

Inhoudsopgave nr 41

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
1	Direct methanol fuel cell	5v	redox	Toepassing redox	informatie	Elektrochemische cel, brandstofcel
2	Practical joke	5hv	redox	reacties	Informatie	Reactievergelijking, reductorsterkte
3	Wat zit erin?	3 mhv	Stoffen en materialen	productonderzoek	Technisch instrumenteel	Productonderzoek, winegums, productieproces, argumenten,
4	De luier die ook poep lust	5 hv	vaardigheden	Ontwerp	Stoffen en materialen	Ontwerpproces, omgekeerd ontwerpen, luier
5	Beschoten vezel geeft geen krimp	5,6 v	koolstofchemie	Polymeren	informatie	Synthetische polymeren, Dyneema, polyetheen, Kevlar, Twaron, Nomex,
6	Hete koffie uit blik	4,5 hv	vaardigheden	Ontwerp	Stoffen en materialen	Ontwerpproces, omgekeerd ontwerpen, blikje koffie
7	Bellen op alcohol	5,6 v	vaardigheden	onderzoek	redox	Werkplan, meten, conclusies, brandstofcel, methanolcel,
9	Luierrecycling	5h, 5,6v	Chemische techniek	Scheiden/zuiveren	informatie	Blokschema
10	De watermaker	3hv	vaardigheden	Ontwerp	Stoffen en materialen	Ontwerpproces, omgekeerd ontwerpen, destillatie
11	Styreen veroorzaakt stank	5hv	Koolstofchemie	Structuur	Informatie	Structuurformules, styreen, milieu, polystyreen
12	Biodiesel	5hv	Biochemie	Toepassing stoffen	Informatie	Industriële toepassing, omestering, biodiesel, brandstof, Audi, milieu

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
13	Nieuwe transgene maïs	4,5hv anw	Vaardigheden	informatie	Biochemie	Selecteren, transgene maïs, Monsanto, voedsel, milieu
14	Natuur maakt vinylchloride	5,6 hv	Koolstofchemie	reacties	Reken/wiskundig	Polymerisatie, vinylchloride, pvc, toxisch
15	Ammonium efficiënt afgebroken	5,6v	Redox	reacties	Informatie	Halfreacties, stikstofverwijdering, bacterien, afvalwater
16	Temperatuur stijgt	3hv	Stoffen en materialen	Milieu	Informatie	Broeikaseffect, milieu
17	Vanadium wordt schuim	4hv	Stoffen (anorganisch)	Binding	Informatie	Mengbaarheid, oppervlakte-actieve stof, katalysator, schuim, zout
18	Bioethanol uit bieten	5hv	Biochemie	Toepassing stoffen	Informatie	Vergisting koolhydraat, suikerbiet, bio-ethanol, brandstof, milieu
19	Bacterie geeft gas	5v	Biochemie	Toepassing stoffen	Reken/wiskundig	Vergisting, biowaterstof, bacteriën brandstof, milieu
20	Kunstbladeren	4hv	Biochemie	Stofwisseling	Informatie	Fotosynthese, broeikaseffect, milieu
21	Katalysatormix	5hv	Kenmerken van reacties	Toepassing reacties	Informatie	Reactietypen, stikstofoxiden, katalysator, salpeterzuur, milieu
22	Appelmoes	2,3	Stoffen en materialen	Gebruik van stoffen	Ontwerp	Stofbegrip, stofeigenschappen
24	Lucifers	3 bavo	Stoffen en materialen	Gebruik van stoffen	informatie	Stofeigenschappen, historie, lucifers, fosfor
25	Muuruitslag	4 mhv	Stoffen (anorganisch)	Naam/formule	informatie	Namen, formules

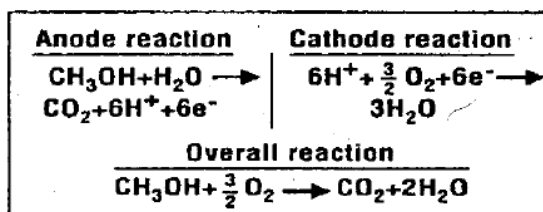
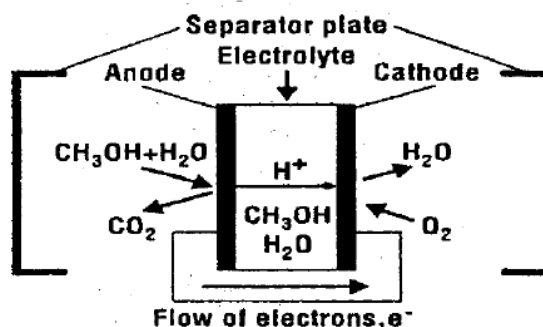
Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
26	Recept voor een knal	2-6	vaardigheden	ontwerpen	stoffen	Ontwerpopdracht, werkplan, zuur-base reactie
28	Winderige koeien	4 mhv	stoffen	reacties	informatie	Reactievergelijkingen, waterstofgas, methaan
29	Suikerbiet wordt plastic zak	6v	koolstofchemie	Structuur	informatie	Isomerie, melkzuur, optische activiteit, polymelkzuur, suiker, afbreekbaar polymeer

Chemical Engineering, september 2002

Direct methanol fuel cell will be commercialized

A fuel cell that accepts methanol feed directly, avoiding the need for reforming to produce hydrogen, has been developed by Yuasa Corporation (Takatsuki, Japan; yuasa-jpn.co.jp). The company is scheduled to complete a 34-unit module that puts out 200 W at 12 V by October, and plans to commercialize the technology for distributed power in 2003.

The direct methanol fuel cell (DMFC) has an anode made of platinum and another proprietary metal catalyst, on a porous carbon support; a platinum cathode on porous carbon; and a membrane electrolyte. An aqueous solution containing 3% methanol is fed to the anode, which oxidizes the methanol almost completely to carbon dioxide and hydrogen ions. The H^+ ions pass through the membrane and react with oxygen at the cathode, producing water.



Grooved, graphite separator plates on either side of the cell remove residual methanol and carbon dioxide generated at the anode, and extract generated water and crossover methanol from the cathode. The cell is operated at 90°C. (For more on fuels cells, see *CE* July, p. 37.)

In het artikel en de tekening staan de begrippen 'anode' en 'cathode'. Dit zijn de elektroden.

In veel brandstofcellen is waterstof de brandstof.

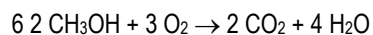
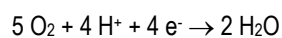
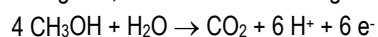
- 1 Wat is in deze brandstofcel de brandstof?
- 2 Beschrijf kort (15 tot 20 woorden) hoe deze brandstofcel is opgebouwd.
- 3 Leg uit dat de anode negatief geladen is?
- 4 Leid de halfreactie af die aan de anode plaatsvindt.
- 5 Geef de halfreactie die aan de kathode plaatsvindt.
- 6 Geef de totaalreactie van het proces dat in deze brandstofcel plaats vindt.
- 7 Hoe groot is de spanning over 1 unit? Ga hierbij uit van het gegeven dat de units in serie zijn geschakeld.
- 8 Bereken hoeveel mol methanol per seconde in elke unit van deze brandstofcel weg reageert. (De constante van Faraday F is $9,64853 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$)
- 9 Bereken hoeveel gram methanol in één unit per uur wordt omgezet.

Direct methanol fuel cell will be commercialized ANTWOORDEN

1 Methanol

2 Deze cel bestaat uit twee elektroden die gescheiden worden door een membraam dat elektrolyt bevat.

3 Negatief, de elektronenstroom gaat van de negatieve elektrode naar de positieve elektrode.



$$7 \text{12 V} / 34 = 0,35 \text{ V}$$

8 Vermogen 1 unit: $200 \text{ W} / 34 = 5,88 \text{ W}$; stroom door 1 unit: $I = P / V = 5,88 / 0,353 = 16,7 \text{ A} = 16,7 \text{ C s}^{-1}$;

$F = 9,64853 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$; aantal mol elektronen per seconde: $16,7 / 9,64853 \cdot 10^4 = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ mol s}^{-1}$.

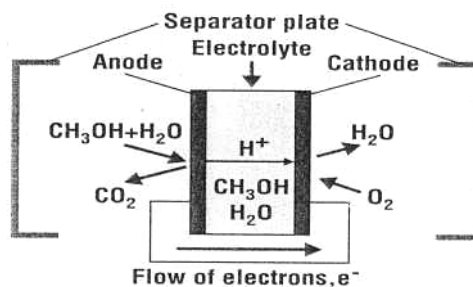
Aantal mol methanol : aantal mol elektronen = 1 : 6 $\rightarrow$ aantal mol methanol per seconde: $1,73 \cdot 10^{-4} / 6 = 2,88 \cdot 10^{-5} \text{ mol s}^{-1}$

$$9 \text{2,88} \cdot 10^{-5} \times 32,0 \times 3600 = 3,32 \text{ g methanol.}$$

Direct methanol fuel cell will be commercialized

A fuel cell that accepts methanol feed directly, avoiding the need for reforming to produce hydrogen, has been developed by Yuasa Corporation (Takatsuki, Japan; yuasa-jpn.co.jp). The company is scheduled to complete a 34-unit module that puts out 200 W at 12 V by October, and plans to commercialize the technology for distributed power in 2003.

The direct methanol fuel cell (DMFC) has an anode made of platinum and another proprietary metal catalyst, on a porous carbon support; a platinum cathode on porous carbon; and a membrane electrolyte. An aqueous solution containing 3% methanol is fed to the anode, which oxidizes the methanol almost completely to carbon dioxide and hydrogen ions. The H^+ ions pass through the membrane and react with oxygen at the cathode, producing water.



Grooved, graphite separator plates on either side of the cell remove residual methanol and carbon dioxide generated at the anode, and extract generated water and crossover methanol from the cathode. The cell is operated at 90°C. (For more on fuels cells, see *CE* July, p. 37.)

PRACTICAL JOKE OPGAVEN

Chem13News



1 Leg uit waarom de grap met de emmer water 'horribly wrong' (helemaal verkeerd) zal gaan.

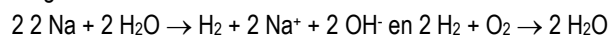
2 Geef de vergelijkingen van de reacties die zullen optreden.

Niet bij alle metalen zal deze grap zo verkeerd uitpakken.

3 Geef een voorbeeld van een metaal dat niet in het plaatje wordt genoemd en waarmee de grap veiliger kan worden uitgevoerd. Licht de keuze van je voorbeeld toe, maak hierbij gebruik van tabel 48 uit je Binasboek.

Practical joke ANTWOORDEN

1 Natrium reageert heftig met water. Hierbij ontstaat waterstofgas. Dit waterstofgas kan met zuurstof uit de lucht explosief reageren.



3 Volgens de gegevens in tabel 48 gebeurt er niets met alle metalen die boven de oxidator water staan (halfreactie met elektrodepotentiaal $-0,83 \text{ V}$). Dus bijvoorbeeld Zn, Cr, Fe, Cd, Co. Er zal wel een reactie optreden met water al je bijvoorbeeld aluminium (kokend water) en magnesium (stoom) gebruikt.



WAT ZIT ERIN?

Ze zien er vrolijk uit, die groene snoep-kikkertjes van Haribo. Behalve de kleurstoffen zijn alle ingrediënten van natuurlijke oorsprong.

De ingrediënten zijn:

- glucosestroop, gemaakt uit tarwe- en mais-zetmeel door deze met zuur en enzymen 'in stukjes te knippen';
- suiker (saccharose), uit suikerbieten; druivensuiker (glucose), gemaakt uit zetmeel, dus niet uit druiven;
- gelatine (E485), uit varkensbeenderen en -huiden;
- voedingszuur (E330), in de vorm van citroenzuur dat wordt verkregen uit citrusfruit of door vergisting van melasse (een restproduct van de rietsuikerproductie);
- aroma: maracuja, een tropische vrucht;
- palmkernolie (plantaardige olie);
- bijenwas, een glansmiddel dat wordt verkregen uit honingraten;
- canaubawas, dit glansmiddel is afkomstig uit bladeren van de Braziliaanse waspalm.

De kleurstoffen zijn:

- vruchtenextract uit appel en kiwi;
- E 104 (chinolinegeel) is een gele, synthetische kleurstof die bij grotere hoeveelheden in zeldzame gevallen netelroos kan veroorzaken. Verder wordt deze stof afgeraden voor kinderen die hyperactief zijn. Andere negatieve effecten zijn niet bekend.
- E131 (patentblauw) is een blauwe, synthetische kleurstof die bij grotere hoeveelheden bij gevoelige personen allergische reacties en zelfs shock kan veroorzaken).

Suggesties voor deze rubriek: etiket@consumentenbond.nl

In het artikel staat beschreven welke stoffen er allemaal in snoepjes kunnen zitten (ingrediënten).

1 Geef de functie van de eerste vijf ingrediënten uit de lijst.

In het artikel staat:

“Behalve de kleurstoffen zijn alle ingrediënten van natuurlijke oorsprong”

2 Zijn er ook kleurstoffen die wel van natuurlijke oorsprong zijn en zelfs in het artikel worden genoemd?

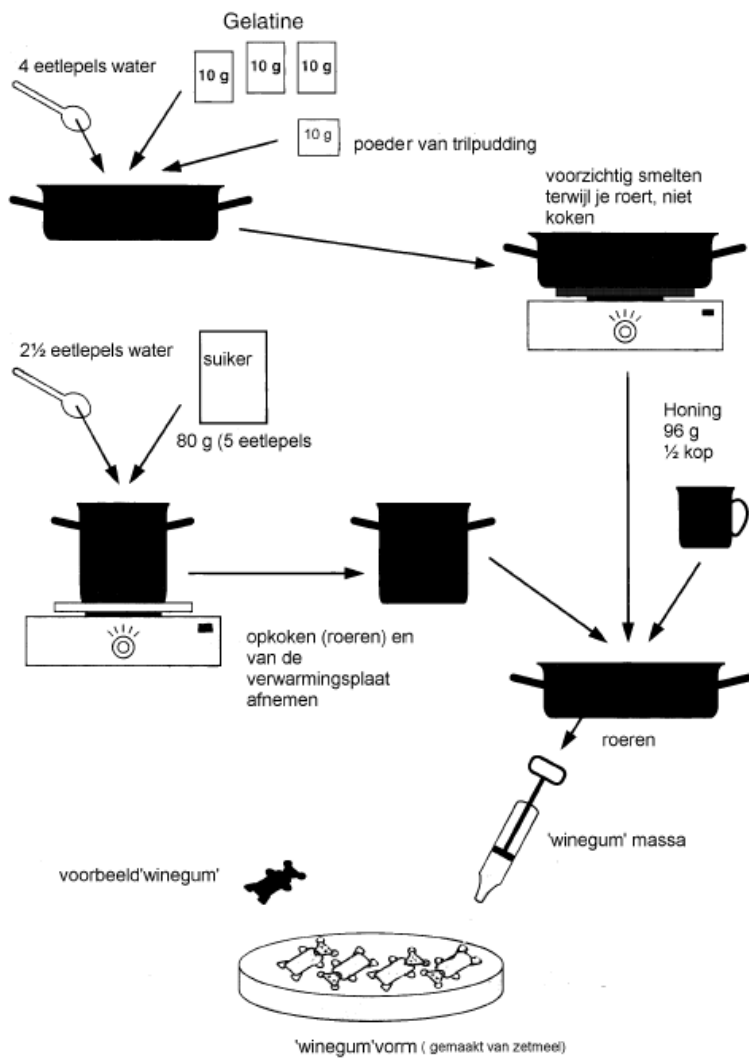
Het begrip: ‘van natuurlijke oorsprong’ suggereert dat er met de grondstoffen weinig is gedaan om ze om te vormen tot de in de snoepjes gebruikte stoffen en ook enigszins dat de ingrediënten gezond zijn.

3 Geef commentaar op deze twee suggesties. Onderbouw je commentaar; gebruik daarbij in ieder geval het artikel.

Je gaat nu zelf zo'n snoepje maken.

Werk aan de hand van bijgaande recept.

Evalueer het resultaat en geef tips ter verbetering.



Wat zit erin? ANTWOORDEN

1 Glucosestroop en suiker: zoetstof; gelatine: verdikkingsmiddel; voedingszuur: conserveringsmiddel; aroma:geurstof.

2 Vruchtenextract uit appel en kiwi

3 Het commentaar moet bevatten: dat de gebruikte stoffen allemaal van bewerkte grondstoffen zijn gemaakt en dat die bewerkingen niet eenvoudig zijn, en verder dat het maar de vraag is of al die suikers goed voor je zijn.

U kunt de mal voor de winegumsnoepjes maken van zetmeel of agar agar. Voor de poeder van trilpudding kunt u gebruik maken van pakjes "Trix" voor gekleurde doorzichtige gelatineachtige pudding (verkrijgbaar in supermarkt)

Intermediair, 29 augustus 2002

De luier die ook poep lust

Moderne luiers behoeden kleine kinderen en hun ouders voor heel wat ongemak. Maar tegen dunne babypoep was tot nog toe geen kruid tegen gewassen. Procter & Gamble ontwikkelde een luier voor jonge baby's die ook poep opneemt.

DOOR MARK MIERAS

PRODUCT: Een poep-absorberende luier
BEDRIJF: Procter & Gamble-Research Centre, Schwalbach te Duitsland
ONTWIKKELTIJD: zes jaar
VERWACHTING: 'Concurrenten kunnen deze vondst niet gemakkelijk kopiëren.'



Het schap voor babyluiers weerspiegelt de onstuimige innovatiedrang van de luierproducenten. Een paar jaar geleden domineerde de jongens- en meisjesluiers nog het assortiment; fabrikanten hielden er rekening mee dat jongens op een andere plek in de luier plassen dan meisjes. Nu maken deze luiers plaats voor luiers per levensstadium. Een baby van twee maanden stelt nu eenmaal heel andere eisen dan eentje van zeven of vijftien maanden. Of althans de ouders van die baby's doen dat, met wie de luierfabrikanten nauwe contacten houden.

Alleen Procter & Gamble al volgt permanent een groep van zo'n tweeduizend moeders met jonge kinderen. Klacht nummer één betreft niet de urine maar de vaak dunne, geel gekleurde ontlasting. Het is vervelende substantie waarmee luiers tot nog toe geen raad wisten. Schrijnende biljetjes alom Procter & Gamble werkte zes jaar aan het nieuw luierprincipe *Total Care*, dat niet alleen urine maar ook enigszins de poep absorbeert.

Poep absorberen, hoe gaat dat? De schaar verschaft toegang tot de luier, de vingers pluizen het geval uit elkaar. Vier lagen dieptreffen ze de - inmiddels vertrouwde - superabsorberende laag aan. Kleine korreltjes polymeer die zich in een glas met een scheut water uiteen vouwen tot complexe netwerken waarin het water wordt opgenomen. De gel die ontstaat, vult al snel het hele glas. Het vocht gaat erin en komt er niet meer uit. Zelfs als je erop drukt.

De lagen drie en twee maken een losse pluizige indruk. Ook hier is de functie duidelijk. De superabsorberende laag moet even op gang komen om zijn zuigkracht te ontwikkelen. Het pluizige materiaal vangt het vocht ondertussen op. Het is een tussenstation. Elke druppel die erop valt wordt er ogenblikkelijk en gretig in gezogen, waarbij laag drie het vocht weer aan laag twee lijkt te onttrekken. Zo pompt de luier het water naar binnen en ook opzij. De tussenlagen verdelen het vocht efficiënt over het oppervlak van de luier, wat direct verklaart dat het onderscheid tussen jongens- en meisjesluiers

overbodig werd.

Het geheim van de nieuwe luier zit hem in de toplaag. Het is een open netwerk van kunststof dat bij nadere inspectie uit twee lagen bestaat. De onderste laag is zeer open, zoals het filter dat je wel in stofzuigers aantreft. De bovenste fijn en zacht van structuur, en geperforeerd met gaatjes van drie millimeter doorsnede. Waarom twee lagen? En wat doen die gaatjes daar?

De consistentie van de babypoep kan nogal verschillen, zegt Joannis Hatzopoulos. Hij is fysisch chemicus en tegenwoordig tevens medewerker marketing bij het onderzoekscentrum van Procter & Gamble in Schwalbach. Je hebt waterdunne en iets dikkere poep. De eerste variant vertoont veel verwantschap met de voor de onderzoekers vertrouwde urine en laat zich relatief gemakkelijk absorberen. De dikkere consistentie vraagt om een andere strategie: opsluiten en indrogen. 'De ontlasting', verklaart Hatzopoulos, 'concentreert zich in de holletjes. De luier onttrekt daaraan heel snel het vocht, waardoor de poep uitdroogt en in het holletje opgesloten raakt.' Veel onderzoek ging de afgelopen zes jaren zit ten in de juiste afstelling van toplaag, gaatjes en zuigkracht. 'Maak je de gaatjes te klein, dan dringt de poep er onvoldoende in. Maak je de gaatjes te groot, dan laat die zich er niet goed meer in opsluiten.' De prototypen werden aanvankelijk in kleine aantallen op de eigen baby's uitgetest.

In een researchinstelling met vierhonderd onderzoekers, van wie er honderdvijftig zich exclusief met luiers, maandverband en inlegkruisjes bezighouden, zijn er altijd wel een paar jonge baby's beschikbaar van eigen broed.

Daarna volgden uitgebreidere veldtests, met honderden moeders uit de omgeving van het onderzoekscentrum.

Voorlopig is Procter & Gamble de enige die zich aan de poepabsorptie waagt. Dat is verassend voor de luiermarkt, waarop de concurrenten elkaar meestal ogenblikkelijk volgen. Hatzopoulos: 'Kennelijk valt het in dit geval niet mee om ons te kopiëren.'

Opdracht A Omgekeerd ontwerpen

In de volgende oefenopdracht maak je op een actieve manier kennis met de stappen die in een ontwerpcyclus voorkomen. Je gaat ontwerpen, maar dan precies in omgekeerde volgorde: je begint met een bestaand product en gaan terugredeneren om de oorspronkelijke ontwerpopdracht te achterhalen. We noemen dit "omgekeerd ontwerpen".

Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd, kun je volgorde van de cyclus omdraaien en heb je de volgorde van stappen die in ontwerpen gebruikelijk is.

Voer de opdracht in een groepje uit zodat je kunt overleggen.

Als product gebruik je 'de poepabsorberende luier' die in het artikel beschreven staat.

Beantwoord nu achtereenvolgens de volgende vragen:

1 Welke *eigenschappen* staan in het artikel over 'de poepabsorberende luier', ofwel wat zie je aan de luier met betrekking tot vorm, materiaal, kleur enz. Noem tenminste vier eigenschappen.

2 Waarom heeft de luier de eigenschappen die je hebt genoemd bij 1. Met andere woorden: Welke *gebruikseigenschappen* of welke *functie* geven ze de luier? Geef voor elke eigenschap die je bij vraag 1 hebt genoemd aan welke gebruikseigenschap/functie je daar aan kunt verbinden.

3 Welke *eisen* waren er dan aan het ontwerp gesteld waaraan de luier moet voldoen? Beantwoord deze vraag voor elk van de bij 2 genoemde gebruikseigenschappen.

Aan de hand van de eisen die je in stap 3 hebt opgesteld kun je een mogelijke *ontwerpopdracht* bedenken op basis waarvan de ontwerper de 'poepabsorberende luier' heeft ontworpen.

4 Schrijf in één zin een mogelijke ontwerpopdracht op van de ontwerper.

Opdracht B Deeloplossingen bedenken

De moeilijkste stap is misschien wel het bedenken van (deel)oplossingen. Omdat je dat ook niet echt bent tegengekomen bij het omgekeerd ontwerpen gaat het volgende stukje daarover.

(indien je graag wat extra informatie hebt: vraag deze dan aan de docent)

Na de ontwerpopdracht moeten er eerst ontwerpeisen worden aangegeven. De volgende stap is het bedenken van zoveel mogelijk deeloplossingen voor elke eis. Dat kun je het beste doen door een tabel met eisen en oplossingen te maken. Bij elke eis uit het programma van eisen worden de mogelijke oplossingen vermeld. De tabel ziet er als volgt uit:

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4

Voor elke eis moet je meerdere oplossingen zoeken. Vervolgens kijk je of er oplossingen afvallen omdat ze in strijd zijn met een van de andere eisen. Door alle oplossingen weg te strepen die in strijd zijn met oplossingen van andere eisen, houdt je uiteindelijk maar een paar mogelijke oplossingen over. Hieruit moet je dan kiezen.

5 Zet je eisen uit vraag 3 hierboven in de tabel en bedenk voor elke eis deeloplossingen.

6 Formuleer nu aan de hand van alle deeloplossingen uit de tabel een nieuw ontwerpvoorstel.

De luier die ook poep lust **ANTWOORDEN**

De opgaven waarin omgekeerd ontwerpen aan bod komt (de luier die ook poep lust (pag.), hete koffie uit blik (pag.....) en watermaker (pag. ...)) zijn gemaakt op basis van cursusmateriaal Technisch Ontwerpen van Patrick van Haren en Fer Coenders (ELAN, Universiteit Twente), emailadres van de Twentse Techniekonderneming: TTO-ELAN@edte.utwente.nl
Na de uitwerking van 'de luier die ook poep lust' zijn tips en lessuggesties bij deze opdrachten en twee oefenvoorbeelden opgenomen.

<i>1 voorwerpseigenschappen</i>	<i>2 gebruikseigenschappen</i>	<i>3 eisen</i>
Kleine korreltjes in een laag	kan water opnemen	moet urine opnemen
Pluizig materiaal laag twee	neemt water even op	moet tijdelijk urine opnemen en kunnen verder transporteren
Pluizig materiaal laag 3	neemt water op van andere laag	er moet een opslag mogelijk zijn van flinke hoeveelheid urine
Open netwerk: bovenste laag fijn/zacht met gaatjes van drie millimeter doorsnede	laat vaste delen van poep door	moet de vaste delen van de poep door kunnen
Open netwerk: onderste laag met open structuur (filter zoals in stofzuiger)	slaat vaste poepdeeltjes op	moet de vaste delen uit de poep vast houden

4 Een luier die geschikt is voor zowel jongens als meisjes, veel urine op kan nemen en die ook de dunne poep opneemt.

5

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4
<i>Moet urine opnemen</i>	papier	stof	Absorberend polymeer	
<i>Moet tijdelijk urine opnemen en kunnen verder transporteren</i>	Materiaal dat vocht opneemt en weer af kan staan			
<i>Er moet een opslag mogelijk zijn van flinke hoeveelheid urine</i>	Superabsorberend polymeer	Keukenpapier, tissue	katoen	
<i>Moet de vaste delen van de poep door kunnen</i>	gaasje	zeef	filterpapier	
<i>Moet de vaste delen uit de poep vast houden</i>	Materiaal gebruiken dat vocht niet vast houdt en weer makkelijk afgeeft	Materiaal gebruiken met open structuur		

6 Een luier die geschikt is voor zowel jongens als meisjes, veel urine op kan nemen en die ook de dunne poep opneemt.

Lessuggesties en tips

Deze opdracht is uitermate geschikt als groepswork.

U kunt de leerlingen het artikel thuis laten lezen. Lat tijdens de les in de groep eerst vraag 1 maken, inventariseer vervolgens klassikaal. Laat leerlingen als huiswerk vervolgens 5 en 6 maken. In de volgende les kunt u dan de groep een gezamenlijk antwoord laten geven op 5 en 6. U kunt dan met de groepjes een gesprek aan gaan.

Bij de beantwoording van vraag 3 (eisen), kunt u de leerlingen erop wijzen dat het helpt als je in de formulering "moet" op neemt. Bij het bekijken van vraag 5, kunt u er op letten dat leerlingen onder de uitwerkingen of (deel)oplossingen het antwoord niet als een eis formuleren. Op basis van het gesprek tussen de groep en de docent krijgt de tabel meer kleur. Om te komen tot het nieuwe onderwerpsvoorstel in vraag 6, kunt u leerlingen daarna in de tabel van vraag 5 de

(deel)oplossingen weg laten strepen die elkaar bijten (zie ook voorbeeld lijmstift). Op basis van een deeloplossing uit de tabel kunt u leerlingen een nieuwe tabel laten maken. Bij de oplossing kunt u weer eisen laten formuleren.

Aanvullend materiaal uit de cursus 'Technisch ontwerpen' (Patrick van Haren en Fer Coenders; ELAN, Universiteit Twente).

Voorbeeldopdracht 1 de maatcilinder

Introductieopdracht omgekeerd ontwerpen

In de volgende korte oefenopdrachten maak je op een actieve manier kennis met de stappen die in een ontwerpcyclus voorkomen. We gaan ontwerpen, maar dan precies in omgekeerde volgorde: we beginnen met een bestaand product en gaan terugredeneren om de oorspronkelijke ontwerpopdracht te achterhalen. We noemen dit "omgekeerd ontwerpen". Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd, kun je volgorde van de cyclus omdraaien en heb je de volgorde van stappen die in ontwerpen gebruikelijk is.

Voer de opdracht in een groepje uit zodat je kunt overleggen.

Als product nemen we een maatcilinder. Het kan handig zijn om er een maatcilinder bij te pakken zodat je het goed kunt bekijken. Beantwoord nu achtereenvolgens de volgende vragen:

1 Welke *eigenschappen* heeft de maatcilinder, ofwel wat zie je aan de maatcilinder met betrekking tot vorm, materiaal, kleur enz.

Noen tenminste vijf eigenschappen.

Voorbeeld:

a Er staan veel streepjes op de opstaande buis.

B.....

2 Waarom heeft de maatcilinder de eigenschappen die je hebt genoemd bij 1. Met andere woorden: Welke *gebruikseigenschappen* geven ze de maatcilinder?

Geef voor elke eigenschap aan welke gebruikseigenschap je daar aan kunt verbinden.

Voorbeeld:

a Bij de eigenschap "Er staan veel streepjes op de opstaande buis" hoort de gebruikseigenschap:

De vloeistof in de maatcilinder is nauwkeurig kwantificeerbaar (je kunt precies aflezen hoeveel er in zit).

B

3 Welke *eisen* waren er dan aan het ontwerp gesteld waaraan de maatcilinder moet voldoen? Beantwoord deze vraag voor elk van de bij 2 genoemde gebruikseigenschappen.

Voorbeeld:

a Bij de gebruikseigenschap "de vloeistof in de maatcilinder is nauwkeurig kwantificeerbaar" hoort de ontwerpeis:

Het volume van vloeistoffen moet nauwkeurig gekwantificeerd kunnen worden (te bepalen zijn).

b

4 Aan de hand van de eisen die je in stap 3 hebt opgesteld kun je een mogelijke *ontwerpopdracht* bedenken op basis waarvan de ontwerper de maatcilinder heeft ontworpen. Schrijf in één zin een mogelijke ontwerpopdracht op van de ontwerper.

Ontwerpen

Je hebt nu via omgekeerd ontwerpen kennis gemaakt met een aantal belangrijke stappen uit het ontwerpproces. Hieronder staan deze nog eens bij elkaar maar nu in de normale volgorde:

- *Ontwerpopdracht beschrijven*

De ontwerper omschrijft wat er precies verwacht wordt. Hiermee begint elk ontwerpproces.

In bovenstaand voorbeeld is dat de opdracht die je bij 4 hebt geformuleerd.

- *Ontwerpeisen opstellen*

Vervolgens maakt hij/ zij een lijst van alle eisen waaraan het ontwerp moet voldoen. Je hebt dat gedaan in vraag 3.

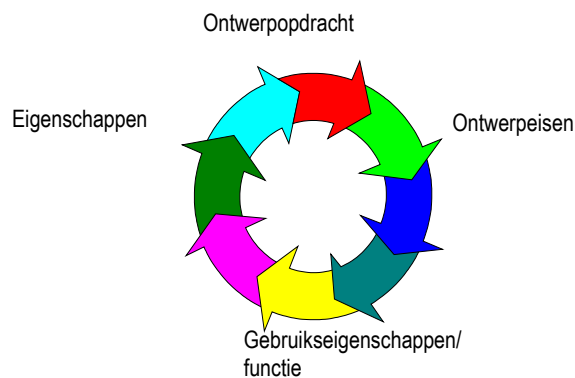
- *Gebruikseigenschappen*

De ontwerpeisen worden vervolgens vertaald naar mogelijke oplossingen. Dat heb jij bij het omgekeerd ontwerpen in beperkte mate gedaan bij vraag 2. (In beperkte mate omdat je geen alternatieve oplossingen hebt bedacht, maar bent uitgegaan van de oplossing die gebruikt is in het ontwerp).

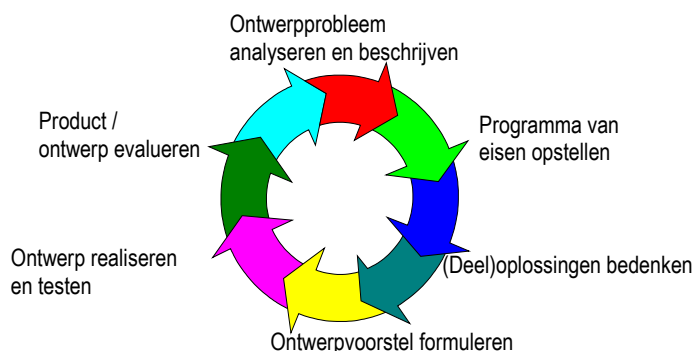
- *Eigenschappen*

Vervolgens controleert de ontwerper of het ontwerp voldoet aan alle gestelde eisen. Met andere woorden, heeft het voorwerp die eigenschappen die je zou willen. Dit zijn de eigenschappen die jij bij vraag 1 hebt opgeschreven.

In onderstaande cyclus zijn deze vier stappen weergegeven:



Je hebt nu vier belangrijke stappen uit het ontwerpproces bekeken. Ze worden vaak net iets anders genoemd dan hierboven. Zo noemt men de *ontwerpopdracht* ook vaak het *ontwerpprobleem*; *ontwerpeisen* worden vaak aangeduid met *programma van eisen* opstellen; *gebruikseigenschappen* heet *(deel)oplossingen bedenken*; en *eigenschappen* heet *ontwerp evalueren*. Daarnaast kent een volledige ontwerpcyclus eigenlijk zes stappen. Twee stappen zijn helemaal niet aan bod gekomen bij omgekeerd ontwerpen. Dat zijn het *formuleren van een ontwerpvoorstel* en het *realiseren, of het bouwen, van het ontwerp*. Als je echt gaat ontwerpen horen deze stappen er uiteraard wel bij. De volledige ontwerpcyclus ziet er daarom als volgt uit:



De moeilijkste stap is misschien wel het bedenken van (deel)oplossingen. Omdat je dat ook niet echt bent tegengekomen bij het omgekeerd ontwerpen gaat het volgende stukje daarover.

Na de ontwerpopdracht moeten er eerst ontwerpeisen worden aangegeven. Officieel heet dit het opstellen van het programma van eisen (zei het schema). De volgende stap is het bedenken van zoveel mogelijk deeloplossingen voor elke

eis. Dat kun je het beste doen door een tabel met eisen en oplossingen te maken. Bij elke eis uit het programma van eisen worden de mogelijke oplossingen vermeld. Zo'n tabel ziet er als volgt uit:

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4
Vloeistof is nauwkeurig af te lezen (kwantificeerbaar)	Veel streepjes aanbrengen om af te lezen	Voor één volume zou voorwerp tot de rand gevuld voldoen	Vloeistof wegen met balans	
Mag niet reageren met andere stoffen	Glas	Edel metaal	Keramisch materiaal	

Zoals je ziet zijn er al twee eisen uit het voorbeeld van onze maatcilinder in de tabel opgenomen. Voor elke eis zijn er verschillende oplossingen vermeld. Vervolgens kijk je of er oplossingen afvallen omdat ze in strijd zijn met een van de andere eisen. Zo kan er bijvoorbeeld geen edel metaal gebruikt worden bij de tweede eis omdat de vloeistof dan niet meer zichtbaar is, wat de eerste eis is.

Door alle oplossingen weg te strepen die in strijd zijn met oplossingen van andere eisen, houdt je uiteindelijk maar een paar mogelijke oplossingen over. Hieruit moet je dan kiezen.

5 Zet je eisen uit vraag 3 hierboven in de tabel en bedenk voor elke eis deeloplossingen.

6 Formuleer nu aan de hand van alle deeloplossingen uit de tabel een ontwerpvoorstel. Je hoeft hierbij geen tijdplanning te maken.

Voorbeeldopdracht 2: de lijmstift

Stap 1: Probleem analyseren en beschrijven:

Maak een gebruiksvriendelijk ontwerp om gelachte papier/fotolijm te gebruiken en mee te nemen.

Stap 2: Programma van eisen opstellen

1 je mag geen vieze handen krijgen tijdens het plakken, dus het moet niet nodig zijn om direct contact te hebben met de lijm om te kunnen plakken;

2 de verpakking moet hersluitbaar zijn

3 de verpakking mag niet makkelijk lekken;

4 moet makkelijk mee te nemen zijn

5 lijm is eenvoudig uit verpakking te halen

6 niet duur

Stap 3: Deeloplossingen bedenken

Eisnummer	oplossing 1	oplossing 2	oplossing 3	oplossing 4
1	kwastje gebruiken	verpakking is tevens te gebruiken om lijm op te brengen	tube	
2	dop	zakje	doosje	
3	hard en sterk materiaal gebruiken	flexibel maar taai materiaal gebruiken		
4	klein van formaat	sterk materiaal		
5	open doosje	Tube	buisvormig staafje dat	

			werkt als lippenstift	
6				

Stap 4: afweging maken voor beste oplossing en maken werkplan...

Eisnummer	oplossing 1	oplossing 2	oplossing 3	oplossing 4
1	kwastje gebruiken	verpakking is tevens te gebruiken om lijm op te brengen	tube	
2	dop	zakje	doosje	
3	hard en sterk materiaal gebruiken	flexibel maar taai materiaal gebruiken		
4	klein van formaat	sterk materiaal		
5	open doosje	Tube	buisvormig staafje dat werkt als lippenstift	
6				

Doorgestreep: opties vallen af vanwege of niet makkelijk mee te nemen of lekken.

Omgekeerd ontwerpen: De lijmstift

Hoe ziet de lijmstift er uit? Beschrijf de eigenschappen.

- langwerpig/ cilindervormig;
- lijm is gelachtig;
- harde plastic buitenkant;
- dop;
- draaimechanisme aan de onderkant ;
- klein.

Welke gebruikseigenschappen (functies) krijgt de lijmstift hierdoor?

- makkelijk vast te houden;
- lijm lekt niet;
- verpakking gaat niet makkelijk kapot;
- makkelijk hersluitbaar;
- makkelijk om lijm uit de verpakking te krijgen en gedoseerd op te brengen;
- makkelijk mee te nemen.

Wat waren waarschijnlijk de aan het ontwerp gestelde eisen?

- de lijmstift moet makkelijk vast te houden zijn;
- de lijm mag niet lekken;
- de verpakking van de lijmstift moet stevig zijn /mag niet snel breken;
- de lijmstift moet hersluitbaar zijn;
- de lijm moet eenvoudig en gedoseerd aan te brengen zijn;
- het moet eenvoudig zijn om de lijmstift mee te nemen.

Wat was mogelijk de ontwerpdracht voor de ontwerper?

Maak een gebruiksvriendelijk ontwerp om gelachtige papier/fotolijm te gebruiken en mee te nemen.

Beschoten vezel geeft geen krimp

De technische vezel Dyneema van DSM is kogelwerend. De breuksterkte is enorm. Maar aan warmte heeft de nieuwe vezel een broertje dood.

Door KAREL KNIP

In de zomer van 2001 trok DSM de aandacht met een reclamefilmje over een kogelvrij vest. 't Was een vest waarin DSM's technische vezel Dyneema was verwerkt en er kwam geen kogel door. Na een klacht werd de film door de Reclame Code Commissie verboden en een hoger beroep van DSM haalde niets uit: het filmje deugde niet, was het oordeel. DSM, verbitterd en beledigd, liet weten toch door te gaan, maar zag zich plotseling geconfronteerd met de emoties van '11 september'. Van spectaculaire filmpjes over kogelvrije vesten was een averechts effect te verwachten.

Nu is DSM terug in het nieuws met Dyneema. Weer met de unieke kogelwerende eigenschappen daarvan. En juist helemaal binnen de context van '11 september', de campagne zal een klassieker worden in de reclamewereld. Vorige week konden journalisten uit de hele wereld komen kijken hoe een plastic deur waarin Dyneema was verwerkt met een geweer werd beschoten en geen krimp gaf. Deuren van een dergelijk ontwerp worden sinds kort geproduceerd voor de vliegtuigbranche die de cockpit wil kunnen afsluiten van de passagierscabine.

Er was gekozen voor een kalme aanpak. Een volwassen man in een stofjas had een geweerloop gemonteerd in een bankschroef en vuurde van daaruit af en toe op een deur die verderop stond. Zo ongeveer ging het. Maar de journalisten genoten ervan en hebben gevraagd of er deze week nog een demonstratie komt.

Ondertussen is 'Dyneema' al bijna een kwart eeuw oud en stond al vanaf de eerste dag vast dat het materiaal bij uitstek geschikt zou zijn voor kogelvrije vesten en dergelijke. Zoals dat ook direct al vast stond voor die andere technische vezels die zo'n 25 jaar geleden op de markt kwamen, want de vroege jaren zeventig brachten de doorbraak van de 'supersterke' vezels. Het begon met koolstofvezels en met Nomex van Du Pont, binnen een paar jaar kwam daar Kevlar en Twaron bij. En Dyneema.

Technische polymeervezels zijn vezels die niet bestemd zijn voor gewone kleding, gordijnen, meubels en vloerbedekking maar vezels die als verstevigingsmateriaal in allerlei technische producten (aandrijfriemen, helmen, autobanden, kabels, visnetten, veiligheidskleding) worden aangebracht. Het gaat in die toepassingen bijna altijd om de grote sterkte en/of de geringe rek, dus de vormvastheid, van de vezels. De kleurbaarheid, glans, slijtvastheid, bestendigheid tegen ultraviolette straling en dergelijke zijn er vaak van minder belang.

Kevlar en Twaron, respectievelijk van Du Pont en Akzo, zijn als supersterke vezels waarschijnlijk het bekendst geworden, niet in de laatste plaats door de verbeterde patentstrijd die tussen de twee concerns is gevoerd. Twaron wordt inmiddels geproduceerd door Acordis dat geheel buiten het verband van Akzo Nobel opereert.

De eerste supersterke vezels waren ook in chemisch opzicht uniek, ze bestonden uit heel nieuwe materialen, Kevlar en Twaron, die chemisch identiek zijn, bestaat uit aromatische polyamiden, 'aramiden', die speciaal voor de toepassing waren bedacht. Ook zijn speciale procédés ontwikkeld om de nieuwe materialen te kunnen 'verspinnen', daarover ging een deel van de vermaarde patentstrijd. Verspinnen is: de verwarrende aanduiding voor de productie van de vezels (filamenten) waarbij de polymeren, vooraf week gemaakt of opgelost in een bijzonder oplosmiddel, door de ultrafijne gaatjes van spindoppen worden geperst.

Het bijzondere van Dyneema is dat de polymeer uit doorgewoon basismateriaal bestaat: uit polyetheen, dat is een goedkope bulkplastic die ook voor boterhamzakjes wordt gebruikt. Zijn zeer bijzondere eigenschappen dankt de Dyneema-vezel bijna uitsluitend aan het bijzondere verspiningsproces dat DSM in samenwerking met de universiteit van Groningen ontwikkelde: de zogenoemde *gel spinning*, voor het eerst (in Nederland) gepatenteerd in 1979. De netto uitkomst van dit proces; dat samengaat met een zware versterking van de verse filamenten (waarbij deze een factor vijftig worden opgerekt) is dat de polymeermoleculen uitzonderlijk goed gerangschikt in de vezels liggen. Dat bepaalt de mechanische eigenschappen.

De breuksterkte (dat is de maximale belasting, uitgedrukt in kracht per vezeldoorsnede, waarbij de vezel breekt) is van Dyneema beduidend hoger dan die van Kevlar/Twaron. Gerelateerd aan de massa (het gewicht) van de vezels is Dyneema zelfs 15 maal sterker dan staal. Ook de 'elasticiteitsmodulus' is erg hoog, er is een enorme belasting voor nodig om een bepaald percentage rek te bewerkstelligen.

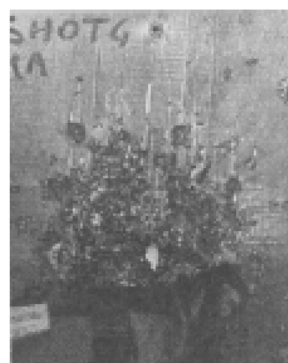
Dyneema is supersterk, mooi glad en ook erg licht, de dichtheid is nog niet die van water. Daar staat, schrijft de technische literatuur, de neiging tot *krimp* tegenover: bij langdurige belasting kan een blijvende vervorming optreden. Het pijnlijke tekort van de vezel is zijn gevoeligheid voor grote hitte. Polyetheen is een plastic die al bij tamelijk lage temperatuur verweekt, zoals bekend is, van boterhamzakjes. Dyneema begint al bij 140 graden Celsius te smelten, de aramiden kunnen veel hogere temperaturen aan. Zo komt het dat Dyneema niet wordt toegepast in autobanden want die worden bij 170 graden geïmpregneerd. Twaron kan daartegen. DSM heeft zich vanaf het begin voor de taak gesteld toepassingen te vinden waarbij krimp en verwerking geen rol spelen zoals bij visnetten. Vorig jaar werd al de vijfde productielijn in gebruik genomen.



Productie van Dyneema-vezel bij DSM in Heerlen (Foto's Chris Keulen)



Het laden van een geweer om een paneel met Dyneema-vezel te beschieten



Kogelinslag op het paneel met Dyneema

1 Waardoor komt het dat Dyneema zo'n hoge kogelwerende functie heeft?

2 Waarom wordt Dyneema niet in autobanden verwerkt?

In het artikel worden nog drie namen van vezels genoemd. Verder komen tal van eigenschappen en gegevens over de chemische samenstelling voor.

2 Zet schematisch (maak bijvoorbeeld een 'spinneweb' van elke vezel) alle gegevens bij elkaar, zodat je makkelijk kunt vergelijken.

3 Welke toepassing komt bij alle besproken vezels voor?

4 Ga met behulp van je scheikundeboek en internet na wat de structuurformule is van de genoemde vezels.

5 Geef voor elk polymeer aan welk monomeer/welke monomeren het is opgebouwd en via wat voor polymerisatie het gemaakt wordt.

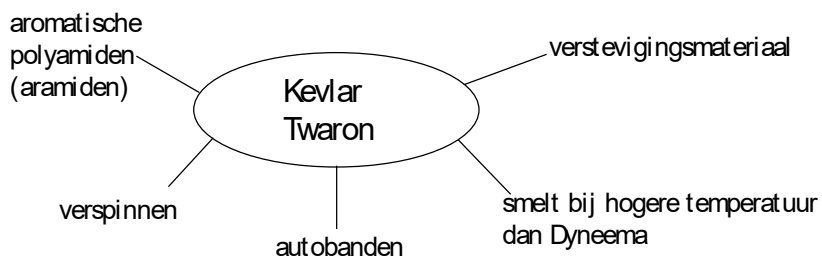
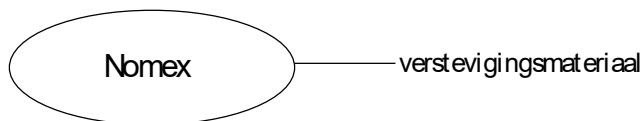
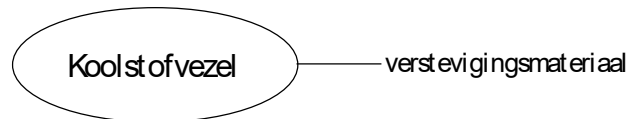
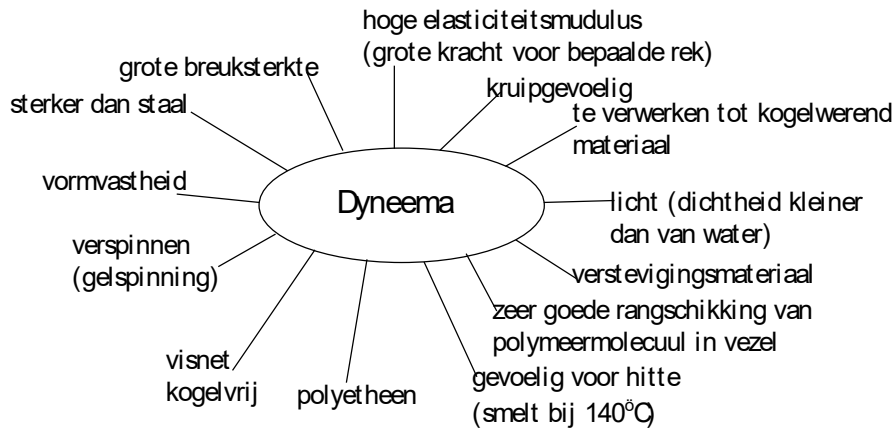
6 Licht aan de hand van de chemische bouw van de vezels toe hoe verschillende eigenschappen te verklaren zijn.

Beschoten vezel geeft geen krimp ANTWOORDEN

1 Door de zware verstrekking van de filamenten liggen de polymeermoleculen uitzonderlijk goed gerangschikt in de vezels.

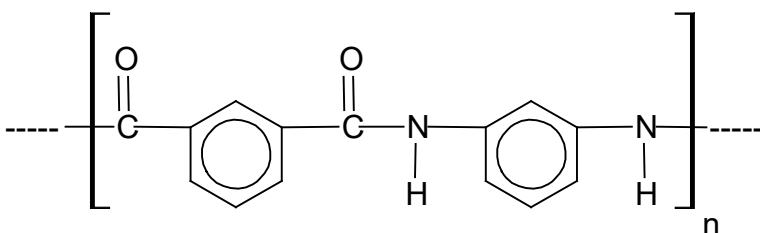
2 Omdat Dyneema smelt bij 140 °C en het vulcanisatieproces van autobanden plaats vindt bij 170 °C

3

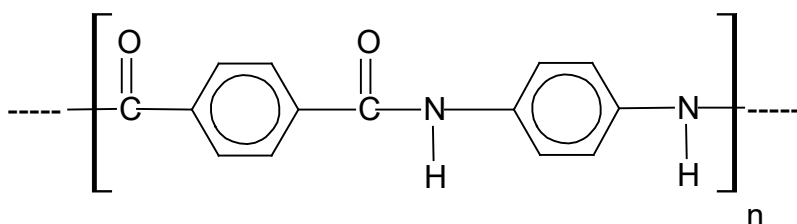


4 Bron: the Macrogalleria (<http://www.psrc.usm.edu/macrog/index.htm>)

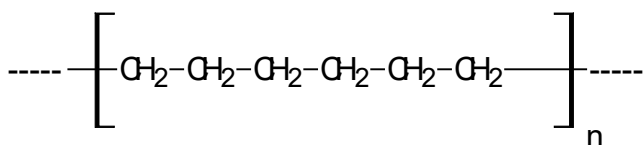
Nomax/ Nomex



Kevlar/ Twaron

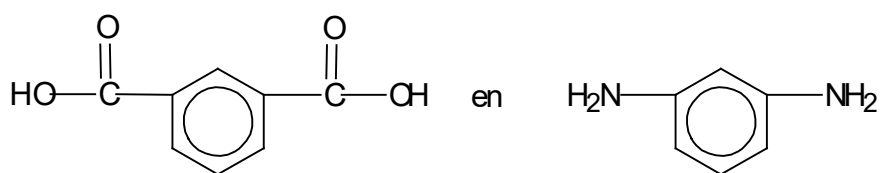


Dyneema (volgens artikel polyetheen)



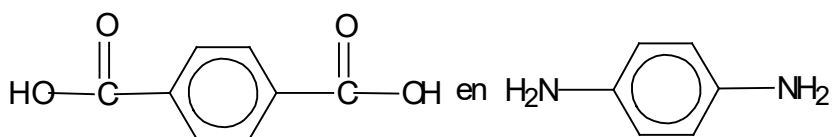
5 Dyneema additiepolymerisatie, Nomex en Kevlar/Twaron polycondensatie

Nomax/ Nomex



Dyneema $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$

Kevlar/ Twaron



6 Dyneema en kevlar/Twaron zijn te verspinnen doordat ze geen netwerk hebben en dus thermoplasten zijn. Dit verklaart ook het smelten. Twaron/Kevlar smelt hoger dan Dyneema omdat het waterstofbruggen kan vormen. Door de benzeenringen in de keten heeft Twaron/Kevlar een grotere stijfheid dan Dyneema.

In drie minuten hete koffie uit blik

Herman Brand

Een ferme druk op een plastic knop onderop een blikje koffie. Dan toezien of de rode gekleurde vloeistof onderin het blikje verdwijnt. Vervolgens even schudden en het blikje overeind zetten. Drie minuten later is de koffie - met melk en met of zonder suiker - gereed om te drinken. Het blikje bevat 212 ml en dat op een temperatuur van 60 °C, uitgaand van een omgevingstemperatuur van 20 °C.

Het geheim van het zelfverwarmend blikje schuilt in de hittebron. Dat is heel simpel ongebluste kalk (CaO) met water. Het eerste bevindt zich in een afgesloten ruimte in het hart van het blik koffie. Afgescheiden door een taaie laag aluminiumfolie, zit daaronder een hoeveelheid rood gekleurd water. Door de druk op de plastic knop breekt de folie en krijgt de waterige substantie de kans in de kalk te trekken. Daarbij treedt een exotherme reactie op met als eindproduct calcium hydroxide (Ca(OH)₂) en flinke hoeveelheid hitte. Die maakt de koffie warm.

Het zelf opwarmend kopje - of blikje - koffie kent een lange voorgeschiedenis. Al in 1939 werden proeven gedaan, waarbij gebruik werd gemaakt van verbrandend cordiet als warmtebron. Alleen was het niet mogelijk dit voldoende veilig uit te voeren voor ongetrainde handen. Daarna werd het lange tijd stil. Tot 1996 toen de Engelsen Carden Taft en Matthew Searle met hun kleine ontwikkelingsbedrijfje Thermotic Developments Limited (TDL) het idee opnieuw leven inbliezen. Zij namen contact op met dr. Neil Richardson, senior lector in de thermodynamica aan de Universiteit van Southampton. Het idee om ongebluste kalk met

water te nemen in plaats van cordiet was snel geboren. Alleen viel de praktijk anders uit dan de theorie. De chemische reactie tussen water en ongebluste kalk bleek niet zo simpel als diverse leerboekjes suggereerden. Een uitgebreid onderzoeksprogramma werd opgezet. De klemtoon daarbij lag op het warmtetechnische ontwerp van het blikje.

Daar werd een oplossing voor gevonden: het zelfverwarmende blikje was een feit.

Volgens proefkonijnen van Nestlé in Engeland zelf smaakt de ingeblikte en de zelf verwarmde koffie vaak beter dan thuis. Volgens de fabrikant is de belangrijkste reden daarvan de gecontroleerde wijze waarop de koffie wordt bereid. Dit in plaats van het koffie zetten met bijvoorbeeld doorgekookt water. In

het Verenigd Koninkrijk doet Nestlé momenteel een uitgebreid consumentenonderzoek naar de acceptatie van warme koffie uit blik - op elk moment van de dag en waar de gebruiker zich ook bevindt.

Woordvoester Marie Fagan van Nestlé wil nog niets zeggen over de voorlopige resultaten van het onderzoek. Wel ziet het er naar uit, dat als deze resultaten positief zijn, het blikje deze zomer op de Engelse markt komt. En spoedig daarna ook in de rest van Europa en de wereld. Volgens deskundigen is het warme blikje veel milieuvriendelijker dan zelfkoelende blikjes, zoals die worden gepresenteerd tijdens de WK 2002.

Geadviseerde consumentenprijs:
1,81 euro



Het zelfverwarmende blikje komt deze zomer op de Engelse markt

Opdracht A Omgekeerd ontwerpen

In de volgende oefenopdracht maak je op een actieve manier kennis met de stappen die in een ontwerpcyclus voorkomen. Je gaat ontwerpen, maar dan precies in omgekeerde volgorde: je begint met een bestaand product en gaan terugredeneren om de oorspronkelijke ontwerpopdracht te achterhalen. We noemen dit "omgekeerd ontwerpen".

Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd, kun je volgorde van de cyclus omdraaien en heb je de volgorde van stappen die in ontwerpen gebruikelijk is.

Voer de opdracht in een groepje uit zodat je kunt overleggen.

Als product gebruik je 'het blikje met koffie' dat in het artikel beschreven staat.

Beantwoord nu achtereenvolgens de volgende vragen:

1 Welke *eigenschappen* staan in het artikel over 'het blikje met koffie', ofwel wat zie je aan het blikje met koffie met betrekking tot vorm, materiaal, kleur enz. Noem tenminste vier eigenschappen.

2 Waarom heeft het blikje met koffie de eigenschappen die je hebt genoemd bij 1. Met andere woorden: Welke *gebruikseigenschappen/functie* geven ze 'het blikje met koffie'? Geef voor elke eigenschap die je bij vraag 1 hebt genoemd aan welke gebruikseigenschap/functie je daar aan kunt verbinden.

3 Welke *eisen* waren er dan aan het ontwerp gesteld waaraan het blikje met koffie moet voldoen? Beantwoord deze vraag voor elk van de bij 2 genoemde gebruikseigenschappen.

Aan de hand van de eisen die je in vraag 3 hebt opgesteld kun je een mogelijke *ontwerpopdracht* bedenken op basis waarvan de ontwerper het blikje met koffie heeft ontworpen.

4 Schrijf in één zin een mogelijke ontwerpopdracht op van de ontwerper.

Opdracht B Ontwerpen

De moeilijkste stap is misschien wel het bedenken van (deel)oplossingen. Omdat je dat ook niet echt bent tegengekomen bij het omgekeerd ontwerpen gaat het volgende stukje daarover.

Na de ontwerpopdracht moeten er eerst ontwerpeisen worden aangegeven. De volgende stap is het bedenken van zoveel mogelijk deeloplossingen voor elke eis. Dat kun je het beste doen door een tabel met eisen en oplossingen te maken. Bij elke eis uit het programma van eisen worden de mogelijke oplossingen vermeld. De tabel ziet er als volgt uit:

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4

Voor elke eis moet je meerdere oplossingen zoeken. Vervolgens kijk je of er oplossingen afvallen omdat ze in strijd zijn met een van de andere eisen. Door alle oplossingen weg te strepen die in strijd zijn met oplossingen van andere eisen, houdt je uiteindelijk maar een paar mogelijke oplossingen over. Hieruit moet je dan kiezen.

5 Zet je eisen uit vraag 3 hierboven in de tabel en bedenk voor elke eis deeloplossingen.

6 Formuleer nu aan de hand van alle deeloplossingen uit de tabel een nieuw ontwerpvoorstel.

Hete koffie uit blik ANTWOORDEN

Voor tips en lessuggesties : zie docententoelichting van 'de luier die ook poep lust'.

1 eigenschappen	2 gebruikseigenschappen/functie	3 eisen
Blikje van metaal	kan iets in, is stevig	men wil vloeistof (koffie) mee kunnen nemen vloeistof moet goed getransporteerd kunnen worden
er zit koude koffie in	je kunt er koffie uit drinken	men wil koffie kunnen drinken
aparte ruimte voor water en vaste stof	water en vaste stof kunnen voor warmte zorgen	men wil warme koffie drinken
deze twee ruimtes zitten in het hart van de koffie	warmte moet zoveel mogelijk ten goede komen aan koffie	zo weinig mogelijk opwarmmateriaal gebruiken
De twee aparte ruimtes zijn gescheiden van elkaar door aluminiumfolie	warmte laten vrij komen als je dat wilt	zelf kunnen beslissen wanneer je de koffie warm wilt hebben
rode gekleurde vloeistof onder in blikje	om te zien of de koffie klaar is	Je moet kunnen zien dat de koffie klaar is om te drinken

4 Ontwerp een kopje koffie dat je kunt drinken waar en wanneer je wilt, dat de juiste drinktemperatuur heeft en dat veilig is.

5

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4
men moet de vloeistof (koffie) mee kunnen nemen	Afsluitbaar maken (glas, metaal, aardewerk)			
vloeistof moet goed getransporteerd kunnen worden	Niet breekbaar materiaal (bijvoorbeeld metaal of plastic)			
men moet koffie kunnen drinken	Kant en klare koffie die je opwarmt	Oploskoffie waarbij je water verwarmt		
men moet warme koffie drinken	Verwarmen met elektriciteit	Verwarmen met gas	Verwarmen via warmte van een reactie	Koffie mag niet snel afkoelen
Men moet zo weinig mogelijk opwarmmateriaal gebruiken	Reactie waarbij veel warmte vrij komt	Stoffen fijn verdelen	Stoffen in juiste (mol)verhouding bij elkaar	
Men moet zelf kunnen beslissen wanneer men de koffie warm wilt hebben	Verwarmingsmoment zelf kunnen bepalen			

<i>Men moet kunnen zien wanneer de koffie drinkbaar is</i>	Materialen goed afsluiten van de rest	gebruiksaanwijzing		
--	---	--------------------	--	--

6 Een blikje gevuld met koffie dat je kunt openen; met een druk op de knop een reactie starten die warmte afgeeft zodat de koffie warm kan worden. De reactieruimte in het centrum van de koffie maken

Bellen op alcohol

De miniatuurbrandstofcel kan een einde maken aan het alsmat opladen van batterijen.

Door BRUNO VAN WAYENBURG

Iedereen die er een heeft, weet dat batterijen voor laptop, mobieltje of 'personal assistant' snel opraken, en vaak op de ongelukkigste momenten. Opnieuw laden duurt uren, als er al een stopcontact in de buurt is.

Een mogelijke oplossing is de miniatuurbrandstofcel, die de chemische energie van brandstoffen als methanol of waterstof omzet in elektriciteit. Op een enkele brandstofcartridge moet tussen tien en twintig uur mobiel getelefoneerd of gelapt kunnen worden, waarna er alleen een nieuwe cartridge ingeklakt hoeft te worden.

Op zich zijn brandstofcellen niets nieuws. In de ruimtevaart worden ze al decennialang gebruikt, en auto's en bussen met brandstofcellen op waterstof aan boord zijn in het experimentele stadium, net als kleine elektriciteitscentrales. Brandstofcellen zijn betrouwbaar, efficiënt (tot 60 procent van de chemische energie van de brandstof wordt omgezet) en hebben geen storingsgevoelige bewegende onderdelen.

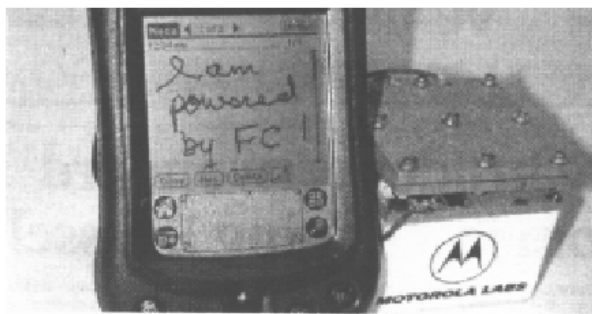
Het ligt dan ook voor de hand om ze te verkleinen om mee te dingen naar de miljarden euro's die nu jaarlijks worden uitgegeven aan oplaadbare batterijen voor draagbare elektronica. Naast de brandstofcellen zelf kan de verkoop van brandstofcartridges een flinke melkkoe worden.

Er wordt dan ook volop aan gewerkt, door grote namen als Samsung en Motorola, maar ook kleine *startups* en universitaire onderzoeksgroepen doen mee in de race.

De huidige prototypes zijn echter nog een paar slagen te groot voor het mobieltje. Het eerste product dat op de markt verschijnt, wordt daarom - enigszins ironisch - een hulpstuk voor de huidige batterij en technologie.

"We denken dat we over drie tot vijf jaar met een draagbare oplader voor batterijen kunnen komen", zegt Jerry Rockwell, onderzoeksleider van het draagbare-brandstofcellen-project van Motorola.

Motorola presenteerde afgelopen najaar een prototype van een brandstofcel, die werkt op het



Palmtop met prototype van brandstofcel van Motorola

veelgebruikte methanol, een giftige chemische verwant van alcohol. De cel zelf meet tien centimeter bij vijf bij een. De energieproductie is een tiende watt aan energie, net genoeg vermogen voor een batterijoplader.

Het Koreaanse Samsung denkt er even lang over te doen voordat het eerste product op de markt is, ook een batterijoplader. Veel andere bedrijven noemen vergelijkbare termijnen, maar het Amerikaanse Medis Technologies heeft voor 2003 een kleine brandstofcel aangekondigd die direct in een mobiele telefoon past. Dat zou een flinke prestatie zijn, want voor mobiele telefoons is een volle watt stroom nodig, terwijl de ruimte nog beperkter is. Laptops, met meer ruimte aan boord voor een stroombron, gebruiken tientallen watts.

Het probleem is het verkleinen van de elementen zelf met behoud van capaciteit, en het integreren van alle extra onderdelen die nodig zijn voor een brandstofcel. Een element zelf lijkt in ontwerp behoorlijk op een conventionele batterij. De reactie heeft plaats in twee aparte gescheiden compartimenten. In het ene reageert de brandstof, onder invloed van een katalysator tot kooldioxide en waterstofionen, die door een membraan doorsijpelen naar het andere compartiment. Daar reageren de ze, weer onder invloed van een katalysator, met zuurstof uit de lucht tot water. Metalen elektrodes in beide compartimenten voeren de elektrische stroom af. De brandstofcel is een cascade van dit soort elementen.

Het verschil tussen brandstofcellen en batterijen is dat brandstof en zuurstof voortdurend aan- en afgevoerd moeten worden. De cel moet ademen. Het prototype van Motorola heeft centimetergrote miniaturpompjes om zuurstof,

kooldioxide en de brandstof zelf af en aan te voeren. Ook is er systeem ingebouwd voor recycling van het water, waarmee de pure methanol uit de cartridge verdund wordt voor gebruik. Andere ontwerpen hebben een passieve zuurstofaanvoer en kooldioxideafvoer in de vorm van luchtgaten. Ontwerpen zonder recyclingsysteem moeten het geproduceerde water zien af te voeren zonder te wasemen of te druppelen.

Een alternatief voor methanol als brandstof is puur waterstof, dat een hogere energiedichtheid heeft. Een nadeel dat het gas waterstof moeilijk is op te slaan. Het Duitse Fraunhoferinstituut ontwikkelt een experimentele 10 watt-miniaturbrandstofcel voor laptops. De benodigde waterstof wordt opgeslagen in de vorm van een verbinding met een metaalpoeder, die in cartridgevorm kan worden verwisseld.

Ook kan de waterstof uit methanol worden geproduceerd door het bij een katalysator van boven de 200 graden Celsius te laten ontleden. Dit 'reform'-proces, waaraan verschillende partijen onderzoek doen, kan hogere vermogens leveren dan het directe gebruik van methanol als brandstof.

En er is nog de mogelijkheid om de brandstof doodgewoon te verbranden: onderzoekers van de universiteit van Californië in Berkeley werken aan een experimentele verbrandingsmotor ter grootte van een gulden. Een generator, in feite een dynamo, zou de laptop van stroom moeten gaan voorzien. De motor loopt vooralsnog op waterstof en levert een handjevol watts, maar in de toekomst moet hij op vloeibare koolwaterstoffen als butaan gaan draaien. De onderzoekers werken zelfs aan een minikatalysator om de uitstoot te zuiveren.

- 1 Wat is het verschil tussen brandstofcellen en batterijen?
- 2 Welke problemen treden op bij het ontwerpen van brandstofcellen voor mobiele telefoons?
- 3 Maak aan de hand van de tekst uit 'Bellen en alcohol' een schematische tekening van de brandstofcel

Als elektrolyt kan een KOH-oplossing gebruikt worden.

4 Geef de halfreacties die optreden als waterstof als brandstof gebruikt wordt. Geef ook de totaalvergelijking.

5 Leg uit dat OH^- in deze cel ook als katalysator dienst doet.

6 Geef de halfreacties die optreden als methanol als brandstof gebruikt wordt. Geef ook de totaalvergelijking.

En nu zelf aan het werk met een brandstofcel, waarbij methanol als brandstof wordt gebruikt. Hier staan drie mogelijkheden voor onderzoek aan een brandstofcel. Kies er een van of kom zelf met een ander voorstel voor een onderzoek met een brandstofcel. Stel een werkplan op voor je onderzoek en bespreek dat met docent/TOA.

I Onderzoek of een methanol-brandstofcel inderdaad in staat is energie (elektriciteit) te leveren zonder een verbranding.

II Onderzoek of de temperatuur van de brandstofcel invloed heeft op de stroomsterkte en de totale hoeveelheid stroom die geleverd kan worden.

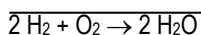
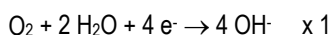
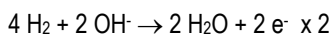
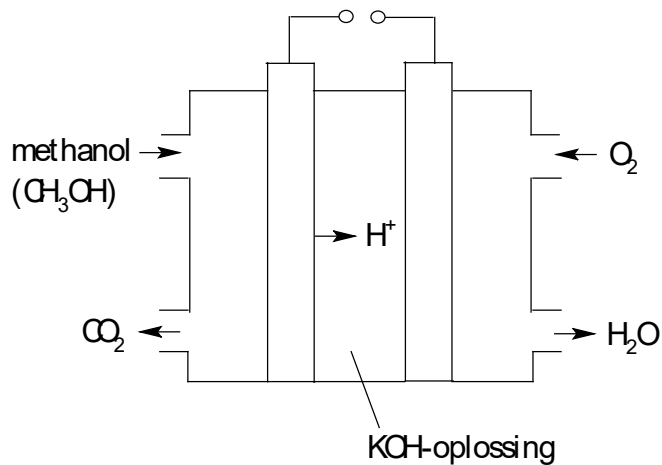
III Onderzoek het vermogen van de brandstofcel.

Methanol-brandstofcel ANTWOORDEN

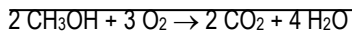
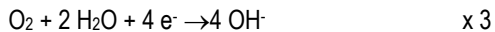
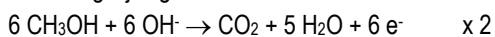
1 Een batterij bestaat uit een compartiment, een brandstofcel uit twee van elkaar gescheiden ruimtes.

2 Als je de celementen verkleint wil je toch de capaciteit behouden, verder moet je alle extra onderdelen die nodig zijn voor een brandstofcel integreren.

3



5 In de reactie wordt OH^- wel gebruikt maar niet verbruikt, het komt namelijk wel in de halfreacties voor maar niet in de totaalvergelijking.



Benodigdheden

- brandstofcel. Eurofysica brengt brandstofcellen op de markt (zie advertentie). Hierbij hoort tevens een handleiding met uitleg over het gebruik van de cel
- methanol
- 1 M KOH-oplossing
- ampèremeter, verbindingssnoeren

De handleiding van de brandstofcel bevat ideeën en uitwerkingen van proeven.

Vraag het TU Delft

VRAAG:

In grote delen van Afrika is droogte een enorm probleem en water van levensbelang. Waarom is het niet mogelijk om zeewater te ontzilten met gebruikmaking van de daar altijd aanwezige zonnewarmte en zonne-energie? Of is het ontzilte water niet goed bruikbaar?

ANTWOORD:

Inderdaad kampen vele landen met een groot tekort aan water, niet alleen om te drinken maar ook voor de landbouw en andere doeleinden. Niet toevallig zijn het vaak ook arme landen aangezien de beschikbaarheid van water ook voor de economie van levensbelang is. Helaas is het ontzilten van zeewater voor deze arme landen te duur. Met moderne technieken (membraanfiltratie) gebeurt dit wel in rijkere landen als de oliestaten in het Midden-Oosten en eilanden in de Caribische Zee. Het op deze wijze geproduceerde drinkwater is ca. 5 maal zo duur als in Nederland!

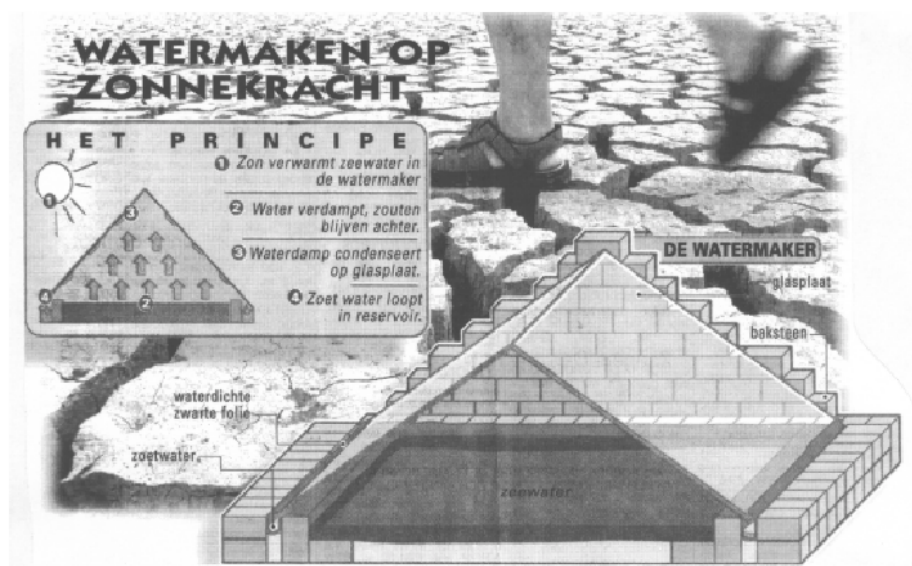
Ontzilting met behulp van zonnewarmte is in principe ook mogelijk en zelfs eenvoudig. Het volstaat om een kas te bouwen met een schuin glazen dak (zie figuur). Het zeewater verdampt uit een bak in de kas en condenseert weer tegen het glazen dak. Het gecondenseerde en dus ontzilte water kan opgevangen worden met goten onder aan het glazen dak. Per m² dakoppervlak is het mogelijk om enkele liters ontzilte water per dag te maken met zo'n kas. Het water is prima bruikbaar, ook als drinkwater mits men de installatie zorgvuldig schoon houdt. Overigens

heeft ontzilte water een wat 'laffe' smaak door het ontbreken van zout.

Deze kassen worden weinig toegepast omdat ze weinig water produceren en te duur zijn.

Prof. ir. J.C. van Dijk, Hoogleraar Drinkwatervoorziening, Hoofd Sectie Gezondheidstechniek, TU Delft.

Wie ook een vraag op technisch/wetenschappelijk gebied heeft, kan deze sturen naar De Telegraaf, redactie OverMorgen, Postbus 376 1000 EB Amsterdam, of mailen naar overmorgen@telegraaf.nl. Helaas kunnen niet alle vragen worden beantwoord.



Opdracht A Omgekeerd ontwerpen

In de volgende oefenopdracht maak je op een actieve manier kennis met de stappen die in een ontwerpcyclus voorkomen. Je gaat ontwerpen, maar dan precies in omgekeerde volgorde: je begint met een bestaand product en gaan terugredeneren om de oorspronkelijke ontwerpopdracht te achterhalen. We noemen dit "omgekeerd ontwerpen".

Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd, kun je volgorde van de cyclus omdraaien en heb je de volgorde van stappen die in ontwerpen gebruikelijk is.

Voer de opdracht in een groepje uit zodat je kunt overleggen.

Als product gebruik je 'de watermaker' dat in het artikel beschreven staat.

Beantwoord nu achtereenvolgens de volgende vragen:

1 Welke *eigenschappen* staan in het artikel over 'de watermaker', ofwel wat zie je aan de watermaker met betrekking tot vorm, materiaal, kleur enz. Noem tenminste vier eigenschappen.

2 Waarom heeft de watermaker de eigenschappen die je hebt genoemd bij 1. Met andere woorden: Welke *gebruikseigenschappen/functie* geven ze de watermaker? Geef voor elke eigenschap die je bij vraag 1 hebt genoemd aan welke gebruikseigenschap/functie je daar aan kunt verbinden.

3 Welke *eisen* waren er dan aan het ontwerp gesteld waaraan de watermaker moet voldoen? Beantwoord deze vraag voor elk van de bij 2 genoemde gebruikseigenschappen.

Aan de hand van de eisen die je in vraag 3 hebt opgesteld kun je een mogelijke *ontwerpopdracht* bedenken op basis waarvan de ontwerper de watermaker heeft ontworpen.

4 Schrijf in één zin een mogelijke ontwerpopdracht op van de ontwerper.

Opdracht B Ontwerpen

De moeilijkste stap is misschien wel het bedenken van (deel)oplossingen. Omdat je dat ook niet echt bent tegengekomen bij het omgekeerd ontwerpen gaat het volgende stukje daarover.

Na de ontwerpopdracht moeten er eerst ontwerpeisen worden aangegeven. De volgende stap is het bedenken van zoveel mogelijk deeloplossingen voor elke eis. Dat kun je het beste doen door een tabel met eisen en oplossingen te maken. Bij elke eis uit het programma van eisen worden de mogelijke oplossingen vermeld. De tabel ziet er als volgt uit:

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4

Voor elke eis moet je meerdere oplossingen zoeken. Vervolgens kijk je of er oplossingen afvallen omdat ze in strijd zijn met een van de andere eisen. Door alle oplossingen weg te strepen die in strijd zijn met oplossingen van andere eisen, houdt je uiteindelijk maar een paar mogelijke oplossingen over. Hieruit moet je dan kiezen.

5 Zet je eisen uit vraag 3 hierboven in de tabel en bedenk voor elke eis deeloplossingen.

6 Formuleer nu aan de hand van alle deeloplossingen uit de tabel een nieuw ontwerpvoorstel.

Opdracht C Verbetering van het ontwerp

Uit het artikel blijkt dat er aan de watermaker een aantal nadelen kleef. Je produceert te weinig water met een laffe smaak en de methode is te duur.

Hieruit volgen nieuwe eisen voor de watermaker: er moet een grotere opbrengst komen, de smaak van het water moet beter worden en het apparaat moet goedkoper zijn.

Bedenk met behulp van een ideeëntabel deeloplossingen voor deze eisen.
Formuleer een nieuw ontwerpvoorstel om het oude ontwerp aan te passen.

De watermaker ANTWOORDEN

1 eigenschappen	2 gebruikseigenschappen/functie	3 eisen
Schuin dak	condensvocht kan naar beneden lopen	zoet water moet makkelijk verzameld kunnen worden
Glazen dak	dak absorbeert geen water	Er moet geen water verloren gaan
Doorzichtig dak	kaseffect	De warmte van de zon moet zo nuttig mogelijk gebruikt worden
Bak met zout water	waterleverancier	Je moet water hebben
Bakstenen goot	verzamelplek voor zoet water	Je moet redelijke hoeveelheid water opvangen
Zwart plastic in de goot	water mag niet wegsijpelen, afvoer voor zoet water	Je moet het water snel afvoeren, afvoerkanaal

4 een goedkope installatie die op basis van zonne-energie uit zout water zoet water maakt

5

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4
zoet water moet makkelijk verzameld kunnen worden	Druppels water naar beneden laten lopen	Zorgen dat zoet water niet terug valt in zout water		
Er moet geen water verloren gaan	Gebruik ondoordringbare materialen (bijvoorbeeld glas, plastic, metaal)	Zorg dat zoet water direct wordt afgevoerd	Zorg voor goed afgesloten opvangbak	
Je moet zoet water maken	Uit zout water	Knalgasreactie		
De warmte van de zon moet zo nuttig mogelijk gebruikt worden	Glazen dak	Zwart oppervlak		
Je moet Redelijke hoeveelheid water opvangen	Verzamelbak	Kanaaltje		
Je moet het water snel afvoeren, afvoerkanaal	Glazen goot	Plastic goot		

6 een bak waarin zout water wordt aangevoerd, het water verdampt door de zon en condenseert tegen een schuin dak waardoor zoet water naar beneden kan stromen en wordt opgevangen.

STYREEN VEROORZAAKT STANK IN BOTLEKGEBIED

De Volkskrant, 7 januari 2002

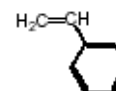
Styreen veroorzaakt stank in Botlekgebied

SCHIEDAM – In het industriegebied Botlek bij Rotterdam is zondagmorgen door nog onbekende oorzaak een hoeveelheid van het sterk ruikende styreen geëkt. De milieudienst Rijnmond DCMR had zondagmiddag 128 klachten van inwoners van Schiedam, Rotterdam en Vlaardingen ontvangen. Styreen, een grondstof voor de kunststofindustrie, is in de 3e Petroleumhaven terechtgekomen. Het Gemeentelijk Havenbedrijf bracht in het water een scherm aan om verspreiding te voorkomen. De brandweer spoot schuim over de styreen om de verdamping te beperken. (ANP)

Na het vrijkomen van de styreen werden direct maatregelen genomen.

1 Welke maatregelen werden er getroffen?

CAS-nummer: [100-42-5]
ethenylbenzeen
fenyletheen
vinylbenzeen



STYREEN

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Kookpunt, °C	145	KLEURLOZE VLOEISTOF MET TYPERENDE GEUR	
Smelpunt, °C	-31	De stof kan peroxiden vormen onder invloed van licht, lucht en zuren. ¹⁾ De stof kan heftig polymeriseren bij verwarming, bij verhitting en onder invloed van roest, zuren of peroxiden met kans op brand en explosie. ²⁾ Ten gevolge van het geringe geleidingsvermogen van de vloeistof kunnen elektrostatische ladingen worden opgewekt bij stroming, beweging etc. Taal koper langzaam aan. Reageert heftig met oxidatiemiddelen met kans op brand en explosie.	
Vlampunt, °C	31	MAC-waarde ³⁾ 25 ppm 107 mg/m ³	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	490	De geur is doorgaans onder de MAC-waarde waarneembaar.	
Explosiegrenzen, volume% in lucht	1,1 - 8,0	Wijze van opname/inademingsrisico: De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van de damp en door inslikken. Blootstelling aan deze stof kan vastgesteld worden door een bepaling van deze stof en/of zijn afbraakproduct in bloed, urine en uitademingslucht. Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht zal door verdamping van deze stof bij ca. 20°C vrij langzaam worden bereikt; bij vernevelen of verstuiven echter veel sneller.	
Dampspanning in mbar bij 20°C	6	Directe gevolgen: De stof werkt irriterend op de ogen, de huid en de ademhalingsorganen. ⁴⁾	
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)	3,6	Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling: Bij frequente hoge exposities kunnen ziekten van het zenuwstelsel optreden, met stoornissen van spierfuncties, gevoel van zwakte in de benen en prikkelingen in vingers en tenen. Er zijn aanwijzingen dat styreen kankerverwekkend is.	
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,02	Gevolgen voor het milieu: Deze stof is giftig voor het watermilieu.	
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,9		
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	0,03		
Brutoformule	C ₈ H ₈		
Relatieve molecuulmassa	104,2		
DIRECTE GEVAREN		PREVENTIE	BLUSSTOFFEN
Brand: brandgevaarlijk.		geen open vuur, geen vonken en niet roken.	poeder, A.F.F.F., schuim, koolzuur.
Explosie: boven 31°C: damp met lucht explosief.		boven 31°C gesloten apparatuur, ventilatie, explosie veilige elektrische apparatuur, aarden en de tijd nemen om de elektrostatische lading af te laten vloeien.	bij brand: tanks/vaten koel houden door spuiten met water, brand bestrijden vanuit beschutte plaats.
SYMPTOMEN		PREVENTIE	EERSTE HULP
		STRENGE HYGIENE!	
Inademen: hoesten, hoofdpijn, duizeligheid, misselijkheid, braken, slaperigheid.		ruimtelijke afzuiging, plaatselijke afzuiging, ademhalingsbescherming (filtertype A).	frisse lucht, rust en arts raadplegen.
Huid: roodheid.		handschoenen (polyvinylalcohol).	verontreinigde kleding uittrekken, huid spoelen en wassen met water en zeep en arts raadplegen.
Ogen: roodheid, pijn.		gelaatsschem.	minimaal 15 minuten spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar (oog)arts brengen.
Inslikken: keelpijn, buikpijn, maagkrampen, hoofdpijn, duizeligheid, braken, sufheid.			mond laten spoelen, GEEN braken opwekken en arts raadplegen of naar ziekenhuis vervoeren.
NOODSITUATIE / OPRUIMING / OPSLAG			ETIKETTERING
NOODSITUATIE: Is niet te verwachten, ook niet bij ongecontroleerd vrijkomen van deze stof.			Afliveringsetiket:
Opruimen gemorst product: Draag handschoenen, laarzen, filtermasker met filtertype A en zuurbril. Extra ventilatie.			
Gemorst product indammen en zorgvuldig opzuigen (explosie veilige stofzuiger) en eventueel hergebruiken.			Schadelijk
Restant opnemen in inert absorptiemiddel en dit zorgvuldig verzamelen en opslaan in vaten (niet hermetisch afsluiten). Eventuele laatste resten verwijderen met zeepoplossing. Spoelwater afvoeren naar riool.			R: 10-20-36/38
Vaten etiketteren en afvoeren volgens regionale regels.			S: (2)-23
Opslag: Brandveilig, gescheiden van zuren en oxidatiemiddelen, koel, donker, alleen indien gestabiliseerd.			Nota D
OPMERKINGEN			
¹⁾ Vóór destillatie controleren op peroxide; bij positieve reactie dit onschadelijk maken. ²⁾ De polymerisatie-inhibitor kan onwerkzaam worden door contact met lood e.d. ³⁾ De MAC-waarde is een wettelijke grenswaarde. ⁴⁾ Gebruik van alcoholische dranken versterkt de schadelijke werking.			
TREM-stofkaart: 30S2055; TREM-groepskaart: 30GF1-III-9; ERIC-kaart: 3-36		GEVI: 39; UN-nummer: 2055 (gestabiliseerd)	

Op de pagina hierboven staan de gegevens over styreen uit het Chemiekaartenboek.

2 Zoek op wat de belangrijkste gevaren zijn van styreen en noteer deze.

3 Wat is je mening over de genomen maatregelen, gelet op de gevaren van styreen? Licht je antwoord toe.

Styreen is een triviale naam.

4 Wat is de systematische (rationele) naam voor styreen?

5 Teken de structuurformule van styreen.

Uit styreen kan een kunststof (polymeer) gemaakt worden.

6 Licht dit met een reactievergelijking toe. Gebruik structuurformules.

7 Geef de naam van deze kunststof.

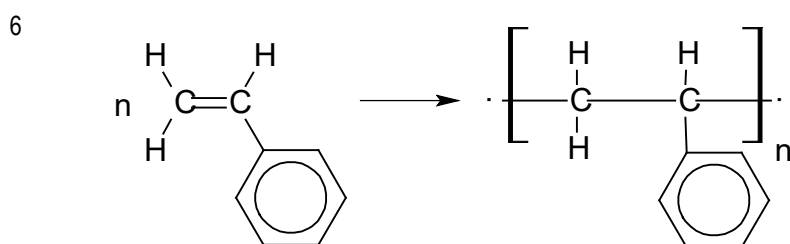
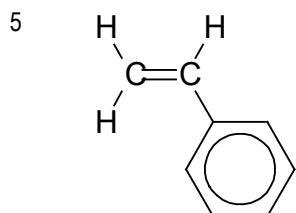
Styreen veroorzaakt stank in Botlekgebied ANTWOORDEN

1 Het Gemeentelijk Havenbedrijf bracht in het water een scherm aan om verspreiding te voorkomen. De brandweer spoot schuim over de styreen om verdamping te beperken.

2 De stof is brandgevaarlijk. De damp is explosief gemengd met lucht. Bij inademen van de damp treedt hoesten en hoofdpijn op, duizeligheid, misselijkheid, braken en slaperigheid.

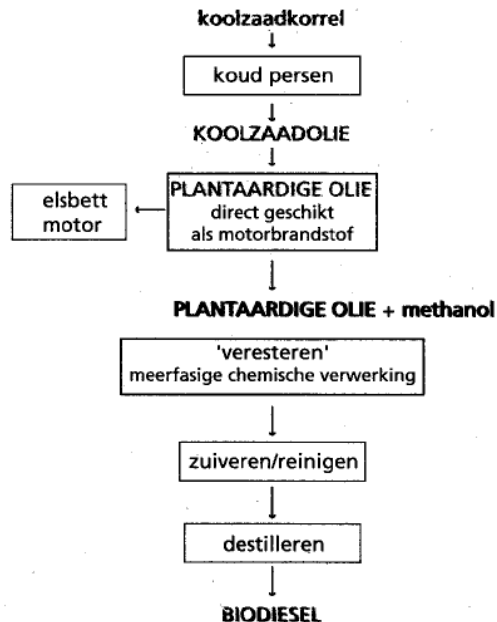
3 Er is alles aan gedaan om te voorkomen dat styreen zich verspreidt en verdampt, dus je kunt zeggen dat de juiste maatregelen genomen zijn.

4 Fenyletheen.



7 Polyfenyletheen of polystyreen (PS).

PRODUCTIEPROCES VAN PLANTAARDIGE OLIE EN BIODIESEL



Met één hectare koolzaad de wereld rond

INGOLSTADT – De autofabrikant Audi in Ingolstadt heeft een auto ontwikkeld die met de biodiesel van één hectare koolzaad veertigduizend kilometer kan rijden.

De superzuinige A2 heeft een 1,2 liter dieselmotor waar ook biodiesel in gebruikt kan worden. Het vermogen dat de motor levert is met biodiesel ongeveer gelijk aan dat met gewone diesel.

De fabrikant kreeg afgelopen zaterdag een stimuleringsprijs voor het seriematig produceren van motoren voor biodiesel van het Duitse ministerie van landbouw. Audi bouwt sinds 1997 dieselmotoren die ook op biodiesel kunnen rijden.

Bij dezelfde gelegenheid kreeg Anton Dingeln de Ernst-Pelz-prijs voor zijn inzet bij de realisatie van de grootste biomassa-centrale van Beieren. Dingeln is nog steeds actief in de promotie van biomassa-centrales binnen Europa.

1 Uit welke plant wordt de biodiesel gemaakt die de Audi gebruikt?

De eerste stap van koolzaad tot biodiesel is het koudpersen van de koolzaadkorrels.

2 Welke scheidingsmethode vindt daarbij plaats?

Daarna moet de koolzaadolie omge-esterd worden met methanol.

3 Wat is een verestering?

4 Verklaar de benaming omestering.

5 Geef in een reactievergelijking aan hoe de omestering plaats zal vinden. Gebruik voor de vetzuurrest de letter R.

De gevormde brandstof wordt biodiesel genoemd.

6 Verklaar de benaming bio in biodiesel.

Gegeven is dat 1,7 miljoen hectare koolzaad 2 miljoen ton biodiesel oplevert. De dichtheid van biodiesel is $0,80 \text{ g cm}^{-3}$.

7 Hoeveel km rijdt de Audi op één liter biodiesel? Geef de berekening.

Bij de verbranding van biodiesel komt ook CO_2 vrij.

8 Waarom is deze ontwikkeling, het gebruik van biodiesel, toch gunstig voor het milieu?

Biodiesel ANTWOORDEN

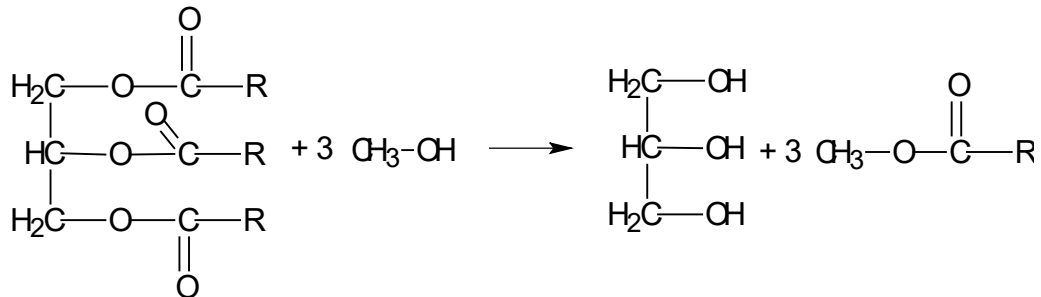
1 Koolzaad

2 Je scheidt de olie van de rest van de korrels, waarbij de olie door het filter heenloopt en de rest niet. Je filtreert en/of centrifugeert het mengsel.

3 Een verestering is een reactie waarbij een organisch zuur met een alcohol reageert tot een ester en water.

4 De ene ester wordt omgezet in een andere ester.

5



6 Het is een brandstof waarbij de uitgangsstof op biologische wijze gemaakt is.

7 Gegeven is dat 1,7 miljoen hectare 2 miljoen ton biodiesel levert, dus per hectare 1200 kg biodiesel. $1200 \text{ kg} = 1200/0,80 = 1500 \text{ dm}^3$. Hiermee is 40.000 km afgelegd, dus $40.000/1500 = 27$. Dus 27 km op 1 liter biodiesel.

8 De hoeveelheid CO_2 die eerst door de planten wordt opgenomen komt bij de verbranding ook weer vrij. Netto geen CO_2 toename.

Monsanto ontwikkelt nieuwe transgene maïs

WASHINGTON – Monsanto wil maïs op de markt brengen die door genetische manipulatie bestand is gemaakt tegen de maïswortelkever. De maïswortelkever richt volgens Monsanto jaarlijks voor één miljard euro schade aan in de Verenigde Staten. Ook in Europa komt het schadelijke insect sinds enkele jaren voor. Het beestje is via militaire transporten tijdens de oorlogen in Joegoslavië in Europa terechtgekomen en maakt sindsdien een forse opmars richting West Europa.

Amerikaanse boeren in zestien staten die proefvelden met de nieuwe maïs hebben ingezaaid zijn enthousiast over het nieuwe product van Monsanto. Zij zeggen, dat het gebruik vele tonnen insecticide uitspaart en de teelt eenvoudiger maakt. Consumentengroepen en tegenstanders van transgene gewassen in de VS zijn niet overtuigd.

Het zijn vooral de larven

van het insect die een grote bedreiging vormen. De larven eten in mei en juni de wortels van de maïsplant, die dan net in een kritieke groeifase is. Als de wortels zijn aangetast, groeien de planten minder snel en zij verliezen hun greep op de grond. Harde wind of regen kan een heel veld aangetaste maïs platleggen, waardoor oogsten vaak onmogelijk wordt. De Amerikaanse milieudienst – de Environmental Protection Agency, EPA – houdt deze week hoorzittingen over de vraag of de nieuwe maïs het milieu mogelijk schaadt en of het product goedgekeurd kan worden voor algemeen gebruik. De zittingen zijn de laatste stap in de wetenschappelijke studies die de EPA moet uitvoeren voordat zij een transgeen product vrij kan geven. De studie van de EPA omvat onder meer onderzoek naar de vraag of de nieuwe maïs niet alleen de maïs-

wortelkever zou doden, maar ook andere, onschadelijke insecten kan treffen.

Een andere vraag is of de nieuwe maïs in het algemeen de resistentie tegen insecten-dodende middelen gebaseerd op Bt (*Bacillus thuringiensis*) zal vergroten. Biologische boeren gebruiken Bt als een natuurlijk bestrijdingsmiddel en in de VS wordt een vorm van transgenemaïs met Bt elementen al op grote schaal gebruikt om aantasting door de Europese maïsboorder tegen te gaan.

Na de hoorzittingen neemt de EPA een definitieve beslissing. Het is nog niet bekend wanneer een definitief besluit zal komen. De Food and Drug Administration, die in de VS de voedselveiligheid in het oog houdt, heeft de nieuwe maïs al vrijgegeven voor gebruik in voedsel en diervoer. Alleen een negatief besluit van de EPA, kan de transgene maïs nog tegenhouden. (Corr)

Monsanto heeft een nieuwe maïssoort gemaakt.

1 Waarom wordt deze maïssoort transgene maïs genoemd?

De maïssoort is door genetische modificatie bestand gemaakt tegen de maïswortelkever.

2 Wat doet de maïswortelkever?

3 Hoe wordt de kever tot nu toe bestreden?

De EPA moet besluiten of de transgene maïs wordt toegelaten tot de markt.

4 Wat is de EPA?

5 Welke twee belangrijke vragen moet de EPA oplossen?

De FDA heeft de nieuwe maïs al vrijgegeven voor gebruik.

6 Wat doet de FDA?

7 Waarom heeft de FDA de nieuwe maïs wel vrijgegeven en de EPA nog niet? Welk verschil is er tussen beide instanties?

De maïswortelkever kwam tot enkele jaren terug niet in Europa voor.

8 Wat is de oorzaak dat de kever nu wel in Europa voorkomt?

Het gebruik van genetisch gemodificeerde producten stuit nogal eens op verzet.

9 Hoe kijk jij tegen genetisch gemodificeerd voedsel aan? Geef je beargumenteerde mening.

Monsanto ontwikkelt nieuwe transgene maïs ANTWOORDEN

1 De maïssoort is door genetische modificatie aangepast.

2 De larven van de kever eten de wortels van de maïsplant. De kever zelf doet niets.

3 De larven van de kever worden tot nu toe bestreden door gebruik te maken van insecticiden (bestrijdingsmiddelen tegen insecten).

4 Amerikaanse milieudienst

5 De eerste vraag is of de nieuwe maïssoort ook andere, onschadelijke insecten doodt. De tweede vraag of de nieuwe maïssoort de resistentie tegen insectendodende middelen zal vergroten.

6 De FDA houdt in de VS de voedselveiligheid in het oog.

7 De FDA kijkt alleen of het voedsel veilig is, de EPA kijkt of het gebruik van de nieuwe maïssoort gevolgen heeft voor het milieu. De gevolgen voor het milieu zijn pas over langere tijd bekend.

8 Het beestje is via militaire transporten tijdens de oorlogen in Joegoslavië in Europa terechtgekomen.

9 Eigen mening leerling. De mening moet wel goed beargumenteerd zijn.

Chemisch2Weekblad, 22 juni 2002

NATUUR MAAKT VINYL CHLORIDE

Productie van vinylchloride, een toxische stof en hoofdbestanddeel van pvc, vindt niet alleen synthetisch plaats. Duitse wetenschappers van de Heidelberg Universiteit bewijzen dat vinylchloride ook door de natuur wordt aangemaakt. Met GC/MS is de vorming van vinylchloride in verschillende grondmonsters gevolgd. Per uur werd er 120 pg vinylchloride per gram grond gemaakt. De wetenschappers vermoeden dat vinylchloride wordt gevormd tijdens oxidatieve degeneratie van organisch materiaal. Zoals bij een reactie tussen humusachtige substanties, chloride ionen en een oxidant. ●

Vinylchloride is een toxische stof.

1 Wat wordt daarmee bedoeld?

Vinylchloride is een triviale naam.

2 Wat is de rationele naam van vinylchloride?

3 Teken de structuurformule van vinylchloride.

Vinylchloride is het hoofdbestanddeel van PVC.

4 Hoe kan uit vinylchloride PVC gemaakt worden?

5 Schrijf de vergelijking op van de reactie die daarbij verloopt. Gebruik structuurformules.

Vinylchloride blijkt ook in de natuur gemaakt te worden.

6 Hoeveel gram vinylchloride wordt er per uur per gram grond aangemaakt? Maak onder andere gebruik van Binas tabel 2.

7 Reken deze hoeveelheid om in mol vinylchloride per seconde per gram grond.

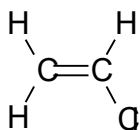
8 Leg uit dat je voor de vorming van vinylchloride zowel organisch materiaal als chlorideionen nodig hebt.

Natuur maakt vinylchloride ANTWOORDEN

1 Een toxische stof is een giftige stof, dit is een stof die al bij lage concentraties giftig is.

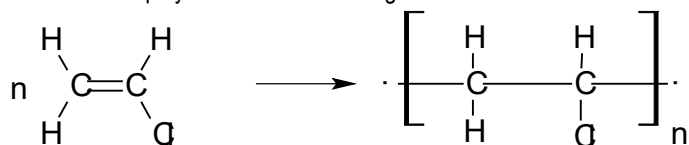
2 De rationele naam is chlooretheen.

3



4 Vinylchloride kan door polymerisatie in PVC omgezet worden.

5



6 Er wordt 120 pg vinylchloride per uur per g grond aangemaakt = $120 \times 10^{-12} \text{ g} = 1,2 \times 10^{-10} \text{ g}$ per uur per g grond.

7 $1,2 \times 10^{-10} \text{ g}$ per uur per g grond = $1,2 \times 10^{-10} / 3600 = 3,3 \times 10^{-14} \text{ g}$ per sec per g grond = $3,3 \times 10^{-14} / 62,49 = 5,3 \times 10^{-16} \text{ mol}$ per seconde per gram grond.

8 Het organische materiaal levert de koolstof- en waterstofatomen, de chlorideionen leveren de benodigde chlooratomen.

Chemisch2Weekblad, 30 maart 2002

AMMONIUM EFFICIENT AFGEBROKEN DOOR BACTERIEKOPPEL

Delftse en Nijmeegse milieubiotechnologen hebben een goed huwelijk gearrangeerd tussen een zuurstofhatende en een zuurstofminnende bacterie. De Anammox-bacterie zet nitriet om in stikstofgas met ammonium als voedselbron. De nitrificerende Nitrosomonas-bacterie maakt het daarvoor benodigde nitriet met behulp van zuurstof uit ammonium. Samen zetten ze ammonium in afvalwater volledig om in het onschadelijke stikstofgas.

Tot een paar jaar geleden dachten de onderzoekers dat de zuurstofhatende en de zuurstofminnende bacterie nooit beide in hetzelfde reactorvat konden gedijen. Bij heel lage zuurstofconcentraties en een overmaat aan ammonium kunnen ze echter prima samenleven. Ze noemden het proces 'canon', wat staat voor 'completely autotrophic nitrogen removal over nitrite'. ●

In het artikel lees je over het resultaat van milieubiotechnologen. Biotechnologen zijn ingenieurs die biologische processen (zoals bierbrouwen of gist maken) in het groot laten verlopen.

1 Welk milieuprobleem kan door de beschreven onderzoeksresultaten worden aangepakt?

Men spreekt in het artikel over zuurstofhatende en zuurstofminnende bacteriën.

2 Welke bacteriesoort is zuurstofhatend en welke is zuurstofminnend?

3 Onder welke omstandigheden kunnen zuurstofhatende en zuurstofminnende bacteriën in hetzelfde reactorvat werkzaam zijn?

Als eerste moet er uit ammonium en zuurstof nitriet, NO_2^- , gevormd worden.

4 Geef de vergelijking van deze vorming in een reactie weer.

Daarna reageren nitriet en ammonium met elkaar onder vorming van stikstof en water.

5 Geef de halfreactie voor de omzetting van nitriet in stikstof.

6 Geef de halfreactie voor de omzetting van ammonium in stikstof.

7 Stel de totaalvergelijking van de reactie tussen nitriet en ammonium op.

Het proces wordt door de onderzoeker 'Canon' genoemd.

8 Waar staat 'Canon' voor?

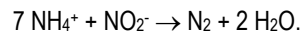
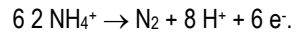
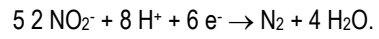
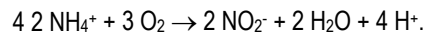
9 Geef ook een Nederlandse omschrijving.

Ammonium efficiënt afgebroken ANTWOORDEN

1 De luchtverontreiniging door ammoniak

2 Anammoxbacterie is zuurstofhatend, Nitrosomonasbacterie is zuurstofminnend.

3 Bij een heel lage zuurstofconcentratie en een overmaat aan ammonium.



8 Canon staat voor completely autotrophic nitrogen removal over nitrite.

9 Volledige zelfregulerende stikstofverwijdering via nitriet.

TEMPERATUUR STIJGT OPGAVEN

Agrarisch Dagblad, 17 juli 2002



Een cartoon spot vaak met de werkelijkheid.

- 1 In welk land staan de beide mannen op de cartoon?
- 2 Is dit een al bestaande situatie?
- 3 Wat wil de cartoonist hiermee aangeven? Leg duidelijk uit.

Temperatuur stijgt ANTWOORDEN

1 In Nederland.

2 Nee, het is geen bestaande situatie.

3 De cartoonist wil aangeven dat als we doorgaan met de uitstoot van koolstofdioxide door verbranding van fossiele brandstoffen, de gemiddelde temperatuur op aarde zal gaan stijgen. Welke gevolgen dit heeft, positief of negatief, is niet te overzien.

Deze cartoon lijkt ons geschikt als onderwerp voor een klasgesprek.

Vanadium wordt schuim

MATERIALEN Een gram vanadiumoxide kan opgeblazen worden tot grote hoeveelheden schuim met gebruikmaking een nieuwe methode, ontworpen door onderzoekers van de universiteit van Parijs. Ze beschrijven hun resultaten in Nature van donderdag 18 april.

Bruno van Wayenburg

Haarlem – Vanadiumoxide is een belangrijke katalysator in de organische chemie. Een schuim-variant ervan heeft het voordeel dat de bellen het con-

tactoppervlak tussen katalysator en de chemische reactie vergroten. Een variant van de nieuwe methode zou daarom bruikbaar kunnen zijn om betere katalysatoren te maken voor industriële of andere chemische processen.

De onderzoekers mengden vanadium-pentoxide (V_2O_5) met een oplossing in aceton van oppervlakte-actieve moleculen, lange koolstofketens met aan het eind een aminegroep. Dit levert, zo was al bekend, een visceuze gel op, waarin de oppervlakte-actieve stoffen zich tussen de lagen van vanadiumoxide hebben genesteld.

Na toevoeging van een waterstofperoxide-oplossing gaat deze massa schuimen. Onder in-

vloed van de katalysator vanadiumoxide ontleedt het waterstofperoxide tot zuurstofgas en water. Na een half uur is ruim tweeëneenhalve liter fel geel schuim ontstaan, melden de onderzoekers.

Nadat het oplosmiddel uit het superlichte schuim gedampt is, blijft het wel erg breekbaar. Dit is een probleem bij het vervaardigen van industriële katalysatoren, die tegen een stootje bestand moeten zijn.

Bij onderzoek met een elektronenmicroscop blijken de onregelmatig gevormde bellen in het schuim een paar micrometer in doorsnee, de wandjes van vanadiumoxide daartussen meten maar één micrometer. ■

Vanadiumoxide is een belangrijke katalysator in de organische chemie.

1 Wat is een katalysator?

2 Waarom wilden de onderzoekers ze een schuimvariant van deze katalysator maken?

Vanadiumoxide is een zout.

3 Wat is de ionlading van het vanadiumion in vanadiumoxide? Licht je antwoord toe.

De onderzoekers mengden vanadiumoxide met een oplossing van oppervlakte-actieve deeltjes in aceton.

4 Geef een omschrijving van de bouw van een oppervlakte-actief deeltje.

Na toevoeging van een waterstofperoxideoplossing gaat de massa schuimen.

5 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als de waterstofperoxideoplossing toegevoegd is.

6 Wat is schuim?

7 Verklaar dat het schuim superlicht is.

Het oplosmiddel verdampt uit het superlichte schuim.

8 Welk oplosmiddel verdampt er uit het schuim?

De bellen in het schuim zijn met een elektronenmicroscop onderzocht.

9 Maak een schematische tekening van een bel waarin je wel rekening houdt met de vermelde afmetingen (de tekening hoeft dus niet op ware grootte)

Een titel van een artikel moet kort zijn en geeft daardoor vaak een niet geheel juiste weergave van de inhoud weer.

10 Geef commentaar op de titel van het artikel.

Vanadium wordt schuim ANTWOORDEN

1 Een katalysator is een stof die een bepaalde reactie versnelt zonder daarbij verbruikt te worden.

2 Hierdoor wordt het contactoppervlak tussen katalysator en de chemische reactie vergroot.

3 Vanadiumoxide is V_2O_5 . Het oxideion is 2^- , dus het vanadiumion is 5^+ .

4 Dat zal een molecuul zijn met een lange apolaire (hydrofobe) staart en een polaire (hydrofiele) kop.

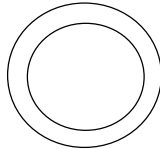
5 $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$.

6 Schuim is een gas dat ingesloten is in een vloeistof of vaste stof.

7 Er zit verhoudingsgewijs veel gas ten opzichte van de vaste stof waardoor de dichtheid erg laag is.

8 Dat zal in ieder geval het oplosmiddel aceton zijn. Wellicht verdampt er ook water verdampt dat als oplosmiddel voor de toegevoegde waterstofperoxide werd gebruikt.

9



(verhouding rand 1 μm
t.o.v. holte paar μm)

10 Het is niet vanadium maar vanadiumoxide dat gebruikt wordt. En niet het vanadium wordt schuim, maar er ontstaat schuim doordat waterstofperoxide toegevoegd wordt aan een mengsel van vanadiumoxide en een oppervlakte-actieve stof. Je kunt zeggen dat de titel niet geheel de lading van het artikel dekt.

'Bio-ethanol uit bieten biedt goede kansen'

AMSTERDAM – De kansen voor bio-ethanol uit suikerbieten zijn goed, maar er is wel een stimuleringsbeleid nodig om het tot een succes te maken. Dat zei Dominique Ducroquet, voorzitter van de Algemene Federatie van Bietentelers CGB, gisteren aan het begin van het congres van de Internationale Organisatie voor Europese Suikerbietentelers (Cibe) in Amsterdam.

De Franse suikerproducenten zijn in Europa het verst met het produceren van bio-ethanol uit suikerbieten.

Ducroquet ziet mogelijkheden voor suikerproductie voor andere doelen dan consumptie. "Er zijn grenzen aan de maaginhoud van de Europeanen, maar de landbouw kan meer suiker produceren. Er zijn

voordelen aan de bio-ethanolproductie. Denk aan de hernieuwbaarheid van het product en de lagere afhankelijkheid van fossiele brandstof."

In Frankrijk, Spanje, Italië en Zweden zijn al initiatieven om meer met bio-ethanol te gaan doen. Ducroquet denkt dat verdubbeling van de suikerproductie haalbaar is. "Je produceert dan een even grote hoeveelheid bieten voor bio-ethanol als je nu gebruikt voor A- en B-suiker. De prijs zou je kunnen middelen om het aantrekkelijk te houden."

Voor de alternatieve brandstof is het wel nodig om de afname van het product over langere tijd te garanderen. Een gunstige belastingregeling voor bio-ethanol maakt de prijs betaalbaar voor de gebruikers. Ducroquet denkt verder dat afspraken met de olieindustrie

nodig zijn. Er zitten ook voordelen in voor de suikerindustrie. "Wie weet kan de fabriek wel langer open als de campagne verlengd wordt."

De Europese markt zal de eerste jaren wel bescherming nodig hebben tegen buitenlandse concurrentie. "Brazilië produceert veel bio-ethanol. Ze gebruiken het veel, maar willen het vast ook wel exporteren naar Europa."

Behalve initiatieven met bio-ethanol zijn er in Europa ook meerdere projecten met biodieselproductie uit koolzaadolie. Op dit gebied is Duitsland al ver. In totaal zijn er al meer dan duizend verkooppunten voor de brandstof in Duitsland. De EU praat nu over stimulering van het gebruik van biobrandstoffen. Het gaat dan om de hoeveelheid die door de benzine of diesel gemengd wordt.

Het gebruik van bio-ethanol als brandstof brengt diverse voordelen met zich mee.

1 Welke voordelen worden er in het artikel genoemd?

2 Waarom wordt er toch nog niet op grote schaal bio-ethanol geproduceerd?

In de dikke wortel van suikerbietplant zit 15 tot 20 % suiker. Die suiker is sacharose. Deze wordt er uit gehaald door dunne reepjes te koken met water.

3 Neem uit Binas de structuurformule over van sacharose.

4 Leg uit waardoor sacharose heel goed oplosbaar is in water.

5 Welke scheidingsmethode zal er na het koken plaatsvinden? Licht je antwoord toe.

De gewonnen suiker kan voor veel doeleinden gebruikt worden. Eén ervan is het omzetten van suiker in ethanol. Dit gebeurt in een fermentatiereactie waarbij uit suiker en water naast ethanol ook koolstofdioxide ontstaat.

6 Geef de vergelijking van deze reactie.

7 Waarom wordt de aldus gevormde ethanol bio-ethanol genoemd?

8 Waarom kan de suiker zelf niet als brandstof toegepast worden?

Het gehele proces van biet tot bio-ethanol kan in een blokschema weergegeven worden.

9 Geef dit blokschema.

Aan het einde van het artikel is er sprake van nog een biobrandstof.

10 Welke is dat?

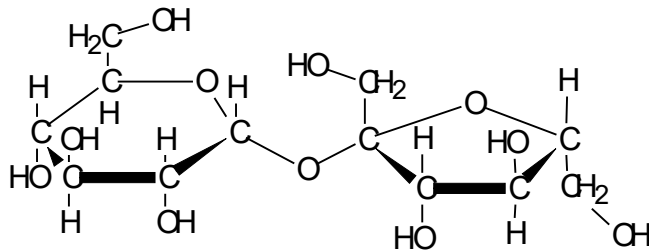
11 In welke vorm wordt deze biobrandstof dan op de markt gebracht?

Bio-ethanol uit bieten ANTWOORDEN

1 De hernieuwbaarheid van het product en de lagere afhankelijkheid van fossiele brandstof. Koolstofdioxide kan weer door planten worden vastgelegd, waardoor weer suiker kan ontstaan.

2 De hoge prijs van bio-ethanol zorgt ervoor dat er nog geen grote vraag is.

3



4 Sacharose heeft per molecuul heel veel OH-groepen die met water H-bruggen kunnen vormen.

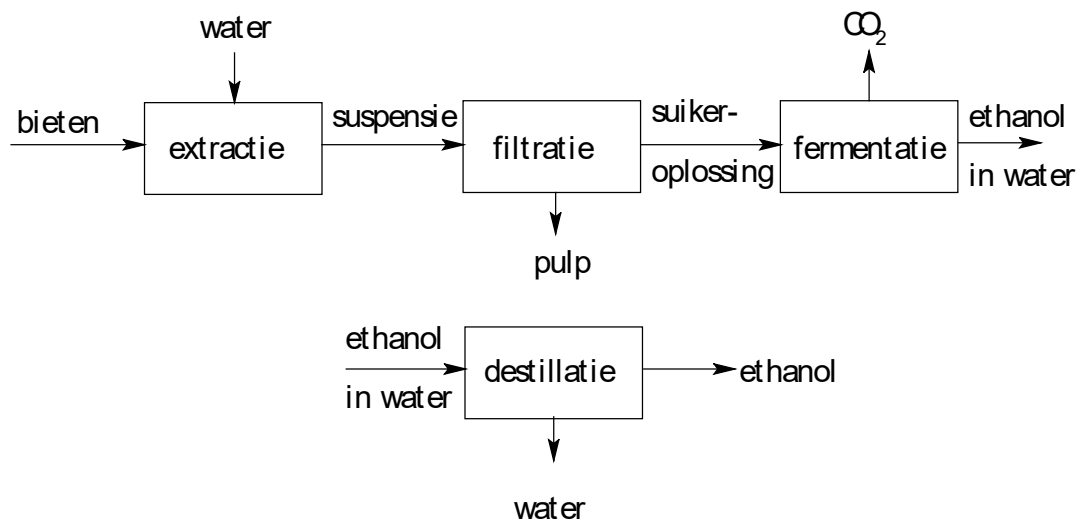
5 De opgeloste suiker zal van de rest van de biet gescheiden moeten worden. Er zal gefiltreerd moeten worden.

6 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4 C_2H_5OH + 4 CO_2$.

7 Het proces waarbij ethanol gevormd wordt, is een biologisch proces; de grondstof suiker is afkomstig uit een plant.

8 Suiker is een vaste stof, moeilijk in een brandstofsysteem te transporteren. Verder ontleedt suiker bij verhitting.

9



10 Biodiesel

11 Gemengd met benzine of diesel.

BACTERIE GEEFT GAS

ENERGIE Op termijn kan ongeveer vier procent van het energieverbruik in Nederland gedekt worden door waterstofproductie uit organische afvalstromen en toepassing van brandstofcellen. Optimisten hopen dat over tien jaar een eerste biowaterstofcentrale gebouwd kan worden met een capaciteit van 500 kubieke meter waterstofgas per uur.

H. Walburgh Schmidt

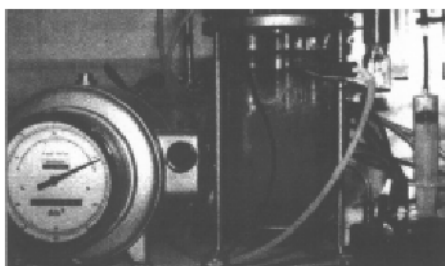
Ede - Vorige week kwamen 150 onderzoekers uit de VS, Europa en Japan bijeen op het congres Biohydrogen 2002 in Ede om de vooruitgang in de productie van biowaterstof te bespreken. Waterstof wordt vaak gezien als het ei van Columbus voor een volledig duurzame CO₂-neutrale energievoorziening. Het lijkt samen met brandstofcellen grote mogelijkheden te hebben voor gebruik in motorvoertuigen en in de decentrale elektriciteitsopwekking. Dit systeem van energieconversie kent geen CO₂-emissies en biedt een hoger rendement dan de gangbare fossiele en duurzame energiebronnen. Het optimale resultaat wordt bereikt als de waterstof zelf ook duurzaam geproduceerd kan worden.

Biologische waterstofproductie kan hier een zinvolle aanvulling op bieden. Systemen voor biologische waterstofproductie lijken vooral interessant in de land- en tuinbouwsector, de agro-industrie of de verwerking van organische rest- of afvalstromen.

Dat zijn plaatsen waar biomassa in voldoende hoeveelheid beschikbaar is.

Op het congres in Ede werd gesproken over katalyse van biowaterstof op moleculair niveau, procesontwikkeling en ontwerpen voor de bioreactor. Ook werden energieanalyses belicht en werd gekeken naar toepassingen en economische haalbaarheid van het proces. De werkzame bacteriën moeten bijvoorbeeld goed tegen hoge temperaturen kunnen.

Sommige geschikte micro-organismen zijn gevonden in een Afrikaanse oliebron



Een proefopstelling bij ATO

(Thermotoga elfii), andere in de buurt van een Nieuw-Zeelandse geiser (Caldicellulosiruptor saccharolyticus). Extreem thermofiele bacteriën blijken echter ook dichterbij huis voor te komen. De universiteit in Wageningen heeft dergelijke bacteriën ook in een Wageningse sloot kunnen isoleren.

Azijnzuur

Het omzettingsproces bestaat uit twee fases. In de eerste fase wordt de biomassa afgebroken in Waterstof, in CO₂ en in organische zuren als azijnzuur.

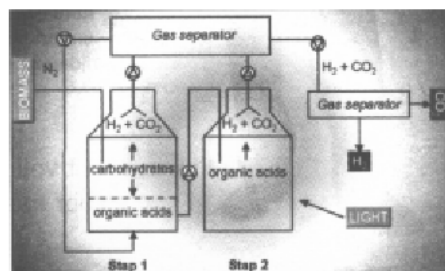
Daarvoor is een temperatuur nodig van zeventig graden. De CO₂ wordt weer opgenomen door planten waardoor het proces CO₂ neutraal is. Voor verdere omzetting van het azijnzuur in waterstofproductie is zonlicht nodig.

Via dit tweetrapsproces is in principe 99 procent van de energie in de biomassa vrij te maken in de vorm van waterstofgas, aldus dr. ir. Pieternel Claassen van het Instituut voor Agrotechnologisch onderzoek in Wageningen. Er ligt al een ontwerp klaar voor een geïntegreerde

gasfabriek met een kleinschalige productiecapaciteit van 500 kubieke meter per uur. De bioreactoren moeten dan enkele honderden meter kubieke meter volume hebben. Het gas zou dan via een brandstofcel omgezet kunnen worden in elektriciteit en warmte. Voldoende voor de stroomvraag van ongeveer duizend woningen en voor een groot deel van hun warmtevraag.

Een haalbaarheidsanalyse geeft aan dat een kubieke meter waterstof uit een dergelijke fabriek ongeveer twee kwartjes kost. Dat is vergelijkbaar met andere processen voor de winning van waterstof die echter niet duurzaam zijn. Het onderzoek naar biowaterstof wordt in Nederland gedaan bij ATO, TNO, ECN en diverse universiteiten.

www.biohydrogen.nl



Schema van proces voor biologische H₂ productie uit biomassa in een 2-staps fermentatie: In stap 1 worden koolhydraten via thermofiele fermentatie omgezet in waterstof, CO₂ en organische zuren. In stap 2 worden de organische zuren met behulp van zonlicht verder omgezet in H₂ en CO₂ door fotofermentatieve bacteriën

Waterstof kan gewonnen worden uit organische afvalstromen. Men spreekt van biowaterstof.

1 Verklaar de benaming biowaterstof.

2 Leg uit dat bij gebruik van organisch afval er een CO₂-neutrale energievoorziening bereikt kan worden.

Het proces verloopt in twee fasen.

3 Geef de eerste fase in woorden weer.

4 Geef de reactievergelijking van deze omzetting, hierbij is ook zuurstof en water nodig. Gebruik voor biomassa de formule (C₆H₁₀O₅)_n.

In de tweede fase worden de organische zuren omgezet in waterstof en koolstofdioxide. Ook hierbij is zuurstof nodig.

5 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.

6 Maak een totaalvergelijking van de beide reacties uit vraag 3 en 4.

Bekijk de figuur in het artikel die het proces schematisch weergeeft.

7 Welke stofstroom/stofstromen mis je?

8 Maak een juist blokschema van het totale proces.

De gevormde waterstof kan gebruikt worden als brandstof in een brandstofcel.

9 Wat doet een brandstofcel?

10 Maak een schematische tekening van een brandstofcel.

Een kleinschalige fabriek zou 500 m³ waterstof per uur kunnen produceren.

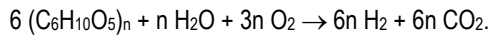
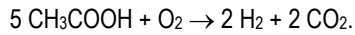
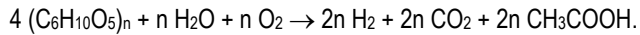
11 Bereken hoeveel kg biomassa er dan jaarlijks nodig is. Gegeven: biomassa is (C₆H₁₀O₅)_n; V_m = 24,0 dm³ mol⁻¹; de fabriek is 45 weken per jaar, 24 uur per dag, werkzaam.

Bacterie geeft gas ANTWOORDEN

1 Het is waterstof dat op biologische wijze gemaakt is.

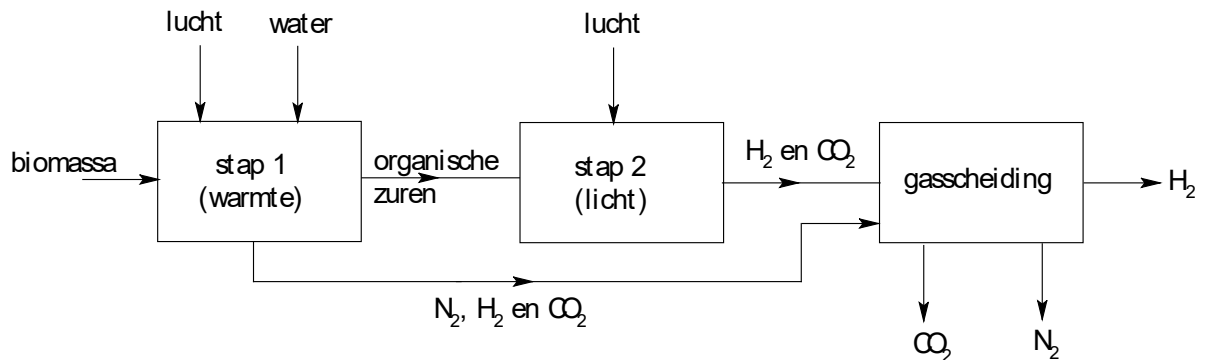
2 De koolstofdioxide die vrijkomt bij verbranding van organisch materiaal was al in de koolstofkringloop aanwezig. Er wordt geen extra koolstof toegevoegd aan die kringloop.

3 In de eerste fase wordt de biomassa afgebroken tot waterstof, koolstofdioxide en organische zuren zoals azijnzuur (ethaanzuur)..



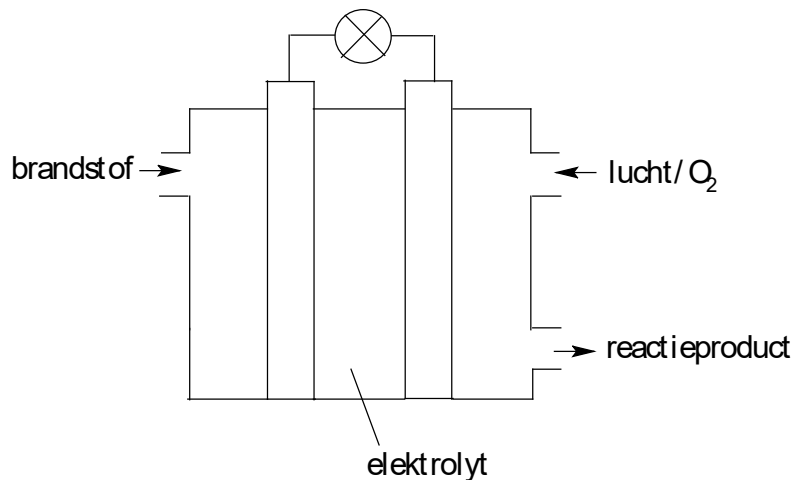
7 De stofstromen zuurstof en water staan niet vermeld.

8



9 Een brandstofcel is een elektrochemische cel waarbij een brandstof bij een lager temperatuur met zuurstof reageert. De vrijkomende elektrische energie kan daarbij nuttig gebruikt worden.

10



11 $500 \text{ m}^3 = 500.000 \text{ dm}^3 = 500.000/24 = 20800 \text{ mol}$ waterstof. De molverhouding biomassa : waterstof (zie vraag 5) = 1 : 6. Dus $20800/6 = 3470 \text{ mol}$ biomassa per uur, dus $3470 \times 24 \times 7 \times 45 = 26.250.000 \text{ mol}$ per jaar = $26.250.000 \times 178, 14 = 470.000.000 \text{ g} = 470.000 \text{ kg}$ biomassa per jaar.

Kunstbladeren verminderen broeikaseffect

OAK RIDGE – Kunstmatige bladeren kunnen wellicht gebruikt worden voor het omzetten van koolstofdioxide in zuurstof. Volgens onderzoeker Ligen Wang van het Amerikaanse Oak Ridge National Laboratory kunnen de kunstmatige bladeren dat ook in het donker. Levende planten hebben voor dit proces van fotosynthese zonlicht nodig.

Wang onderzocht waarom omzetting van koolstofdioxide in zuurstof door bepaalde substanties versneld

worden. Hieruit bleek dat minuscule kristallen die rijk zijn aan cadmium zorgen voor een snelle fotosynthese, zelfs onder donkere omstandigheden.

Volgens Wang zouden de kunstmatige bladeren kunnen bijdragen aan de vermindering van het broeikas-effect, dat vooral veroorzaakt wordt door toename van koolstofdioxide in de atmosfeer. Planten verminderen de uitstoot van koolstofdioxide al door de stof om te zetten in zuurstof. De bladeren kunnen volgens Wang bijvoorbeeld in schoorstenen geplaatst worden om zo de schadelijke gassen al te verwijderen, voordat ze in de atmosfeer komen.

Kunstmatige bladeren blijken koolstofdioxide om te kunnen zetten in zuurstof. Groene planten doen dit alleen als er (zon)licht is.

1 Hoe heet dit proces waarbij koolstofdioxide omgezet wordt in zuurstof?

2 Geef commentaar op de zinsnede '*omzetten van koolstofdioxide in zuurstof*'.

3 Geef de vergelijking van de reactie die in groene planten plaatsvindt tijdens de omzetting van koolstofdioxide in zuurstof.

4 Wat heeft onderzoeker Wang ontdekt?

5 Waarom is het van belang dat bij gebruik van kunstbladeren het bedoelde proces in het donker plaatsvindt?

6 Vermindert het broeikaseffect bij gebruik van kunstbladeren? Leg duidelijk uit.

Kunstbladeren verminderen broeikaseffect ANTWOORDEN

1 Dat is het fotosyntheseproces.

2 Deze zinsnede geeft slechts een gedeelte van de bedoelde reactie weer. Als koolstofdioxide in zuurstof omgezet wordt, komt er ook koolstof vrij.

3 $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.

4 Minuscule kristallen die rijk zijn aan cadmium zorgen voor een snelle fotosynthese, zelfs onder donkere omstandigheden.

5 De kunstbladeren wil men in schoorstenen toepassen. In schoorstenen komt maar heel weinig licht.

6 Dat zal alleen gebeuren als een groot deel van de uitstoot aan koolstofdioxide, gevormd door verbranding van fossiele brandstoffen, weer omgezet wordt in zuurstof. Bovendien mag de gevormde koolstof dan niet als brandstof toegepast worden. Je kunt stellen dat dit vrij onwaarschijnlijk is.

KATALYSATORMIX MAAKT SALPETERZUURINDUSTRIE SCHONER

Onderzoekers van ECN (Petten) hebben een techniek ontwikkeld die salpeterzuurfabrieken schoner moet maken. Door combinatie van katalysatoren is het mogelijk om de gas-uitstoot eenvoudiger en goedkoper te reinigen.

In Nederland is de salpeterzuurindustrie één van de grootste bronnen van lachgas (N_2O) en andere schadelijke stikstofoxiden (NO_x). N_2O is een sterk broeikasgas dat over een periode van honderd jaar 310 maal zoveel warmte kan vasthouden in de atmosfeer als CO_2 .

Met de nieuwe techniek, op basis van selectieve reductie door twee katalysatoren, worden zowel stikstofoxiden als lachgas verwijderd uit de gasstroom. De katalysatoren zetten de stikstofoxiden en N_2O met behulp van propaan of methaan om in stikstof, water en koolstofdioxide. Een groot voordeel van de nieuwe methode is dat deze over een breed temperatuurgebied kan worden toegepast. Hierdoor hoeft de gasstroom tussentijds niet te worden opgewarmd. ●

Dit artikel beschrijft hoe in de schoorsteengassen van een salpeterzuurfabriek een combinatie van katalysatoren de gasuitstoot eenvoudig en goedkoop kan reinigen.

- 1 Welke gassen moeten er verwijderd worden?
- 2 Welke gevaren/gevolgen brengt de uitstoot van elk van die gassen met zich mee?

De genoemde stikstofoxiden worden gevormd bij één van de deelstappen bij de productie van salpeterzuur. Deze stikstofoxiden worden verder omgezet in salpeterzuur.

- 3 Geef de reactievergelijking waarbij salpeterzuur (HNO_3) uit stikstofdioxide en water gevormd wordt. Als bijproduct ontstaat ook stikstofmonoxide.

Een katalysatormix moet ervoor zorgen dat de uitstoot van stikstofoxiden met behulp van methaan of propaan omgezet worden in stikstof, water en koolstofdioxide.

- 4 Hoe kan het dat er stikstofoxiden in de uitstoot van een salpeterzuurfabriek voorkomen?
- 5 Geef de reactievergelijkingen voor de omzetting van lachgas, stikstofmonoxide en stikstofdioxide met behulp van methaan.
- 6 Hoe zou je de functie van de katalysatormix kunnen omschrijven?
- 7 Welk groot voordeel brengt het gebruik van de katalysatormix met zich mee?
- 8 Leg uit dat het genoemde voordeel kostenbesparend is.
- 9 Wat zal het gevolg voor het milieu zijn als deze vinding wordt toegepast?

Katalysatormix ANTWOORDEN

1 Lachgas, N_2O , en andere schadelijke stikstofoxiden (NO_x), NO en NO_2 .

2 Lachgas is een sterk broeikasgas. Bij veel uitstoot van lachgas zou de gemiddelde temperatuur op aarde kunnen stijgen: het versterkte broeikaseffect. De andere stikstofoxiden geven zure regen en verzuren het milieu. Bovendien kunnen ze, in combinatie met andere gassen, voor smogvorming zorgen.

3 $3 \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3 + \text{NO}$.

4 Als eerste stap wordt in de fabriek $\text{NO} + \text{NO}_2$ gevormd met als bijproduct N_2O (lachgas). Lachgas reageert al helemaal niet verder, stikstofmonoxide en stikstofdioxide zullen niet volledig reageren tot salpeterzuur en voor een klein gedeelte in de uitstoot terechtkomen.

5 Lachgas: $4 \text{N}_2\text{O} + \text{CH}_4 \rightarrow 4 \text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

Stikstofmonoxide: $4 \text{NO} + \text{CH}_4 \rightarrow 2 \text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

Stikstofdioxide: $2 \text{NO}_2 + \text{CH}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

6 Deze katalysatormix laat specifiek bepaalde reacties (zie 5) verlopen.

7 De methode kan over een breed temperatuurgebied worden toegepast.

8 De gasstroom hoeft niet opgewarmd te worden. Opwarming kost energie en dus geld.

9 Er komt minder zure regen.

APPELMOES

extra kwaliteit

pot 720 ml

0.75

0.55

Prijs per liter 0.76



Je hebt een appelmoespot gekregen.

- 1 Wat zit er volgens de verpakking in appelmoes?
- 2 Is appelmoes een mengsel of geen mengsel? Waarom?
- 3 Van welke stof is het deksel gemaakt?
- 4 Hoe kun je onderzoeken of het deksel wel of niet van ijzer is gemaakt?

Als je de appelmoes kunt zien dan kun je kijken of de kleur je bevalt. Een nadeel is dat de appelmoes door licht kan verkleuren.

- 5 Hoe noem je de stofeigenschap van glas die het mogelijk maakt dat we de appelmoes kunnen zien?
- 6 Waar verpakt men de appelmoes ook wel in, zodat er geen licht bij de appelmoes kan komen?
- 7 Waarom moet de deksel er af als je de pot in de glasbak gooit?

Stofeigenschappen zijn bijvoorbeeld: kleur, geur, smaak, vloeibaarheid ('dikte').

8 Noem een aantal eigenschappen die appelmoes volgens jou moet hebben. Let op: **NIET** zeggen: een GOEDE kleur een LEKKERE smaak, maar een kleur **noemen**, een smaak **noemen** (of waar het naar moet smaken).

9 Maak nu een recept voor het maken van appelmoes. Zorg dat je appelmoes krijgt met de stofeigenschappen die je hebt genoemd.

Let op: Maak eerst een lijstje van de stoffen en materialen die je gaat gebruiken en daarna hoe je het gaat doen. Doe dat als volgt:

Stoffen:.....

Materiaal:.....

Uitvoering van de proef:

Appelmoes ANTWOORDEN

1 Appels, suiker; citroenzuur; anti-oxidant.

2 Een mengsel, want je hebt meerdere stoffen door elkaar

3 IJzer/blik/aluminium/metaal.

4 Met een magneet

5 Glas is doorzichtig

6 Blik

7 Anders kunnen ze er niet zo gemakkelijk weer glas van maken, of: er ontstaan problemen bij het glas maken, de deksel is niet van glas.

8 Gele kleur, naar kaneel geuren, zoet smaken met kaneelsmaak, zo dik zijn dat het niet onmiddellijk van je lepel loopt.

9 Stoffen: appels, suiker, kaneel. Materialen: Pan, mes, roerlepel. Uitvoering: Schil de appels, snijd ze door, haal de klokhuizen eruit, doe een beetje water in de pan en doe daar de appelstukken in. Breng alles aan de kook. Roer zo nu en dan om te kijken of de appels gaar zijn; pas op dat het niet aanbrandt. Als de appels gaar zijn roer je er suiker doorheen en kaneel.

Belangrijk is, dat de leerlingen de natuurwetenschappelijke taal leren hanteren.

Leerlingen kunnen ook in de klas of bij het vak Verzorging appelmoes koken om hen practicumvaardigheden aan te leren

SPIJKER bytes

JE SCHUDT EVEN met het luciferdoosje en -woesh! - het ding vliegt meteen in de fik! Stel je voor dat dat kon, dat zou levensgevaarlijk zijn. Toch was dat vroeger bijna zo. De eerste lucifers werden 175 jaar geleden uitgevonden en waren bloedje link. Als je ze maar even ergens tegenaan stootte, stonden ze al in brand. Met de eerste lucifers gebeurden veel ongelukken.

Toch vonden veel mensen lucifers wel een handige uitvinding. Vuur maken werd tenminste makkelijk! Heel vroeger, in de oertijd, ontdekten mensen dat je vuur kon maken door stenen tegen elkaar te slaan: daar vlogen dan vonken vanaf. Als je daar gedroogd gras bij hield, dan kon het in brand vliegen.

Hetzelfde kon je ook doen door een houtje heel hard te draaien op een ander stukje hout. Het was een heel gedoe, met die houtjes en stenen. Je kon uren bezig zijn voor je vuur had. En als het eenmaal was gelukt, zorgde je dus dat het vuur bleef branden. Zodat je voorlopig geen nieuw vuur hoefde te maken.

Door de uitvinding van de lucifer was dat niet meer nodig. Met lucifers heb je in een wip vuur! In 1669 werd fosfor ontdekt. Dat is een giftig goedje dat goed brandt. Een paar jaren later, in 1680, ontdekte de Engelsman Robert Boyle dat je fosfor goed kon gebruiken om op een makkelijke manier vuur te maken.

Toch duurde het nog lang voordat de lucifer werd uitgevonden: pas 147 jaar later maakte de Engelsman John Walker de eerste lucifer. Hij ontdekte dat hij een mengseltje van een paar stoffen kon maken, en die op een stokje kon plakken. Als het spul gedroogd was, en hij wreef het stokje langs iets anders, dan vloog het stokje in de fik.

Fosfor had hij er gek genoeg niet in gedaan - blijkbaar wist hij daar niets vanaf! Hij noemde zijn vuurstokjes *congreves* en hij verkocht ze zelf. Rijk werd hij er niet van.

Wat later hoorde Samuel Jones van de *congreves*, en ging ze namaken. Hij veranderde ook de naam: hij noemde de vuurstokjes *lucifers*. Een naam die niet meer is verdwenen!



De lucifers werden vooral populair bij rokers, ook al stonk het vreselijk als je ze gebruikte. In 1830 probeerde de Fransman Charles Sauria de lucifers te verbeteren. Hij herinnerde de fosfor-uitvinding en ging lucifers met wit fosfor maken. Ze stonken inderdaad niet meer. Maar goed waren ze niet. Wit fosfor is erg giftig. Veel mensen werden ziek door de lucifers. Ook waren de lucifers gevaarlijk, omdat ze makkelijk in brand vlogen.

Vijfentwintig jaar later was er gelukkig een slimme Zweed die een goede uitvinding deed. Johan Edvard Lundström heette hij. En hij bedacht de veiligheidslucifer. Hij deed twee slimme dingen. Ten eerste gebruikte hij rode fosfor, die niet giftig is. En zijn tweede slimmigheidje was dat hij de rode fosfor niet op de lucifer deed, maar op het doosje! Op de lucifer zaten alle stoffen die nodig waren om voor vuur te zorgen, behalve de rode fosfor. Die zat op het strijkvlak van het doosje. Daardoor konden lucifers alleen maar gaan branden als je ze langs het strijkvlak op het doosje streek. Lucifers konden niet meer per ongeluk branden!

Zulke lucifers gebruiken we tegenwoordig nog steeds.

Tekst Ferry Piekart

Tekening Willem de Visser

Dit artikel gaat over het maken van vuur. In het artikel staat een aantal namen van onderzoekers genoemd.

1 Welke onderzoeker maakte lucifers die veel mensen ziek maakte?

Hieronder staat een tijdbalk. Er staan letters bij: a tot en met g.

2 Schrijf de letters over en vul dan in hoe men vuur maakte.

oertijd----1625-1650-1675-1700-1725-1750-1775-1800-1825-1850-1875-1900----nu									
a		b	c			d	e	f	g

a =

b = ontdekking fosfor

c =

d =

e =

f =

g =

Op de tafel van de leraar staat een pot met witte fosfor. De witte fosfor wordt onder water bewaard.

3 Waarom wordt witte fosfor onder water bewaard?

Waarschijnlijk had je de witte fosfor nog nooit gezien. Het wordt bij jullie op school achter slot en grendel bewaard.

4 Waarom bewaart men witte fosfor achter slot en grendel?

5 Welke twee pictogrammen (gevaartekens) staan op de pot (of hadden er op moeten staan)? Als je ze niet kunt zien moet je ze zelf bedenken.

Witte fosfor heeft als stofeigenschap, dat het een vaste stof is bij kamertemperatuur.

6 Noem nog drie stofeigenschappen van witte fosfor.

7 Welke stofeigenschappen heeft rode fosfor niet of minder?

8 Welke slimheidjes bedacht de onderzoeker Lundstrom bij de ontwikkeling van de veiligheidslucifers?

9 Waar maken we tegenwoordig ook vaak vuur mee?

Lucifers ANTWOORDEN

1 Charles Sauria

2 a=stenen tegen elkaar slaan of snel een houtje draaien; b=ontdekking fosfor; c=fosfor gebruiken om vuur te maken; d=congreves; e=naam lucifers bedacht; f=lucifers met witte fosfor; g=lucifers met rode fosfor/veiligheidslucifers.

3 Witte fosfor vliegt gemakkelijk in de brand als het in de lucht komt.

4 Witte fosfor is giftig.

5 Doodskop en brandbaar.

6 Wit, zeer brandbaar, giftig.

7 Rode fosfor is rood, niet giftig en het vliegt minder snel in de brand.

8 Hij gebruikte rode fosfor en deed de rode fosfor op het strijkvlak.

9 Aanstekers

TUIN & HUIS

Muuruitslag

Vorig jaar hebben we samen met onze burens een scheidingsmuur laten metselen. De muur is gemaakt van normaal baksteen en specie. Vanaf het moment dat de muur klaar was, ontstonden bij droog weer op willekeurige plaatsen witte plekken. Deze verdwijnen zodra het regent. Als je het wit proeft, smaakt het zout. Afboenen heeft geen effect, de plekken blijven terugkomen. Is er iets aan te doen?

U durft! Ik bedoel: u weet niet wat het is, maar om daar achter te komen steekt u het in uw mond. Gelukkig heeft u er niks aan overgehouden, maar toch. De vochtuitwaseming is een normaal verschijnsel. Het is een reactie van het cement en de steen. Vooral metselwerk dat buitensporig nat is geworden na de verwerking kan erg wit uitslaan. U kunt het licht

afborstelen als het droog is, maar in de regel verdwijnt het na verloop van tijd sowieso. Aanvankelijk zal de muur het salpeter (want dat is het) opzuigen als het nat wordt. Droogt de muur, dan zal het weer naar buitenkomen totdat de chemische reactie tot stilstand komt.

Tom Brekelmans, tuinarchitect

1 Waarom mag de vraagsteller niet proeven van de stof op de muur?

De uitslag op de muur is volgens de tuinarchitect salpeter. De formule van salpeter is KNO_3 .

2 Geef de scheikundige naam van salpeter.

In stenen en cement zitten ook opgeloste calciumionen.

3 Geef naam en formule van de stof die ook in de witte aanslag zou kunnen zitten.

4 Leg uit of salpeter ook gemakkelijk van de muur kan spoelen bij regen.

5 Welke processen vinden achtereenvolgens plaats als de witte aanslag op de muur ontstaat:

A salpeter lost op en het water wordt daarna geabsorbeerd

B salpeter lost op en het water condenseert

C salpeter lost op en het water verdampt

Muuruitslag ANTWOORDEN

1 De stof kan giftig zijn

2 Kaliumnitraat

3 Calciumnitraat, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

4 Kaliumnitraat is goed oplosbaar in water (Binas tabel 45A), dus kan er gemakkelijk afspoelen.

5 C

De Volkskrant, 10 augustus 2002

Recept voor een knal

(...) 'Dat natriumbicarbonaat heftig reageert met zuur is goed te demonstreren. Doe een beetje azijn in een plastic frisdrankfles. Neem een stukje keukenpapier en doe daar wat natriumbicarbonaat in. Maak een propje van dit papier en laat het in de fles vallen. Sluit nu de fles snel af met een kurk. De kurk moet niet te strak zitten, maar mag er ook niet losjes in bungelen. De azijn dringt door het keukenpapier en gaat een reactie aan met het zuiveringszout. Er wordt een gas gevormd, de druk in de fles neemt toe en de kurk vliegt omhoog.'

Wouter Klootwijk

In het artikel wordt gesproken over natriumbicarbonaat. In de scheikunde wordt dat natriumwaterstofcarbonaat genoemd. Het zit in veel pillen die bruisen en ook in rijsmiddelen voor cakes en ander gebak.

Je kunt met deze proef ook een ballon opblazen.

1 Bedenk hoe je met een erlenmeyer of een plastic fles, natriumwaterstofcarbonaat en azijn een ballon kunt opblazen.

2 Voer je proef uit.

3 Schrijf op:

a hoe je de proef hebt gedaan (je mag ook tekenen),

b of het goed ging, of er iets niet zo goed ging o dat het heel anders ging dan je dacht,

c wat je anders had kunnen doen.

De proef met de kurk:

4 Lees goed door hoe de proef uitgevoerd moet worden.

5 Bedenk dan welke veiligheidsmaatregelen je denkt te nemen om te voorkomen dat de kurk tegen jezelf of je klasgenoten aanknalt of dat de kurk iets in het lokaal beschadigt.

6 Laat deze maatregelen eerst aan de docent zien voordat je de proef uitvoert.

7 De docent vertelt nu wie de proef mogen uitvoeren.

Recept voor een knal ANTWOORDEN

Laat eerst proef 2 uitvoeren; de leerlingen die de ballon het verst opblazen mogen de “knal”proef uitvoeren.

Veiligheidsmaatregelen: bril op, jas aan, in een veilige richting knallen, niet teveel stof gebruiken

Geef de leerlingen 10 gram NaHCO_3

Brabants Dagblad, 5 juni 2002

Australiërs willen minder winderige schapen en koeien

Australische biologen onderzoeken of zij microben uit de magen van kangoeroes naar koeien en schapen kunnen overbrengen om deze grazers minder winderig te maken. Koeien en schapen produceren bij de spijsvertering bij elkaar drie miljoen ton methaangas per jaar, ofwel 14 procent van de totale broeikasgasproductie in een land dat per hoofd van de bevolking de grootste producent van broeikasgassen ter wereld is. Kangoeroes produceren nauwelijks methaangas. Biologen denken dat de microben in de magen van deze dieren waterstof binden dat bij de fermentatie vrijkomt, waardoor er geen methaan ontstaat. (...) Kangoeroes kunnen de inheemse grassen beter verteren dan koeien en schapen, die door kolonisten zijn geïntroduceerd.

Koeien en schapen produceren erg veel methaan bij hun spijsvertering en die komt vrij als ze een wind laten.

1 Hoe denkt men in Australië een eind te kunnen maken aan deze winderigheid?

Onder invloed van bacteriën reageert waterstofgas met koolstofdioxide tot methaan, CH_4 , en water.

2 Geef de vergelijking van deze reactie.

Één van de gassen die nodig is voor methaanvorming in de maag wordt in de maag van kangoeroes gebonden door microben. Dit betekent dat kangoeroes hierdoor minder methaan laten ontsnappen dan koeien en schapen.

3 Welk gas is dat?

Methaan is mede de oorzaak van het versterkte broeikaseffect.

4 Hoeveel ton broeikasgas produceert men in Australië per jaar?

5 Hoe zou het komen dat men in Australië per hoofd van de bevolking de grootste producent van broeikasgassen in de wereld is?

Ook bij mensen zit het brandbare methaangas in een wind. Let op: Methaan is een kleur- en reukloos gas!

6 Bedenk een methode om aan te tonen dat er een brandbaar gas in onze winden zit.

Winderige koeien ANTWOORDEN

1 Door microben uit de magen van kangeroes over te brengen naar magen van koeien en schapen.

2 $4 \text{ H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$

3 Waterstof

4 3 miljoen ton = 14%; 21,4 miljoen ton = 100%

5 Weinig mensen – veel koeien en schapen.

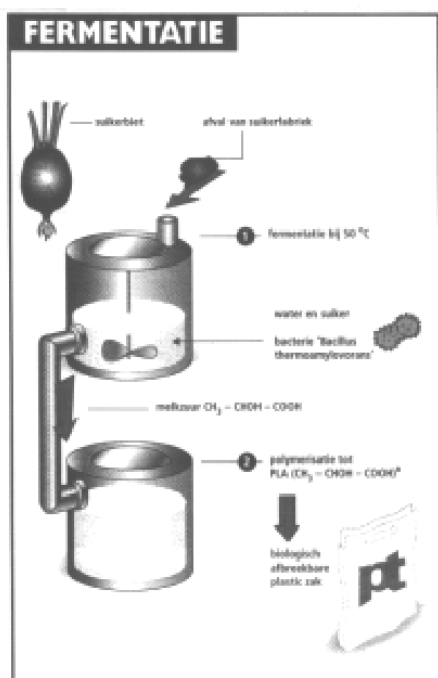
6 Ga op je rug liggen, steek een vlammetje aan en houdt dit bij een wind. Je ziet dan een vlam (getest in huize Das door twee zonen). N.B. Een dierenarts deed het ook eens bij een koe: de schuur brandde af.

SUIKERBIET WORDT PLASTIC ZAK

Een suikerproducent wil bacteriën inzetten om van zijn afval de afbreekbare kunststof polymelkzuur te maken.

Arjen Dijkgraaf

Polymelkzuur geldt als een van de meest belovende kunststoffen op basis van biomassa. De meeste toepassingen houden verband met de biologische afbreekbaarheid. Men is ooit begonnen met medische implantaten, en als de productiekosten voldoende kunnen worden gedrukt hoopt men uiteindelijk uit te komen op plastic zakken en andere wegwerpverpakkingen. Er zijn



al verschillende productieprocessen bedacht. In de Verenigde Staten heeft Cargill Dow onlangs een grote fabriek in gebruik genomen, die polymelkzuurvezels ('Nature Works') maakt op basis van maïszetmeel. In het Groningse Noordhorn wordt nog steeds gebouwd aan de Hycail-fabriek, die wei uit de kaasproductie moet gaan omzetten. Maar de Fransen zijn als eersten in staat suikerwater te gebruiken als grondstof.

PALMWIJN. *Bacillus thermoamylovorans* is in 1989 voor het eerst geïsoleerd door Bernard Ollivier en Yaimick Combet-Blaric. Beide onderzoekers zijn

verbonden aan het laboratorium voor microbiologie van het IRD (Institut de Recherche pour le Développement) in Marseille, een technologie-instituut dat zich speciaal richt op de tropen. Ze ontdekten de *Bacillus*-soort in Afrikaanse palmwijn. Hij gedijt het beste bij temperaturen tussen 48 en 57 °C en is dan uiterst productief. In een proeffabriek is het al gelukt binnen 24 uur een concentratie van 120 gram L(+)-melkzuur per liter te halen. Andere soorten komen niet verder dan tachtig gram in vier à vijf dagen.

De bacterie 'eet' glucose, fructose, lactose, sucrose en zetmeel.

Afhankelijk van de samenstelling van het voedingsmedium kan hij naast melkzuur ook ethanol en mierenzuur produceren. En een groot voordeel is dat het productieproces nauwelijks in de war kan worden gestuurd door andere micro-organismen. Die verdragen de hoge temperaturen immers niet.

PARTNERS GEZOCHT. Een radio-uitzending van het Franse kennistransferbureau Anvar bracht IRD eind 1999 in contact met een commerciële partner. Episucres is een dochter van de Société des sucreries et raffineries d'Erstein (SSRE), de op twee na grootste suikerproducent van Frankrijk. Als derde werd het Centre de Recherche sur les Biopolymères Artificiels (CRBA) in Montpellier er bij betrokken, met de opdracht na te gaan hoe het melkzuur zich het beste laat polymeriseren. In oktober vorig jaar kende Anvarde Prix Recherche Innovation 2001 toe aan het trio. Momenteel wordt gezocht naar een kunststoffenproducent als vierde partner. Deze moet helpen een commercieel productieproces op poten te zetten en een proeffabriek te bouwen bij een suikerfabriek van SSRE.

Verlaging van de kostprijs is daarbij de eerste prioriteit: volgens IRD is het materiaal nu nog ruwweg twee keer zo duur als polyethyleen. Maar wellicht wil de consument voor biologische afbreekbaarheid wel wat extra's betalen.

Het afval van een suikerfabriek kan als grondstof gaan dienen voor de plasticbereiding.

1 Licht deze uitspraak toe.

De bacterie die gebruikt wordt 'eet' onder andere glucose en fructose.

2 Welke andere 'suikers' worden er genoemd?

3 Tot welke sacharidengroep hoort elk van de genoemde suikers? Let op: sucrose is een triviale naam!

Bij de fermentatie ontstaat melkzuur.

4 Geef de juiste naam van melkzuur.

5 Geef de vergelijking van de reactie, in molecuulformules, waarbij melkzuur uit glucose gevormd wordt.

In een proeffabriek is binnen 24 uur al een productie gehaald van 120 gram L(+)-melkzuur per liter.

6 De aanduiding L(+) duidt op optische activiteit. Licht dit toe aan de hand van de structuur van melkzuur.

De bacterie kan ook ethanol en mierenzuur produceren.

7 Geef de structuurformules van ethanol en mierenzuur.

8 Leg aan de hand van de structuur van melkzuur uit dat de vorming van ethanol en mierenzuur niet zo vreemd is.

Melkzuur kan polymeriseren door met zichzelf te reageren.

9 Welke polymerisatiereactie treedt daarbij op?

10 Teken een stuk van polymelkzuur (polylacticacid, PLA) van minstens drie eenheden.

11 Geef commentaar op de structuur van PLA zoals die in het artikel getekend is.

PLA is biologisch afbreekbaar.

12 Wat wordt daarmee bedoeld?

Suikerbiet wordt plastic zak ANTWOORDEN

1 In het afval zitten suikers die door bacteriën omgezet kunnen worden in melkzuur. Uit melkzuur kan polymelkzuur bereidt worden. Hiervan kunnen plastic zakken gemaakt worden.

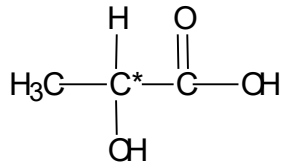
2 Lactose, sucrose (=sacharose) en zetmeel.

3 Lactose en sacharose zijn disachariden; zetmeel is een polysacharide.

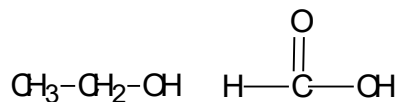
4 Juiste naam is 2-hydroxypropaanzuur.

5 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_6O_3$.

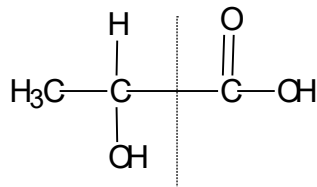
6 In de structuur van melkzuur is een asymmetrisch C-atoom aanwezig:



7

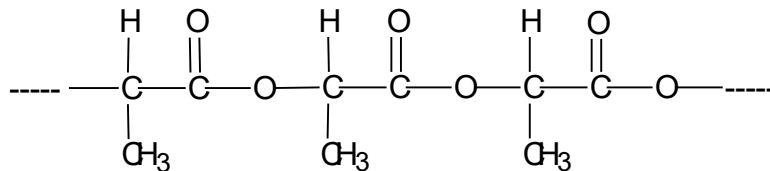


8 Als je de C-C binding tussen de zuurgroep en de hydroxygroep verbreekt heb je de twee moleculen al bijna gevormd.



9 De polycondensatie van melkzuur waarbij verestering optreedt.

10



11 De OH-groep en de COOH-groep zijn nog intact, terwijl bij de polymerisatie deze twee groepen met elkaar reageren onder afsplitsing van water. Niet de juiste structuur dus.

12 PLA wordt door bacteriën weer afgebroken tot CO_2 en H_2O .