

	Titel opgave	klas	hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	kernbegrippen
2	Old polythene holds bags of chemicals	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Taal	Afvalverwerking, hergebruik
3	Stroeve tanden	5 hv, 6v	Zuren en basen	Reacties	Informatie	Zwakke base, hydroxyapatiet
4	Zilver	5 hv	Redox	Reacties	informatie	reductorsterkte, zuur-base reactie
5	Helium-6 kern	4,5 hv	Vaardigheden	Onderzoek	stoffen (anorganisch)	Onderzoeksvraag, hypothese, atoombouw
6	Fosfor op strand	3hv, 4 m	Stoffen en materialen	Verbrandingen	informatie	ontbrandingstemperatuur, reactievergelijking
7	Papiervreters I	3 mhv	Vaardigheden	Informatie	Stoffen en materialen	informatie verwerven, posterpresentatie, papierrecycling
	Papiervreters II	1-3 vmbo	Stoffen en materialen	Milieu	taal	Afvalverwerking, verspilling, oud papier
9	N ₅ is explosief	6v	Stoffen (anorganisch)	Binding	Informatie	ruimtelijke bouw, elektronenstructuurformule
10	Branden aangestoken	3 mhv	Stoffen en materialen	Verbranding	taal	blussen, reactieschema
11	Improved polyester from bacterial waste	6v	Vaardigheden	Informatie	Koolstofchemie	selecteren, betoog schrijven, engels artikel, poly
12	Kernwapentritium	5 v	Stoffen(anorganisch)	Atoombouw/Periodiek systeem	informatie	atoombouw, Binas, halfwaardetijd, tritium, isotoo
13	Waterzuivering zonder zout	5 v	Redox	Redox als proces	informatie	elektrolyse-opstelling, halfreacties
14	Broommonoxide	5,6 v	Kenmerken van reacties	Reactiesnelheid	taal	katalysator, afbraak, radicaal
15	Sensoren in de glastuinbouw	4 hv	Chemische techniek	Procesindustrie	informatie	blokschema maken, meetsysteem, voedingsstoffen
16	Explosie in riool	3 mhv	Stoffen en materialen	Verbranding	taal	explosie, benzine
17	Zuurstof schadelijk	4-6 hv	Vaardigheden	Informatie	biochemie	informanten, bestrijdingsmiddelen,

						zure regen, voe
18	Geen CO in brandstofcel	5,6 v	Redox	Toepassing redox	informatie	brandstofcel, katalysator, rendement
20	Benzineblauw	4-6 hv	Vaardigheden	Informatie	Koolstofchemie	informanten bevragen, enquete, verslag doen
22	Test verdroging grond	4-6 hv	Vaardigheden	Onderzoek	Stoffen (anorganisch) Binding	Werkplan, practicum, praktische opdracht
27	Stroopstroom	1-3 vmbo, 3 hv	Vaardigheden	Onderzoek	Stoffen en materialen	onderzoek voorbereiden, verslagleging
28	Twee supergrote nieuwe elementen	4 mhv	Stoffen (anorganisch)	Atoombouw/peri odiek systeem	Taal	bouw atoom, atoomnummer, massagetal
30	Verwijderingsbijdrage koelkastn	3 mhv	Stoffen en materialen	Milieu	Informatie	Duurzamen ontwikkeling, chemie en industrie, produ
32	Spierverzuring	6v	Biochemie	Stofwisseling	Taal	Isomerie (optische), melkzuur, voedsel
33	Proeffabriek melkzuur	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Bioplastics, polymelkzuur
34	Schoon schip	5,6 v	Koolstofchemie	Brandstoffen	Informatie	verbranding, blokschema, katalysator

Schoon schip

KATALYSATOR REDUCEERT UITSTOOT VAN STIKSTOFOXIDEN

Streng milieueisen dwingen rederijen in noordelijke landen de dieselmotoren van hun schepen aan te passen. De kortgeleden te water gelaten Birka Princess is inmiddels uitgerust met een speciale katalysator.

Rijkert Knoppers

ALS EEN flatgebouw, zo'torent de voorsteven van de Birka Princess uit boven de kade van de scheepswerf in Bremerhaven. Alles is klaar: het schilderwerk, de verlichting, het reinigen van de tapijten. En, het belangrijkste: de revisie van de 4 Wärtsilä dieselmotoren van 4.400 kilowatt. De motoren zijn voorzien van katalysatoren waardoor ze beduidend minder schadelijke stoffen uitstoten. De 150 meter lange Birka Princess is juist vanwege deze revisie naar Bremerhaven gevaren. Inmiddels is de veerboot weer te water gelaten.

Aanleiding voor de revisie vormt het besluit van de internationale marine organisatie. Volgens dat besluit moet de uitstoot van stikstofoxiden van scheepsmotoren vanaf het jaar 2000 dertig procent lager liggen dan het niveau van 1992. Maar in het geval van de uit 1986 daterende Birka Princess

speelt ook een rol dat de Zweedse overheid de hoogte van de te betalen haven-gelden sinds 1 januari 1998 laat afhangen van de emissie van stikstofoxiden. In de Zweedse havens komt driekwart van alle scheepvaartbewegingen op rekening van de binnen- en buitenlandse veerponten. In 1995 ging het in totaal om 120 schepen, die 170.000 keer in en uit de havens voeren. Tachtig procent van deze veerboten vaart tussen Helsingborg, Malmö, Trelleborg, Göteborg en Stockholm, reden genoeg voor de Zweedse overheid om de overlast van de stinkende dieselschepen te willen beperken. Ook in andere landen rond de Oostzee speelt de discussie rond de vervuiling door dieselschepen. "De emissies van Noorse schepen zijn verantwoordelijk voor 35 procent van de totale uitstoot aan stikstofoxiden in het land", zo motiveerde de voormalige minister van Milieu Thorbjørn Bernsten zijn besluit tot invoer van een ecotax voor dieselschepen. Volgend jaar wordt deze van kracht.

KANAALTJES

De aanpassing van de motoren van de Birka Princess oogt weinig spectaculair. De vier uitlaatpijpen hebben over een lengte van zes meter een verdikking gekregen van ruim twee meter diameter. Meer zie je niet. In die verdikking blijken vier Siemens-katalysatoren schuil te gaan. Het zijn rechthoekige, langwerpige buizen van keramisch materiaal, voorzien van enkele honderden kanaaltjes. Aan de ingang van de honingraatkatalysatoren krijgen de uitlaatgassen een injectie van een met water verdunde oplossing van ureum. Door dit ureum reageert het aanwezige stikstofoxide tot stikstof en waterstof. "Ureum heeft het voordeel dat het totaal probleemloos is tijdens gebruik,

transport of opslag", benadrukt S. Eidloth van Siemens. Hij wijst erop dat het om een 'selectieve' reactie gaat, waarbij ongewenste nevenreacties, zoals de oxidatie van zwaveldioxide tot zwaveltrioxide, niet voorkomen. Het proces werkt tussen 300 en 450 graden Celsius. De reductie is aanzienlijk: in plaats van de gebruikelijke uitstoot van 12 gram stikstofoxiden per kilowattuur (kWh) is de emissie gedaald tot 2 gram/kWh. Ook de uitstoot van zwaveldioxide gaat dankzij de katalytische reactie omlaag. Bijkomstig voordeel is dat de geluidshinder van de motoren door de katalysatoren vermindert.

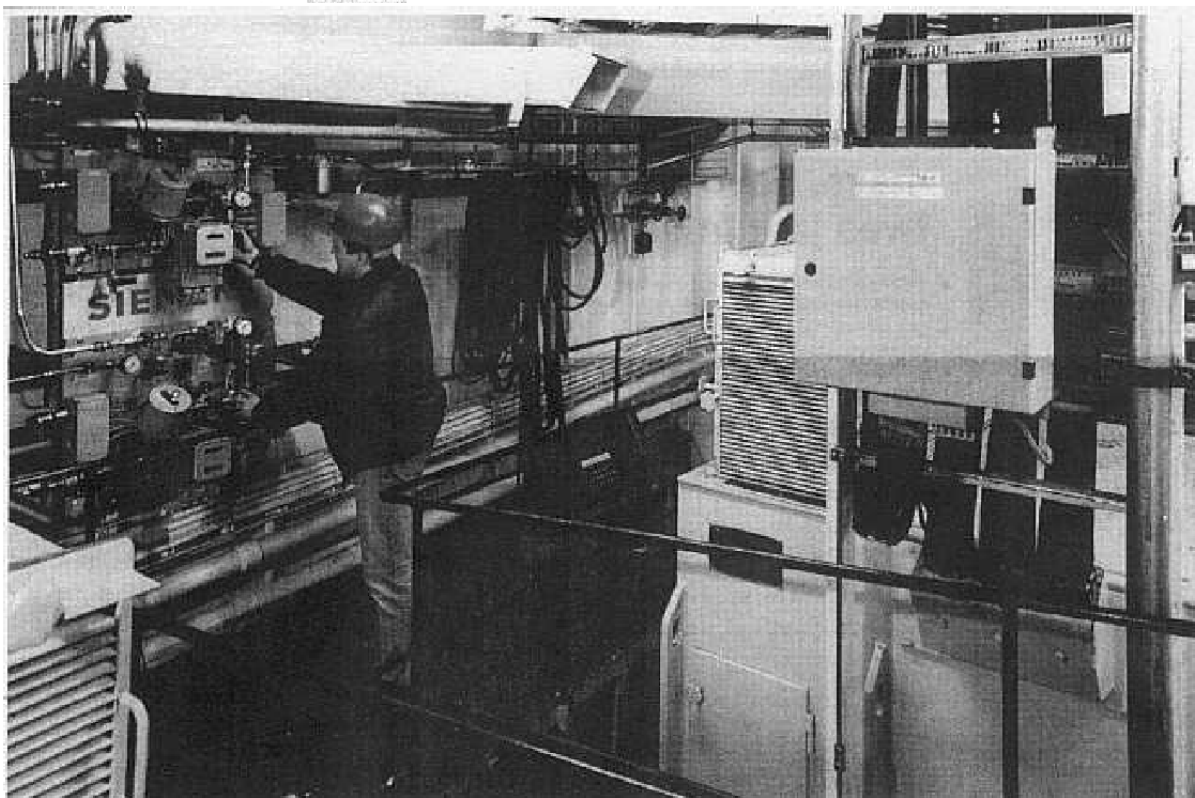
Een driewegkatalysator, die bij personenauto's onder meer de stikstofoxiden helpt afbreken, zou bij dieselmotoren niet werken. Voor een driewegkatalysator is de samenstelling van de uitlaatgassen van groot belang. Als er een tekort is aan koolmonoxiden, is deze niet in staat om stikstofoxiden om te zetten. Maar een diesel werkt met een overdaad aan zuurstof, met als gevolg dat het meeste van de koolstofmonoxi-

Boven De Birka Princess in de scheepswerf van Bremerhaven.

Onder De doseereenheid van de katalysator wordt geïnstalleerd in de machinekamer. De dieselmotoren stoten hierdoor minder NOx uit.



FOTO: SIEMENS



de uit het brandstofmengsel al in de verbrandingskamer geoxideerd is.

Dieselmotoren zijn lastig schoon te krijgen. Het gebruik van een hogere compressiegraad of de injectie van water brengt weliswaar enige verbeteringen aan, maar verder dan een 50 procent reductie van de uitstoot aan stikstofoxiden leveren deze maatregelen niet op. Dieselmotoren hebben te kampen met het zogeheten dieseldilemma: hoe zuiniger de motor is afgesteld, des te hoger ligt de uitstoot van de stikstofoxiden. Met andere woorden, wanneer de vermindering van stikstof centraal staat, gaat het brandstofverbruik, en daarmee de uitstoot van koolstofdioxide, omhoog. Alleen door het gebruik van katalysatoren kunnen de motoren zowel zuinig als schoon verbranden.

BAKKERIJ

De fabricage van de Siemens katalysatoren geschiedt in de Keramik- und Porzellanwerk kpw in het zuidelijk gelegen Duitse Redwitz. Wie in de fabriek rondwandelt waant zich eerder in een bakkerij dan in een fabriek van katalysatoren. Als eerste valt een enorme mengmachine op, die, zo is van boven-

af te zien, in een enorme bak een witgekleurd soort 'deeg' aan het kneden is. De ingrediënten van het deeg blijken uit een mengsel van metaaloxiden te bestaan, voornamelijk titaanoxiden, aangevuld met onder meer wolfram- en vanadiumoxiden. Het deeg komt na het kneden in een extrusiepers terecht, die er langwerpige rechthoeken van 15 bij 15 centimeter doorsnee van maakt, met lengtes die kunnen variëren van 35 tot 100 centimeter. De 'broden' krijgen vervolgens in een volgend extrusieproces over de gehele lengte een honingraatstructuur met 20 bij 20 kanaaltjes. Daarna moeten de katalysatoren drogen, iets wat niet te snel mag gebeuren wegens de kans op scheurvorming. De katalysatoren zijn niet alleen geschikt voor scheepsmotoren, maar ook voor dieseltreinen, personenauto's, elektriciteitscentrales en vrachtauto's. Wat betreft de laatste toepassing verwacht Siemens binnenkort met een katalysator op de markt te komen, die de uitstoot van stikstofoxiden bij dieseltrucks met meer dan 60 procent zal terugdringen.

Siemens is in 1984 met de productie van katalysatoren begonnen. toen de

Duitse regering besloot dat binnen vijf jaar de uitstoot van stikstofoxiden van kolengestookte elektriciteitscentrales met een vermogen van meer dan 50 MW, beneden de 200 mg per kubieke meter rookgas moet komen te liggen. Eén van de methoden om dat te bereiken is het gebruik van katalysatoren in het rookgaskanaal van de afvalgassen. Naast de honingraatkatalysator heeft het bedrijf ook een plaatkatalysator ontwikkeld. Deze is extremere omstandigheden geschikt, zoals bij rookgassen die veel stof of eroderende gassen bevatten.

De katalyserende keramische stoffen bevinden zich bij de plaatkatalysator op een plaat van edelmetaal. De platen komen op kleine afstand van elkaar gestapeld in een draagconstructie, die dezelfde buitenomvang heeft als de draagconstructie van de honingraatkatalysatoren. Een nadeel van de plaatkatalysator is dat het specifieke oppervlak slechts 250 tot 500 vierkante meter per kubieke meter is, aanmerkelijk lager dan bij de honingraatkatalysator, die tot circa 900 vierkante meter per kubieke meter komt.

Het artikel behandelt drie onderwerpen.

1 Lees het artikel oriënterend door en omschrijf elke onderwerp in maximaal tien woorden.

Onderwerp I

2 Welk probleem doet zich voor in de landen rond de Oostzee?

3 Licht dit probleem toe met een voorbeeld uit Zweden en een voorbeeld uit Noorwegen.

4 Noem drie maatregelen die genomen zijn en beschrijf ze kort.

Verderop in het artikel wordt gesproken over het zogeheten 'dieseldilemma'.

5 Bedenk wat verstaan wordt onder 'zuinig afstellen'.

6 Wat is het gevolg van zuinig afstellen van een dieselmotor?

7 Leg uit dat een dieselmotor met katalysator zuinig kan worden afgesteld zonder gevaar voor het milieu.

Onderwerp II

8 Wat is er nodig om de katalysator zijn werk te laten doen in de uitlaatpijpen van de dieselmotoren van de Birka Princess?

In sommige elektriciteitscentrales wordt geconcentreerde ammonia gebruikt om een soortgelijke katalysator zijn werk te laten doen.

9 Zoek in Binas het meest opmerkelijke gevaarsaspect van ammonia op. Noteer dit gevaar.

10 Wat is het voordeel van het gebruik van ureum?

De molecuulformule van ureum is $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

De zin 'Door dit ureum' (kijk bij 'Kanaaltjes' regel vijftien) is niet juist.

11 Leg met behulp van elementbehoud uit waarom deze zin niet juist is.

Bij de reactie van ureum met stikstofoxide blijkt naast stikstof ook water en koolstofdioxide te ontstaan.

12 Schrijf de vergelijking op voor de reacties tussen stikstofmonoxide en ureum onder invloed van de katalysator verlopen. Geef ook de toestandsaanduidingen.

13 Schrijf de vergelijking op voor de reacties tussen stikstofdioxide en ureum onder invloed van de katalysator verlopen. Geef ook de toestandsaanduidingen.

De katalysator voor dieselmotoren wordt vergeleken met de driewegkatalysator bij personenauto's (die auto's rijden op benzine).

14 Welke stof zet in de driewegkatalysator de stikstofoxides om?

15 Schrijf de vergelijking op van de reactie die daarbij voor elk stikstofoxide optreedt.

16 Beredeneer waardoor de stof uit vraag 14 in een benzinemotor ontstaat?

Een katalysator wordt meestal beschreven als een stof die een reactie versnelt.

17 Welke chemische werking van een katalysator wordt in het artikel nog meer genoemd?

Onderwerp III

18 Wat was voor Siemens de aanleiding om met de productie van katalysatoren voor de omzetting van stikstofoxiden te beginnen?

De fabriek voor de katalysator wordt vergeleken met een bakkerij.

19 Welke activiteit uit een bakkerij wordt niet vermeld?

20 Zoek op wat extrusie betekent.

21 Maak een blokschema van het fabricageproces (inclusief de activiteit uit vraag 19). Schrijf de namen van de processen in de blokjes en de namen van de stoffen bij de lijnen.

22 Waarom geeft men in de fabriek de katalysator een honingraatstructuur?

23 Noem twee effecten die deze structuur heeft.

Tenslotte

Het terugdringen van de uitstoot van stikstofoxiden wordt door strenge milieueisen afgedwongen.

24 Zoek in Binas het meest opmerkelijke *gevaarsaspect* van stikstofoxiden.

25 Noem een voordeel en een nadeel van de maatregelen.

Schoon schip ANTWOORDEN

1 I Vervuiling door dieselschepen rond de Oostzee wordt bestreden;

II Een katalysator wordt gebruikt om de vervuiling terug te dringen;

III Het maken van de katalysator in de fabriek van Siemens.

2 Luchtvervuiling door dieselschepen.

3 Zweden: Stinkende dieselschepen voeren in 1995 170.000 keer in en uit de havens.

Noorwegen: De emissies van Noorse schepen zijn verantwoordelijk voor 35 procent van de totale uitstoot aan stikstofoxiden in het land.

4 - Uitstoot verminderen: Volgens een besluit van de International Marine Organization moet vanaf het jaar 2000 de uitstoot van stikstofoxiden dertig procent lager liggen dan het niveau van 1992;

- Havengelden aanpassen: De Zweedse overheid laat de hoogte van de te betalen havengelden afhangen van de emissie van stikstofoxiden;

- Ecotax heffen: Noorwegen heeft besloten volgend jaar een ecotax voor dieselschepen in te voeren.

5 Zuinig afstellen: zo afstellen dat weinig brandstof gebruikt wordt. (Technischer: de verhouding brandstof:lucht zo klein mogelijk kiezen, een "arm" mengsel. Daardoor komt relatief veel stikstof en zuurstof op een hoge temperatuur en daardoor zal relatief veel NO/NO₂ ontstaan.)

6 Een hogere uitstoot van stikstofoxiden.

7 Hoewel deze afstelling meer stikstofoxiden oplevert, zorgt de katalysator voor een verlaagde uitstoot.

8 Ureum. Aan de ingang van de katalysator moet een ureum-oplossing worden geïnjecteerd. De stikstofoxiden in de uitlaatgassen kunnen dan in de katalysator met het ureum reageren.

9 Gevaarlijke dampen.

10 Ureum geeft geen problemen bij gebruik, transport of opslag.

11 Ureum bevat het element C, O, N en H, Stikstofoxide bevat het element N en O. Deze elementen zijn dus voor de reactie aanwezig. Uit de zin lijkt het alsof er na de reactie alleen het element N en H aanwezig zijn. Je zou dus het element O en C 'verliezen' en dit is in strijd met het elementbehoud: voor en na een reactie zijn dezelfde elementen aanwezig.



14 Koolstofmono-oxide of koolstofmonooxide



16 Een benzinemotor werkt (anders dan een dieselmotor) *niet* met een "overdaad" aan zuurstof. Daardoor verloopt in een benzinemotor een onvolledige verbranding, waarbij (veel) koolstofmonooxide ontstaat.

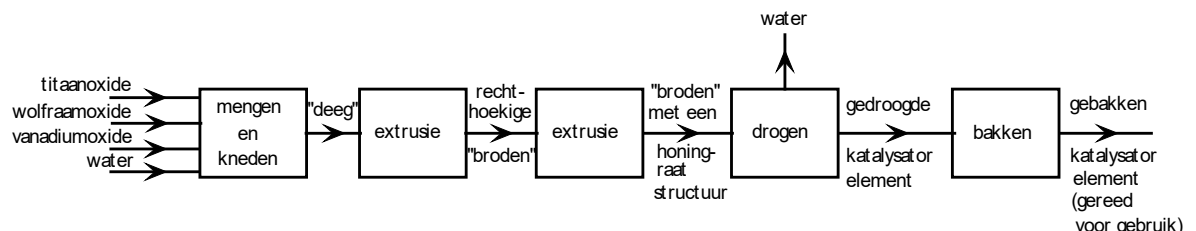
17 Het gaat om een 'selectieve' reactie, waarbij ongewenste neven reacties worden voorkomen.

18 Het besluit van de Duitse regering dat binnen vijf jaar de uitstoot van stikstofoxiden door kolengestookte elektriciteitscentrales beneden een bepaalde waarde moest komen te liggen.

19 Het bakken (waardoor een keramisch product hard en sterk wordt).

20 Extrusie is het persen van een kneedbaar product door een opening met een bepaalde vorm.

21



22 Om de katalysator een groot (contact)oppervlak te geven.

23 De gassen kunnen er gemakkelijk doorheen stromen en daarbij

- in contact komen met het oppervlak (waarop de reactie plaatsvindt).

24 Gevaarlijke dampen.

25 Voordeel: de lucht wordt schoner (gezonder, want minder gevaarlijke dampen);

nadeel: de maatregelen kosten veel geld (dus de veertarieven zullen wel stijgen).

Opmerking

In het Technisch Weekblad, 10 maart 1999 verscheen het artikel "*Dieselvrachtauto's aanzienlijk schoner door katalysatoren.*" Dit artikel vermeldt dat het beschreven soort katalysatoren (SINOx van Siemens) al langer in gebruik is bij elektriciteitscentrales die met fossiele brandstoffen worden gestookt. Daar wordt *ammoniak* (vrijgemaakt uit geconcentreerde ammonia) gebruikt als reagens voor de stikstofoxiden.

Het is opmerkelijk dat in beide artikelen de reactieproducten fout worden vermeld.

- NRC Handelsblad: Door dit ureum reageert het aanwezige stikstofoxide tot stikstof en waterstof.
- Technisch Weekblad: Door ammoniak toe te voegen reageert het stikstofoxide uit de uitlaatgassen tot stikstof en waterstof.

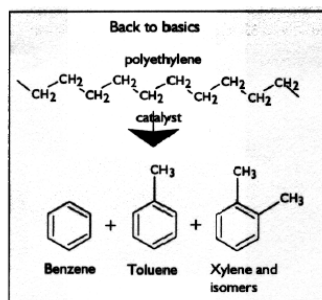
Van beide artikelen is de journalist *Rijkert Knoppers* de auteur. Heeft hij even niet opgelet of is wellicht een foutje in een persbericht van Siemens de oorzaak?

OLD POLYTHENE HOLDS BAGS OF CHEMICALS OPGAVEN

New Scientist, 10 oktober 1998

Old polythene holds bags of chemicals

RECYCLING plastics is an important goal in many industrialised countries, where polymers make up around 7 per cent of domestic waste. Simply remelting and shaping them results in a low-quality product. But now chemists have come up with a way to break down the polymers to yield chemicals that can be used as a solvent, or to synthesise drugs or textiles. Existing methods for breaking up large polymers typically yield a mishmash of hydrocarbons. Such mixtures can be used as fuel, but they contain too many different compounds to be of much use to chemists. Now a team led by Yoshio Uemichi at the Muroran Institute of Technology in Japan has reported in *Chemical*



Communications (p 1975) that a catalyst containing gallium and silicate, called H-Ga-silicate, can break down polyethylene, otherwise known as polythene, into aromatic compounds such as benzene, toluene and isomers of xylene (see Diagram). Benzene is an important solvent, and is used as an additive for petrol and in many organic reactions. Toluene is a useful solvent, and the xylenes are important in the manufacture of polyester synthetic fibres. This reaction may work on a mixture of polymers, and sorting out different kinds of polymers remains a stumbling block to the recovery process. Nevertheless, Uemichi's latest studies represent an important breakthrough in the difficult problem of reusing plastic waste chemically. Uemichi and his team of chemists are now working on ways of industrialising the process.

Lila Guterman

Het artikel gaat over het *chemisch* hergebruik van afvalplastic.

"Vroeger" werden producten van plastic na gebruik vaak weggegooid.

1 Bedenk zelf twee redenen waarom dit tegenwoordig minder gebeurt.

2 Noem een Nederlands woord voor *recycling*.

3 Beschrijf de twee bestaande manieren van recycling van afvalplastics en noem de nadelen ervan.

In Japan is een nieuwe manier van recycling gevonden

4 Geef een nauwkeurige beschrijving van deze vinding.

5 Schrijf drie toepassingen van de ontstane producten op.

Meestal wordt van een katalysator gezegd dat hij een reactie versnelt.

6 Welke (andere) eigenschap van een katalysator is in deze toepassing belangrijk?

Van het product benzeen worden de meeste toepassingen genoemd.

7 Schrijf de toepassingen van benzeen op.

Voor twee van de ontstaande producten wordt een triviale naam gebruikt.

8 Zoek in Binas de rationele namen van deze producten op.

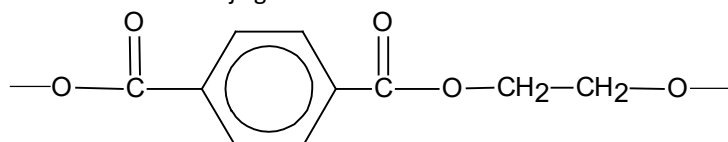
Xyleen is niet de naam van één stof; er bestaan verschillende xylenen.

9 Hoe wordt dit verschijnsel genoemd?

10 Teken de structuurformules van de verschillende xylenen en schrijf bij elke formule de rationele naam.

Het artikel zegt dat xyleen kan worden gebruikt om synthetische polyestervezel te maken.

Hieronder is een stukje getekend van een molecuul van zo'n vezel.



11 Welke xyleen kan hiervoor gebruikt zijn als grondstof? Waarom?

12 Wat heeft men eerst nog met die xyleen moeten doen voor hij kon worden gebruikt?

Het artikel vermeldt dat er nog een struikelblok is bij het proces.

13 Wat is het struikelblok?

Het nieuwe proces vormt een doorbraak, maar er moet nog meer werk aan worden gedaan.

14 Welke (volgende) stap gaan de Japanse onderzoekers nu zetten?

Old polythene holds bags of chemicals ANTWOORDEN

1 Het geeft (te) veel afval. Je kunt er nog iets mee doen (verbranden of hergebruiken).

2 Hergebruiken.

3 (Om)smelten en (opnieuw) vormgeven. Nadeel: Het product heeft een lagere kwaliteit.

De lange ketens in stukken breken (te vergelijken met het 'kraken' van aardolie). Nadeel: Geeft een 'mikmak' van koolwaterstoffen, deze zijn alleen geschikt als brandstof, niet nuttig als chemische grondstof.

4 De polymeerketens worden afgebroken met behulp van een katalysator (met gallium en silicaat) tot aromatische verbindingen zoals benzeen, toluen en isomeren van xyleen.

5 Als oplosmiddel; als bouwsteen voor geneesmiddelen; als bouwsteen voor textiel. (Deze toepassingen worden het eerst in het artikel genoemd. Later worden opnieuw toepassingen genoemd, zie hiervoor (het antwoord op) vraag 7.)

6 Hij zorgt voor een bepaald soort producten bij de (afbraak)reactie.

(Selectieve verloop van de reactie.)

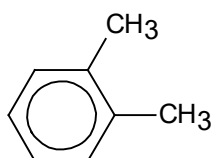
7 Benzeen wordt toegepast

- als (belangrijk) oplosmiddel;
- als toevoeging ('additive') aan benzine;
- bij organische reacties.

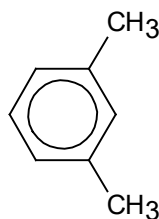
8 Toluene: methylbenzeen; xyleen: dimethylbenzeen.

9 (Structuur)isomerie.

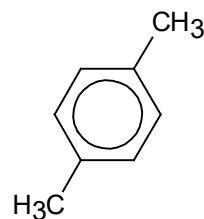
10



1,2-dimethylbenzeen



1,3-dimethylbenzeen



1,4-dimethylbenzeen

11 1,4-dimethylbenzeen. De beide methylgroepen zitten het meest 'in lijn'.

12 De methylgroepen oxideren tot carboxylgroepen.

13 Het scheiden van de verschillende soorten polymeren voorafgaand aan de afbraakreactie.

14 Manieren vinden om het proces in het groot (op industriële schaal) uit te voeren.

Proeffabriek melkzuur-plastic

CHEMIE De universiteit van Groningen start een proeffabriek op voor de productie van biologisch afbreekbaar plastic op basis van melkzuur.

SASKIA VAN DOORN

NOORDHORN – De Rijksuniversiteit Groningen heeft een polymeer op basis van melkzuur ontwikkeld. Zij start nu in samenwerking met het Amerikaanse zuivelbedrijf Dairy Farmers of America een proeffabriek op in Noordhorn. De universiteit doet al sinds 1974 onderzoek naar deze polymeren, die met gangbare technieken niet goed te vormen zijn. Daarom heeft de RUG een eigen procédé ontwikkeld, waar zij de bijzonderheden niet van kwijt wil. Tijdens de ontwikkeling van dit plastic heeft de universiteit in 1997 de onder-

neming Hycail opgericht, die tot nu toe kleine hoeveelheden maakte. Volgens J. Laimbrock van Hycail is de slagvastheid van het polymeer twee à drie keer groter dan bij industriële ABS-plastics. Toch is de belangstelling vanuit de chemische industrie gering.

Het belang van het Amerikaanse zuivelbedrijf is het gebruik van wei, een tot nog toe nutteloos bijproduct bij de bereiding van kaas. De wei bevat zo'n vijf procent lactose, dat Hycail door middel van fermentatie door bacteriën omzet in melkzuur. Vervolgens polymeriseert het bedrijf het monomeer lactide tot het afbreekbare polylactide.

Als toepassing ziet Dairy Farmers of America voornamelijk de verpakking van haar producten. Laimbrock denkt ook aan verwerking in luiers, die dan volledig gecomposteerd kunnen worden.

Versie I (5 havo)

Melkzuur kan gevormd worden uit lactose, een disacharide.

- 1 Geef de molecuulformule van lactose.
- 2 Zoek in Binas de rationele (=systematische) naam van melkzuur op. Noteer die naam.
- 3 Teken de structuurformule van melkzuur.
- 4 Geef de molecuulformule van melkzuur.

Lactose kan door fermentatie omgezet worden in melkzuur. Dit proces verloopt in twee stappen.

De eerste stap is de hydrolyse van lactose waarbij monosachariden gevormd worden.

De tweede stap is de omzetting van monosachariden in melkzuur.

- 5 Geef beide stappen in reacties met molecuulformules weer.

De vorming van polymelkzuur is te beschrijven als de vorming van een polyester.

- 6 Teken een fragment van een polymelkzuurmolecuul. Teken minimaal drie eenheden.
- 7 Waarom is polymelkzuur een biologisch afbreekbaar plastic?

Versie II (6 vwo)

1 Zoek in Binas de rationele (=systematische) naam van melkzuur op.

Na de kaasbereiding bevat de wei nog lactose.

2 Bekijk de structuurformule van lactose in Binas en leid daaruit de molecuulformule van lactose af.

Er zijn bacteriën die lactose in melkzuur kunnen omzetten.

3 Teken de structuurformule van melkzuur.

4 Schrijf de vergelijking van deze reactie in molecuulformules op.

Polymeren op basis van melkzuur zijn *met de gangbare technieken* niet te ontwikkelen, zegt het artikel. Hiermee wordt de polyveresteringsreactie bedoeld.

5 Bedenk zo'n 'gangbare' manier om uit melkzuurmoleculen een polymeer te vormen en teken twee reactiestappen met behulp van structuurformules.

De RUG heeft een eigen procédé ontwikkeld: het monomeer lactide polymeriseren tot polylactide.

6 Wat is het bijzondere aan het polylactide?

7 Noem twee mogelijke toepassingen van deze stof.

Wat lactide precies is staat niet in het artikel. Je mag veronderstellen dat het uit melkzuur kan worden gevormd en dat er een ringstructuur ontstaat.

8 Bedenk een manier om twee melkzuurmoleculen met elkaar te laten reageren tot een ringstructuur (het product reageert nu *niet* verder).

9 Geef de reactievergelijking van de vorming in structuurformules weer.

In het artikel staat: "Vervolgens polymeriseert het bedrijf het monomeer lactide tot het afbreekbare polylactide." Polylactide heeft eenzelfde structuur als polymelkzuur.

10 Welk molecuul is nu het lactide?

11 Vind je de naam polylactide juist voor het polymeer dat ontstaat uit lactide? Geef een argument vóór en een argument tegen.

Het polylactide wordt *afbreekbaar* genoemd.

12 Licht toe dat polylactide afbreekbaar is. Geef duidelijk aan hoe je aan je antwoord komt.

Deze afbreekbare stof heeft als kenmerk dat in een molecuul van deze stof asymmetrische koolstof-atomen voorkomen.

Toch is afbreekbaarheid en asymmetrisch centrum niet altijd de juiste combinatie. Als een racemisch mengsel van polymelkzuur door een bepaalde bacteriestam aangepakt wordt, wordt slechts de L-vorm afgebroken.

13 Waarom wordt de D-vorm niet afgebroken?

De belangstelling voor het polylactide vanuit de chemische industrie is gering.

14 Waarom zal juist het bedrijf Dairy Farmers met de RUG-onderneming Hycail een proeffabriek willen starten?

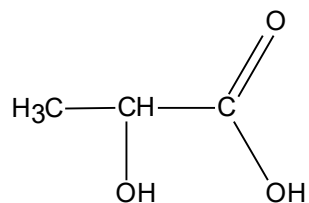
Proeffabriek melkzuurplastic ANTWOORDEN

Deel I (5 havo)

1 $C_{12}H_{22}O_{11}$.

2 Melkzuur is 2-hydroxypropaanzuur.

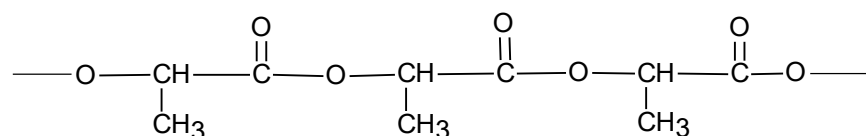
3



4 $C_3H_6O_3$.

5 Hydrolyse: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 6 C_6H_{12}O_6$. Afbraak monosacharide: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 6 C_3H_6O_3$.

6



7 Het is een polyester die door hydrolyse weer kan worden omgezet in melkzuur. Melkzuur wordt daarna door bacteriën afgebroken tot koolstofdioxide en water.

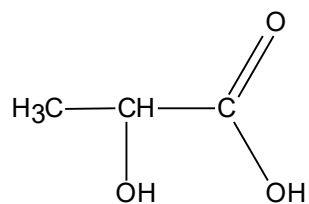
Opmerking voor docent: in werkelijkheid wordt alleen L-melkzuur in de natuur afgebroken maar op 5 havo is de term L-melkzuur en D-melkzuur niet bekend.

Deel II (6 vwo)

1 2-hydroxypropaanzuur.

2 Zie Binas tabel 67 A2: $C_{12}H_{22}O_{11}$.

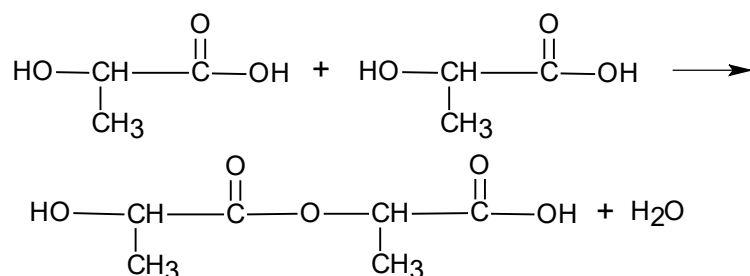
3



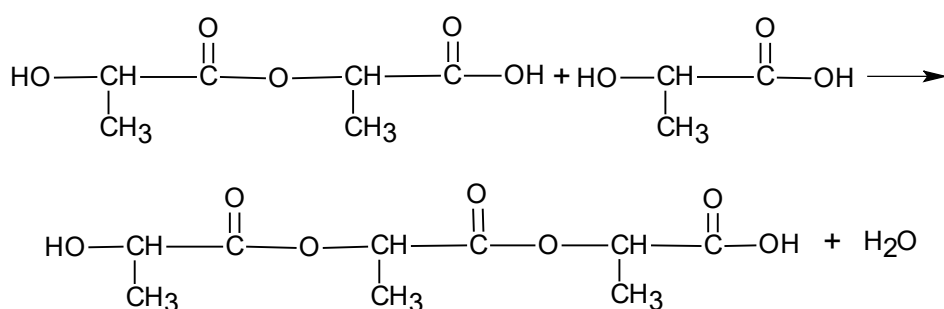
4 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4C_3H_6O_3$

5 De carboxyl-groep (COOH-groep) van één molecuul laten reageren met de hydroxyl-groep (OH-groep) van een ander molecuul. Het product heeft op deze manier nog steeds een COOH-groep en een OH-groep en kan daarom met andere melkzuurmoleculen reageren.

stap 1:



stap 2:

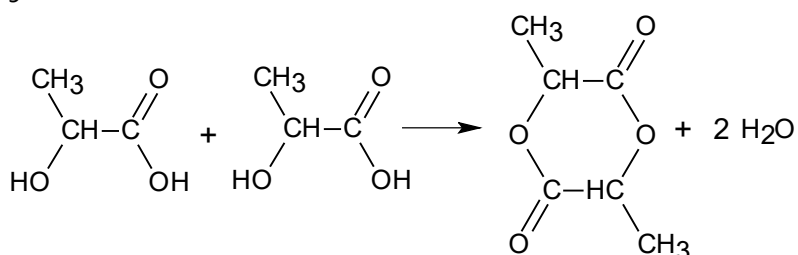


6 Het is (biologisch) afbreekbaar.

7 Verpakking van zuivelproducten; verwerking in luiers.

8 Van twee melkzuurmoleculen de carboxyl-groep (COOH-groep) en de hydroxyl-groep (OH-groep) met elkaar laten reageren. Het product is een ringvormig molecuul dat *niet* meer met andere melkzuurmoleculen kan reageren.

9



10 Het molecuul uit vraag 9: de zesring die uit twee melkzuurmoleculen ontstaat.

11 Voor: de ketens ontstaan door polymerisatie van lactide.

Tegen: in de polymeerketen herken je het ringvormige lactide-molecuul niet meer.

12 Polymelkzuur wordt afgebroken tot melkzuur. Melkzuur is een lichaamseigenstof die door het lichaam kan worden gemetaboliseerd.

13 In de natuur wordt door een bacteriestam vaak slechts één van de twee spiegelbeeldisomeren afgebroken. Slechts één van de twee zal zich hechten aan het reactieve centrum van het enzym dat voor de afbraak zorgt.

14 Omdat het, als zuivelbedrijf, waarschijnlijk veel wei produceert en uit de lactose die daarin zit een nuttig product wil maken. Het bedrijf beschikt dus over een grote hoeveelheid van de grondstof, die het niet gemakkelijk (of niet lonend) verkopen kan.

Tanden slijten van spinazie

Stroeve tanden

Waarom krijg ik na het eten van spinazie van die stroeve tanden?

■ In spinazie zit onder meer salpeterzuur. Het glazuur van de tanden bevat hydroxyapatiet een verbinding van onder meer calcium en fosfaat. Het tandglazuur is chemisch gezien een base, dat oplost in het zuur. Elke keer dat je spinazie eet, lost een klein beetje glazuur op. Daardoor voelen de tanden stroef aan. Het kan zelfs pijn gaan doen. Een stroef gevoel

wordt al bereikt als enkele atomaire lagen zijn opgelost. In feite verandert dan alleen de oppervlaktestructuur. Dit duurt echter niet lang, want bij bijvoorbeeld tandenpoetsen wordt het tekort aan glazuur weer aangevuld. Er treedt dan remineralisatie van het tandglazuur op, doordat enkele atomaire lagen hydroxyapatiet op het al bestaande tandglazuur worden afgezet. Op die manier wordt ook de slijtage door kauwen gerepareerd. Zonder die aanvulling zou een glazuurlaag geen tientallen jaren kunnen meegaan.

*Freek Kamst,
Parijs*

De formule van hydroxyapatiet is $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$.

1 Welk(e) ion(en) in hydroxyapatiet kunnen als base reageren?

In het antwoord van Freek Kamst staat: 'het tandglazuur is chemisch gezien een base, dat *oplost* in het zuur.

2 Ben je het eens met de term 'oplost'? Licht je antwoord toe.

3 Geef een vergelijking van de optredende reactie tussen salpeterzuur(oplossing) en hydroxyapatiet.

Chemisch-ecologische Flora van Nederland, uitgave KNNV,

pag. 102

Ganzevoetfamilie – Chenopodiaceae

De ganzevoetfamilie omvat, naast de bekende ganzevoeten en meldes, een aantal belangrijke groenten en voedergewassen, zoals bieten en

spinazie. Een algemeen voorkomend kenmerk is de ophoping van oplosbaar oxalaat, juist in spinazie. Ook nitraat kan worden opgehoopt, waardoor bij groenten, zoals spinazie, bij sterke stikstofbemesting ongewenst hoge nitraatgehalten kunnen ontstaan.

Pag. 100-101

Oxalaten

Oxaalzuur, HOOC-COOH , komt algemeen bij planten voor, meestal als kristallijn calciumoxalaat. De

naam is ontleend aan het geslacht *Oxalis* (klaverzuring), waarvan sommige soorten een hoog oxalaatgehalte hebben. Bekende oxalaatfamilies zijn Polygonaceae (*Rheum*, *Rumex*), Chenopodiaceae (*Spinacea*, *Beta*, *Atriplex*) en

Portulacaceae. Spinazie bijvoorbeeld bevat 0,3-1,2 % oxalaat.

Calciumoxalaat is onoplosbaar in neutraal of alkalisch milieu. In zuur plantensap zal afhankelijk van het calciumgehalte en de pH een groter of kleiner deel van het oxaalzuur in oplossing zijn.

In spinazie blijkt oxaalzuur aanwezig te zijn en geen salpeterzuur, zoals Freek Kamst aanneemt.

4 Leg uit waarom in spinazie wel oxaalzuur gevormd kan worden uit oxalaat, maar geen salpeterzuur uit nitraat.

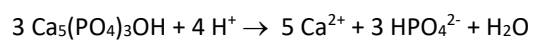
5 Geef de vergelijking van de vorming van oxaalzuur uit calciumoxalaat in zuur milieu.

6 Geef de vergelijking van de reactie tussen oxaalzuur(oplossing) en hydroxyapatiet.

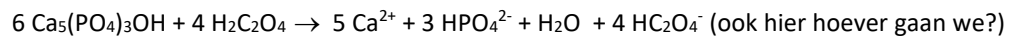
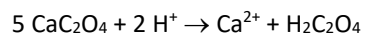
Stroeve tanden ANTWOORDEN

1 Het fosfaation en het hydroxide-ion

2 Bij oplossen heb je het in principe over het splitsen van de stof in ionen of het op moleculair niveau vermengen met oplosmiddelmoleculen bij een moleculaire stof. Hier treedt een reactie op tussen het zuur en de base.



4 Het oxalaation ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) is een zwakke base. NO_3^- is het zuurrestion van een sterk zuur en reageert daarom niet als base.



Intermediair, 17 juni 1999

REDACTIE: BRAM VERMEER

Zilver

Waarom wordt zilveren bestek zwart nadat er ei mee is gegeten?

■ Een ei bevat zwavelverbindingen, waaronder zwavelwaterstof. Dat creëert die typische geur van rotte eieren. Zilver is niet bestand tegen zwavelwaterstof en reageert met deze stof tot zilversulfide. Dit is de donkergrijze tot zwarte aanslag op het bestek.

*Wouter Hamer, student
Materiaalkunde, Delft*

DE KNAGENDE VRAGEN



1 Leg aan de hand van Binas tabel 48 uit dat zilver niet via een redoxreactie met zwavelwaterstof (waterstofsulfide: H_2S) kan reageren.

Niet zilver reageert met zwavelwaterstof maar het zilveroxidehuidje dat gevormd is door reactie van zilver met zuurstof uit de lucht.

2 Geef de vergelijking van de reactie van zilver met zuurstof.

3 Leg uit dat dit een redoxreactie is.

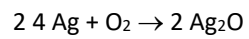
Het zilveroxidehuidje reageert met zwavelwaterstof, waarbij onder andere zilversulfide ontstaat.

4 Geef de vergelijking van deze reactie.

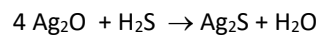
5 Leg uit dat dit een zuur-base reactie is.

Zilver ANTWOORDEN

1 Zowel zilver als waterstofsulfide reageren als reductor. Er is geen oxidator aanwezig (volgens Binas).



3 Er vindt elektronenoverdracht plaats van zilver (dat Ag^+) wordt naar zuurstof (dat O^{2-}) wordt.



5 O^{2-} (base) neemt H^+ op van H_2S (zuur).

NRC Handelsblad, 26 juni 1999

HELIUM-6 KERN IS UITGERUST MET DUBBELNEUTRON

Helium-6 kernen bestaan uit 2 protonen en 4 neutronen. Volgens theoretici zijn het eigenlijk helium-4 kernen (de meest voorkomende variant van helium) omgeven door twee losjes gebonden extra neutronen. Die twee extra neutronen kunnen twee configuraties aannemen: aan weerskanten van de helium-4 kern een neutron of twee neutronen op een kluitje op relatief grote afstand van de kern.

Om uit te maken welke variant de juiste is schoten fysici van het Instituut voor Kernfy-

sica in Moskou een bundel helium-6 (iets wat pas vorig jaar voor het eerst lukte) op een doelwit van helium-4. De intensiteit bedroeg 300.000 stuks per seconde. Daarbij namen ze waar dat een deel van de helium-4 kernen na het bombardement veranderd was in helium-6, wat bewijst dat een dubbelneutron van de ene naar de andere heliumkern is overgesprongen (*Physical Review Letters*, 21 juni 1999). De hypothese van het dubbelneutron werd nog eens extra bevestigd toen de Russen een helium-6 bundel op waterstof schoten. Inderdaad vormde zich nu een tritiumkern, bestaande uit een proton (waterstofkern) en twee neutronen. Een nog lopend experiment in Moskou met een bundel helium-8 kernen brengt wellicht vierdubbele neutronen aan het licht. (DIRK VAN DELFT)

Het artikel beschrijft kort een onderzoek van fysici van het Instituut voor Kernfysica in Moskou.

Bij natuurwetenschappelijk onderzoek zijn onderzoeksvragen en hypothesen van groot belang.

Een goede onderzoeksvraag moet aan een aantal voorwaarden voldoen:

- de onderzoeksvraag mag niet te algemeen zijn geformuleerd,
- de onderzoeksvraag mag maar één probleem tegelijk bevatten,
- de onderzoeksvraag mag geen details over de uitvoering van het experiment bevatten,
- in de onderzoeksvraag mogen geen dubbelzinnigheden voorkomen.

1 Formuleer een onderzoeksvraag die de fysici gebruikt kunnen hebben.

Alleen bij een toetsend onderzoek gebruik je een hypothese. Bij een beschrijvend onderzoek (welke vissen zitten in de vijver?) kun je een hypothese niet gebruiken.

Eisen aan een hypothese:

- een hypothese is een stellige bewering als antwoord op een onderzoeksvraag
- een hypothese mag niet in de vragende vorm zijn gesteld,
- een hypothese moet toetsbaar zijn.

2 Stel een hypothese op voor het onderzoek dat beschreven is in het artikel.

In de conclusie van een onderzoek geef je ook antwoord op de onderzoeksvraag.

3 Welke conclusie hebben de fysici getrokken?

4 Geeft deze conclusie ook een antwoord op jouw onderzoeksvraag uit vraag 1?

Helium-6 kern ANTWOORDEN

1 Onderzoeksvraag: Zitten bij een helium-4 kern de twee extra neutronen aan weerszijden van de kern of met zijn tweeën op relatief grote afstand van de kern?

2 Hypothese: Een helium-6 kern is opgebouwd uit een helium-4 kern met op relatief grote afstand twee neutronen op een kluitje.

3 Conclusie: Een helium-6 kern is opgebouwd uit een helium-4 kern met op relatief grote afstand twee neutronen op een kluitje.

4 –

Achtergrondinformatie met betrekking tot hypothesen:

- Hullu E. de e.a., Hypothesen in de klas en op het examen, NVOX, 1999, jrg. 24, nr. 4, pag. 188-193.

- Pohlmann J. e.a. Hypothesen in Centraal Examen en Schoolexamen goed of fout?, NVOX, 1999, jrg. 24, nr. 6, pag. 306-311.

NRC Handelsblad, 3 augustus 1999

Fosfor op strand Vlissingen

VLISSINGEN, 3 AUG. De Zeeuwse brandweer heeft gisteravond de stranden van de gemeente Vlissingen en Veere gecontroleerd op de aanwezigheid van fosfor. Eerder waren ter hoogte van de strandovergang de Vijgheneter aan de Zwanenburg in Vlissingen kleine fosfordeeltjes aangetroffen op de vloedlijn. De fosfor, die afkomstig zou zijn van oude munitie, kan spontaan ontbranden. (ANP)

- 1 Leg uit waarom fosfor spontaan kan ontbranden.
- 2 Leg uit hoe men op school voorkomt dat fosfor spontaan kan ontbranden.
- 3 Waardoor is de fosfor uit de oude munitie niet eerder ontbrand?

De brandweer wil een advies geven aan de strandbezoekers hoe te handelen als ze stukjes fosfor vinden.

- 4 Welk advies kan de brandweer het beste aan de strandbezoekers geven?

Bij de verbranding van fosfor ontstaat P_2O_5 .

- 5 Noteer de kloppende reactievergelijking voor de verbranding van fosfor.

Gedachtenexperiment:

Volgens het artikel kan fosfor 'spontaan' ontbranden. We bootsen, in gedachte, het experiment na:

- leg een klein stukje in een bekeerglas dat voor eenderde met zand is gevuld.
- zet het bekeerglas met inhoud in de zuurkast (het inademen van difosforpentaoxidedampen is niet gezond).

- 6 Welke voorwaarden moeten we nu veranderen zodat de fosfor vanzelf ontbrand? Met andere woorden: wat moet je doen om de fosfor te laten ontbranden? Let op: je moet de situatie van het strand nabootsen, dus niet een lucifer er bij houden of zo.

Fosfor op strand ANTWOORDEN

1 Fosfor heeft een lage ontbrandingstemperatuur.

2 Het wordt bewaard onder water, waardoor het niet in aanraking komt met zuurstof uit de lucht.

3 De munitie lag onder water, er kwam geen zuurstof bij.

4 Niet aanraken, afdekken met vochtig zand.

5 $4 \text{ P} + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ P}_2\text{O}_5$

6 Het zand verwarmen met bijvoorbeeld een vergrootglas en een lamp.

PAPIERVRETERS HELPEN MILIEU OPGAVEN

De Brug, 25 augustus 1999

Papiervreters helpen milieu

Een kantoormedewerker verbruikt in ons land gemiddeld 175 kilo papier per jaar. Als dat alleen van hout gemaakt werd, zou er 260 kilo hout voor nodig zijn. Voor die ene medewerker. Gelukkig bestaat de grondstof van nieuw papier en karton gemiddeld voor driekwart uit gerecycled papier. En op veel kantoren wordt het gebruikte papier weer ingezameld voor herverwerking. Zo komt van 't één 't ander. Het grootste deel van het apart ingezamelde papier en karton komt bij bedrijven vandaan. Nieuw papier maken met oud papier in plaats van met hout kost veel minder energie. Gescheiden inzamelen bespaart dus niet alleen hout, maar ook heel veel energie. Wilt u meer informatie over papierverbruik en recycling? Bel dan voor een gratis brochure: 079-3449449.

**EEN BETER MILIEU
BEGINT BIJ JEZELF**

Het telefoonnummer is gewijzigd: 0900-8052.

Versie I

Ga na hoe papier gemaakt wordt. Ga ook na of en hoe in de afgelopen jaren de hoeveelheid oud papier die bij de papierproductie wordt gebruikt, is toegenomen.

Verwerk je materiaal in een poster van A-3 formaat. De poster wordt gebruikt voor burgers bij een informatiestand over recycling van de gemeente. Noteer op de achterkant van je poster de bronnen waarvan je gebruik hebt gemaakt. Indien je gebruik hebt gemaakt van Internet, moet je ook je zoekopdrachten noteren.

Bij de beoordeling van je poster wordt op het volgende gelet:

* bij de uiterlijke verzorging en de opbouw van de poster:

- omvang van de poster volgens afspraak,
- tekst, afbeeldingen en grafieken zijn logische en duidelijk geordend,
- tekst, afbeeldingen en grafieken zijn afwisselend gebruikt,
- tekst, afbeeldingen en grafieken zijn functioneel gebruikt,
- geheel ziet er verzorgd uit,
- poster brengt de essentiële informatie over, zodat geen mondelinge toelichting nodig is.

* inhoudelijk aspecten:

- ingegaan op de opdracht,
- juiste weergave van gegevens,
- geschikt voor doelgroep.
- vermelding bronnen, zoekopdrachten.

Tip: op een poster moet je geen grote lappen tekst in volzinnen gebruiken maar de gegevens in kernwoorden noteren.

Versie II

1 Hoeveel medewerkers werken bij de administratie van jouw school? Als je het niet weet mag je ook schatten.

2 Hoeveel kg papier gebruiken die samen gemiddeld per jaar?

3 Hoeveel kg daarvan bestaat uit gerecycled papier?

4 Welke twee voordelen van het gebruik van oud papier in plaats van hout worden in het artikel genoemd?

Op het internet is een site die heet: <http://www.papierinfo.nl>. Zoek daar onder het hoofdstuk Recycling op de antwoorden op vraag 5 en 6. Heb je geen Internet vraag dan de docent om het artikel over papierrecycling.

5 Waarom moeten er toch nog bomen gekapt worden voor de papierproductie?

6 Welke papiersoort bestaat voor 100% uit gerecycled papier?

Er zijn afspraken wat wel en wat niet bij het oud papier kan. Zo'n 85 % van het papier en karton dat we met z'n allen gebruiken kan in de oud papierbak. Als het maar schoon, droog en scheurbaar is

7 Maar wat mag je nu precies wel en wat niet bij het oud papier doen? Vul onderstaand schema in:

Wel bij het oud papier (zet een kruisje)

	gebruik ik wel	gebruik ik niet
Kranten	_____	_____
Tijdschriften	_____	_____
Reclame drukwerk	_____	_____
Telefoongidsen	_____	_____
Schrijfpapier	_____	_____
Computeruitdraaien	_____	_____
Enveloppen	_____	_____
Papiersnippers	_____	_____
Cadeaupapier	_____	_____
Eierdozen	_____	_____
Kartonnen en papieren	_____	_____
Verpakkingen	_____	_____

Niet bij het oud papier:

	Gebruik ik wel	Gebruik ik niet
Sanitair papier (o.a. maandverband, keukenrol,wc-papier)	_____	_____
Behang	_____	_____
Carbonpapier	_____	_____
Geplastificeerd papier	_____	_____
Foto's	_____	_____
Koffiefilters	_____	_____
Verontreinigd papier	_____	_____

8 Spaar jij zelf oud papier om in de papierbak te doen?

9 Zo ja, wat doe je van bovenstaande lijst bij het oud papier en wat niet? Vind je datje meer zou moeten doen?

10 Zo nee, waarom niet? Vind je datje het eigenlijk wel zou moeten doen?

11 Wordt op school oud papier ingezameld? Hoe weet je dat?

12 Vind je dat jij zelf eigenlijk meer zou moeten doen?

13 Wat vind je een beetje te ver gaan?

14 Wat vind je dat iemand minimaal zou moeten doen?

Papiervreters helpen milieu ANTWOORDEN

Versie I

U kunt het volgende beoordelingsmodel gebruiken:

O = onvoldoende V = voldoende G = goed	Beoordeling			Opmerkingen
	O	V	G	

* bij de uiterlijke verzorging en de opbouw van de poster:

Omvang van de poster volgens afspraak				
Tekst, afbeeldingen en grafieken zijn logische en duidelijk geordend				
Tekst, afbeeldingen en grafieken zijn afwisselend gebruikt				
Tekst, afbeeldingen en grafieken zijn functioneel gebruikt				
Geheel ziet er verzorgd uit				
Poster brengt de essentiële informatie over, zodat geen mondelinge toelichting nodig is				

* inhoudelijk aspecten

Ingegaan op de opdracht				
Juiste weergave van gegevens				
Geschikt voor doelgroep				
vermelding bronnen, zoekopdrachten				

U beoordeelt op een driepuntsschaal: onvoldoende, voldoende, goed. Om tot een cijfer te komen kunt u bijvoorbeeld het volgende toekennen: onvoldoende = 0, voldoende = 0,5 en goed = 1. Indien u zoals in bovenstaand voorbeeld gebruik maakt van tien beoordelingsaspecten, rolt er een cijfer uit.

Bron:

- <http://www.papierinfo.nl>

- Informatiecentrum Papier en Karton, Postbus 733, 2130 AS Hoofddorp, 020-6543043: Papier en Karton in de actualiteit, kopieer-en werkboek voor het voortgezet onderwijs; We hebben steeds langer plezier van papier, recycling ; We hebben steeds langer plezier van papier, het papier, het karton en het bos; We hebben steeds langer plezier van papier, Van pulp naar papier.

Versie II

1 Eigen antwoord.

2 $5 \times 175 = 875$ kg

3 75 % van 875 = 656 kg is gerecycled papier.

4 Kost veel minder energie en kost veel minder hout.

5 Papier kan niet oneindig gerecycled worden: na 4 tot 6 maal recycelen is de vezel versleten. Verse houtvezel blijft dus nodig.

6 WC papier, handdoekjes

7 t/m 14 Eigen antwoord.

Stikstofmolecuul N₅ is explosief

CHEMIE Voor het eerst in een eeuw is een nieuwe verbinding van het element stikstof gemaakt: N₅. Volgens de Amerikaanse onderzoekers is de stof extreem explosief.

MENNO STEKETEE

AMSTERDAM - Een team onderzoekers van Amerikaanse luchtmacht is er voor het eerst in een eeuw in geslaagd een nieuwe verbinding van het element stikstof te synthetiseren. Het gaat om de verbinding N₅ waarin de stik-

stof-atomen in V-vorm zijn gegroepeerd. De 'gewone' stikstofverbinding N₂ was al in 1772 bekend, het azide-ion N₃ werd in 1890 aangemaakt. De nieuwe N₅-verbinding is zo instabiel en hoog-energetisch dat men spreekt van de belofte van een 'super-springstof'. Het onderzoek van het Air Force Research Laboratory wordt onder andere gesteund door de luchtmacht zelf en het defensie-instituut Defense Advanced Research Projects Agency, (DARPA).
(...)

1 Teken de elektronenformule van N₂.

2 Teken de elektronenformule van het azide-ion (N₃⁻).

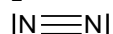
Men heeft geen stikstofmolecuul N₅ gemaakt, maar een N₅⁺-ion.

3 Teken de elektronenformule van het N₅⁺-ion.

4 Leg aan de hand van je antwoord bij vraag 3 uit waarom in het N₅⁺-ion de stikstofatomen in een V-vorm zijn gegroepeerd.

N₅ is explosief ANTWOORDEN

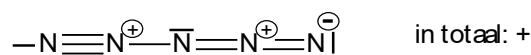
1



2 3 N-atomen bezitten (in de buitenste schil) 15 elektronen, lading 1-, totaal 16 elektronen ofwel 8 elektronenparen. Octetregel: elk N-atoom over 8 elektronen laten beschikken: 3 N atomen dus totaal 24 elektronen (3 x 8). Gemeenschappelijk aantal elektronen 24 – 16 = 8 elektronen of 4 paar.

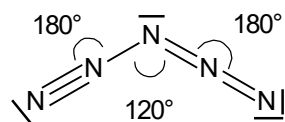


3 5 N-atomen bezitten 25 elektronen, lading 1+, totaal 24 elektronen ofwel 12 elektronenparen. 5 N atomen beschikken totaal over 40 elektronen (5 x 8). Gemeenschappelijk aantal elektronen 40 – 24 = 16 elektronen of 8 paar.



4 Het middelste N-atoom heeft aan een kant een dubbele binding en aan andere kant een enkele binding: dit duidt op een hoek van 120 ° rond dit N-atoom. N=N=N levert voor het middelste N-atoom een hoek van 180 ° op. Voor de N met een drievoudige en een enkele binding geldt ook een hoek van 180 °.

De ruimtelijke structuur is dus als volgt:



Opmerking: In Chemie Overal 6V spreekt men over drie-omringing en twee-omringing.

Trouw, 22 maart 1999

Branden in Schiedam wellicht aangestoken

Van onze verslaggever

ROTTERDAM – In Schiedam en Rotterdam hebben in de nacht van zaterdag op zondag vier grote branden gewoed, waardoor drie opslagloodsen in de as werden gelegd. De schade bedraagt miljoenen guldens, maar persoonlijke ongevallen deden zich niet voor. Ruim honderd brandweerlieden werden ingezet. De politie vermoedt een verband tussen de branden en sluit brandstichting niet uit, vanwege de volgorde en de tijdstippen waarop de branden ontstonden.

De eerste brand brak kort na middernacht uit in een garagebedrijf in het Schiedamse centrum. Een loods met autobanden en onderdelen brandde geheel uit. Vanwege de sterke rookontwikkeling kregen buurtbewoners het advies om ramen en deuren dicht te houden.

Rond drie uur ontstond een brand in een opslagloods voor cacao's en specerijen aan de

Fokkerstraat. De felle, uitslaande brand leverde geen gevaar op voor de omgeving, al was er wel sprake van hevige stankoverlast. De loods brandde volledig uit en is inmiddels ontruimd vanwege instortingsgevaar.

Een stapel brandende pallets in de Algerastraat was rond vier uur wederom een reden om uit te rukken. De brandweer wist door snel blussen brand in naastgelegen gebouwen te voorkomen. Korte tijd na het blussen van de pallets, brak brand uit in een aluminiumhandel aan de Overschieweg in Rotterdam. Een nabij gelegen partycentrum en transportbedrijf werden uit voorzorg ontruimd. De loods brandde goeddeels uit.

De brandweer had alle branden gistermorgen omstreeks negen uur onder controle. Het nablussen van het autobedrijf en de specerijenloods duurde nog de gehele zondag.

De directie van de specerijenhandel schat de schade op drie à vier miljoen guldens. De brandweer denkt dat het schadebedrag

bij het autobedrijf tussen de een en anderhalf miljoen ligt.

Het ontstaan van de vuurzeeën toont grote overeenkomsten met eerdere branden in Rotterdam-Noord en Schiedam.

In 1997 woedden binnen drie maanden drie felle branden bij palletbedrijven. Van één brand staat vast dat die was aangestoken. Daarvoor is nooit iemand aangehouden.

Een politiewoordvoerder wil nog geen uitspraken doen over mogelijke pyromanie. „Enkele branden zijn veroorzaakt door een brandhaard buiten de loodsen. De technische recherche gaat dat verder onderzoeken. Vooralsnog houden we wel rekening met brandstichting.”

In Rotterdam-Hilligersberg brandde een viertal auto's uit. De politie wist even later een 17-jarige knaap aan te houden, maar acht het onwaarschijnlijk dat deze iets te maken heeft met de branden elders in de stad.

1 Waarom moesten de bewoners in het centrum van Schiedam hun ramen sluiten?

Autobanden worden gemaakt van rubber waar veel zwavel in zit. Je mag daarom zeggen dat de kommaformule van rubber C,H,S is.

2 Geef de vergelijking van de reactie in woorden en in symbolen van de verbranding van rubber.

De brandweer heeft onderzocht of de rook schadelijke gassen bevat. Bij de brand van de cacao's heeft de brandweer twee stoffen in de rook aangetoond, namelijk koolstofdioxide en water.

3 Geef de naam van een stof waarmee de brandweer kan aantonen dat er koolstofdioxide in de rook zit.

4 Geef de naam van een stof waarmee de brandweer kan aantonen dat er waterdamp in de rook zit.

5 Waarom ontruimde de brandweer uit voorzorg een nabijgelegen partycentrum?

6 Hoe komt het dat water zo geschikt is om branden te blussen?

Het nablussen duurde nog tot de volgende dag.

7 Waarom gaat de brandweer vaak zo lang met blussen door?

Er zijn bij deze branden geen explosies voorgekomen. Toch waren er bedrijven waarbij gemakkelijk een explosie had kunnen plaatsvinden.

8 Bij welke van de vier genoemde bedrijven was de kans op een explosie het grootst?

Branden in schiedam ANTWOORDEN

1 Vanwege de sterke rookontwikkeling

2 In woorden: rubber + zuurstof → koolstof(di)oxide + water + zwavel(di)oxide

In symbolen: $C,H,S + O \rightarrow C,O + H,O + S,O$

3 Kalkwater

4 Wit kopersulfaat of custard

5 Ze waren bang dat het vuur zou overslaan.

6 Water verlaagt de temperatuur van de brand en sluit het vuur af voor lucht (zuurstof)

7 Vaak smeult het vuur nog. Het kan zijn dat er opnieuw brand uitbreekt omdat de stof die brandde nog erg heet is.

8 Garage (benzine aanwezig) of specerijenhandel (Stofexplosie)

Houston Chronicle, 4 april 1999.

DuPont brews up improved polyester from bacterial waste

By REBECCA QUICK
The Wall Street Journal

New fabric expected to be a hit

WILMINGTON, Del. — Chemical giant DuPont Co. has found a new way to make a silky, stretchy polyester that it hopes one day will be far less expensive to produce than hot-selling microfibers.

The company, however, probably won't be running ads to boast about the laboratory breakthrough: The fabric is made from excretions of genetically engineered bacteria.

The fabric, dubbed 3GT (for three-carbon glycol terephthalate), isn't strutting down the runway on the backs of supermodels yet. Dupont doesn't expect it to hit the market for another five years or so. When it does, it could give a welcome lift to the polyester business, whose sales for apparel of \$5 billion a year are expected to slow amid a glut of low-cost, low-quality imports.

DuPont doesn't expect shoppers to balk at a fabric produced from bacteria excretions. Over the years, consumers have proved remarkably willing to wear all sorts of unexpected things, from Teflon ties to recycled-tire sandals to dresses adorned with sequins fashioned from aluminum cans. And anyone who sweated out polyester's early years in the 1970s will probably prefer 3GT, because it is water-resistant yet also far more "breathable" than ordinary polyester.

Still, it is taking 3GT a long time to reach the market. A version of the fabric, produced in a costly chemical procedure, has languished in the lab since the 1940s. Every decade or so, DuPont and other companies have taken whacks at devising cheaper chemical manufacturing methods, only to conclude they weren't cheap enough to be viable for making a consumer product.

A tantalizing solution emerged in 1995. A team of DuPont biologists combined genetic codes of two micro-organisms and created a new kind of *E. coli* bacteria, which are genetic engineering's guinea pigs because of their simple DNA. A kind of super bug, the bacteria eat corn and excrete a milky-looking liquid known as 3G. Adding terephthalic acid forms a resin, 3GT, that can be spun into fabric for dresses and skirts.

Meanwhile, Dupont and at least one competitor, Shell Chemicals, a unit of Royal Dutch/Shell Group of the Netherlands, have found a more efficient way to make 3GT using chemicals. The chemical version could start appearing in sweaters, suits and jackets sold at major retailers within a year. DuPont and Shell now are racing to complete new plants designed for the chemical process.

DuPont envisions yet another new factory — to be built somewhere next to a cornfield — where low-wage bacteria would churn out even cheaper 3GT in its biological form.

Some fabric buyers are thrilled. "I would love to be the first to bring this to market," says Kady Dalrymple, vice president of design at Limited's Express unit. "Our customers want clothes that travel well and are easy to care for, and I think this fabric would work fantastically."

Eventually, DuPont plans to pick a catchier name for 3GT before introducing it to the world with a massive marketing campaign. Dalrymple, for one, sees no image problem for 3GT, despite its origins in a vat of ooze populated by *E. coli* bacteria — albeit not the kind that contaminates hamburgers. "Silk isn't bug poop, but it's close enough, and that's still considered a luxurious fabric," she points out.

DuPont and a partner, Genencor, a Rochester, N.Y., joint venture of Eastman Chemical Co., of Kingsport, Tenn., and Cultor Ltd. of Finland, last year jointly won a patent for the biological manufacturing process of 3GT. The product isn't expected to meet with much demand for industrial products made of polyester: After all, stretchiness and silkiness aren't sought-after qualities in gaskets and carpeting.

But 3GT is expected to have a big impact on apparel. Sales of polyester for apparel totaled some \$5 billion in 1996, according to figures from SRI Consulting, of Menlo Park, Calif. DuPont worries sales will slow from their current 6 to 8 percent annual growth rate as a result of economic turmoil in Asia, where much of the world's low-cost polyester is pro-

duced. "Problem is, Asian consumers can't afford to buy clothes like they could before, but the plants there aren't slowing down," says Ray Miller, manager of DuPont's 3GT venture. "A lot of that polyester's being sold almost at cost." A new, higher-quality polyester could be a welcome entrant in a market where a glut of inferior product has depressed prices, he says.

Back in 1993, DuPont researchers began looking for a biological way to make 3GT. They already knew that some micro-organisms naturally could convert glycerol — a syrupy liquid used in skin lotions and food preservatives — into 3G. But they concluded glycerol, selling for more than \$1 a pound, was too expensive to buy. Many micro-organisms, they realized, produce glycerol by converting glucose — a cheap, natural sugar. That put them on a hunt for a single micro-organism capable of doing both, eating sugar and excreting 3G.

By 1995, two DuPont researchers, Vasantha Nagarajan and Charlie Nakamura, came up with such a micro-organism by combining DNA from two types of bacteria. Now, a group of scientists in Wilmington is working on a refining the process and producing substantial quantities of the 3G juice efficiently.

The gene jockeys develop pinhead-size colonies of the genetically engineered *E. coli* bacteria and send them to engineers on slides. The engineers scrape off each colony into a test tube filled with liquid, where it grows for several days or weeks. The test tube's contents are then dropped into a three-liter fermenter. Tubes feed a constant supply of glucose and water into the container, while a fan at the bottom agitates the water to shoot in oxygen. As the bugs multiply and feed, the juice in the container turns milky. After a few days, it is teeming with more micro-organisms than there are people in the world.

DuPont has a lot riding on the process. It is accelerating its plans to expand in the "life-sciences" area, and last month announced it would issue a tracking stock, or separate class of shares, to reflect the value of operations in the segment. Two weeks ago,

DuPont said it would buy the 80 percent of seed-corn giant Pioneer Hi-Bred International that it didn't already own for \$7.7 billion. A major byproduct of that deal: a virtually endless supply of food for the micro-organisms that excrete 3G.

The dozen or so fermenters DuPont is experimenting with don't produce enough of a base to fill even a small closet with dresses. Some issues still to be worked out: How to

pump enough oxygen into the tank to feed a multitude of the bugs? And will the micro-organisms be hardy enough to survive slight, unavoidable fluctuations in the quality of the corn syrup they are fed?

By early next year, DuPont expects to enter the project's pilot stage, making about 3,000 liters of the 3G bug juice a day — enough to turn into windbreakers for the entire research team. Bringing organic 3GT to mar-

ket within five years is a realistic goal, company representatives say. "We're probably 50 percent of the way there so far," says Robert Dorsch, director of DuPont's biotechnology development. By the end of 2003, DuPont hopes to have a commercial plant capable of producing up to 300,000 liters a day, enough to support an entire product line.

Het artikel is oorspronkelijk geschreven voor The Wall Street Journal. Het bevat verschillende invalshoeken van de ontwikkeling van een 'nieuwe' soort polyester. Je kunt er (bio)chemische, biotechnologische, commerciële en psychologische invalshoeken in lezen.

Na het beantwoorden van de vragen kies je één invalshoek en beschrijf je dat aspect in eigen woorden.

- 1 Vertaal de hoofdtitel in het Nederlands.
- 2 Welke twee onderwerpen mag je, door de titel, in het artikel verwachten?
- 3 Vertaal de ondertitel.
- 4 Hoe wordt de nieuwe stof aangeduid?
- 5 Waarop slaan de letters in de aanduiding? Wat betekent het cijfer?
- 6 Tot welke chemische groepen stoffen behoren de bouwstoffen?
- 7 Waarom wordt de stof metphtalate (....ftalaat) aangeduid?
- 8 Welke eigenschappen geven de nieuwe textielsoort een goede kans van slagen?
- 9 Welke aantrekkelijke eigenschappen heeft de stof 3GT in vergelijking met 'oude' / 'gewone' polyester?
- 10 Komt de nieuwe stof al gauw beschikbaar? Licht je antwoord toe.
- 11 Is het zoeken naar de (bereiding van de) nieuwe stof kortgeleden gestart? Geef aan wanneer waarmee begonnen werd.
- 12 Welke twee 'taken' verricht de nieuwe bacterie?
- 13 Met welke code wordt het produkt van de nieuwe bacterie aangeduid?
- 14 Wat moet er daarna nog gebeuren om het molecuul van de nieuwe textielstof te maken?
- 15 Leid uit het artikel af wat het verschil is tussen (bio)chemie en (bio)technologie.

Opdracht

- Kies een van de vier invalshoeken;
- Selecteer de delen uit het artikel die behoren bij de gekozen invalshoek; Markeer die delen.
- Verdiep je grondig in de gemarkeerde delen;
- Schrijf in goed Nederlands in je eigen woorden een logisch opgebouwd verhaal van maximaal 1 pagina A-4 over de (ontwikkeling van de) nieuwe stof met de nadruk op de gekozen invalshoek

Als richtvraag kun je bij elk van de invalshoeken gebruiken:

(bio)chemisch: Op welke manieren kun je 3G maken en laten reageren tot 3GT?

biotechnologisch: Hoe kun je de bacteriën grootschalig 3G laten produceren?

commerciële: Wat komt er allemaal kijken bij het op de markt brengen van 3GT?

psychologisch: Hoe staan de klanten tegenover een produkt uit afval van genetisch gemanipuleerde bacteriën?

Nog een paar afsluitende vragen.

- 16 Bedenk een kernachtige (provocerende?) titel als in plaats van je antwoord op vraag 1.
- 17 Op welk aspect van het artikel slaat de hoofdtitel? Op welk aspect de ondertitel?

- 18 Welke drie nieuwe ontwikkelingen spelen in het artikel een rol? Kijk naar de grondstof, de bereidingswijze en de stofeigenschappen.
- 19 Verbaast het je dat nergens over de produktie van tereftaalzuur wordt gesproken?
- 20 Vind je dat het artikel je verwachtingen uit de titel waarmaakt?

DuPont brews up improved polyester from bacterial waste ANTWOORDEN

- 1 DuPont maakt (haalt) betere (verbeterde, veredelde) polyester uit afval van bacteriën.
- 2 Kweken / laten werken van bacteriën. Vorming van de polyester.
- 3 Men verwacht dat de nieuwe textiel (stof, vezel) een treffer (schot in de roos) zal zijn.
- 4 3GT.
- 5 G: glycol; T: terephthalate (Ned.: tereftalaat); 3: drie koolstofatomen in het glycol-molecuul.
- 6 Glycol: (di)alcoholen; tereftalaat: (di)carbonsuren.
- 7 Dat is het reactieproduct (de ester) van het ftalaat met de alcohol.
- 8 Zijdeachtig, rekbaar; (op den duur) goedkoper te produceren dan microvezels.
- 9 De 'oude' / 'gewone' polyester voelt zweterig aan; 3GT is waterafstotend en toch veel 'luchtiger' (ademend).
- 10 Nee, pas over vijf jaar kan het op de markt komen.
- 11 Nee. - In de veertiger jaren werd al een versie van de stof geproduceerd;
 - Elke tien jaar werd geprobeerd de stof op een goedkopere manier te maken.
 - In 1993 werd onderzoek gestart naar een biologische bereiding van 3G;
 - In 1995 kon het DNA van twee bacteriën worden gecombineerd waardoor een nieuwe soort E.coli-bacterie ontstond die met mais kan worden gevoed en 3G produceert..
- 12 'Eating sugar' (omzetten van glucose in glycerol); 'excreting 3G' (omzetten van glycerol in glycol).
- 13 3G
- 14 Laten reageren van 3G met het dicarbonzuur ftalzuur, waarbij de polyester wordt gevormd.
- 15 Bij (bio)chemie werk je met kleine hoeveelheden stoffen op laboratoriumschaal; bij (bio)technologie met (zeer) grote hoeveelheden stoffen in grote apparatuur.
- Toevoeren en mengen van stoffen is bij de (bio)technologie een belangrijke techniek.
- 16 Bij voorbeeld: DuPont maakt "zijde" uit "poep". DuPont maakt zijdeachtige stof uit bacteriepoep.
- 17 Hoofdtitel: biotechnologisch aspect; ondertitel: commercieel/psychologisch
- 18 - Nieuwe grondstof (3G) in plaats van glycol;
 - Nieuwe bereidingswijze (biotechnologisch) in plaats van chemisch;
 - Nieuwe stoffeigenschappen (zijdeachtig, rekbaar) in plaats van 'zweterig'.
- 19 Ja / nee. Kennelijk was de productie van tereftaalzuur nooit zo'n probleem (chemisch / technologisch / economisch).
- 20 Hangt af van de (bij vraag 2) geformuleerde verwachtingen

Mocht u het schrijven van een verhaal per invalshoek te moeilijk vinden voor leerlingen, dan kunt u voor de verwerking per invalshoek gebruik maken van onderstaande vragen die per invalshoek bij elkaar staan.

Eventueel kunt u als u leerlingen wel een verhaal laat schrijven, nagaan of het verhaal antwoord geeft op het merendeel van de vragen.

De alinea's uit het artikel per invalshoek:

chemisch: 1, 2, 5, 7

biotechnologisch: 10, 12, 6, 13, 14, 16, 17, 2

commerciële: 1, 2, 5, 10, 11, 12, 15, 17

psychologisch: 3, 2, 4, 8, 9

(Bio)chemisch

a Zoek in Binas de rationele naam van glycol op en teken de structuurformule

b Welke structuurformule veronderstel je voor "three-carbon glycol"?

De rationele naam voor tereftaalzuur is 1,4-benzeendicarbonsuur.

c Teken de structuurformule van tereftaalzuur.

d Wat is een ftalaat (phtalate) voor een type verbinding?

e Teken twee reactiestappen die kunnen verlopen in een mengsel van "three-carbon glycol" en tereftaalzuur.
Doe dit eerst met behulp van structuurformules; herhaal het met de symbolen G en T.
f Welke stof moet aanwezig zijn in het reagerende mengsel en waarvoor dient deze?

Op het laboratorium werd al "since the 1940s" naar goedkopere chemische bereidingswijzen gezocht.
g Welke stof was moeilijk goedkoop te maken? Beredeneer je antwoord

Bij de ontwikkeling van de biologische bereiding van 3G kreeg de stof glycerol veel aandacht.
h Zoek in Binas de rationele naam van glycerol op en teken de structuurformule.
i Welke eigenschappen van glycerol worden genoemd?
j Wat wisten de onderzoekers in 1993 al met betrekking tot glycerol?
k Waarom bood deze kennis geen uitzicht op een bereidingswijze van 3G?

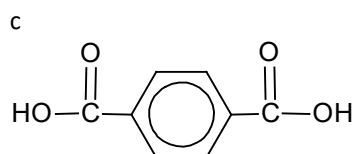
In 1995 zorgden biologische onderzoekers voor een doorbraak.
l Hoe kwamen de onderzoekers op het nieuwe spoor? Vermeld een inzicht en een activiteit.
m Waardoor kon dit spoor worden verwezenlijkt?
n Beschrijf wat het nieuwe micro-organisme doet.

DuPont beschikte dus over de kennis om de stof 3G te maken.
o Welke laatste, essentiële, stap is dan nog nodig?

Antwoorden (bio)chemisch

a 1,2-ethaandiol
 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$

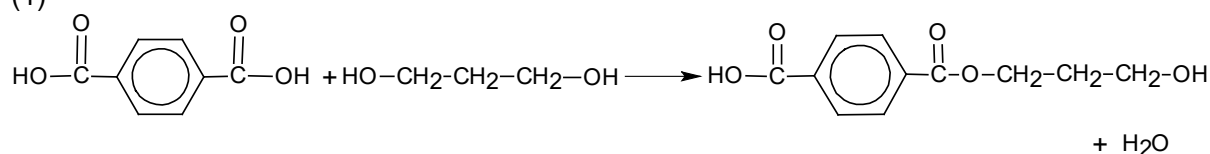
b
 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$



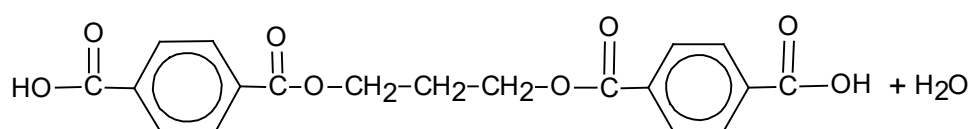
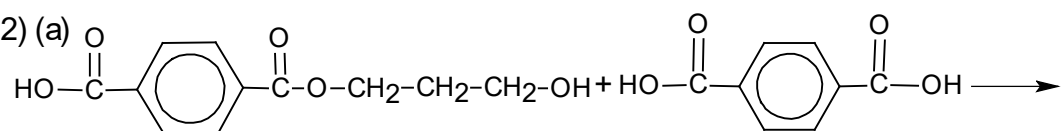
d Een ester.

e

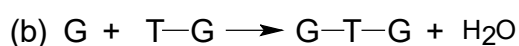
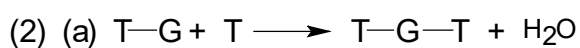
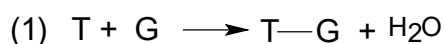
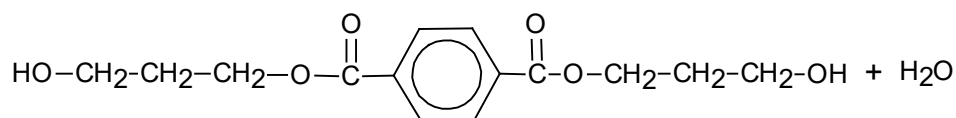
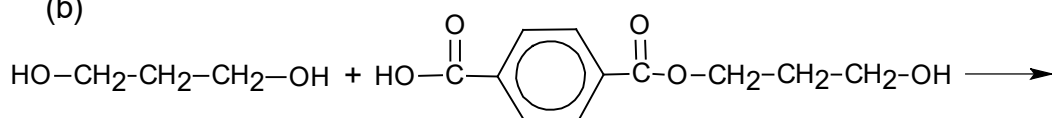
(1)



(2) (a)



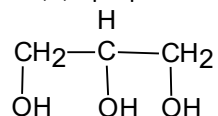
(b)



f Een (mineraal) zuur (b.v. zwavelzuur). Als katalysator (en om de evenwichtsreactie naar rechts te schuiven door het wegnemen van het ontstane water).

g 3G, want de bacteriële productie daarvan vormt de doorbraak die in het artikel wordt beschreven.

h 1,2,3-propaantriol



i Het is een stroperige vloeistof.

j Dat glycerol door sommige micro-organismen wordt omgezet in 3G.

k Omdat glycerol veel te duur was om voor de bereiding van 3G te worden gebruikt.

l Ze realiseerden zich dat veel micro-organismen de goedkope natuurlijke suiker glucose omzetten in glycerol; ze gingen op zoek naar een micro-organisme dat beide stappen kon zetten: suiker (glucose) omzetten én 3G

produceren.

m Doordat de combinatie van het DNA van twee soorten bacteriën het gewenste micro-organisme opleverde.

n De nieuwe soort E.coli bacteriën eten mais en scheiden de melkachtige vloeistof 3G af.

o Een proces ontwikkelen waarin grote hoeveelheden 3G efficiënt worden geproduceerd.

Biotechnologisch

Nadat de nieuwe bacterie was gekweekt ging een groep wetenschappers er mee aan het werk.

a Welk soort wetenschappers zijn dit?

b Welke twee doelen wilden ze bereiken?

c Welke 'bron' gebruikten ze voor hun proces?

d Wie leverden die 'bron'?

e Beschrijf de stappen die bij het proces achtereenvolgens worden doorlopen. Geef precies aan wat er bij elke stap gebeurt.

f Geef de stappen uit de vorige vraag in een blokschema weer. Teken een blokje voor een proces en gebruik lijnen om de aan- en afvoer van stoffen aan te geven.

DuPont heeft nu circa een dozijn fermentoren in bedrijf

g Maak een schatting hoeveel 'sap' die fermentoren per dag maken.

h Is die 'sap'-productie genoeg? Licht je antwoord toe.

i Welke problemen t.a.v. de uitvoering van het proces moeten nog worden opgelost?

j Hoe ver moet de ontwikkeling van de uitvoering begin volgend jaar zijn gevorderd?

k Wordt er dan al veel 3G geproduceerd?

l Wat is het (realistische) doel op iets langere termijn?

m Hoe groot is de productie als dat doel bereikt is?

De productie vond eerst plaats op laboratoriumschaal en nu in het groot. DuPont wil in 2003 een volledige productielijn voor GT in bedrijf hebben.

n Bereken met welke factor de productie van de grondstof 3G dan is vergroot ten opzichte van het laboratorium-stadium.

Antwoorden biotechnologisch

a Technische wetenschappers: (proces)ingenieurs (bio-technologen).

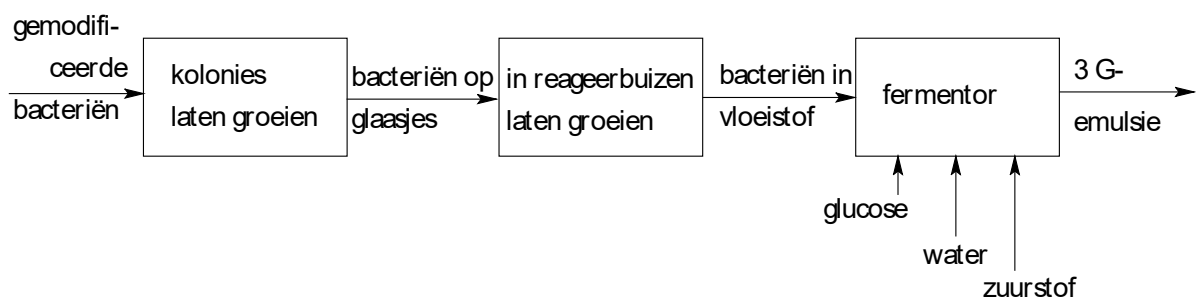
b Het proces verfijnen; flinke hoeveelheden 3G-sap maken op een efficiënte manier.

c Speldeknoop-kleine kolonies van genetisch gemodificeerde E.coli-bacteriën, gekweekt op glaasjes.

d De 'gene jockeys' die het DNA van de twee bacteriesoorten combineerden.

e Elke kolonie overbrengen van een glaasje in een reageerbuis met vloeistof en daarin enkele dagen / weken laten groeien; de inhoud van een reageerbuis overbrengen in een drieliter fermentor waar glucose en zuurstof aan toegevoerd worden.

f



g In circa 12 fermentoren van 3 liter ontstaat in (b.v.) 6 dagen het produkt; dat betekent $12 \times 3 / 6 = 6$ liter per dag.

h Nee; je zou er nog niet eens een 'kleine kast met jurken' mee kunnen maken.

i Hoe kun je genoeg zuurstof in de reactie-tank pompen om al die micro-organismen te 'voeden'?; - zijn de micro-organismen sterk genoeg om kleine, onvermijdbare schommelingen in de kwaliteit van de maïsstroop te overleven.

j Ongeveer 3000 liter per dag 3G-sap maken.

k Ook die hoeveelheid is nog bescheiden, je zou er net voor het hele researchteam windjacks van kunnen maken.

l Organisch geproduceerde 3GT op de markt brengen in 2003.

m Maximaal 300.000 liter per dag.

n Op laboratoriumschaal: De reactie in een drieliter fermentor is klaar "after a few days" (b.v. in 6 dagen). twaalf fermentoren produceren dan samen (zie vraag g) 6 liter per dag.

In het groot: De productie bedraagt maximaal 300.000 liter per dag. De vergrotingsfactor is dan $300.000 / 6 = 50.000 \times$

Commerciële

a Waar op de wereld wordt veel (goedkope) polyester gemaakt?

b Welk probleem doet zich daar voor?

c Beschrijf de huidige situatie van de "polyester-business" (in de V.S.) qua omzet en concurrentie

d Waarom kan de introductie van een nieuwe vezel een stimulans zijn voor de "polyester-business"?

De stof 3GT werd al in "the 1940s" op het laboratorium gemaakt, maar nooit in het groot geproduceerd.

e Wat was het voornaamste doel van alle pogingen?

f Waardoor slaagden de pogingen niet?

g Welke twee 'chemie-reuzen' zouden nu binnen een jaar chemisch bereide 3GT op de markt kunnen brengen?

h Waaruit blijkt dat die bedrijven dat zullen gaan doen?

i Welke artikelen zullen er van de geproduceerde vezelstof worden gemaakt?

DuPont verkreeg (samen met partner Genencor) vorig jaar een patent voor de biologische bereiding van 3GT.

j Hoe is het bedrijf Genencor ontstaan?

k Zoek op wat (het verkrijgen van) een patent inhoudt

l Mag een ander bedrijf nu nog 3GT maken?

m Verwacht men dat 3GT gebruikt zal worden voor industriële producten die uit polyester worden gemaakt?

n Op welke toepassing verwacht men grote invloed van 3GT?

o Gaat DuPont na het vinden van het nieuwe proces verder in deze richting?

p Welke overname is voor de nieuwe richting erg belangrijk? Waarom?

Antwoorden commerciële

a In Azië.

b Consumenten kunnen minder kleding kopen dan vroeger, maar de fabrieken zijn niet minder gaan produceren. Veel van de overtollige polyester wordt (bijna tegen kostprijs) verkocht.

c De verkoop (van polyestervezel) voor kleding is "\$ 5 billion" (5 miljard dollar); men verwacht een afname doordat de markt wordt overspoeld met goedkope importstoffen van lage kwaliteit.

d Er komt dan een product van hoge kwaliteit op de markt, dat een tegenwicht kan vormen voor de overvloed aan geïmporteerde polyester.

e Goedkopere methodes vinden voor de chemische bereidingswijzen.

f De methodes werden niet goedkoop genoeg om lonend te zijn voor het maken van een product voor gebruik in het groot.

g DuPont en Shell Chemicals.

h Uit de tekst: "DuPont and Shell are now racing to complete new plants designed for the chemical process."

i Truien (sweaters), kostuums en jassen.

j Het is een joint-venture (onderneming voor gezamenlijke rekening) van Eastman Chemicals Co (uit de V.S.) en Cultor Ltd (uit Finland).

k Het alleenrecht op het uitvoeren van een bepaalde werkwijze.

l Alleen als het een andere werkwijze volgt (óf de toestemming koopt van de patenthouder).

m Nee, de eigenschappen rekbaar en zijdeachtig worden niet zo erg gezocht voor het gebruik als materiaal voor pakkingen en vloerbedekkingen.

n Voor kleding.

o Ja, het bedrijf wil uitbreiden op het gebied van de "life-sciences". Dat blijkt doordat ze een aparte groep aandelen voor deze activiteiten willen gaan uitgeven.

p De 80% van Pioneer Hi-Bred International (kweker van mais-zaad). Omdat het dan de voedingsbron beheerst voor de micro-organismen die 3G uitscheiden.

Psychologisch:

a Waarom zal DuPont de doorbraak op het laboratorium niet in grote advertenties aankondigen?

Toch is DuPont niet bang dat een textielsoort uit de 'uitwerpselen' van bacteriën de kopers zal afschrikken.

b Noem drie voorbeelden van onverwachte dingen die consumenten best wilden dragen.

c Voor welke soorten kledingstukken zou de (chemisch gemaakte) nieuwe vezel al kunnen worden gebruikt?

Vind je dat 'onverwachte' artikelen?

d Spreekt de nieuwe vezel de inkopers van textiel erg aan? Waaruit blijkt dat?

e Wil DuPont de naam 3GT blijven gebruiken voor de nieuwe textielsoort?

f Waardoor kan de nieuwe vezel als een betrekkelijk luxe produkt worden geïntroduceerd?

Antwoorden psychologisch

a Omdat de nieuwe stof gemaakt wordt van de 'uitwerpselen' van genetisch gemodificeerde bacteriën. (Het accent kan op twee manieren worden gelegd: - dat het 'uitwerpselen' zijn; - dat de bacteriën genetisch gemodificeerd zijn.)

b (Strop)dassen van teflon; sandalen van gerecyclede (auto)banden; jurken die versierd waren met munten die uit aluminium blikjes waren gemaakt.

c Truien (sweaters), kostuums, jassen.

d Ja, ze raken er opgewonden over: hun klanten willen kleding waarin je prettig reist en die gemakkelijk netjes gehouden kan worden.

e Mogelijk kiezen ze een aantrekkelijker (pakkender) naam voordat ze met een grote marketingactie beginnen.

f Doordat de vezel met zijde kan worden vergeleken en zijde wordt nog steeds als een luxe stof gezien.

Technisch Weekblad, 13 januari 1999

Kerncentrales voor kernwapentritium

WASHINGTON - De Amerikaanse overheid heeft besloten de kerncentrales Watts Bar en Sequoyah om te bouwen van stroomproducent naar leverancier van tritium. Dit tritium is nodig voor het goed functioneren van kernwapens. Tritium, een waterstof-isotoop, heeft een halfwaardetijd van 12,3 jaar en vervalt jaarlijks met zo'n vijf procent. Sinds 1988 hebben de Verenigde Staten geen tritium meer geproduceerd.

Omdat er volgens de minister van Energie, Bill Richardson, vanaf het jaar 2005 nieuw tritium nodig is, heeft de overheid verschillende opties onderzocht. De kerncentrales Watts Bar en Sequoyah hebben volgens hem de voorkeur omdat het om een bewezen technologie gaat, die bovendien goedkoper is dan een deeltjesversneller. (hd)

Tritium is een waterstofisotoop

- 1 Wat zijn isotopen?
- 2 Zoek in Binas op welke isotopen er van waterstof zijn. Noteer ze.
- 3 Geef van elk van de isotopen van waterstof de bouw van het atoom.
- 4 Welk van de isotopen is tritium? Licht toe.
- 5 Waarom moet tritium (in een omgebouwde kerncentrale) gemaakt worden?

Tritium is radioactief. Een tritiumatoomkern kan een β^- deeltje (= een elektron) uitstoten en verandert daarbij in een andere atoomkern.. De halfwaardetijd van tritium (= de tijd dat de helft van de tritiumkernen vervallen is tot een ander atoom) 12,3 jaar. Tritium vervalt jaarlijks met ongeveer 5%. Maar dan is na 12,3 jaar toch al meer dan 60% ($12,3 \times 5\%$) omgezet? Dat is toch meer dan de helft!

- 6 Wat is er fout aan de bovenstaande redenering?

Je kunt het verval van het aantal tritiumatomen weergeven met de formule $n = n_0 \cdot e^{-kt}$ (waarin n_0 het aantal deeltjes op $t = 0$ en n het aantal deeltjes op $t = t$).

- 7 Bereken precies de jaarlijkse afname van tritium.

Kernwapentritium ANTWOORDEN

1 Atomen met hetzelfde aantal protonen maar een verschillend aantal neutronen. Of: atomen met hetzelfde atoomnummer maar verschillend massagetal.

2 H-1 ; H-2 ; H-3.

3 H-1: 1 proton, 0 neutronen, 1 elektron.

H-2: 1 proton, 1 neutron, 1 elektron.

H-3: 1 proton, 2 neutronen, 1 elektron.

4 Tri betekent drie, dus zal tritium H-3 zijn.

5 Het komt niet vrij in de natuur voor.

6 Het is niet zo dat er steeds 5% van de beginhoeveelheid tritium omgezet wordt maar van de op dat moment aanwezige hoeveelheid tritium. Dus na 1 jaar is er nog 95% over en daar wordt dan weer 5% van omgezet, etc..

7 Halfwaardetijd is 12,3 jaar. $n = n_0 \cdot e^{-kt}$ of $\ln n = \ln n_0 - kt$; $\ln n_0 - \ln n = kt$; $\ln (n_0/n) = kt$; halfwaardetijd: de helft is omgezet, dus $n_0/n = 2/1 = 2$; $\ln 2 = k \cdot 12,3$; $k = \ln 2 / 12,3 = 0,056$.

1 jaar: $n/n_0 = e^{-0,056 \cdot 1} = 0,945$. Dus jaarlijks $1 - 0,945 = 0,055$ minder: 5,5 %.

Waterzuivering kan zonder zout

WATERZUIVERING CES bv brengt een nieuwe waterzuiveringstechniek op de markt, CombiFix-Elektrolyse. Hierdoor is precipitatie met zouten niet meer nodig.

DIRK BOLIER

WAGENINGEN - CombiFix-Elektrolyse maakt gebruik van elektrolyse, microfiltratie en precipitatie voor het verwijderen van bijvoorbeeld zware metalen, BZV, CZV, oliën en vetten, kleurstoffen, lakken, emulsies, lijmresten en andere organische stoffen uit afvalwaterstromen. De combinatie van elektrolyse en filtratie maakt deze techniek erg efficiënt. Met deze elektroflocculatie is verwijdering tot 99 procent mogelijk.

Voor de elektrolytische behandeling van verontreinigingen zijn ijzer en/of aluminiumionen nodig. Bij CombiFix worden die verkregen door het elektrochemisch oplossen van anoden die uit deze metalen bestaan. Zo ontstaan de benodigde metaalionen, maar niet de overbodige, onwerkzame anionen die de vloeistof verzouten.

Het afvalwater kan daar-

door makkelijker worden hergebruikt. Gelijktijdig bevordert de elektrische stroom oxidatie- en reductieprocessen die sommige verontreinigingen afbreken of omzetten. Door het anodisch oplossen van de metalen gaat de pH in de vloeistof omhoog.

Door een bepaalde pH in te stellen, vormen zich vlokken metaalhydroxiden. Deze vlokken hebben door hun eigenschappen een groot bindend en opnemend vermogen voor allerlei verontreinigingen. Zonder de toevoeging van extra vlokkingsmiddelen zijn deze stoffen goed uit te filteren. Door de behandeling ontstaat een goed ontwaterbaar slib.

De elektroden kunnen worden aangebracht als platen, maar ook in granulaatvorm. Voordeel is dat zowel ijzer- als aluminiumanoden gelijktijdig kunnen worden gebruikt. Door het oplossen moeten ze uiteraard na enige tijd worden vervangen door nieuw elektrodenmateriaal.

Het CombiFixproces is geschikt voor afvalwater van de verf- en lakindustrie, van galvanische en metaalbedrijven, textiel-, leer-, papier- en verpakkingsindustrie.

De beschreven techniek wordt electroflocculatie genoemd.

Uit het artikel kan afgeleid worden hoe de elektrolyse-opstelling eruit ziet. (Anode: positieve elektrode; anionen: negatieve ionen).

- 1 Maak een schematische tekening van de elektrolyse-opstelling. Geef duidelijk alle onderdelen aan.
- 2 Geef de twee mogelijke halfreacties die kunnen optreden bij het gebruik van een Fe/Al-elektrode.
- 3 Welk deeltje ontstaat er tegelijkertijd aan de andere elektrode? Waaruit kun je dat afleiden?
- 4 Geef de meest voor de hand liggende halfreactie die aan de andere elektrode optreedt.

Zoals in de lucht sneeuwvlokken kunnen voorkomen kunnen er in een vloeistof ook vaste stof-vlokken ontstaan.

5 Welke metaalhydroxiden zijn als vaste stof aanwezig in de gevormde vlokken? Leg dit uit.

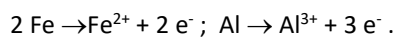
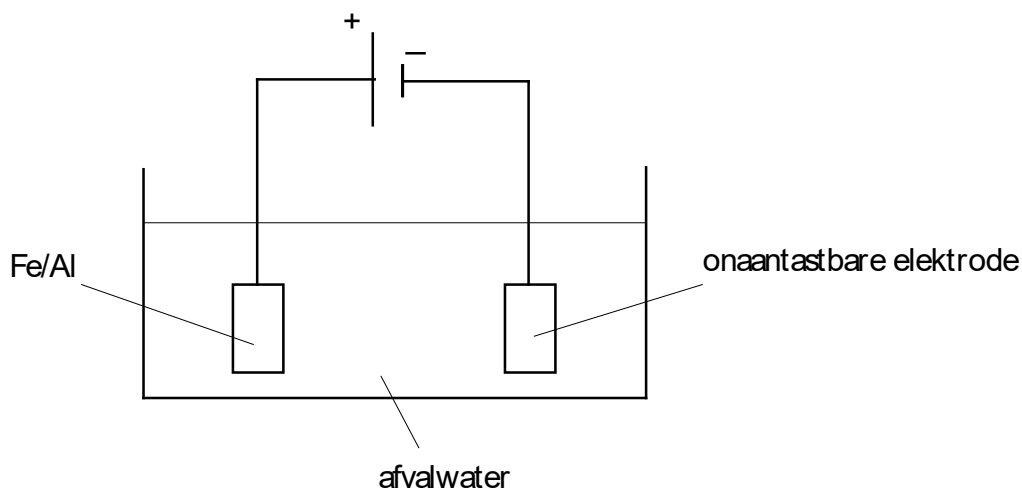
6 Wat is de functie van die vlokken?

7 Welk voordeel heeft de nieuwe techniek boven de oude?

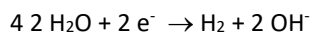
8 wat moet er gebeuren met het water na de elektrolyse?

Waterzuivering kan zonder zout ANTWOORDEN

1



3 OH^- want de pH gaat omhoog.



5 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ en $\text{Al}(\text{OH})_3$: slecht oplosbare zouten.

6 Ze dienen als aanhechtingspunt voor allerlei aanwezige verontreinigingen in het water.

7 Je maakt alleen de benodigde metaalionen en vermijdt zo de overbodige onwerkzame ionen die de vloeistof verzouten.

8 Precipitatie (neerslaan) en microfiltratie.

BROOMMONOXIDE OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 27 februari 1999

Broommonoxide. In de Arctische lente komen er grote hoeveelheden broommonoxide (BrO) vrij uit het poolijs.

Waarschijnlijk ontstaat er uit bromide-ionen in zeewater moleculair broom, dat ontsnapt uit scheuren die dan in het poolijs ontstaan. Broom wordt dan door fotolyse omgezet in broomradicalen, die met ozon reageren tot broomoxide.

Broomoxide reageert vervolgens met

zichzelf tot moleculair broom en zuurstof. Door deze katalytische afbraak kan een concentratie van een paar tienden ppt broomoxide er voor zorgen dat alle lokale ozon verdwijnt. Het Arctische broommonoxide komt niet alleen in de stratosfeer, maar ook in troposfeer.

Nature vol 397 (28/1/99) pg 338-341

1 Geef de vergelijking van de halfreactie waarbij uit bromide-ionen in zeewater broom ontstaat.

2 Leg uit dat de reactie bij 1. nooit alleen kan plaatsvinden.

Broom wordt in de hogere luchtlagen door fotolyse omgezet in broomradicalen.

3 Wat is een radicaal?

4 Leg uit dat losse broomradicalen zijn.

5 Leg uit dat het broommonoxide-deeltje ook een radicaal is.

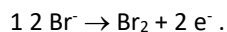
6 Geef de meest voor de hand liggende elektronenformule van het broommonoxide-deeltje.

7 Geef de reacties die achtereenvolgens optreden bij de katalytische afbraak van ozon.

8 Licht de term 'katalytische afbraak' toe.

9 Hoe kan het dat slechts een paar tienden ppt (parts per triljoen) broommonoxide er voor zorgt dat plaatselijk alle ozon verdwijnt?

Broommonoxide ANTWOORDEN



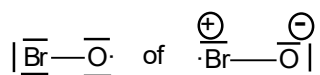
2 Dit is een halfreactie van een reductor. Er moet dus ook nog een oxidatiehalfreactie plaatsvinden.

3 Een deeltje met een ongepaard elektron (oneven aantal elektronen).

4 Een broomatoom heeft 7 valentie-elektronen, dus 3 elektronenparen + 1 ongepaard elektron.

5 BrO heeft $7+6 = 13$ valentie-elektronen, dus oneven (6 elektronenparen + 1 ongepaard elektron).

6



7 $\text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{Br}$; $\text{Br} + \text{O}_3 \rightarrow \text{BrO} + \text{O}_2$; $2 \text{BrO} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{O}_2$. En het proces kan weer van opnieuw beginnen.

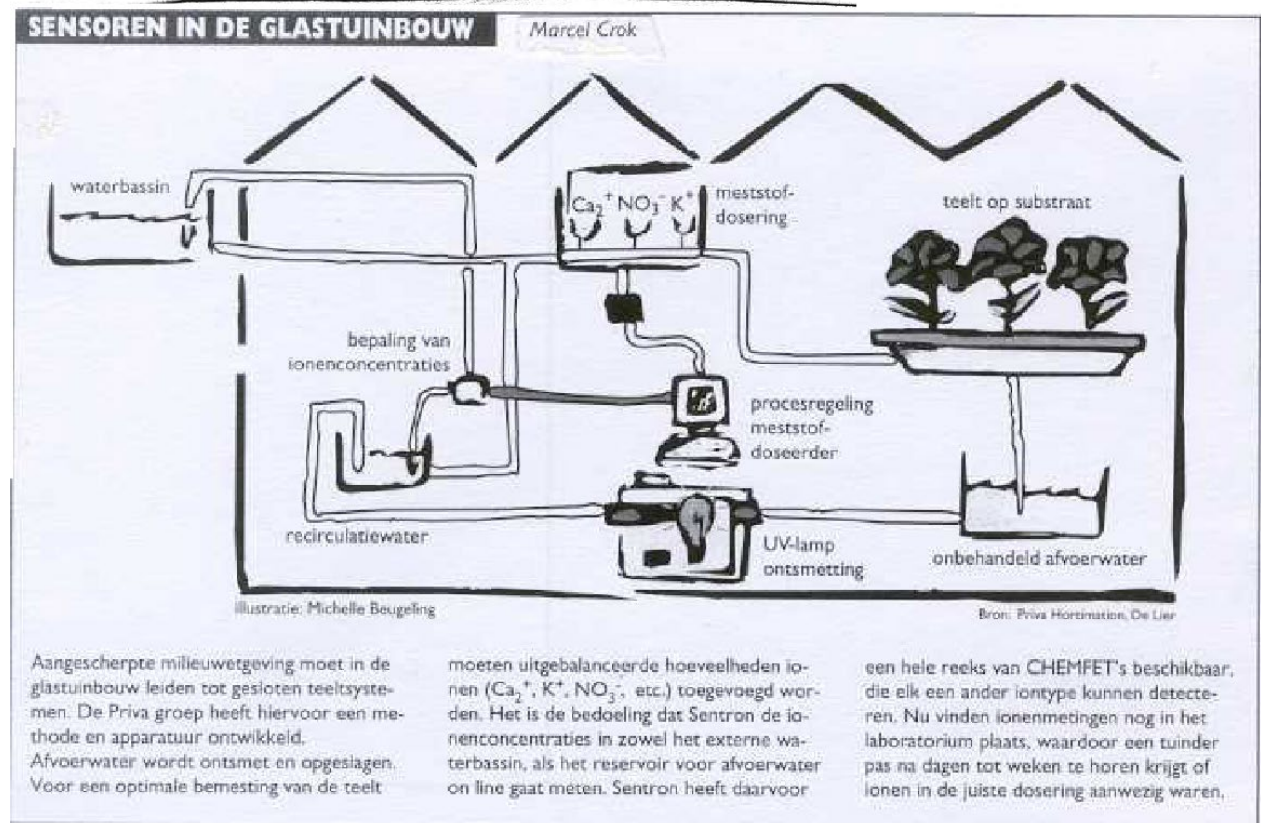
8 Versnelling van de afbraak van ozon in de ozonlaag door een katalysator.

9 Er wordt steeds weer opnieuw broom teruggevormd tijdens de katalytische afbraak.

Opmerking: in het nieuwe examenprogramma is het begrip 'radicaal' en elektronenformule geschrapt. Dus deze opgave is alleen voor de huidige 5 en 6 vwo bruikbaar!)

SENSOREN IN DE GLASTUINBOUW OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 27 maart 1999



In de glastuinbouw worden ionen aan het water toegevoegd om de teelt optimaal te bemesten. Men wil het niet-opgenomen water gaan recirculeren.

- 1 Noem twee redenen om het water te recirculeren.
- 2 Welke ionen moeten worden toegevoegd aan het water?
- 3 Welke fout in de chemische notatie bevat de tekst en ook de illustratie?
- 4 Op welke manier kun je ionen aan het water toevoegen? Bedenk voor elk van de genoemde ionen een voorbeeld.

Om te weten of de juiste hoeveelheid ionen in het water zit worden metingen gedaan.

- 5 Beschrijf de 'oude' manier van meten.
- 6 Welk bezwaar heeft deze 'oude' manier?
- 7 Hoe wordt de nieuwe manier van meten aangeduid? Licht dit toe.
- 8 Leid uit de tekst af wat CHEMFET's zijn.
- 9 Hoe worden de resultaten van de metingen gebruikt?

De illustratie toont hoe het recirculeren in zijn werk zal gaan. In het schema kun je een stoffenstroom en een informatiestroom onderscheiden.

- 10 Beschrijf in woorden de stoffenstroom.
- 11 Welk (zeer noodzakelijk) apparaat ontbreekt in het schema?
- 12 Maak een blokschema van de beschreven stoffenstroom. Teken een blokje voor elk proces en lijnen om de toevoer en afvoer van stoffen aan te geven.
- 13 Beschrijf in woorden de informatiestroom.

In de tekst staat: "Het is de bedoeling dat Sentron de ionenconcentraties in zowel het externe waterbassin, als het

reservoir voor afvoerwater on line gaat meten."

14 Wordt deze bedoeling in het schema weergegeven? Leg uit waarom wel/niet.

Het is de vraag of de plaatsen voor de metingen wel handig gekozen zijn.

15 Doe een suggestie voor (een) betere meetplaats(en) en leg uit waarom je daar wilt gaan meten.

De beschreven methode wordt 'gesloten teeltsysteem' genoemd. Dat 'geslotene' is maar betrekkelijk.

16 Beschrijf voor de genoemde stoffen hoe ze het systeem binnenkomen en weer verlaten.

17 Wat is er dus het 'geslotene' van het teeltsysteem?

18 Welke niet-genoemde stof speelt in dit (en elk ander) teeltsysteem een grote rol?

19 Gebruik je antwoorden op de vorige drie vragen om de stoffenstroom in het gesloten teeltsysteem in een blokschema weer te geven als één proces.

Stel dat jij (als medewerker van de Priva groep) het gebruik van het nieuwe systeem moet gaan promoten.

20 Maak een opsomming van de voordelen (vier) die het gebruik van het 'gesloten teeltsysteem' heeft.

Sensoren in de glastuinbouw ANTWOORDEN

1 De aangescherpte milieuwetgeving; het terugwinnen van de ionen/meststoffen.

2 Calciumionen (Ca^{2+}); kaliumionen (K^+); nitraationen (NO_3^-).

3 Er staat Ca_2^+ en het moet Ca^{2+} zijn.

4 Door het toevoegen van (oplosbare) zouten. Ca^{2+} : Calciumchloride; K^+ : kaliumchloride; NO_3^- : natriumnitraat

N.B. 1. De zouten mogen onderling natuurlijk geen slecht-oplosbare verbindingen vormen.

N.B. 2. Het 'meekomende' ion mag geen schade aan de teelt veroorzaken.

N.B. 3. Eén zout kan natuurlijk twee gewenste ionen leveren (b.v. KNO_3), maar de beide ionen (K^+ en NO_3^-) worden dan wel 1:1 geleverd.

5 Ze vinden plaats in het laboratorium; de tuinder krijgt het resultaat pas na dagen tot weken te horen.

6 In de tijd tussen meting en bekend worden van de resultaten kan een verkeerde dosering zijn gebruikt.

7 On-line meting. Ter plaatse meten, direct in de waterstroom.

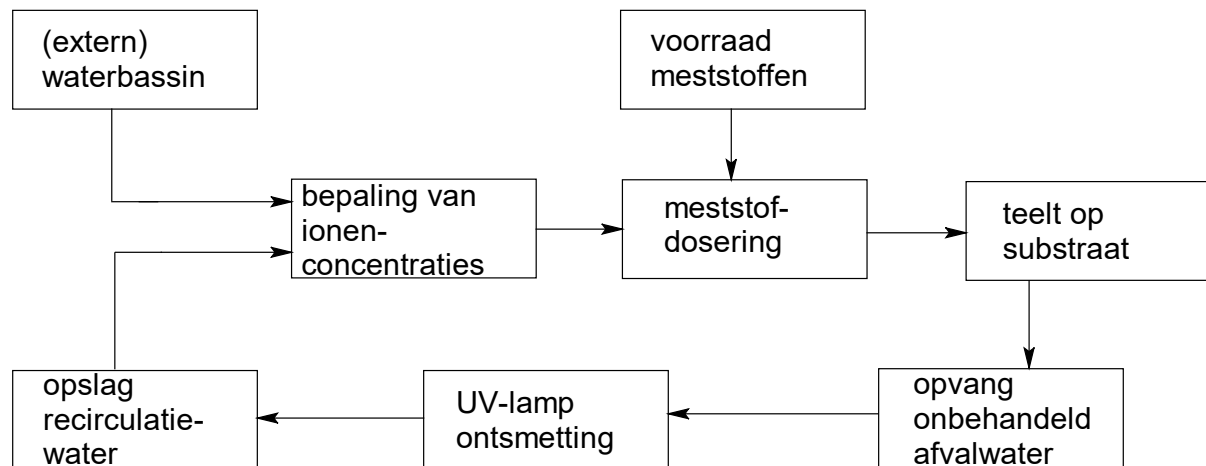
8 Sensoren: apparaatjes die de concentratie van een bepaalde ionsoort kunnen meten.

9 De meststofdosering wordt ermee gestuurd.

10 Water uit het *waterbassin* wordt gemengd met het *recirculatiewater* en naar de *meststofdosering* geleid. De dosering wordt gestuurd door de *procesregeling*. Daarna gaat het water naar de *teelt op substraat*. Het water dat de teelt verlaat wordt verzameld als *onbehandeld afvalwater* en na *UV-lamp ontsmetting* als *recirculatiewater* opgeslagen.

11 Een (vloeistof)pomp.

12



13 Sensoren meten continu de ionenconcentraties in zowel het waterbassin als het recirculatiebassin. Daarmee wordt bepaald of (en hoeveel) meststoffen toegevoegd moeten worden. (Zie ook de 'N.B. t.a.v. de procesregeling'.)

14 Ja. Van het waterbassin én van het reservoir voor het recirculatiewater is een 'buis' getekend naar de plaats 'bepaling van de ionenconcentraties'. (Het is niet duidelijk of dit een stoffenstroom of een informatiestroom is.)

15 Nee. Je kunt beter meten na de menging van het water uit het waterbassin met het recirculatiewater. Dan pas weet je hoeveel water er bij elkaar gevoegd is en heeft het zin om de concentraties van de ionen te bepalen.

16 Water: in: vanuit het waterbassin; uit: met de geteelde producten. Zouten: in: bevoorrading van de meststofdosering; uit: met de geteelde producten.

17 Dat er geen water met ionen/meststoffen wordt geloosd.

18 Koolstofdioxide.

19



- 20 - Steeds de juiste en uitgebalanceerde dosering van ionen/meststoffen voor optimale teelt-omstandigheden;
- Laagst mogelijke meststoffen-gebruik door recirculatie van niet-opgenomen stoffen;
 - Geen kosten meer voor laboratoriumonderzoek van het teelt-water;
 - Geen problemen meer met de milieuwetgeving omdat er geen afvoerwater (met chemicaliën) geloosd hoeft te worden.

N.B. t.a.v. de 'kleur' van de 'buizen' in de illustratie.

In de illustratie lijkt het wit/zwart van de 'buizen' niet eenduidig te zijn toegepast.

- Als de 'buis' *van* bepaling van de ionenconcentraties *naar* procesregeling zwart is, dan moet de 'buis' *van* procesregeling *naar* meststofdosering ook zwart zijn (beide zijn dan informatiestromen).
- Het is niet duidelijk of er door de beide 'buizen' *naar* bepaling van ionenconcentraties water stroomt (dan een witte 'buis') of dat er informatie wordt verstuurd (dan een zwarte 'buis').

N.B. t.a.v. de procesregeling.

De gebeurtenissen bij het meten en regelen/sturen van de installatie kunnen worden verhelderd door een indeling in drie 'fasen':

1. *Meten* (informatie leveren): Een sensor (CHEMFET) zet een ionenconcentratie om in een elektrisch signaal, dat naar de computer gaat.
2. *Verwerken* (informatie vergelijken): In de computer zijn de gewenste waardes voor de ionenconcentraties geprogrammeerd. De computer vergelijkt de binnenkomende waardes met de gewenste waardes.
3. *Regelen/sturen* (informatie verzenden): Als een ionenconcentratie te laag is dan stuurt de computer een opdracht naar het doseersysteem. Er wordt dan een hoeveelheid toegevoegd van de stof waarin het gewenste ion voorkomt.

N.B. t.a.v. CHEMFET's.

De afkorting FET staat voor Field Effect Transistor. Zo'n transistor geeft een elektrische spanning af die evenredig is met de concentratie van het ion waarvoor hij geschikt gemaakt is.

De Gelderlander, 14 april 1999

Vrouw gewond door putdeksel na explosie benzine in riool

Door onze verslaggeefster

NIJMEGEN – Bij een explosie in het rioleringsstelsel in de Nijmeegse wijk Wolfskuil is maandagavond een 58-jarige vrouw uit Nijmegen zwaargewond geraakt. De vrouw werd geraakt door een putdeksel dat omhoog knalde.

De politie heeft gisteren twee Nijmegenaren van 16 en 18 jaar aangehouden die ervan worden verdacht de explosie veroorzaakt te hebben door benzine in het riool te laten lopen en in brand te steken.

De vrouw was, samen met een buurvrouw, naar buiten gegaan omdat ze een harde knal hoor-

de. Een explosie in de riolering had een putdeksel omhoog geknald.

Omdat er nog rook uit de put kwam, liepen de vrouwen snel terug richting huis. Net op het moment dat de 58-jarige over een andere put liep, vond ook daaronder in het riool een explosie plaats.

De vrouw werd door het putdeksel een flink stuk omhoog geduwd en viel vervolgens met haar hoofd op de rand van de put. Het putdeksel, dat ongeveer vijftig kilo woog, kwam op haar hoofd terecht.

De vrouw is met ernstig hoofdletsel naar het ziekenhuis ver-

voerd. Haar buurvrouw, een 43-jarige Nijmeegse, werd door de luchtdruk op de grond gegooid maar kwam met de schrik vrij.

Jongeren uit de wijk zouden de afgelopen weken al diverse malen putdeksels hebben laten springen. Diverse wijkbewoners zeggen dat ze de politie daar verschillende keren op hebben geattendeerd.

Maar volgens de Nijmeegse politie zijn er in het verleden in ieder geval geen meldingen binnengekomen die voldoende aanleiding vormden om een onderzoek in te stellen.

- 1 Wat is het verschil tussen een normale verbranding en een explosie?
- 2 Onder welke voorwaarden kan een explosie plaatsvinden?
- 3 Waarom kan in een riool veel makkelijker een explosie ontstaan dan in een open ruimte?

Explosie in riool ANTWOORDEN

- 1 Een explosie is een supersnelle verbranding. Het verschil is dus de reactietijd.
- 2 Brandstof en zuurstof (lucht) in een juiste mengverhouding goed met elkaar mengen en er dan een vonk of vlammetje bij brengen.
- 3 In een riool blijft de benzinedamp hangen en kan veel makkelijker een juiste verhouding zuurstof/brandstof ontstaan.

Geen CO in brandstofcel

BART STAM

PETTEN - ECN heeft deze week op de vakbeurs Sustain'99 een oplossing gepresenteerd voor de CO-verwijdering uit het waterstofgas van de vaste-polymeerbrandstofcel (SPFC). Deze brandstofcel geldt als een kansrijke energiebron.

'Nadeel van de huidige systemen is dat het polymeer zeer gevoelig is voor koolmonoxide (CO). Zelfs bij zeer lage concentraties tast CO de werking van de brandstofcel aan en loopt de levensduur terug.' Dit zegt dr. Michiel Verhaak, hoofd van de afdeling Toegepaste Katalyse van ECN. De afgelopen jaren heeft hij met enkele collega's aan dit probleem gewerkt.

De vaste-polymeerbrand-

stofcel kan op twee manieren elektriciteit en warmte produceren. Enerzijds door direct gebruik van waterstof, maar ook door fossiele brandstoffen, zoals LPG, benzine, diesel, methanol en aardgas, om te zetten in waterstofgas.

De omzetting van deze brandstoffen gebeurt in enkele stappen. In de eerste stap zet het reactiesysteem de brandstof met lucht of stoom om in synthesegas, een mengsel van koolmonoxide en waterstof. Dit gasmengsel wordt vervolgens in een shiftreactor omgezet in waterstof en kooldioxide. Probleem is dat hierbij niet alle koolmonoxide wordt afgebroken, waardoor de resterende CO de brandstofcel vergiftigt.

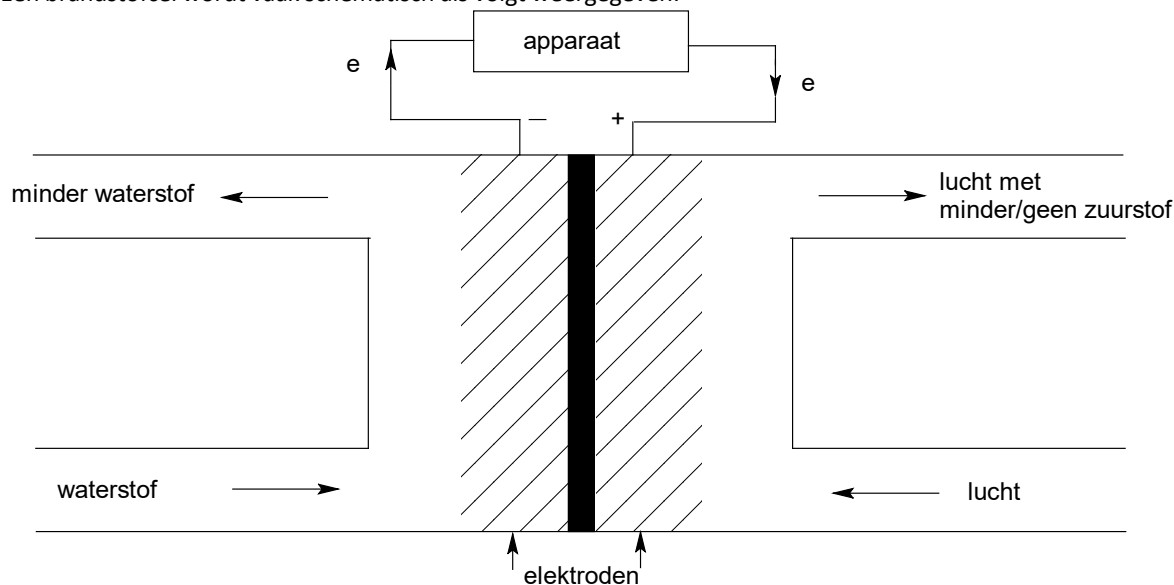
Versnelde oxidatie

Verhaak en zijn collega's ontdekten dat bij gebruik van een nieuwe keramische katalysator selectieve oxidatie mogelijk is. Door toevoeging van

lucht wordt de oxidatie van CO-moleculen versneld. Zo kan de katalysator vrijwel honderd procent van de resterende CO-moleculen verwijderen.

Verhaak: 'We hebben de nieuwe methode met verschillende brandstoffen getest en de resultaten zien er heel gunstig uit.' Volgens Verhaak kan, met steun van industriële partners de sprong naar praktijktoepassingen worden gemaakt. Daarbij ziet hij vooral mogelijkheden in de energieproductie en in de sector verkeer en vervoer. 'Ballard Energy Systems heeft in Vancouver enkele stadsbussen uitgerust met een vaste-polymeerbrandstofcel. Deze gebruikt waterstof rechtstreeks als brandstof. Waterstof heeft echter een laag soortelijk gewicht, waardoor grote opslangtanks nodig zijn. Daarom is een efficiënte omzetting van benzine, LPG of aardgas in waterstof veel zinvoller.'

Een brandstofcel wordt vaak schematisch als volgt weergegeven:



1 Leg de werking uit van een brandstofcel.

In het artikel wordt gesproken over een vaste polymeer brandstofcel (SPFC).

2 Verklaar de afkorting SPFC.

3 Waar bevindt zich het vaste polymeer in de cel?

4 Op welke twee manieren kan de beschreven SPFC-brandstofcel werken?

5 Geef een definitie van fossiele brandstoffen.

6 Is het wel/niet logisch dat bij de fossiele brandstoffen *methanol* wordt genoemd?

Als nadeel van de huidige systemen wordt vermeld dat het polymeer in de SPFC-brandstofcel zeer gevoelig is voor CO.

7 Welk gevolg heeft deze grote gevoeligheid voor CO?

De vorming van waterstof uit de (fossiele) brandstoffen verloopt in een aantal stappen.

8 Beschrijf die stappen in woorden.

9 Geef van elke stap de kloppende reactievergelijking. Gebruik daarbij als brandstof methaan.

ECN heeft op een vakbeurs een oplossing gepresenteerd voor de CO-verwijdering uit waterstofgas.

10 Welke vinding hebben dr. Michiel Verhaak en zijn collega's gedaan?

11 Wat is het 'merkwaardige' aan de reactie die zij laten verlopen?

12 Wat zegt dat nog méér over de katalysator dan "wordt de oxidatie van CO-moleculen versneld"?

13 Waarom levert de verbranding van waterstof in een brandstofcel veel meer bruikbare energie op dan de verbranding van evenveel waterstof in een motor?

In de brandstofcel verlopen twee deelreacties waarbij elektronen worden afgestaan/opgenomen.

14 Bedenk de twee deelreacties en schrijf de reactievergelijkingen op.

15 Schrijf in één reactievergelijking op welke omzetting er in de brandstofcel optreedt.

Voor de vinding van ECN worden o.a. mogelijkheden gezien in de sector verkeer en vervoer. In Vancouver zijn al enkele stadsbussen met een brandstofcel uitgerust.

16 Waarom is de vinding van ECN zo belangrijk? Geef een *praktisch* argument.

Geen CO in brandstofcel ANTWOORDEN

1 Het is een elektrochemische cel die een brandstof via een membraan laat reageren met lucht/zuurstof, waarbij de vrijkomende elektronenstroom nuttig gebruikt wordt. De 'verbranding' vindt bij een veel lagere temperatuur plaats dan bij 'normale' (rechtstreekse) verbranding.

2 SPFC is de afkorting van Solid Polymer Fuel Cell.

3 Tussen de elektroden, als membraan (waar doorheen zich de waterstofionen moeten verplaatsen).

4 Door direct gebruik van waterstof; met waterstof die geproduceerd wordt bij omzetting van fossiele brandstoffen.

5 Brandstoffen die lang geleden ontstaan zijn uit resten van (zee)dieren en/of (moeras)planten.

6 Niet: methanol wordt in de huidige tijd gemaakt;

wel: methanol wordt meestal gemaakt uit fossiele brandstoffen zoals aardgas of steenkool.

7 Dat al bij zeer lage CO-concentraties de werking van de brandstofcel wordt aangetast en de levensduur terugloopt.

8 1^e stap: De brandstof wordt met behulp van lucht/zuurstof omgezet in synthesesgas (een mengsel van koolstofmonoxide en waterstof).

2^e stap: De koolstofmonoxide in het mengsel wordt omgezet in waterstof en koolstofdioxide.

In het nieuwe systeem óók:

3^e stap: M.b.v. een katalysator wordt het nog aanwezige CO met lucht geoxideerd tot koolstofdioxide.

9 1^e stap: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$; $2 \text{CH}_4 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2 \text{CO} + 4 \text{H}_2$

2^e stap: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$

In het nieuwe systeem óók: 3^e stap: $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2$

10 Ze hebben een nieuwe keramische katalysator gevonden, waardoor de verwijdering van CO uit de geproduceerde waterstof werd versneld en vrijwel 100% van de resterende CO kon worden verwijderd.

11 Dat de waterstof in het reactiemengsel *niet* reageert.

12 Dat de katalysator zorgt voor een *selectieve* oxidatie.

13 Bij verbranding in een motor gaat er veel energie verloren in de vorm van warmte (die niet nuttig kan worden gebruikt).

Bij een brandstofcel ontstaat veel minder warmte; er is dus veel minder verlies.

14 $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$; $\text{O}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{O}^{2-}$.

15 In één reactievergelijking: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

16 Bij rechtstreeks waterstofgebruik zijn zeer grote opslagtanks nodig omdat waterstof een kleine dichtheid (genoemd wordt: soortelijk gewicht) heeft. Gebruik van een brandstof met een hogere dichtheid is dus veel praktischer, maar bij de omzetting daarvan had het gasmengsel nog een te hoog CO-gehalte. De nieuwe katalysator maakt nu een omzetting mogelijk tot een gasmengsel met praktisch geen CO.

Groenten en Fruit, 9 juli 1999

Test zelf de verdroging van de grond

De mate van waterafstotendheid van de grond kan gemakkelijk en snel vastgesteld worden met de zogenoemde waterdruppeltest. Met deze test wordt gekeken hoe lang het duurt voordat een waterdruppel in de grond is gedrongen. De werkwijze is als volgt. Haal een paar handjes droge grond van het land. "Met drie monsters van een stuk grond krijg je al een goed beeld", zegt Louis Dekker van het Staring Centrum. "De verzamelde grond mag niet vochtig zijn en mag ook niet worden gedroogd. Wordt de grond gedroogd, dan lukt de test namelijk altijd." Leg de grond in een laagje van ongeveer twee centimeter op een velletje papier van A4-formaat. Neem vervolgens een pipetje. "Ik gebruik altijd die pipetjes van de apothekersflesjes." Druppel met het pipetje enkele druppels water op de grond. Duurt het langer

dan vijf seconden voordat de druppels in de grond zijn gezakt, dan is de grond in principe al waterafstotend. Grond die waterafstotend is, is altijd verdroogd, maar andersom hoeft dat niet het geval te zijn. Dekker: "Zo kunnen de kalkrijke zeekleigronden in bijvoorbeeld Flevoland, de Wieringermeer en op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden wel last hebben van verdroging, maar deze gronden zullen vrijwel nooit waterafstotend worden. Dat heeft te maken met het hoge kalkgehalte in combinatie met een laag gehalte aan organische stof in die gronden."

Beoordeling resultaten van de waterdruppeltest

Tijd van wegzakken	Mate van waterafstotendheid
< 5 seconden	niet waterafstotend
5 tot 60 seconden	licht waterafstotend
1 tot 10 minuten	sterk waterafstotend
10 minuten tot 1 uur	in ernstige mate waterafstotend
meer dan 1 uur	extreem waterafstotend

- 1 Komt de titel overeen met het beschreven onderzoek? Licht toe.
- 2 Beschrijf een methode waarmee je de waterafstotendheid van grond kunt bepalen. Bespreek de methode met je docent/TOA.
- 3 Verzamel zoveel mogelijk verschillende grondmonsters (steeds noteren waar je de grondsoort vandaan hebt!) en test de grondmonsters op waterafstotendheid. Noteer je meetresultaten in een overzichtelijke tabel.

In het artikel staat dat een hoog kalkgehalte de waterafstotendheid laat afnemen.

- 4 Beschrijf de proef waarmee je bij het meest waterafstotende grondmonster gaat onderzoeken of dit juist is. Bespreek de proefbeschrijving met je docent/TOA.
- 5 Voer de proef uit en noteer je meetresultaten.

Er staat in het artikel ook dat je de grond niet mag drogen.

- 6 Waarom niet?
- 7 Controleer proefsgewijs of het antwoord van vraag 6. juist is. Gebruik daarbij je eigen grondmonsters. Bedenk goed welke grondmonsters je gaat bekijken.

Uiteindelijk moeten meetresultaten kritisch bekeken worden en moet er een conclusie uit de meetgegevens gehaald worden. Tevens moet het geheel overzichtelijk gepresenteerd worden.

- 8 Maak een poster/verslag/posterpresentatie/andersoortige presentatie van je bevindingen.

Test verdroging grond ANTWOORDEN

1 Nee, het gaat niet om de verdroging van de grond maar om de waterafstotendheid.

2 Verzamel grondmonsters (niet van natte grond!). Geef duidelijk aan waar elk monster vandaan komt. Spreid de grond in een laagdikte van 2 cm op een A4-papier uit. Breng met behulp van een druppelpipet enkele druppels water op de grond. Meet de tijd totdat de druppels in de grond zijn getrokken. Noteer de meetgegevens in tabelvorm.

3 –

4 Meng de meest waterafstotende grondsoort met 'kalk' in bijvoorbeeld de massaverhouding 10:1. Verder zie antwoord bij vraag 2.

5 –

6 Dan lukt de test altijd. Dan neemt elke grondsoort het water snel op.

7 –

8 Zie Handboek Vaardigheden van Edumedia. Zie ook Chemie Aktueel nr 27 (mei 1998), pag. 51 waar richtlijnen voor het maken van een poster staan.

Opmerking

Deze praktische opdracht kan een aanzet vormen voor een profielwerkstuk van biologie/scheikunde.

Gebruik kalk die bij tuincentra/boerenbond te koop is.

Leg in het protocol van de praktische opdracht vast dat het aantal variabelen beperkt blijft, bijvoorbeeld monsters nemen elke 4 uur, hoe vind transport plaats, wat is de bewaartijd, et cetera.

de Volkskrant, 30 juli 1999

Massale vissterfte door stroopstroom van Gist-Brocades

ANP

DELFT

In de kanalen en sloten van Delft treedt massale vissterfte op als gevolg van een enorme toevoer aan melasse, eer. dikke stroperige vloeistof, in het oppervlaktewater. De oorzaak hiervan was het lek in een opslagtank van het bedrijf Gist-Brocades afgelopen dinsdag.

De melasse stroomde na de ontploffing van de tank met duizenden liters tegelijk over het fabrieksterrein naar nabijgelegen

woningen. Een gedeelte kwam in het oppervlaktewater terecht. Donderdag meldden inwoners van Delft en omgeving honderden dode vissen in sloten en kanalen.

Een deel van de stroperige vloeistof stroomde de riolering in. Rioolzuiveringsinstallatie Houtrust in Den Haag dreigde door de grote hoeveelheid melasse in de problemen te raken.

Het hoogheemraadschap Delftland was er net op tijd bij om het systeem schoon te maken. 'Anders zou het vervuilde water via de rioleringen de zee zijn ingespoeld', aldus een woordvoerder. Het zal volgens hem nog zeker twee dagen duren voordat alles weer normaal draait.

Practicum

Het laboratorium waar je werkt, heeft de opdracht gekregen om de stroopstroom die na de ontploffing is ontsnapt zo snel mogelijk op te lossen en weg te spoelen.

Je krijgt wat stroop om het onderzoek mee te doen. Verdeel de stroop over wat reageerbuizen of bekersglazen!

Belangrijk bij het onderzoek is:

- Snelheid waarmee de stroop oplost,
- Een oplosmiddel dat niet agressief is of milieu-onvriendelijk,
- Er moet gemakkelijk mee te werken zijn.

Je mag allerlei mengsels proberen die aan bovenstaande eisen voldoen.

Onderzoeksplan en testrapport

Voordat je het practicum ook echt gaat doen, moet je een onderzoeksplan opstellen voor Gist-Brocades, de opdrachtgever, een aansluitend de testresultaten doorgeven met een conclusie:

Mak hiervoor gebruik van onderstaand voorbeeld

Namen medewerkers:

Wat is het probleem:

We gaan de volgende stoffen, oplossingen of mengsels testen:

Verwachting: Vanverwachten we het meest, want.....

Resultaten:

Conclusie: Wij bevelen aan, dat u de stroopstroom verwijdert met

Te verwachten problemen met de uitvoering:

Hoogachtend,

Stroopstroom ANTWOORDEN

Stel in ieder geval beschikbaar: water, heet water, azijn, afwasmiddel, allesreiniger, kalksteenoplosser, ammonia, soda, wasbenzine.

Het best gaat het met heet water, want dat voldoet aan de gestelde eisen. Probleem: Heet water ter plaatse krijgen, en je moet ook roeren.

de Volkskrant, 12 juni 1999

Twee supergrote nieuwe elementen

Theoretici voorspelden het al sinds de jaren zeventig: er is een nog onontdekte groep stabiele chemische elementen met supergrote atoomkernen. In het Lawrence Livermore National Laboratory in Berkeley, Californië, lijken onderzoekers nu voor het eerst zicht te krijgen op dit zogeheten 'eiland van stabiliteit'.

Bij krachtige botsingen van kryptonkernen op loodatomen hebben ze atomen gecreëerd van element-118, dat massagetal 293 heeft. Het zwaarste element in de

natuur is uranium, dat met 92 protonen en 146 neutronen in de kern massagetal 238 heeft.

Het nog onbekende element-118 valt na minder dan een duizendste seconde radioactief uiteen in het eveneens nog onbekende element-116, dat vervolgens ook in een oogwenk vervalst. Dat lijkt allemaal extreem vluchtig, maar natuurkundigen noemen zulke levensduren al bijna stabiel.

Element-116 heeft massagetal 289. Een onderzoeksteam van het lab beschrijft de vondsten in een artikel dat is ingediend bij het tijdschrift *Physical Review Letters*.

De laatste jaren leek het onmogelijk om met botsingsexperimen-

ten elementen voorbij 112 te creëren, dat op naam van een groep Russen in Doebna stond. Recente berekeningen van een Poolse theoreticus gaven echter aan dat vooral botsingen van krypton-86 op lood-208 goede kans op succes moesten bieden voor nog grotere atoomkernen.

Volgens teamleider Victor Nizov van Livermore zijn de vondsten vooral te danken aan een extreem efficiënt invangstelsel voor afzonderlijke atomen. In elf dagen meten werden daarmee drie karakteristieke vervolreeksen van element-118 geregistreerd, die eerder niet opgevangen zouden zijn.

Atomen met supergrote kernen komen niet van nature voor; ze worden door onderzoekers gemaakt.

1 Beschrijf hoe de onderzoekers in Berkeley, Californië te werk gingen.

2 Wat hebben ze gecreëerd?

De 'zwaarte' van een element wordt beschreven door het massagetal.

3 Wat is het zwaarste element dat in de natuur voorkomt?

4 Bereken hoeveel procent het nieuwe element zwaarder is dan het zwaarste element dat in de natuur voorkomt.

Het massagetal van een element hangt af van het aantal protonen en het aantal neutronen in de kern van het element. Als er geschreven wordt "lood-208" dan is 208 het massagetal van lood. (Dit geldt niet voor element-118 en element-116!)

5 Verzamel de gegevens uit het artikel in het onderstaande schema:

	Aantal protonen	Aantal neutronen	Massagetal
Uranium			
Krypton			
Lood			
Element-118			
Element-116			

Je kunt lege vakjes in het schema vullen als je weet hoe het massagetal ontstaat.

6 Leid uit de gegevens voor uranium af hoe het massagetal ontstaat.

7 Zoek in Binas de aantallen protonen op in de kernen van krypton en lood en schrijf ze in het schema.

8 Bereken het aantal neutronen in de kernen van krypton en lood en schrijf ze in het schema.

Bij de elementen 118 en 116 stellen de getallen 118 en 116 het aantal protonen in de kern voor.

9 Maak het schema nu af.

Met de gegevens uit het schema kun je nu controleren of het botsingsexperiment klopt.

10 Hoeveel protonen verwacht je in de kern van het nieuwe element? Klopt dat met de gegevens?

11 Hoeveel neutronen? Klopt dat of is er iets aan de hand?

Voor reacties tussen kernen kun je een 'kernreactievergelijking' opstellen. Je schrijft dan bij iedere kern het massagetal en het aantal protonen links naast het symbool.

Voor krypton schrijf je dan $^{86}_{36}\text{Kr}$.

Voor een kernreactievergelijking moet je links en rechts evenveel protonen en evenveel massagetal hebben.

12 Schrijf de kernfusie-reactie op in een 'kernreactievergelijking'. Gebruik voor element-118 het symbool X.

Het gevormde element-118 is niet stabiel

13 Waaruit blijkt dat?

Uit element-118 ontstaat element-116 en nog één deeltje.

14 Schrijf je antwoord op vraag 13 in de vorm van een kernreactievergelijking. Gebruik voor element-116 het symbool Y en voor het deeltje het symbool Z.

15 Van welk element is deeltje Z de kern?

Elk element heeft een eigen 'vakje' in het Periodiek Systeem.

16 Zoek in Binas op in welke nog lege vakjes de elementen 118 en 116 komen. Geef voor beide aan onder welk element het lege vakje ligt.

Het artikel spreekt over een nog onontdekt 'eiland van stabiliteit'.

17 Geef in je eigen woorden weer wat daarmee bedoeld zal worden.

Twee supergrote nieuwe elementen ANTWOORDEN

- 1 Ze hebben kryptonkernen op (de kernen van) loodatomen laten botsen.
- 2 Atomen van element-118.
- 3 Uranium.
- 4 Element-118: massagetal = 293; uranium: massagetal = 238; $((293 - 238) / 238) \times 100 \% = 23 \% \text{ zwaarder}$.
- 5 De gegevens die niet in het artikel staan (en die in de vragen 7, 8 en 9 moeten worden gevonden) staan tussen haakjes.

	Aantal protonen	Aantal neutronen	Massagetal
Uranium	92	146	238
Krypton	(36)	(50)	86
Lood	(82)	(126)	208
Element-118	118	(175)	293
Element-116	116	(173)	289

- 6 Het massagetal ontstaat door het optellen van van het aantal protonen en het aantal neutronen.
- 7 Krypton: 36 protonen; lood: 82 protonen.
- 8 Krypton: $86 - 36 + 50$ neutronen; lood: $208 - 82 = 126$ neutronen.
- 9 Element-118: $293 - 118 = 175$ neutronen; element-116: $289 - 116 = 173$ neutronen.
- 10 De aantallen protonen van krypton en lood bij elkaar: $36 + 82 = 118$; klopt.
- 11 De aantallen neutronen van krypton en lood bij elkaar: $50 + 126 = 176$. Dit klopt niet, want element-118 heeft 175 neutronen; er is een neutron weg. (Dit stemt overeen met de waarnemingen die in een ander artikel staan. Daarin staat geschreven: "Het resultaat was dat na de fusie van beide middelzware kernen *en het wegvliegen van een neutron* element 118 ontstond.")
- 12 $^{86}_{36}\text{Kr} + ^{208}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{293}_{118}\text{X} + ^1_0\text{n}$
- 13 Het valt na minder dan een duizendste seconde radioactief uiteen.
- 14 $^{293}_{118}\text{X} \rightarrow ^{289}_{116}\text{Y} + ^4_2\text{Z}$
- 15 Helium.
- 16 Element-118: onder radon (Rn); element-116 onder polonium (Po).
- 17 B.v.: Een groep elementen die nog verder in het PS ligt; een groep elementen met nog zwaardere kernen dan element-118.

NRC-Handelsblad, 19 juni 1999

SUPERZWARE ELEMENTEN 116 EN 118 GEMAAKT IN BERKELEY

In het Californische Lawrence Berkeley National Laboratory zijn de superzware elementen 116 en 118 ontdekt. Ze werden gemaakt door een trefplaat van lood (Pb-208) te beschieten met een bundel van krypton-ionen (Kr-86). Het resultaat was dat na fusie van beide middelzware kernen en het wegvliegen van een neutron element 118 ontstond. Binnen een milliseconde viel het uiteen in element 116 en een alfadeeltje (een heliumkern) waarna een cascade aan verdere vervalreacties optrad. De vondst van element 118 komt min of meer als een verrassing omdat volgens de

heersende theorie het fuseren van twee middelzware kernen bij relatief lage energie (koude fusie) niet verder zou voeren dan element 112. In januari van dit jaar vonden Russische onderzoekers in Dubna element 114 dan ook via hete fusie, waarbij een bundel hoogenergetische lichte ionen op een trefplaat van het zware plutonium werd geschoten. De levensduur van 30 seconden gaf aan dat het langgezochte 'eiland' van superzware stabiele kernen, dat op theoretische gronden is voorspeld, in zicht kwam. Overigens is de Russische vondst nog niet in een onafhankelijk experiment bevestigd.

De revival van de koude fusie is te danken aan Robert Smolanczuk, een Poolse gas-tonderzoeker in het Berkeley-team. Zijn berekeningen wezen uit dat het bombarderen van lood met krypton toch in een enkel geval tot de productie van een atoom van ele-

ment 118 zou kunnen leiden. De kans dat de samengestelde kern zou uiteenspatten, zo vond Smolanczuk, was minder groot dan aanvankelijk was gedacht.

Nadat in een cyclotron de krypton-ionen waren versneld en op het loodplaatje geschoten, was het zaak uit de velerlei brokstukken die deze klap opleverde de potentieel interessante deeltjes te scheiden van de rest. Dat gebeurde in Berkeley met een speciaal ontwikkelde, gasgevulde scheidingsmachine. Die was zo efficiënt dat hij uit de duizenden miljarden botsingsproducten toch de enkele exemplaren van element 118 wist te filteren. Die boorden zich vervolgens in in een silicium-detector. Aan de hand van de vrijkomende alfadeeltjes wisten de onderzoekers element 118 te identificeren.

(DIRK VAN DELFT)

JACHT OP NIEUWE ELEMENTEN SUCCESVOL

Patrick Marx

Negenenvijftig jaar nadat Niels Bohr stelde dat element 100 (fermium) het laatste in het periodiek systeem zou zijn, hebben de Amerikanen *Victor Ninov* en *Ken Gregorich* van de universiteit van Berkeley de atomen 116 en 118 ontdekt. Ze maakten element 118 door loodatomen te beschieten met energierijke kryptonionen. Door emissie van alfadeeltjes vervalt 118

tot onder andere element 116. *Gregorich*: "De elementen leven slechts een paar honderd microseconden. Dit is niet genoeg om hun chemische eigenschappen te analyseren. Maar we gaan ervan uit dat element 118 een edelgas is met een hoger kookpunt dan radon, maar nog steeds gasvormig bij kamertemperatuur." Aan naamgeving denkt *Gregorich* nog niet: "Dat is een controversiële bezigheid, die we liever aan de 'oldtimers' overlaten. Intussen gaan wij door met onze zoektocht naar element 119. Ik ga ervan uit dat iemand dit voor het eind van het jaar maakt".

NOG 3 TE GAAN

De rechterhelft van het periodiek systeem is na de ontdekking van elementen 116 en 118 bijna gevuld. Degene die element 119 weet te produceren, zal vier vliegen in één klap slaan. Behalve het eerste element van een nieuwe periode, levert de ontdekking van 119 de nog onbekende atomen 113, 115 en 117 als voorspelde vervalproducten.

k systeem is na de ont-
18 bijna gevuld. Degene
eren, zal vier vliegen in

											2 He
						5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
						13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
25 Fe	26 Co	27 Ni	28 Cu	29 Zn	30 Ga	31 Ge	32 As	33 Se	34 Br	35 Kr	
43 Ru	44 Rh	45 Pd	46 Ag	47 Cd	48 In	49 Sn	50 Sb	51 Te	52 I	53 Xe	
75 Os	76 Ir	77 Pt	78 Au	79 Hg	80 Tl	81 Pb	82 Bi	83 Po	84 At	85 Rn	
107 Hs	108 Mt	109 Uun	110 Uuu	111 Uub	?	114	?	116	?	118	

Consumentengids, juli 1999

Niet alle winkels nemen oude huishoudelijke en elektronische apparatuur zonder problemen terug. Toch zijn ze daartoe sinds kort wettelijk verplicht als de klant een nieuw, soortgelijk apparaat koopt. Die betaalt sinds 1 januari 1999 een verwijderingsbijdrage.

(...)

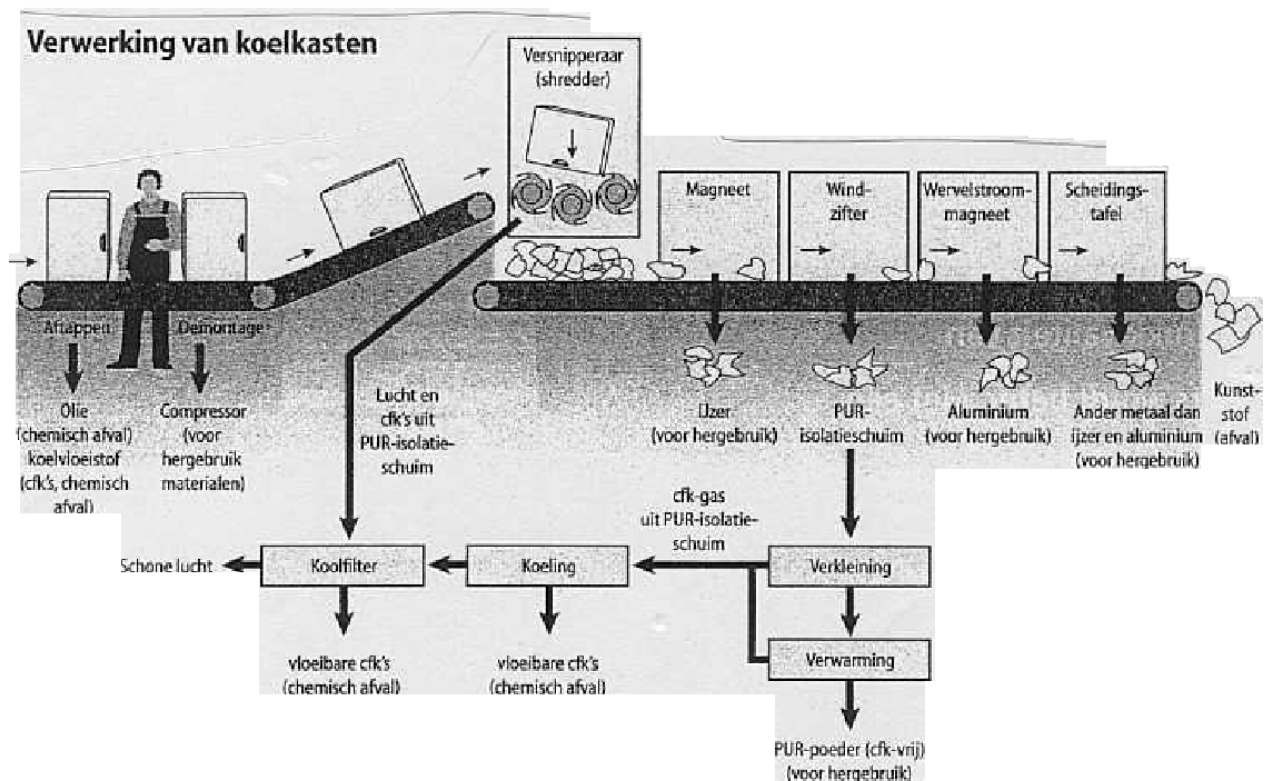
Koel/vriescombinatie	f40,-
Koelkast	f40,-
Vrieskast/kist	f40,-
Airconditioning	f40,-
Afwasautomaat	f20,-
Droogautomaat	f20,-
Oven	f20,-
Fornuis	f20,-
Wasautomaat	f20,-
Was/droogautomaat	f20,-
Afzuigkap	f15,-
Grillbakoven (tabletop)	f15,-
Kookplaat (meerzonnige kookzone)	f15,-
Magnetron (combi)	f15,-
Centrifuge	f15,-
Miniwash	f15,-
Televisietoestel	f25,-
Videorecorder	f15,-
Videocamera	f15,-
Decoder	f15,-
Signaalversterker	f15,-

Nederlandse vereniging Verwijdering M

Aan het afgebeelde lijstje moeten nog worden toegevoegd: satellietontvanger f15 en DVD-speler f15. Alle verwijderingsbijdragen zijn inclusief btw.

Meer weten? Vraag de folder!

Afzet met u en uw klanten
alleen weten



Bekijk eerst: "De verwijderingsbijdrage"

1 Wat wordt bedoeld met: "Verwijderingsbijdrage"?

2 Waarom zal de verwijderingsbijdrage van sommige apparaten hoger zijn dan van andere?

Bestudeer de "Verwerking van koelkasten"

3 Neem uit de volgende zin de cijfers over en zet er de ontbrekende woorden achter:

De buitenkant van een koelkast bestaat uit1..... . Onder deze laag zit een laag2...

De binnenkant is meestal van3..... . Onderin de koelkast zit een motor en een4..... .

4 Welke stoffen zitten er allemaal in een koelkast?

5 Welke stoffen komen bij het chemisch afval?

6 Welke stoffen en materialen worden hergebruikt?

7 Waarom haalt men eerst de olie uit de koelkast?

8 Waar bestaat een koelkast hoofdzakelijk uit?

9 Waarom komt de windzifter dus na de magneet?

10 Neem de cijfers over en zet de ontbrekende woorden erachter:

PUR isolatieschuim in de wand van de koelkast wordt....1.... daarna ...2.., het CFK gas in de PUR wordt3... en de vloeibare CFK's gaan naar het4.... .

11 Is er een proces bij de verwerking van koelkasten waar een chemische reactie optreedt? Leg uit waarom je dat denkt.

CFK-gas is chemisch afval dat wordt verbrand. De chloor- en fluorideeltjes komen dan in filters terecht, want het mag niet de lucht in.

12 Welke schade veroorzaken CFK's in de lucht?

13 Leg uit waarom de chloor- en fluorideeltjes na verbranden in de rook terechtkomen en niet 'weg' zijn.

Verwijderingsbijdrage koelkasten ANTWOORDEN

- 1 Als je een nieuw apparaat koopt moet je betalen voor het recyclen van de oude. Als je dan na een aantal jaren soortgelijk apparaat koopt dan moet de winkel het oude apparaat terugnemen.
- 2 Sommige apparaten zijn duurder om te recyclen. Ze zijn ingewikkelder gebouwd, of ze bevatten meer troep.
- 3 1 Plaatijzer, 2 PUR isolatieschuim, 3 plastic (kunststof), 4 compressor
- 4 Olie, PUR, ijzer, aluminium, andere metalen, kunststoffen.
- 5 Olie, CFK's, sommige kunststoffen.
- 6 De materialen uit de compressor, ijzer, aluminium, andere metalen, PUR-poeder.
- 7 Anders zou in de versnipperaar alle olie in het rond vliegen
- 8 Een koelkast bestaat uit heel veel plaatijzer.
- 9 Met een magneet wordt eerst het plaatijzer eruit gehaald. Het plaatijzer is waarschijnlijk te zwaar voor de windzifter. Daarna kan men pas met wind de andere onderdelen scheiden.
- 10 1 Verkleind, 2 verwarmd, 3 gekoeld, 4 chemisch afval.
- 11 Nee. Er ontstaan geen nieuwe stoffen/andere stoffen/stoffen met andere eigenschappen
- 12 Afbraak van de ozonlaag
- 13 Bij verbranden verbindt een stof zich met zuurstof. Elementbehoud.

Spierverzuring bij varkens niet aangetoond

VEGHIEL – Schaatsers klagen over verzuring in de laatste rondjes; wielrenners krijgen bergop pap in de benen. In beide gevallen is melkzuurvorming in het uitge-

putte lichaam de oorzaak. Ook varkens bedrijven topsport, met een gemiddelde groei van meer dan anderhalf pond per dag. Is het toeval dat op bedrijven met brijvoerinstallaties relatief veel stramme varkens worden gezien? Bij bacteriële omzettingen in brijvoer ontstaat immers vaak een overdaad aan linksdraaiend

melkzuur. Daarmee zouden de dieren de spierpijn met de paplepel ingegeven krijgen. Onderzoek op het proefbedrijf van Cehave heeft deze theorie ontkracht.

Cehave speurt verder naar de oorzaak. Mogelijk is er een verband met andere brij-ingrediënten, zoals alcohol.

- 1 Wanneer ontstaat het melkzuur in de spieren? Geef een *chemische* uitleg!
- 2 Uit welke stoffen ontstaat melkzuur in de spieren?
- 3 Geef de systematische (rationele) naam en de structuurformule van melkzuur.
- 4 Geef de reactievergelijking, in molecuulformules, van de vorming van melkzuur in de spieren.
- 5 Welke reactie vindt er 'normaal' in de spieren plaats? Geef de kloppende reactievergelijking.

Bij bacteriële omzetting in brijvoer ontstaat vaak een overdaad aan linksdraaiend melkzuur.

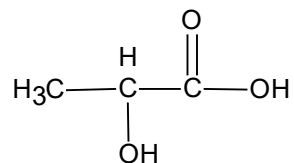
- 6 Wat wordt bedoeld met 'linksdraaiend melkzuur'?
- 7 Leg uit waarom bij het melkzuurmolecuul het verschijnsel stereoisomerie voorkomt.

Spierverzuring ANTWOORDEN

1 Bij een onvoldoende aanvoer van zuurstof. Niet alle glucose kan dan 'verbrand' worden tot koolstofdioxide en water. De afbraak ervan stopt 'halverwege' het proces.

2 Uit glucose.

3 2-hydroxypropaanzuur ;



4 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

5 De 'verbranding' van glucose: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$.

6 Eén van de twee optische isomeren van melkzuur die gepolariseerd licht naar links laat verdraaien.

7 Het melkzuurmolecuul heeft een asymmetrisch koolstofatoom waardoor er het melkzuurmolecuul twee optisch actieve isomeren (spiegelbeeldisomeren) heeft.