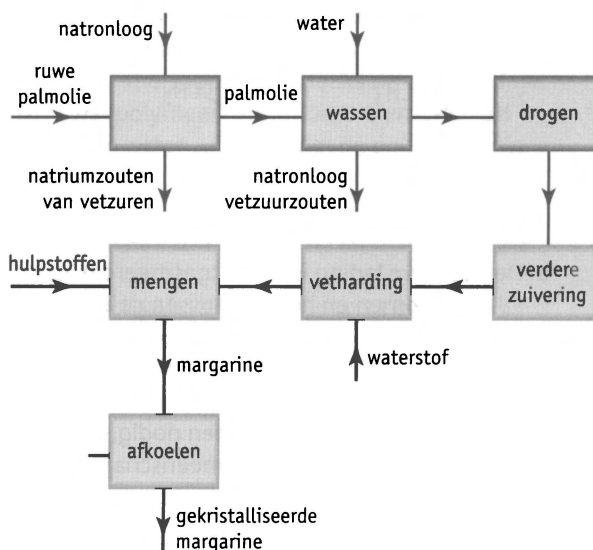
- d Zie ook de antwoorden bij opdracht a en b.

De figuur bij a is het spiegelbeeld van b, dus situatie 2 is het spiegelbeeld van situatie 6. Die zijn identiek. Hetzelfde geldt voor situaties 3 en 5.

- e Bij de bootvorm staan de waterstofatomen op de twee omhoogstaande hoekpunten dicht bij elkaar en staan elkaar wat in de weg. Bij de stoelvorm staan de waterstofatomen verder van elkaar af. Je ziet dat ook aan de Newmanprojecties van de stoel- en bootvorm.

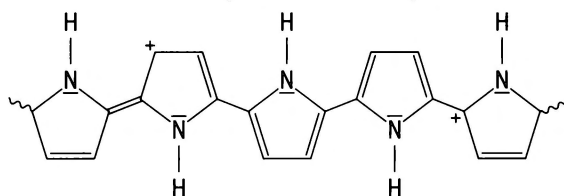
19.4 Duurzaam vet

15 a

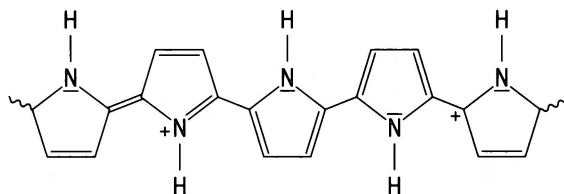


- 3 Tussen de NH groepen van PPy-moleculen en de OH groepen van cellulosemoleculen kunnen waterstofbruggen gevormd worden. Dit zijn sterke bindingen. Hierdoor hecht PPy goed aan de cellulosevezels.

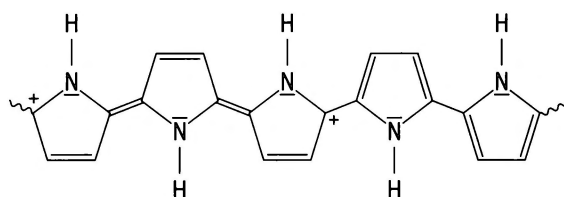
- 4 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



of



of



- 5 De elektronen zullen van de negatieve naar de positieve elektrode bewegen. Om het ladingsverschil dat zo ontstaat te compenseren, zullen de chloride-ionen van de positieve naar de negatieve elektrode bewegen.

- 6 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Als PPy het maximale aantal positieve ladingen heeft, kan er door een / de positieve elektrode geen (negatieve) lading worden afgestaan, (dus kan de batterij niet meer worden opgeladen.)
- Het is dan niet mogelijk om één van beide platen nog positieve lading te laten krijgen door het opladen.

- 7 Een voorbeeld van een juist antwoord is:
De composiet moet zolang met de ijzer(III)chloride-oplossing reageren dat 50% van het maximaal aantal positieve ladingen op de PPy-moleculen gevormd wordt. De ene plaat zal dan bij opladen het maximaal aantal positieve ladingen verkrijgen, (terwijl de andere plaat neutraal wordt). (Hierdoor wordt de maximaal haalbare spanning bereikt.)

Gekooïd transport van geneesmiddelen

- 8 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Een deeltje bevat negatief geladen sulfonaatgroepen. Als een deeltje in water komt zal er een binding gevormd worden tussen de positieve kant van een watermolecuul en een negatief geladen sulfonaatgroep.

- Een deeltje bevat positief geladen ijzerionen. Als een deeltje in water komt zal er een binding gevormd worden tussen de negatieve kant van een watermolecuul en een positief geladen ijzerion.
- Een deeltje bevat polaire C–N bindingen. De dipool die hierdoor ontstaat kan een binding vormen met de dipoolmoleculen van water.

- 9 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Cyclohexaanmoleculen en de binnenkant van de kooi (door de benzeenringen) zijn beide apolair. De vanderwaalsbindingen die cyclohexaanmoleculen in de kooi houden, zijn (kennelijk) sterker dan de vanderwaalsbindingen tussen watermoleculen en cyclohexaanmoleculen.
- Cyclohexaan is met vanderwaalsbindingen gebonden aan de benzeenringen in de kooi. Door de sterke binding van de polaire uiteinden van de ribbe-ionen aan de Fe^{2+} ionen, is de kooi structuur erg stevig. (Hierdoor kan cyclohexaan niet uit de kooi ontsnappen.)

- 10 Voorbeelden van een juist antwoord:

- In een deeltje komen zes ribbe-ionen voor. In elk van deze ribbe-ionen worden twee –N=C– bindingen verbroken. Per –N=C– binding is daarvoor één H_3O^+ ion nodig. Dus reageren C_6H_{12} C1 en H_3O^+ met elkaar in de molverhouding 1:12.
- In een deeltje komen zes ribbe-ionen voor, elk met een lading -2 en vier ijzerionen, elk met een lading $+2$. De lading van een deeltje is (dus) -4 . (Van de gevormde deeltjes hebben alleen de ijzerionen een lading, dat zijn er vier.) 'Rechts' is de totale lading (dus) $+8$. De totale lading 'links' moet gelijk zijn aan de totale lading 'rechts'. Dus reageren C_6H_{12} C1 en H_3O^+ met elkaar in de molverhouding 1:12.

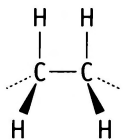
- 11 Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{101}{107 + 0,032 \times 84,16} \times 10^2 = 92,1(\%)$$

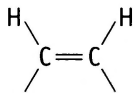
- berekening van het aantal mg cyclohexaan dat maximaal met 107 mg C1 kan reageren: 0,032 (mmol) vermenigvuldigen met de massa van een mmol cyclohexaan (bijvoorbeeld via *Binas* tabel 99: 84,16 mg)
- berekening van het aantal mg C_6H_{12} C1 dat maximaal kan worden gevormd: het aantal mg cyclohexaan dat maximaal met 107 mg C1 kan reageren optellen bij 107 (mg)
- berekening van het rendement: 101 (mg) delen door het aantal mg C_6H_{12} C1 dat maximaal kan worden gevormd en vermenigvuldigen met $10^2(\%)$

- 12 Los een hoeveelheid op in een (buffer)oplossing met $\text{pH} > 7$ en onderzoek of de oplossing vrij geneesmiddel bevat. Breng vervolgens de oplossing op een $\text{pH} < 7$ en onderzoek weer of de oplossing vrij geneesmiddel bevat.

- 13 De ruimtelijke structuur van de groep $-(CH_2)_2-$ is:



Wanneer je die groep in een ribbe-ion aanbrengt, liggen de stikstofatomen niet op één lijn. De groep $-(CH_2)_2-$ is dus niet bruikbaar. De ruimtelijke structuur van de groep $-(CH)_2-$ is bijvoorbeeld:



Wanneer je die groep in een ribbe-ion aanbrengt, liggen de stikstofatomen niet op één lijn. De groep $-(CH)_2-$ is dus niet bruikbaar.

De ruimtelijke structuur van de groep $-C_2-$ is $-C \equiv C-$

Wanneer je die groep in een ribbe-ion aanbrengt, liggen de stikstofatomen op één lijn. Deze is dus bruikbaar.

Duurzaam cement

- 14 Het juiste antwoord is 59 massa%.

$$\left\{ \left(\frac{29}{10^2} \times 1,0 \right) \times 2 + \left(\frac{46}{10^2} \times 1,0 \right) \times 2 + \left(\frac{7,1}{10^2} \times 1,0 \right) \times 3 + \left(\frac{7,3}{10^2} \times 1,0 \right) \times 4 \right\} \times 44,01 \times 10^2$$

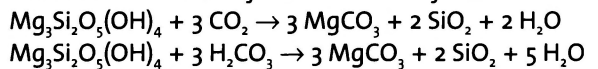
0,80

- berekening van het aantal Mmol van de stoffen Ca_2SiO_4 , Ca_3SiO_5 , $Ca_3Al_2O_6$ en $Ca_4Al_2Fe_2O_{10}$: per stof het massapercentage delen door $10^2(\%)$ en vermenigvuldigen met 1,0 (ton) en delen door de massa van een Mmol van de betreffende stof.
- berekening van het aantal Mmol CO_2 dat per stof ontstaat: het gevonden aantal Mmol per stof vermenigvuldigen met de index van Ca in de betreffende stof
- berekening van het totaal aantal Mmol CO_2 dat ontstaat: de gevonden aantallen Mmol CO_2 optellen
- berekening van het massapercentage CO_2 dat ontstaat in de calcinatie: het gevonden totaal aantal Mmol CO_2 vermenigvuldigen met de massa van een Mmol CO_2 (bijvoorbeeld via *Binas* tabel 98: 44,01 ton) en delen door 0,80 (ton) en vermenigvuldigen met $10^2(\%)$

- 15 Er verdwijnt calciumcarbonaat en er ontstaan twee stoffen: calciumoxide en koolstofdioxide.

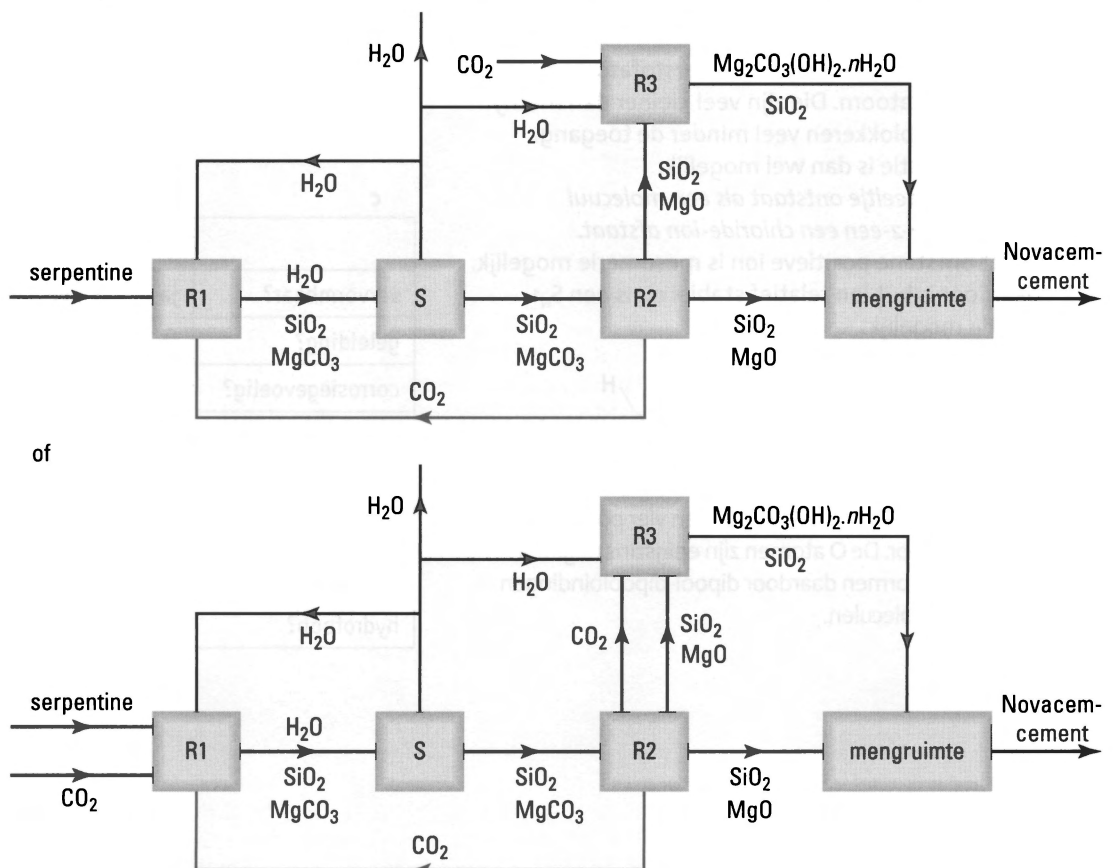
$$\Delta E = -(-12,08 \cdot 10^5) + (-6,35 \cdot 10^5) + (-3,935 \cdot 10^5) = +1,80 \cdot 10^5 \text{ (J mol}^{-1}\text{)}$$

- 16 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



- 17 De reactie naar rechts is exotherm, dus bij hogere temperatuur ligt dit evenwicht meer naar links / heeft de endotherme reactie de overhand. Hierdoor is het percentage serpentine groter.

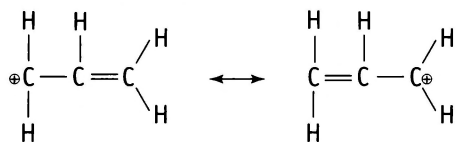
- 18 Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



- 19 Bij de productie van Novacemcement is de temperatuur maximaal 970 K, terwijl bij de productie van Portlandcement de temperatuur maximaal 1500 K is. Bij de productie van Novacemcement komt energie vrij in twee reacties. Hierdoor is terugvoer van warmte mogelijk van een exotherm proces naar een endotherm proces. De reacties die verlopen bij de productie van Portlandcement zijn endotherm. Bij de productie van Novacemcement wordt CO_2 opgenomen. Bij de productie van Portlandcement treedt uitsluitend CO_2 -uitstoot op.

Voorbeeldproefwerk

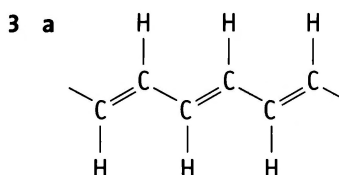
- 1 a -De afstanden van de atomen in een molecuul zijn bekend. De bindingslengten zijn te vinden in *Binas* tabel 53A. Deze waarden kunnen in een computerprogramma worden ingevoerd.
- Het is natuurlijk noodzakelijk om te weten uit welke atomen het molecuul bestaat, dat geeft bijvoorbeeld informatie over de grootte van de atomen.
 - Voor het aantal atomen geldt hetzelfde. Het moet wel bekend zijn, maar er zijn veel meer gegevens nodig om het juiste molecuul te berekenen.
 - Tussen de atomen is sprake van atoombindingen of polaire atoombindingen. Er kunnen dan kleine ladingen optreden die van invloed zijn op de aantrekkingskrachten tussen verschillende atomen. Er kunnen ook waterstofbruggen optreden die de vorm van een molecuul kunnen beïnvloeden. Ook deze gegevens kun je als variabele invoeren.
- b Zie ook de tekst van paragraaf 18.3.
- In een molecuul 2-chloor-2-methylpropaan is het koolstofatoom waar het chlooratoom aan vastzit slecht bereikbaar. De vrij grote methylgroepen blokkeren de toegang. Een $\text{S}_{\text{N}}2$ -reactie is dan niet mogelijk.
- Bij chloormethaan zitten er waterstofatomen aan het koolstofatoom. Die zijn veel kleiner dan methylgroepen en blokkeren veel minder de toegang. Een $\text{S}_{\text{N}}2$ -reactie is dan wel mogelijk.
- c Ga na welk deeltje ontstaat als een molecuul 1-chloorprop-2-een een chloride-ion afstaat.
- In het ontstane positieve ion is mesomerie mogelijk. Daardoor is het ion relatief stabiel en is een $\text{S}_{\text{N}}1$ -reactie mogelijk.



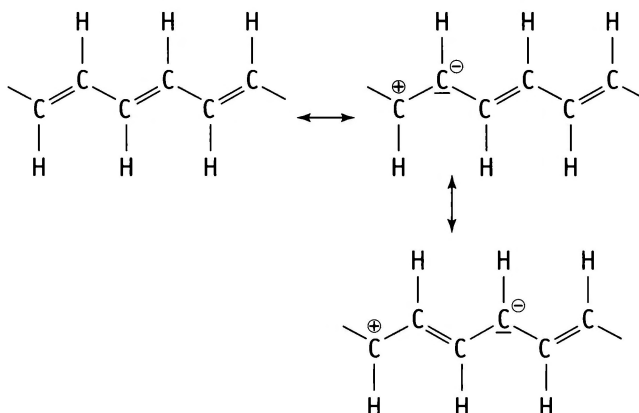
- d In een molecuul dorzolamide komen vier polaire $\text{S}=\text{O}$ bindingen voor. De O atomen zijn enigszins negatief geladen. Ze vormen daardoor dipool-dipoolbindingen met watermoleculen.

Er zijn ook NH bindingen. Daardoor zijn waterstofbruggen mogelijk met watermoleculen.

- e Een goed computerprogramma is in staat om de juiste vorm en afmeting van een molecuul te berekenen. Dat is met pen en papier of met kunststof molecuulmodellen niet mogelijk.
- 2 a Ionische vloeistoffen verdampen niet en zijn niet brandbaar. Dat betekent dat het gebruik ervan misschien minder milieuschade oplevert (uitgangspunt 3) en veiliger is (uitgangspunten 5 en 12).
- b Lees nog eens het verhaal over cool blending. Er wordt bespaard op energie (uitgangspunt 6). Er is minder hard vet nodig. Er wordt dus zuiniger met grondstoffen omgegaan (uitgangspunt 2). Er is minder uitstoot van koolstofdioxide (uitgangspunt 3 en 4).



- b De dubbele bindingen kunnen doorschuiven. Daardoor kunnen de elektronen zich verplaatsen.



c

	staal	porselein	glare	PA
vervormbaar?	ja	nee	ja	ja
geleiding?	ja	nee	nee	ja
corrosiegevoelig?	ja	nee	ja	nee
uv-gevoelig?	nee	nee	nee	ja
brandbaar?	nee	nee	ja	ja
hard?	ja	ja	ja	nee
bros?	nee	ja	nee	nee
hydrofoob?	ja	ja	ja	ja

Chemie is meer dan dit boek.

De boeken, het digitale lesmateriaal en het docentenmateriaal vormen samen het complete pakket van de methode Chemie.

Werken met computer, boek of digibord, op school of thuis: met Chemie is alles mogelijk.

Ga naar www.chemie.noordhoff.nl voor het digitale lesmateriaal voor leerling en docent.

Noordhoff Uitgevers



Noordhoff Uitgevers



➔ www.chemie.noordhoff.nl

ISBN 978-90-01-81722-0



9 789001 817220