

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	Kernwoorden
1	Air-sponge	4 hv	Vaardigheden	Taalvaardig, informatie	Stoffen en materialen	betrouwbaarheid beoordelen, presentatie informatie, standpunt beargumenteren,
2	Ion vertraagt watermoleculen	4,5 hv	Stoffen (anorganisch)	Binding	Onderzoek, Informatie	Hydratatie, dipool
3	Superaluminium	5 hv	Chemische techniek	Procesindustrie	Informatie	Blokschema, aluminium,
4	Nooit meer ramen lappen	6 v S12	Kenmerken van reacties	Toepassing reacties	Informatie	Reactievergelijking, katalysator, radicaal
5	Waterzuivering met daglicht	6v S12	Chemische techniek	Analyse	Onderzoek	Spectrometrie, stof aantonen, reactiesnelheid,
6	Water op Mars lijkt kooldioxide	3 mhv	Stoffen en materialen	Verbranding	Technisch- instrumenteel	Aantoningsreacties, koolstofdioxide, water
7	Diepzeewormen doen aan chemie	5 h? 5,6 v	Redox	Redox als proces, reacties	Informatie	Halfreacties, evenwichten,
8	Warmtefabriekje I	3hv 4m	Stoffen en materialen	Chemische processen	Informatie	Roesten, warmte-effect, warmtezakje
	Warmtefabriekje II	3hv 4m	Vaardigheden	onderzoek	Informatie	Roesten, warmte-effect, opzet onderzoek
	Warmtefabriekje III	3 hv 4 m	Stoffen en materialen	Chemische processen	Onderzoek	Massabehoud, Lavoisier, exotherm proces,
9	Wetenschapper laat het regenen	4 hv	Stoffen (anorganisch)	Binding	Onderzoek	Zouthydratatie, kristalwater, regen
10A	Een druppeltje	4 hv	Stoffen (anorganisch)	binding	Informatie	Polair, apolair ,zeep, micel, waskracht
10	Superzeep (zie ook 18)	5h 6v	Stoffen en materialen	Binding	Informatie	Polair, apolair, hydrofoob, hydrofiel, zeep, waskracht, blokpolymeer,
11	Hartwarmte - hot pack	5h 6v	Vaardigheden	Onderzoek	Stoffen en materialen	Werkplan, profielwerkstuk
15	Aanpak slechte lucht	5v	Vaardigheden	Informatie		Betrouwbaarheid beoordelen, standpunt beargumenteren
16	Kringloopfosfaat	5hv	Stoffen	reacties	Informatie	Neerslagreactie, fosfaat, milieu,

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	Kernwoorden
			(anorganisch)			korrelreactor
17	Afvalplastic prima steenkool	3-4hv	Koolstofchemie	Toepassing koolstofverbindingen	Informatie	Afvalverwerking kunststof, afvalplastic, hergebruik, subcoal
20	Keukenbranden	4 hv 5h 6v	Stoffen en materialen	Brandstoffen	Informatie	Brand, brand blussen
21	Water voor fijnproevers	5v	Stoffen (anorganisch)	reacties	Reken/wiskundig	Neerslagreacties, hardheid water, DH, drinkwater, ontharden, oplosbaarheidsproduct
22	Pijnbestrijding	5hv	Vaardigheden	Taalvaardig	Koolstofchemie	Infotmatie logisch presenteren, poster, medicijnen, pijnbestrijding, historie, ANW
23	Zelfreparerend beton	5hv	Kenmerken van reacties	evenwicht	Informatie	Evenwicht beïnvloeden, ureum, beton, carbonaat
24	Nog schoner aardgas	4 hv	Koolstofchemie	Toepassing koolstofverbindingen	Informatie	Brandstoffen, aardgas, waterstof, milieu, CO ₂ -uitstoot
26	Wastabletgel I	5hv	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Bioplastics, PVA, wasmiddel, afbreekbaarheid, geltablet, waterstofbrug
	Wastabletgel II	5hv	Vaardigheden	onderzoek	Koolstofchemie	Opzetten onderzoek, PVA
27	CPO-WK	5hv	Redox	Toepassing redox	Informatie	Brandstofcel, waterstof, CPO
28	Alarm over Duitse bossen	5hv	Vaardigheden	informatie	Stoffen (anorganisch)	Informatie verwerven en selecteren, standpunt innemen, verzuring, SO ₂ , NO _x , NH ₃ .
29	Mysterieus MKZ-buisje	5 v	Zuren en basen	reacties	Informatie	Zuur-base reactie, zwavelzuur, ammoniak
	MKZ: fiets een blokje om	5 v	Redox	reacties	informatie	Redoxreactie, halfreactie

Voorwoord

In het vorige nummer (36, mei 2001) heb ik de Chemie Aktueelprijs aangekondigd. Uit de tekst was wellicht niet duidelijk dat de prijs met ingang van het nieuwe schooljaar is ingesteld. Een inleverdatum noemen in april en verschijningsdatum in mei wijkt de suggestie dat het mosterd na de maaltijd is. Voor gegevens rond de prijs zie nummer 36.

Uit de factuur voor het schooljaar 2001-2002 die U ontvangt, blijkt dat we de abonnementsprijs hebben moeten verhogen van f40,- exclusief BTW naar f42,50 exclusief BTW. De papierkosten zijn ontzettend gestegen en daarboven op kwam ook nog een stijging van de portiekosten. We hopen dat u begrip hebt voor de situatie. Verder wil ik er bij u op aandringen snel de factuur te betalen. Afgelopen jaar hebben we een te grote groep abonnees tot wel vijf keer moeten aanmanen. Dat levert ons onnodig veel kosten op.

Een heel kort voorwoord deze keer omdat hierna ruimte is gereserveerd voor de vaardigheidsvraagtypen in de examens havo/vwo.

De centrale examens van 2001 geven weer voldoende aanleiding om uw leerlingen te laten oefen met opdrachten uit Chemie Aktueel.

Uw inzendingen van artikelen, maar ook opgaven zijn meer dan welkom. Verder wenst de redactie u net zo veel plezier met het lezen en gebruiken van Chemie Aktueel als zij hebben met het maken ervan.

Miek Scheffers-Sap

Veiligheid

De redactie neemt geen verantwoording voor de experimenten. Aangeraden wordt om zelf experimenten op veiligheid te beoordelen en de bijbehorende maatregelen te treffen.

Errata nummer 36

Opgave zoutzuurlek: voor vraag 4 staat Tintetrachloride: dit moet zijn titaantetrachloride.

Opgave Jet 5: Voor perazijnzuur staat een verkeerde formule weergegeven. Onderstaande formule is de juiste
Fig 36O1701

Vaardigheidsvragen in Chemie Aktueel

Uit de Syllabus van het Cito/Cevo 'Scheikunde met voorbeeldexamens voor de centrale examens in de Tweede Fase havo/vwo' blijkt dat er op het centraal examen ook zogenoemde vaardigheidsvragen gesteld zullen worden. 20 tot 45 scorepunten van de maximaal 90 punten (de maximale score die tot 2000 gebruikelijk was voor het centraal examen). Hieronder (na de tabel) treft u een overzicht aan van die vraagtypen gebaseerd op de voornoemde bundel.

Bij de opdrachten van Chemie Aktueel zullen we steeds proberen deze vraagtypen aan bod te laten komen zodat u oefenstof heeft voor uw leerlingen. Hieronder een tabel met verwijzing voor de opgaven uit nummer 37.

Vraagtype	Opdrachten uit Chemie Aktueel nr 37
1 informatiebegripsvraag	Alle opdrachten
2 informatieselectievraag	Superzeep Pijnbestrijding
3 informatiebewerkingsvraag	Superaluminium Superzeep Diepzeewormen doen aan chemie Pijnbestrijding

4 aanvaardbaarheidsvraag	Air-sponge Superaluminium Aanpak slechte lucht
5 argumentenvraag	Afvalplastic blijkt prima steenkool
6 standpuntvraag	Aanpak slechte lucht Mysterieus MKZ-buisje
8 probleemstellingsvraag	Ion vertraagt watermoleculen Warmtefabriekje Wetenschapper laat het regenen Diepzeewormen doen aan chemie
9 werkplanvraag	Waterzuivering met daglicht Wastabletgel
10 conclusievraag	Ion vertraagt watermoleculen Waterzuivering met daglicht Wetenschapper laat het regenen

Vaardigheids-vraagtypen:

▪ *Informatievaardigheden*

1 Informatie-begripsvraag

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat vakinhoudelijke kennis kan inzetten bij het begrijpen van informatie en/of interpreteren van gegevens. Het uitgangsmateriaal is daarbij vrij omvangrijk (enige overmaat en/of veelheid aan gegevens) en wordt zoveel mogelijk levensecht gepresenteerd.

2 Informatie-selectievraag

Hoofddoel: toetsen of een kandidaat gericht informatie kan selecteren c.q. gegevens kan selecteren uit een overmaat aan informatie. De kandidaat hoeft niet alle informatie te gebruiken. (gegevens uit een omvangrijke tekst, niet-routinematige gegevens uit Binas, informatie op niet direct voor de hand liggende plaats in opgave).

3 Informatie-bewerkingsvraag

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat gegeven informatie kan omzetten in een andere gestructureerde vorm, zoals het samenvatten van een tekst, het herschrijven van een stukje (onduidelijke of onjuiste) tekst en het weergeven van gegevens in een tabel, grafiek of schema.

4 Aanvaardbaarheidsvraag

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat van gegeven informatie de aanvaardbaarheid kan beoordelen op basis van criteria zoals: betrouwbaarheid, objectiviteit, geschiktheid voor een bepaald doel.

▪ *Standpuntbepaling*

Schetsing bepaald dilemma of een kwestie met verschillende meningen of keuzen. Maatschappelijk herkenbaar.

5 Argumentenvraag

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat bij een gegeven standpunt één of meer argumenten kan noemen of herkennen.

6 Standpuntvraag

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat een standpunt kan innemen op basis van één of meer zelf genoemde of herkende argumenten.

7 Afwegings/betoogvraag

Komt niet in de centrale examens scheikunde voor.

▪ *Onderzoeksvaardigheden*

Vraagtypen hebben betrekking op onderzoek, al dan niet experimenteel.

8 Probleemstellingsvraag

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat in het kader van een bepaald onderzoek een vraagstelling of hypothese kan formuleren, classificeren, herkennen of beoordelen.

9 Werkplanvraag

Hoofddoel: toetsen of een kandidaat de hoofdlijnen voor de uitvoering van een onderzoek kan formuleren, beoordelen of verbeteren.

10 Conclusie

Hoofddoel: toetsen of de kandidaat conclusies kan trekken uit onderzoeksgegevens of kan beoordelen of conclusies terecht uit de onderzoeksgegevens zijn getrokken.

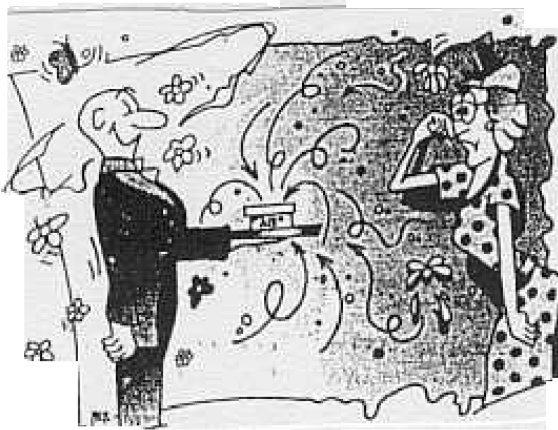
EEN SENSATIONEEL NIEUW PRODUCT UIT AMERIKA

ZUIGT ALLE STANK EN VIEZE LUCHTJES OP

Gegarandeerd geen stank meer! Trekt zelfs rooklucht uit je kleding

Zoals een spons water opzuigt, zo zuigt deze 'Air-Sponge' als ware alle vieze luchtjes en stank op, in huis, in de auto en elders. Het trekt zelfs de stank uit kleding, gordijnen, vloerbedekking en meubilair. Bijv. na een avondje uit rooklucht in je kleding, zet de open 'Air-Sponge' in je kast en de rooklucht verdwijnt. Helpt o.a. tegen: tabaksrook, huisdierenluchtjes, kookluchtjes, verfstank, schimmel- en bederflucht, oplosmiddel- en benzinelucht, rioollucht, afvallucht, luijrlucht, WC-lucht, waslucht, brandlucht, zweetlucht, buitenluchtstank, enz.

Dat is geheel nieuwe manier tegen stank en luchtverontreiniging. Gewone luchtverfrissers spuiten een parfum in de lucht, die de stank moet overheersen. En verontreinigen de lucht daardoor extra. 'Air-Sponge' daarentegen, absorbeert en verwijderst stank en vervuilde stoffen in de lucht. Zodra het doosje geopend wordt, verspreidt deze 'Air-Sponge' een stroom van moleculen, die lichter zijn dan de omringende lucht. Zo worden onaangename geuren geëlimineerd en wordt de lucht, zuiverder, frisser en gezonder. De inhoud is milieuvriendelijk, niet giftig en biologisch afbreekbaar. Ideaal voor mensen met hoestproblemen. En huisdieren worden niet geïrriteerd aan hun reukorgaan.



Gebruiksaanwijzing:

zet het geopende doosje op de gewenste plaats, zoals in de kamer, in de keuken of op het toilet, in de garage of in de auto. Als de stank weg is dan weer goed sluiten.

Geschikt voor langdurig gebruik, normaal 4 tot 6 weken. Verwen jezelf met een frisse, stankvrije en gezonde omgeving en knip meteen de introductiewaardebon uit. Deze wonderbaarlijke 'Air-Sponge' is normaal verkrijgbaar voor f 26,75 en nu met waardebon voor **slechts f 21,75.**

Het artikel over de Air-sponge is een zogenaamde advertorial: een advertentie met tekst die lijkt van de redactie te komen. In feite is het gewoon reclame opgesteld door de leverancier.

Je moet deze advertorial kritisch bekijken, er staan wat onjuistheden en onduidelijkheden in.

Zo schrijft de maker van de advertentie eerst: 'Air-sponge absorbeert' en verderop: 'verspreidt een stroom van moleculen, die lichter zijn dan de omringende lucht. Zo worden onaangename geuren geëlimineerd en wordt de lucht'

Schijf een brief (minimaal ½ pagina, maximaal 1 pagina, lettergrootte 12) aan de opsteller van de advertentie en laat daarin het volgende aan bod komen:

- leg uit dat de zinsnede 'moleculen, die lichter zijn dan de omringende lucht' niet juist is
- leg aan de hand van gegevens in tabel 12 en 101 uit je Binasboek uit dat het product geen gas uit die tabellen zal vrij geven
- hoe de air-sponge volgens jou werkt.

Air-sponge ANTWOORDEN

- Moleculen lichter dan lucht: kan niet, je kunt alleen de dichtheid van stoffen met elkaar vergelijken.
- Welke gassen zouden dit kunnen zijn?

Volgens Binas:

Aardgas explosiegevaar

Acetyleen idem

Ammoniak NH_3 gevaarlijke dampen/onaangename reuk

Deuterium

Helium edelgas reageert niet

Neon idem

Stikstof waarom toevoegen zit al in lucht en kan niet iets elimineren, reageert niet in de lucht

Waterdamp kun je ook zelf maken en zal niet zo makkelijk uit doosje komen.

Waterstof explosiegevaar

- de air-sponge bevat waarschijnlijk actieve kool en een geurstof die kan sublimeren

Opmerking: Informatievaardigheid: aanvaardbaarheidsvraag

de Volkskrant, 17 maart 2001

Ion vertraagt watermoleculen

Watermoleculen bewegen in de buurt van een geladen ion aanzienlijk langzamer dan ver daar vandaan. Dat is voorspelbaar, maar het was nog niet eerder gemeten. Onderzoekers van het FOM-instituut voor Atoom- en Molecuulfysica (Amolf) in Amsterdam slaagden daar met behulp van geavanceerde laserapparatuur wel in. Ze publiceren hun onderzoeksresultaten in *Science* van 16 maart.

Watermoleculen zijn opgebouwd uit drie atomen: twee waterstofatomen en een zuurstofatoom. Er vindt in het molecuul een kleine ladingsscheiding plaats. Dat resulteert in een iets negatief geladen zuurstofatoom. De waterstofatomen krijgen daarvoor een kleine positieve lading.

Wanneer er bijvoorbeeld keukenzout – een natriumion en een

chloorion aan elkaar gekoppeld – in water wordt opgelost, zullen de positieve natriumionen zich omringen met een zestal watermoleculen, met de zuurstofkant in de richting van het ion. Datzelfde gebeurt rond de negatieve chloorionen. Die worden eveneens omringd met watermoleculen maar daar richten zich de positieve waterstofatomen naar het chloorion.

De Amsterdamse onderzoekers hebben aangezout water met een superkorte infrarode laserpuls bestookt, niet langer dan tweitiende picoseconde (1 picoseconde is 0,000.000.000.001 seconde). Die puls brengt de watermoleculen in beweging.

Met een tweede laserpuls hebben de fysici drs. Michel Kropman en dr. Huib Bakker gemeten hoe snel die beweging uitdooft. En dan blijkt dat watermoleculen in de buurt van een ion twintig maal zo langzaam bewegen als die in de bulk van het water, ver weg van zo'n 'remmend' ion.

- 1 Formuleer de onderzoeksvraag van het onderzoek dat in het artikel beschreven staat.
- 2 Wat is de conclusie die de fysici/onderzoekers hebben getrokken uit hun metingen.

In het artikel staat de bouw van een watermolecuul en de ladingverdeling binnen een watermolecuul beschreven.

- 3 Leg uit waarom in een watermolecuul ladingverdeling optreedt. Maak in je uitleg onder andere gebruik van gegevens uit je Binasboek.
- 4 Geef een ruimtelijke structuurformule van het watermolecuul, waarin je ook de verschillende ladingen aangeeft.

Het oplossen van natriumchloride wordt ook beschreven.

- 5 Geef het oplossen van natriumchloride in een reactievergelijking weer.
- 6 Geef een tekening van een natriumion omringd door watermoleculen (water in structuurformule).
- 7 Geef een tekening van een chlorideion omringd door watermoleculen (water in structuurformule).

- 8 Leg uit waarom het voorspelbaar is dat watermoleculen in de buurt van een geladen ion aanzienlijk langzamer bewegen dan ver daarvandaan.

Ion vertraagt watermoleculen ANTWOORDEN

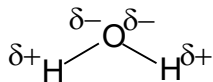
1 Bewegen watermoleculen die in de buurt zijn van een geladen ion langzamer dan watermoleculen die daar ver vandaan zijn?

2 Watermoleculen die in de buurt zijn van een geladen ion bewegen 20 maal zo langzaam in vergelijking met watermoleculen die daar ver vandaan zijn.

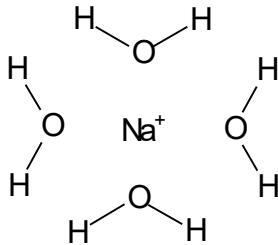
3 In een watermolecuul zijn twee atoombindingen aanwezig tussen het zuurstofatoom en elk der waterstofatomen. Het O-atoom en het H-atoom hebben verschil in elektronegativiteit: O 3,5 en H 2,1 (tabel 39). Door dit verschil in elektronegativiteit ontstaat er een polaire atoombinding waarbij het meest elektronegatieve atoom een δ^- lading krijgt en het andere een δ^+ lading.

4 $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

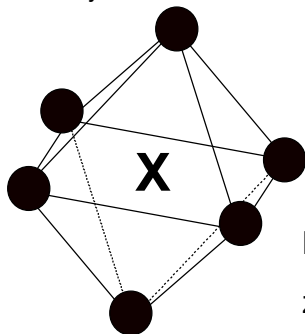
5



6



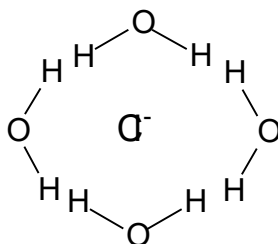
ruimtelijk:



kruis = ion

zwart bolletje = watermolecuul

7



8 Het watermolecuul wordt vastgehouden door een positief of negatief geladen ion. Ver weg van ionen heeft een watermolecuul waterstofbruggen naar andere watermoleculen. Blijkbaar is de binding tussen een ion en watermolecuul sterker dan tussen watermoleculen onderling. Verder hebben ionen in het algemeen een grotere massa dan watermoleculen. Het watermolecuul heeft een 'zwaar' ion op sleeptouw en beweegt dus langzamer.

Opmerking: vraag 3 en 4 behoren niet tot het programma van havo en vwo S1. Onderzoeksvaardigheden: probleemstellingsvraag, conclusie.

UIT TWEE ONDERZOEKEN BLIJKT DAT ZELFS WATER KAN WORDEN GEKRAAKT

Water is de meest ingewikkelde vloeistof op aarde, maar via verfijndere experimentele technieken en krachtiger computersimulaties zijn twee groepen erin geslaagd water te 'kraken'. Huib Bakker en Michel Kropman van het FOM-Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica gebruikten supersnelle laserpulsen om te meten hoe watermoleculen zich bewegen in een dun schilletje rond opgeloste ionen van zouten als natriumchloride. Zij slaagden er als eersten in om deze watermoleculen te onder-

scheiden van alle andere. Een groep Duitse en Amerikaanse onderzoekers gebruikten de computer om de reacties in water te simuleren. Zo werd duidelijk hoe watermoleculen spontaan uiteen vallen (*Science*, 16 maart).

De FOM-onderzoekers bestraalden een dun laagje water met infrarode laserflitsen van een paar tiende picoseconde (een miljoenste van een miljoenste seconde). Deze brengen de bindingen in een watermolecuul aan het trillen. Op verschillende tijdstippen na de eerste flits werd met behulp van een tweede gekeken wat er met de trillingsenergie gebeurt. Het grootste deel van de moleculen was snel uitgetrild, maar tot verrassing van Bakker en Kropman bewogen watermoleculen in de directe nabijheid van opgeloste ionen zich wel twintig keer

langzamer. Dat is belangrijk voor het begrip van chemische reacties tussen in water opgeloste moleculen of ionen. De omringende watermoleculen zorgen er weliswaar voor dat de wisselwerking tussen de reactanten wordt verlaagd, zodat een chemische reactie zich kan afspelen, maar zitten deze tegelijkertijd in de weg.

Watermoleculen zelf zijn ook chemisch actief. Eén op de tien miljoen valt spontaan uiteen in een positief en negatief geladen ion. Dit zeldzame verschijnsel is nog nooit experimenteel waargenomen, maar computersimulaties werd duidelijk dat water uiteenvalt doordat een waterstof-ion razendsnel wordt doorgegeven langs een keten van watermoleculen.

(ROB VAN DEN BERG)

Schrik maakt aluminium stukken beter

In razendsnel gegoten aluminium klonteren eventuele vervuilingen niet samen. Dat maakt recycling van motorblokken mogelijk, maar levert ook een onverwacht veel beter aluminium.

HET begon ooit als een oplossing voor een milieuprobleem. Motorblokken van auto's bevatten aluminium dat niet gerecycled kan worden, omdat het tijdens het gebruik met onder andere silicium en ijzer vervuild is geraakt. Tijdens het omsmelten klonteren die vervuilende atomen samen, waardoor zwakke plekken in het aluminium ontstaan.

Iets nauwkeuriger: in gesmolten toestand zit het ijzer en silicium evenwichtig verspreid in het aluminium, maar tijdens het stollen gaat het mis. Een aluminium-atoom gaat liever een verbinding aan met een ander aluminium-atoom dan met een vreemde deling. De klontjes vreemde elementen verzwakken het materiaal, net zoals hazelnooten de sterkte van een chocoladereep verminderen.

De oplossing die men aan het eind van de jaren zeventig aan de Technische Universiteit Delft bedacht is in principe simpel: als je het mengsel razendsnel afkoelt, krijg je een evenwichtige verspreiding van de vreemde atomen in het aluminium, omdat er geen tijd is voor klonteren. Daardoor vermijd je zwakheden (gemalen hazelnoot verzwakt de reep niet). Sterker nog, het materiaal dat ontstaat is twee keer zo sterk en vijf

keer zo flexibel als gewoon aluminium. Ook op andere fronten is het superieur.

'Als je met schroot al zulke resultaten kunt halen, kun je door gerichte toevoegingen aan het aluminium materialen maken met spectaculaire eigenschappen', zegt directeur drs. Fred Dom van RSP Technology, het bedrijf dat binnenkort in Delfzijl de eerste fabriek voor het nieuwe materiaal opent. 'Wij hebben het altijd over aluminium met de sterkte van titanium.'

RSP, waarachter onder andere Hoogovens schuil gaat, werkt al sinds 1993 aan het werkbaar maken van het 'flitsgieten', zoals de techniek heet. Dat duurde lang, want het idee mag simpel ogen, de uitwerking is dat bepaald niet.

Ten eerste is de vraag hoe aluminium van circa 800 graden in een paar microseconden kan worden afgekoeld. Dat kan alleen met hele kleine beetjes tegelijk. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van een koperen cilinder, die 1500 keer per minuut om zijn as draait. Een dun straaltje vloeibaar aluminium valt erop en wordt meteen weggeslingerd. Omdat koper warmte goed geleidt, koelt het ook snel af.

Het resultaat is aluminium met superieure eigenschappen in de vorm van confetti waar niks mee is aan te vangen. Hier nam RSP het stokje van de TU Delft over. Door een uitgekend samenspel van persen en verwarmen worden uit de confetti massieve staven gevormd. Dat luistert nauw, want als het materiaal te zeer wordt verwarmd, gaan de atomen aan de wandel en verliest het materiaal zijn bijzondere eigenschappen.

Dit proces is het belangrijkste bedrijfsgeheim van RSP. Het is zelfs niet gepatenteerd, want patenten zijn openbaar en kunnen dus door mogelijke concurrenten gelezen en omzeild worden. Dom

denkt dat concurrenten die het allemaal zelf uitzoeken daar vijf of zes jaar mee bezig zijn. Dat is een leuke voorsprong voor RSP.

Uit de massieve staven kunnen via conventionele bewerkingsmethoden allerlei producten gemaakt worden. Bijvoorbeeld lichtere schaatsen, slijtbestendiger machines en vliegtuigonderdelen die beter tegen hitte bestand zijn. Maar de voornaamste doelgroep is de automobiellindustrie.

'Autofabrikanten hebben de grenzen bereikt van wat met gewoon aluminium mogelijk is', legt Dom uit. 'Ze moeten nog zuiniger auto's maken en dat vraagt hogere verbrandingstemperaturen. Dan krijg je problemen, onder meer omdat zuigers van aluminium onder die hitte te ver uitzetten. Het silicium in ons materiaal voorkomt te grote uitzetting.'

Momenteel is het RSP-aluminium de beste oplossing, zegt Dom. 'De hogere temperaturen die met ons aluminium mogelijk zijn, maken een kooldioxide-reductie van 15 tot 20 procent mogelijk. Verschillende grote zuigerfabrikanten zijn nu aan het testen.'

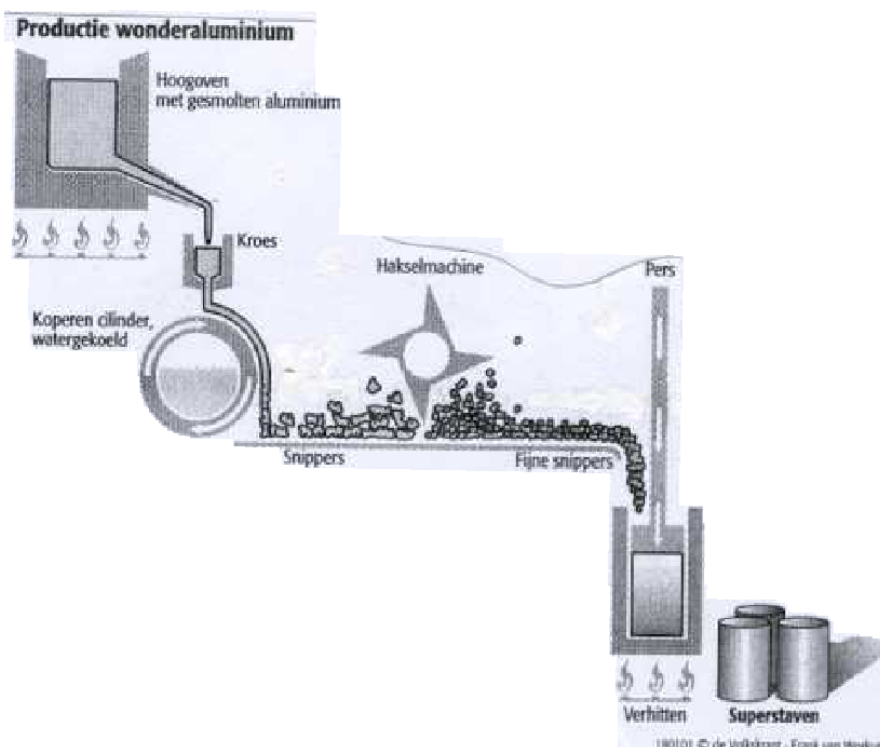
Er wordt meer getest. Verschillende Formule 1 renstallen (namen noemt Dom niet) zijn ermee aan de slag. In de racerij mag het wat kosten – het superaluminium kost nu nog twee tot drie keer zoveel als de 'gewone' variant. Bovendien zijn de zware omstandigheden daar een perfecte proeftuin voor de automobiellindustrie.

DOM heeft flink moeten lobbyen om het materiaal bespreekbaar te maken. Zuigerfabrikanten stonden niet te springen om te experimenteren met onbekende materialen. Pas toen hij rechtstreeks de auto-industrie aansprak, kwam er schot in de zaak.

Aan alles wat RSP in eerste instantie gaat maken, komt geen gerecycled motorblok te pas. Dom bezweert echter dat het milieu niet uit het oog verloren is: 'Over drie of vier jaar gaan we het recycelen aanpakken. Dat wordt simpelweg een eis van de automobiellindustrie. Zij krijgen immers de verplichting oude auto's terug te nemen. Wij garanderen dat we alles honderd procent kunnen recycelen zonder dat er nieuw, zuiver aluminium toegevoegd hoeft te worden.'

Het is zelfs de bedoeling dat de fabriek in Delfzijl gebruik gaat maken van milieuvriendelijke stroom. In samenwerking met energiebedrijf Essent wil RSP ter compensatie van al het uitgestoten kooldioxide elders op de wereld bomen neerzetten. 'Zo willen we ons nadrukkelijk profileren', zegt Dom. 'Bovendien geldt ook hier dat onze afnemers ooit eisen zullen stellen aan onze productiewijze. Als zij een zuinige auto verkopen, willen ze niet dat de productie van het aluminium energie vreet.'

Christian Jongeneel



Onderzoek aan de TU Delft leidde uiteindelijk tot wonderaluminium.

- 1 Wat was de aanleiding van dit onderzoek?
- 2 Waardoor heeft traditioneel gerecycled aluminium een geringere sterkte dan gegoten aluminium?

In de tweede alinea van het artikel staat: ' Een aluminiumatoom gaat liever een verbinding aan met een ander aluminiumatoom dan met een vreemdeling'. In deze zin staat onjuiste informatie.

- 3 Herschrijf de zin zodanig dat de informatie die men wilde overbrengen juist is.
- 4 Waarom heeft men de ontdekking van het 'flitsgieten', de nieuwe productiemanager van aluminium niet meteen toegepast in de industrie?
- 5 Waarom heeft men het nieuwe proces niet gepatenteerd?

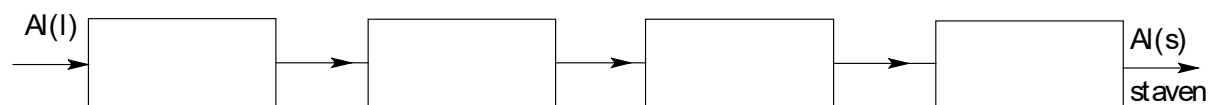
De auto-industrie is de belangrijkste doelgroep van RSP voor de afzet van wonderaluminium.

- 6 Noem nog drie andere toepassingen van wonderaluminium.
- 7 Welke garantie geeft RSP de auto-industrie?
- 8 Leg uit of jij de garantie die RSP aan de auto-industrie geeft, realistisch vindt.
- 9 Op welke wijze wil RSP een bijdrage leveren aan het milieu?

- 10 Leg uit dat je uit het nieuwe proces kunt afleiden dat koper de warmte beter geleidt dan aluminium.

Havo en vwo S1

- 11 Vul het blokschema van het proces aan: in de blokken de processen en langs de verbindingslijnen de stofstromen.

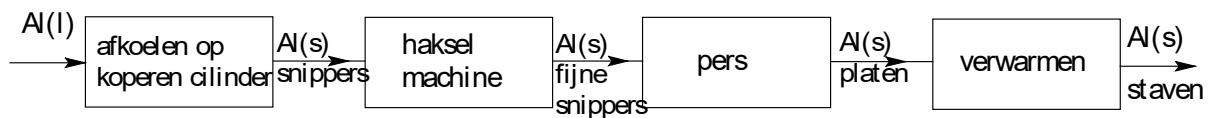


Vwo S12

- 11 Maak een blokschema van het proces om superaluminium te maken: in de blokken de processen en langs de verbindingslijnen de stofstromen.

Superaluminium ANTWOORDEN

- 1 Het zoeken naar een oplossing voor een milieuprobleem. Motorblokken van auto's bevatten verontreinigd aluminium dat niet gerecycled kon worden.
- 2 Tijdens het afkoelen klonteren de 'vreemde' atomen samen en daardoor verzwakt het materiaal.
- 3 Een aluminiumatoom gaat liever een binding aan met een ander aluminiumatoom dan met een vreemde deling.
- 4 De confetti van Aluminium die men kreeg kon men niet verwerken tot bruikbaar aluminium.
- 5 Ze willen niet dat concurrenten kennis kunnen nemen van het proces. Een patent is openbaar en dan kan men de trucs afkijken en het patent omzeilen.
- 6 Vliegtuigonderdelen, lichtere schaatsen en slijtbestendigere machines.
- 7 100 % recycling van motorblokken zonder dat extra nieuw zuiver aluminium hoeft te worden toegevoegd.
- 8 Over drie of vier jaar gaan ze het recyclen pas aanpakken. Het lijkt dan erg optimistisch om de de 100 % garantie te geven.
- 9 Ze gaan de CO₂ uitstoot die het nieuwe proces oplevert compenseren door elders op de wereld bomen neer te zetten.
- 10 Koper laat het aluminium snel afkoelen en moet dus de warmte van aluminium makkelijk over kunnen nemen.
- 11



Achtergrondinformatie: <http://www.rsp-products.nl/> en Delft Integraal 98 nr 3, pag 8-11, Het brede en dikke zusje van flitsgieten door Arno Schrauw

Intermediair, 22 maart 2001

Nooit meer ramen lappen!

MARK MIERAS

Het huishouden doet steeds meer zichzelf. Na de introductie van de wasmachine, de wasdroger, de vaatwasmachine en de stofzuigerrobot was het wachten op zelfreinigende ramen. 's Werelds grootste glasproducent, het Britse bedrijf Pilkington, werkte er met meer dan honderd man drie jaar aan. Deze maand komt het zelfreinigende glas op de markt, voorlopig alleen in Ierland, Australië en Noord-Amerika, maar als de productie later dit jaar op stoom komt, zal ook de rest van de wereld worden bediend.

De reacties op de aankondiging, eind vorige maand, bewijzen volgens Philip Webb van Pilkington dat ramen wassen als een 'wereldwijd probleem' gezien moet worden. 'Van Zuid-Afrika tot Scandinavië en van Azië tot Noord-Amerika, het reinigen van ruiten wordt kennelijk overal tijdrovend, vervelend en kostbaar gevonden. Mensen zien zich dolgraag van de taak verlost.'

De afdeling coatings van de omvangrijke onderzoeks- en ontwikkelafdelingen van Pilkington, in Lathom (Engeland) en Toledo (VS), gaat in 1998 op zoek naar een zelfreinigende coating. Uit eerdere pogingen van concurrenten om zo iets op de markt te brengen, kent Pilkington de belangrijkste valkuil: de zelfreinigende coating moet bikkelhard zijn om het langer dan een paar maanden uit te houden. De inwerking van zon en regen en de grote temperatuurswisselingen vormen een voortdurende aanslag op buitenzijde van het raam. Toch moet de coating lang meegaan, eist de afdeling marketing. Webb: 'Net zolang als het glas zelf. Dat kan honderd jaar zijn!'

Alhoewel de besparing op de glazenwasser zelfs voor een particulier al snel een paar honderd gulden per jaar kan bedragen.

Product:	zelfwassende ruiten
Bedrijf:	Pilkington, 's werelds grootste glasproducent
Ontwikkeltijd:	drie jaar (en vele miljoenen ponden)
Verwachting:	'Een belangrijk deel van de wereldmarkt voor vlak glas'

en de aanschaf dus snel is terugverdiend, mag zelfreinigend glas, als het aan de afdeling marketing van Pilkington ligt, maar een procent of twintig meer kosten dan standaard glas. Duurder verkoopt niet. Mensen zijn irrationele wezens.

De fysici en chemici van Pilkington putten vanaf 1998 hun kennis en ervaring uit bij het vinden van coatings met de gewenste eigenschappen.

Duidelijk is dat het proces van zelfwassing uit twee stappen zal bestaan: vuil losmaken en vuil wegspoelen.

Om de vuildeeltjes los te krijgen (stap 1) kun je behalve hard boenen een sterk oxiderende stof gebruiken, die de hechting van het vuil aantast. Zuurstof uit de lucht kan worden omgezet in zo'n oxidator, door er een elektron aan toe te voegen. Het zuurstofradicaal dat ontstaat, is agressiever dan chloor.

Het zoeken was dus naar een coating die de vereiste elektronen kan opwekken voor de productie van zuurstofradicalen. De energie daarvoor moet die laag putten uit het passerende zonlicht. Webb vermijdt zorgvuldig

HET PRODUCT

de chemische details ('onze concurrenten lezen uw weekblad ook') maar een duik in de wetenschappelijke literatuur leert dat men vermoedelijk voor titaandioxide koos. Onder de invloed van de uv-straling uit het zonlicht maken zich uit de stof elektronen vrij. Vooral aan de Universiteit van Tokio is jaren onderzoek gedaan aan het fenomeen.

Titaandioxide is wit. Zo haalwit zelfs dat de stof veelvul-

dig wordt toegepast in verf en tandpasta. Om te voorkomen dat er te veel licht op reflecteert en er een waas op het raam ontstaat, moet het uiterst dun worden aangebracht. Dat verklaart ook waarom de coating van Pilkington een paar dagen nodig heeft om op st(r)oom te komen. Pas daarna beginnen de ramen zichzelf te wassen.

Het wegspoelen van het losgeweekte vuil (stap 2) vergt een tweede laag. Daarin zit een (polaire) stof die de regendruppels 'breekt' en het regenwater over de ruit verdeelt. Bij een regenbui ontstaat een waterfilm die als een flinterdunne waterval langs het raam stroomt, en vuilresten meeneemt.

Vijftig nanometer dik zijn de twee lagen samen, duizend keer dunner dan een haar. De onderzoekers van Pilkington slaagden erin de coating tijdens het productieproces aan te brengen waardoor heel hoge temperaturen gebruikt kunnen worden. Webb: 'Zo kan een harde, slijtvaste laag worden gemaakt, die lang meegaat.' Hoe lang? Honderd jaar? 'Ja, in principe wel. Met intense straling hebben we de ruiten kunstmatig verouderd. Het glas werd daarna uitgebreid getest. Het werd vervuild en in klimaatkamers beregend.'

Als vuurproef gold de verwijdering van vogelpoep ('Erg agressief spul, ook met de hand nauwelijks weg te krijgen'). Voor de proefnemingen werden in het laboratorium van de glasproducent zelfs vogels ingekwartierd. Geduldig observeerden coatingexperts in hun klimaatkamers hoe de ingedroogde vogeldrek langzaam oploste en wegspoelde. 'Je moet er even de tijd voor nemen, maar na een paar dagen en een goede regenbui is het echt weg.' ■

- 1 Leg uit waarom het bedrijf Pilkington op zoek is gegaan naar een coating voor zelfreinigende ruiten.
- 2 Leg uit of de volgende uitspraak in het artikel realistisch is: 'de besparing op de glazenwasser voor een particulier al snel een paar honderd gulden per jaar kan bedragen'.

Als materiaal voor de coating wordt titaandioxide genoemd. Titaandioxide heeft als formule TiO_2 .

- 3 Leg uit dat de naam titaandioxide chemisch gezien niet volgens de afspraken is en geef de chemisch juiste naam.
- 4 Op basis van welk gegeven in het artikel kun je opmaken dat titaandioxide een katalysator moet zijn.

Het los krijgen van de vuildeeltjes

In het artikel wordt beschreven hoe zuurstof de hechting van vuildeeltjes 'ondermijnt'

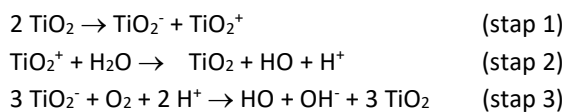
Het kenmerkende van een radicaal is een oneven aantal elektronen in de buitenste schil. Er ontstaat dan een zogenaamd ongepaard elektron.

- 5 Geef de vergelijking van de halfreactie als zuurstof met elektronen reageert.
- 6 Ontstaat bij deze halfreactie een radicaal?
- 7 Leg uit hoe je uit zuurstof zuurstofradicalen kunt vormen.

In het artikel staat: 'zuurstof uit de lucht kan worden omgezet in zo'n oxidator, door er een elektron aan toe te voegen. Het zuurstofradicaal dan ontstaat'. In deze zin staat twee maal onjuiste informatie.

- 8 Herschrijf de zin zodanig dat de informatie juist is.

De voorstelling van zaken in het artikel is wat eenvoudig. Men heeft voor de werking van TiO_2 het volgende mechanisme opgesteld, waarbij in plaats van zuurstofradicalen hydroxylradicalen (HO) worden gevormd.



- 9 Geef de vergelijking van de totaalreactie als je er van uitgaat dat TiO_2 als katalysator optreedt.

De HO deeltjes die zijn ontstaan zijn radicalen.

- 10 Teken de structuurformule van het HO radicaal.

Men neemt aan dat de HO radicalen met organische stoffen reageren tot koolstofdioxide en water.

Gebruik pentaan (C_5H_{12}) als organische stof.

- 12 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van pentaan met HO radicalen.

Het wegspoelen van het losgeweekt vuil

- 13 Leg uit waarom water normaal gesproken in druppels bij elkaar blijft.

De polaire stof 'breekt' de regendruppels.

- 14 Leg dit uit.

Nooit meer ramen lappen ANTWOORDEN

1 Volgens Pilkington is ramen wassen een wereldwijd probleem. Het reinigen van ruiten wordt overal als tijdrovend, vervelend en kostbaar gevonden. Mensen zien zich dolgraag van deze taak verlost.

2 Nee, ramen wassen kost voor een gemiddeld huis ongeveer f25,- tot f 40,- per keer. Stel je laat een maal per twee maanden je ramen wassen dan kost dat f150,- tot f240,-

3 TiO_2 , metaal + niet-metaal. De stof is een zout: titaan(IV)oxide. Toevoeging (IV) omdat titaan de lading 2+ en 4+ kan hebben. Hier heeft Ti de lading 4+.

4 De stof moet in principe honderd jaar mee gaan, dus zal niet worden verbruikt.

5 $\text{O}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{O}^{2-}$

6 Nee een zuurstofion bevat geen ongepaard elektron/oneven aantal elektronen, een zuurstofatoom heeft zelf zes elektronen in de buitenste schil en het ion heeft er twee meer dus acht elektronen.

7 Door O_2 te bestralen met licht waardoor de O-O binding doormidden breekt: $\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{O}$ (of $\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{O}^\bullet$).

8 Zuurstof uit de lucht kan worden omgezet in zo'n oxidator, het zuurstofradicaal....

9 $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{HO}$

11 H-O of $\text{H}-\text{O}$

12 $\text{C}_5\text{H}_{12} + 32 \text{HO} \rightarrow 5 \text{CO}_2 + 22 \text{H}_2\text{O}$ (voor de tien O uit CO_2 heb je 10 HO nodig, er komen daarbij 10 H 'vrij', samen met de 12 H van C_5H_{12} heb je hiervoor 22 HO nodig, dus in totaal 32 HO).

13 Watermoleculen vormen onderling waterstofbruggen, door deze waterstofbruggen streeft water een bolvorm na. Dus: door de oppervlaktespanning.

14 De polaire stof is een oppervlakteactieve stof zoals een zeep.

Opmerking: vraag 10 t/m 12 gaan niet in op gegevens uit het artikel, we maken een uitstapje om de laten begrijpen hoe het proces eigenlijk verloopt.

Achtergrondinformatie

- <http://ceenve.ceng.calpoly.edu/enve/jszechowksi/enve436/projects/Ti.../TiO2-Organics.htm>

- <http://home.t-onlinde.de/home/titam/rein.htm>

- http://www.nrel.gov/research/industrial_tech/pollution.html

- Rajeshwar K., Electrochemical aspects of photocatalysis: application to detoxification and disinfection scenarios, Journal of Chemical Education, vol. 72, nr 11, pag. 1044-1049, 1995.

Water gezuiverd met daglicht

WATERZUIVERING Met behulp van daglicht is het mogelijk om organische verontreiniging uit water te verwijderen. Dit blijkt uit een onderzoek van TNO.

RIJKERT KNOPPERS

APELDOORN - Onder invloed van daglicht en met behulp van titaandioxide (TiO_2) als katalysator kunnen organische verontreinigingen in water oxideren. Ook sommige anorganische stoffen, zoals cyaniden of ammoniak, breken onder deze omstandigheden af. Het is in feite een eenvoudig proces, waarbij het water door een reactor stroomt die zoveel mogelijk daglicht opvangt. Er komt tijdens de zuivering alleen luchtzuurstof aan te pas.

'We doen al lang onderzoek

naar fotokatalyse voor het zuiveren van water', vertelt projectleider ir. Jan Willem Assink van TNO Milieu Energie en Procesinnovatie in Apeldoorn. 'In het verleden gebruikten we kunstlicht om de katalysator te activeren en dat werkte prima. Maar economisch gezien blijkt dan de techniek vrij prijzig. Je moet lampen en armaturen aanschaffen, en daar komen de kosten van het elektriciteitsverbruik nog bij. Daarom hebben we besloten naar daglicht te kijken, want daar zit ook kortgolvig licht in. Licht met een golflengte van minder dan 380 nm is nodig om de katalysator optimaal te laten functioneren.'

TNO heeft samen met Nuon, Arcadis en Waterschap Veluwe de mogelijkheden van deze techniek onderzocht. In eerste instantie is de nieuwe

technologie bedoeld voor het diepzuiveren van effluenten uit rioolwaterzuiveringsinstallaties. Er zijn inmiddels ook andere kansrijke toepassingen geïdentificeerd. 'Het is geen bijzonder goedkope techniek, want je praat over enkele kwartjes per kubieke meter of meer. Maar uit milieuoogpunt is de techniek aantrekkelijker en duurzamer dan andere technieken die in dezelfde prijsklassen zitten, zoals koolabsorptie', aldus Assink.

Het gebruik van TiO_2 zou ook aantrekkelijk kunnen zijn om biofouling in koeltorens en andere watersystemen tegen te gaan. Er zijn voorbeelden van commerciële producten waarop het titaandioxide als vuilwerende coating is aangebracht. Bij bijvoorbeeld vensterglas behoort ramen zemen dan tot de verleden tijd.

In het artikel staat een onderzoek beschreven waarin titaandioxide wordt gebruikt als katalysator bij de oxidatie van organische verontreinigingen in water onder invloed van daglicht.

Titaandioxide (of chemisch juister: titaan(IV)oxide) komt voor in twee vormen: anataas en rutiel.

Hiervoor moet bij titaandioxide een elektron in een aangeslagen toestand komen. Bij anatase is daarvoor 3,2 eV nodig, bij rutiel 3,0 eV. Om het elektron in een aangeslagen toestand te brengen gebruikt men licht.

Om te onderzoeken in welke mate de afbraak van organische verontreinigingen versneld wordt onder invloed van titaandioxide kan een kleurstof als congorood gebruikt worden.

Congorood is een kleurstof die onder invloed van titaandioxide kan worden afgebroken. De reactie kan gevolgd worden met behulp van een colorimeter/spectrofotometer.

Ontwerp een experiment waarmee je onderzoekt of en zo ja in welke mate de afbraak van congorood versneld wordt onder invloed van titaandioxide.

Waterzuivering met daglicht ANTWOORDEN

Opdracht voor een profielwerkstuk.

In het absorptiespectrum van congorood ligt het maximum bij ongeveer 498 nm. In het artikel van Bumpus (zie achtergrondinformatie voor verwijzing) gebruikt men 550 mL van een congoroodoplossing (25 mg/L) waaraan men 0,55 g TiO_2 heeft toegevoegd. Men heeft hier gewerkt met 24 of 26 W fluorescentielamp. Bij 498 nm heeft men de absorbtie als functie van de tijd gemeten van een congoroodoplossing met alleen licht, met TiO_2 zonder licht en met TiO_2 met licht. De proef kan gevolgd worden met een colorimeter (reactietijd ongeveer 250 min.) die is aangesloten op een computer met bijvoorbeeld IPCoach

Achtergrondinformatie

- Bumpus J.A., Remediation of water contaminated with an azo dye: an undergraduate laboratory experiment utilizing an inexpensive photocatalytic reactor, Journal of Chemical Education, vol 76, nr 12, pag 1680-1683, 1999
- Rajeshwar K., Electrochemical aspects of photocatalysis: application to detoxification and disinfection scenarios, Journal of Chemical Education, vol. 72, nr 11, pag. 1044-1049, 1995.
- <http://pubweb.acns.nwu.edu/~aga625/overview.html>
- <http://www.ornl.gov/K25/techdemo/epasite.htm>
- http://www.mep.tno.nl/perskamer/Duurzaam/Nieuws/Duurzaam.../Duurzaam_Nieuws_05.htm

De Volkskrant, 7 april 2001

Water op Mars lijkt kooldioxide

De enorme opwinding, vorig jaar zomer, over sporen van vloeibaar water op hellingen van de planeet Mars, kan heel wel ongerechtigd zijn geweest. Niet sijpend smeltwater uit vijfhonderd meter diepte heeft mogelijk de verse geulen in de puinhellingen gesleten, maar vrijkomend kooldioxide. Dat schrijven drie onderzoekers van de universiteit van Arizona in het blad *Geophysical Research Letters* van 1 april.

De drie, Dom Musselwhite, Tim Swindle en Jonathan Lunine, hebben geanalyseerd waar zich de meeste hellingen met slijtgeulen bevinden die vorig jaar op foto's van de Mars Global Surveyorkunstmaan werden gevonden. Het verschijnsel blijkt niet overal op de Rode Planeet voor te komen. Het komt juist wél voor in heel specifieke gebieden, gebieden waar de aanwezigheid van vloeibaar water dat is opgewarmd door diepe geologische processen, onwaarschijnlijk is, stellen de auteurs.

De meeste geulen zijn aangetroffen op de hooglanden op het zuidelijk halfrond, het oudste en koudste deel van de planeet. Daar is water vrijwel altijd bevroren. Bovendien is de geologische activiteit, met name in de vorm van hete bronnen, er gering. Nog een argument tegen water is dat de groeven zich uitgerkend bevinden op hellingen die richting zuidpool wijzen. Daar komt zelden zon.

Volgens Musselwhite is er wel een heel goed argument voor slijtage door vrijkomend kooldioxide, hoofdbestanddeel van de Mars-atmosfeer. De geulen beginnen allemaal op circa honderd meter onder de rand van de helling, waar de druk van de bovenliggende gesteentelagen hoog genoeg is om ook bij lage temperatuur kooldioxide vloeibaar te maken. De kooldioxide vriest in de wintermaanden vast in poreuze gesteenten.



Slijpssporen in puinhellingen op Mars.

FOTO NASA

- 1 Noem drie argumenten uit het artikel die er op wijzen dat de slijtgeulen niet door water zijn ontstaan.
- 2 Welke verklaring wordt in het artikel gegeven voor het ontstaan van de slijtgeulen.

Je mag een reis maken naar Mars om te onderzoeken of er inderdaad water aanwezig is.

- 1 Welke materialen en/of stoffen neem je voor het onderzoek naar water mee?
- 2 Leg uit hoe je je onderzoek uitvoert.
- 3 Welke waarneming zou je bij je onderzoek doen als op Mars inderdaad water aanwezig zou zijn.

Het materiaal dat op Mars is aangetroffen lijkt kooldioxide te zijn. Jij wilt nu onderzoeken of het materiaal inderdaad koolstofdioxide is.

- 4 Welke materialen en/of stoffen zou je mee hebben genomen voor onderzoek naar koolstofdioxide mee?
- 5 Leg uit hoe je je onderzoek uitvoert, geef aan welk materiaal je daarbij gebruikt en maak een tekening van de opstelling die je gebruikt.
- 6 Welke waarneming zou je bij je onderzoek doen als op Mars inderdaad koolstofdioxide aanwezig zou zijn.

Water op Mars lijkt kooldioxide ANTWOORDEN

1 - De meeste geulen zijn aangetroffen op het zuidelijk halfrond, daar is het water eigenlijk altijd bevroren.

- Weinig geologische activiteit in de vorm van hete bronnen.

- groeven bevinden zich op hellingen die richting zuidpool wijzen

2 De geulen beginnen allemaal op dezelfde hoogte. Hier is de druk van het gesteente nog hoog genoeg om ook bij lage temperaturen koolstofdioxide vloeibaar te maken

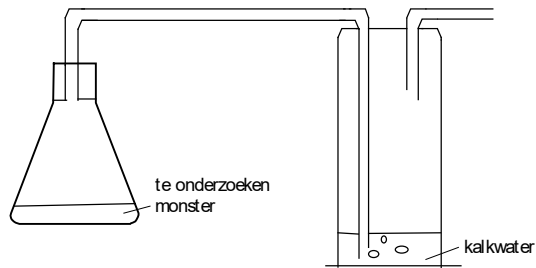
3 Erlenmeyer, pipet, reageerbuis, spatel, wit kopersulfaat.

4 Een stuk van de vaste stof in een erlenmeyer doen en op kamertemperatuur brengen. Indien in de erlenmeyer een vloeistof is ontstaan een paar druppels van de vloeistof met behulp van een pipet in de reageerbuis brengen. Hieraan een spatelpunt wit kopersulfaat toevoegen.

5 Het witte kopersulfaat zal blauw kleuren.

6 Erlenmeyer, stop met gasuitleidbuis, gaswasfles, slangetje (voor verbinding tussen gaswasfles en gasuitleidbuis), kalkwater.

7 Een stuk van de vaste stof in een erlenmeyer doen. De erlenmeyer is verbonden met een gaswasfles waarin helder kalkwater aanwezig is. De vaste stof op kamertemperatuur brengen en het gas dat daarbij ontstaat door het kalkwater leiden.



8 Het heldere kalkwater zal wit troebel worden.

de Volkskrant, 12 april 2001

Diepzeewormen doen aan chemie

Amerikaanse mariene biologen hebben met een soort hittebestendige haardroger chemische reacties in kaart gebracht die zich afspelen in de buurt van heetwaterbronnen op grote diepte van de oceaan. De 'haardroger' was vastgemaakt aan een van de grijparmen van het onderzoeksonderzeeërtje Alvin.

In de buis van de haardroger zijn goud elektroden aangebracht. Daarmee kan langs elektrochemische weg de identiteit en de concentratie van verschillende zwa-velverbindingen worden gemeten.

Het gaat om eenvoudige verbindingen, zoals waterstofsulfide, tot ingewikkelde thiosulfaatverbindingen, die bij heetwaterbronnen uit de aardkorst omhoog komen, blijkt uit onderzoek waarover in *Nature* van deze week (12 april) wordt gepubliceerd.

Het apparaat is de afgelopen twee jaar beproefd op grote diepte bij heetwaterbronnen op de bodem van de oceaan in de Golf van Californië en in de Stille Oceaan. De onderzoekers hebben er de leefomgeving mee in kaart gebracht van twee verschillende kokerwormen.

Een daarvan is de *Riftia pachyptila* die veel weg heeft van een reuzenlippenstifthouder van bijna

drie meter. Het beest, bestand tegen een temperatuur van meer dan dertig graden Celsius, heeft geen mond of maag. Binnenin hebben zich miljarden hittebestendige bacteriën gevestigd die leven op waterstofsulfide. Is die verbinding niet aanwezig dan gaat de worm dood.

De Amerikanen hebben ook de *Alvinella pompejana* bestudeerd, een tien centimeter lange worm, het meest hittebestendige beestje op aarde, voorzover ontdekt. Dat is bestand tegen kokend water.

De hitte is cruciaal voor zijn overleven. In koeler water zou er te veel giftig waterstofsulfide in het water zitten. Het zwavel bindt zich nu deels tot ijzermonosulfide.

1 Formuleer de onderzoeksvraag voor het onderzoek dat Amerikaanse mariene biologen hebben uitgevoerd.

2 Leg uit dat de 'haardroger' een elektrochemische cel en geen elektrolysecel is.

Stel je moet een presentatie verzorgen waarin je de werking van de 'haardroger' moet uitleggen. Je wilt daarbij een powerpointpresentatie maken. In een van de dia's van de presentatie wil je de 'haardroger' zodanig schematisch weergegeven dat de toehoorders zonder nadere toelichting kunnen zien:

- uit welke essentiële onderdelen de elektrochemische cel bestaat en waar deze zitten;
- welke stof in de cel aanwezig is en als elektrolyt gebruikt wordt.

3 Geef die schematische tekening.

4 Leg uit waarom de onderzoekers concentratiemetingen kunnen doen met de 'haardroger'.

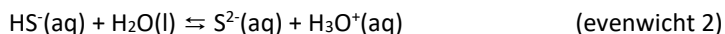
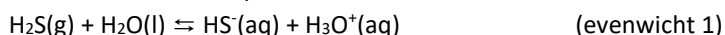
De haardroger wordt voor de bepaling van zowel diwaterstofsulfide (H_2S) als thiosulfaationen ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) gebruikt.

5 Leg uit of diwaterstofsulfide (H_2S) en thiosulfaationen ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) reageren aan de positieve of negatieve elektrode van de elektrochemische cel.

6 Geef de halfreactie die optreedt als waterstofsulfide (H_2S) in de elektrochemische cel reageert.

7 Geef de halfreactie die optreedt als thiosulfaationen ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) in de elektrochemische cel reageren.

Als waterstofsulfide oplost in water stellen zich twee evenwichten in:



Verder vermeldt het artikel de vorming van 'ijzermonosulfide', dus een derde evenwicht is:



In koeler water zit er volgens het artikel te veel waterstofsulfide in het water (gassen lossen beter op in koude vloeistof dan warme vloeistof).

8 Leg uit welke reactie in evenwicht 1 endotherm is.

9 Leg uit waarom in warmer water meer FeS gevormd wordt.

In de laatste zin van het artikel staan twee onjuistheden wat betreft de officiële chemische naamgeving.

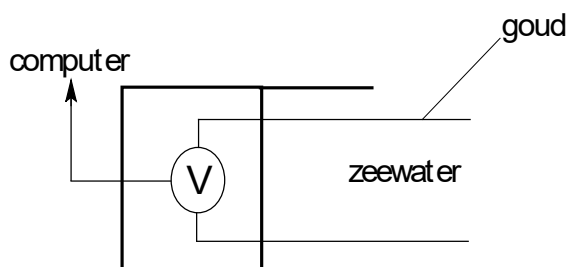
10 Herschrijf de zin zodanig dat de informatie die men wilde overbrengen juist verwoord is.

Diepzeewormen doen aan chemie ANTWOORDEN

1 Wat zijn de omstandigheden waaronder diepzeewormen leven.

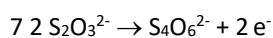
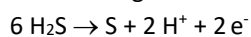
2 Bij een elektrochemische cel kun je uit de gemeten spanning de concentraties van de stoffen afleiden.

3 Elektrolyt: zeewater.



4 Verschillende concentraties leveren verschillende potentialen, en dus verschillende bronspanning.

5 Beide reageren als reductor (Binas tabel 48), ze staan elektronen af en reageren aan de negatieve pool.



8 In koeler water is er meer H_2S aanwezig, dus bij hogere temperatuur wordt de reactie naar rechts bevoordeeld, deze is endotherm

9 Evenwicht 1 en 2 verschuiven naar rechts daardoor ontstaat er meer S^{2-} zodat meer FeS gevormd kan worden.

10 Het sulfide-ion bindt zich nu deels tot ijzer(II)sulfide.



Warmtefabriekje

Ze zijn er in een aantal maten, de warmers van het Amerikaanse bedrijf Grabber. Koude vingers, tenen en handen zijn er mee op te warmen. De kunststof zakjes zijn gevuld met een chemisch mengsel dat warm wordt als er zuurstof (lucht) bij komt. De buitenkant van het zakje wordt 50-60 graden Celsius, zes tot zeven uur achtereen, is de claim.

De wonderzakjes zijn te koop in sportwinkels – Perry Sport onder andere – en in de gespecialiseerde buitensportwinkel. Er gaan er jaarlijks enige duizenden over de toonbank, zegt importeur Active Leisure in Mijdrecht, natuurlijk vooral 's winters als er wordt geschaatst en in maand februari als er het aantal skigangers piekt.

In de zakjes zit een mengsel van fijn verdeeld ijzer, zout, water, actieve kool, cellulose en vermiculiet, een sponsachtige kleisoort. Het spul is bruin en korrelig. Een eerste patent op de samenstelling zou dateren van 1924. In

1978 werden de warmers voor het eerst verkocht, in Japan. Dat zijn er daar nu 450 miljoen stuks per jaar. Er zit opmerkelijk genoeg vaak actieve kool in uit Nederland, van Norit.

Begin jaren tachtig zijn de warmers overgewaaid naar de VS, onder verschillende merknamen zoals Grabber en Heat Factory. En inmiddels zijn de warmtefabriekjes ook hier al een paar jaar te koop. Veel ruchtbaarheid wordt er niet aangegeven.

De warmtezakjes zijn er in allerlei maten, afhankelijk van de toepassing, voor in de handschoen of geplakt aan de binnenkant van een hoofdband. Pas als het flink vriest, hebben ze nut. De zakjes kunnen ook op de zere rug worden geplakt als spierverwarmer om rugpijn uit te bannen.

De warmers zijn vacuüm verpakt, ongeopend blijven ze twee tot drie jaar goed. Wordt de verpakking opengemaakt dan begint het chemische spel. Het pyrofore ijzer reageert onmiddellijk met

zuurstof, dat door de poriën van het polypropyleen zakje kruipt. De poriegrootte en de samenstelling van het wondermengsel bepaalt de uiteindelijke temperatuur.

Er komt bij de chemische reactie, feitelijk het roesten van ijzer, warmte vrij. In principe moeten de handwarmertjes 57 graden Celsius worden, staat op de verpakking. Het handwarmertje dat we uit proberen komt niet verder dan 45 graden Celsius, zo ongeveer tien minuten na het openen van de verpakking.

De temperatuur daalt als er te weinig zuurstof bij kan, bijvoorbeeld in een goed afgesloten handschoen. Af en toe luchten, is nodig, ontdekten ze vorig jaar bij

TNO in Soesterberg. De onderzoekers daar kregen de temperatuur van hun warmtefabriekje sowieso niet boven de 40 graden Celsius.

De samenstelling van het mengsel is uitgekend. Bij het

roesten, de chemische reactie, vormt zich ijzeroxide dat zich in de vorm van een superdun laagje op de buitenkant van de ijzerdeeltjes afzet. Na verloop van tijd kan zuurstof het ijzer niet meer bereiken, en zet de reactie zichzelf stil.

Zout – althans het chloride daarin – voorkomt de vorming van zo'n huidje, waardoor de warmteproducerende reactie gewoon door gaat. De actieve kool verdeelt de warmte. Het groene vermiculiet, meldt een katalytisch chemicus, zit er ook niet voor niets in. De kleiachtige stof heeft een laagsgewijs opgebouwde molecuulstructuur. Er kunnen tussen de lagen positieve ionen terecht waaronder de gevormde ijzerionen. Die zitten anders toch maar in de weg.

Mooi spul, dit chemische mengsel dat echter na gebruik in de vuilnisbak verdwijnt. Recyclen kan niet. Maar echt slecht voor het milieu is het uitgewerkte mengsel niet.

Bruer Scholtens



Versie I

Lees het artikel door.

In het zakje zit een mengsel van een aantal stoffen, elk met een bepaalde functie. Het proces dat in het zakje plaatsvindt is het roesten van ijzer.

- 1 Welke stoffen zijn minimaal nodig bij het roestproces?
- 2 Geef het reactieschema van het roestproces in woorden weer.
- 3 Wat is de functie van het zout?
- 4 Is de reactie exo- of endotherm? Licht toe.

De samenstelling van het mengsel is uitgeknipt, valt er te lezen in het artikel. Dit uitknipten kan op verschillende manieren uitgelegd worden.

5 Bedenk twee mogelijke antwoorden wat men met het uitknipten zou kunnen bedoelen.

6 Verklaar de benaming 'warmtefabriekje'.

Versie II

Lees het artikel door.

De reactie waar het om gaat is het roesten van ijzer waarbij ook zout een rol kan spelen. Maar zou het wat uitmaken voor de reactie in welke verhouding je de stoffen mengt? En wat is de rol van het cellulose? De rol van het vermiculiet laten we buiten beschouwing.

Schrijf een werkplan waarmee je kunt nagaan of de verhoudingen van de reagerende stoffen een rol speelt. Onderzoek tevens of het toevoegen van zout en/of cellulose een rol speelt.

Versie III

1 Lees het artikel door en stel een hypothese op waar de warmte van het warmtezakje vandaan komt.

Om deze hypothese te testen, doe je het volgende onderzoek.

Knip het buitenste zakje van een van de warmtezakje open, haal het binnenzakje eruit en bepaal de massa van het binnenzakje.

2 De massa van het binnenzakje is g.

Kneed/schud het binnenzakje gedurende 2 tot 3 minuten. Laat het zakje liggen. Houd een thermometer tegen het zakje aan en lees de temperatuur elke minuut af totdat de temperatuur weer begint te dalen. Bepaal aan het einde van het lesuur opnieuw de massa van het binnenzakje.

3 Wordt het zakje warm? Op welk tijdstip begint de temperatuur te stijgen en wanneer bereikt de temperatuur zijn maximum.

4 De massa van het binnenzakje aan het einde van het lesuur is g.

5 Noteer de conclusie van deze proef.

Je gaat nu verder aan de slag met het tweede zakje. Dit zakje blijft in de verpakking, dus niet open knippen. Weeg het warmtezakje compleet.

6 De massa van het totale warmtezakje is g.

Kneed/schud het gedurende 2 tot 3 minuten. Laat het complete zakje liggen. Bepaal aan het einde van het uur opnieuw de massa van het totale warmtezakje.

7 Wordt het zakje warm?

8 De massa van het totale warmtezakje aan het einde van het lesuur is g.

9 Noteer de conclusie van deze proef.

10 Ondersteunen je antwoorden van vraag 2 tot en met 10 je hypothese van vraag 1? Licht je antwoord toe.

11 Pas indien nodig je hypothese van vraag 1 aan.

Stop het warme zakje in de erlenmeyer die verbonden is met een gaswasfles met water. Laat het geheel een tijdje staan.

12 Noteer je waarnemingen.

13 Ondersteunt je waarneming van vraag 12 je hypothese van vraag 11? Licht je antwoord toe.

In de tijd van de Franse Revolutie heeft Lavoisier de wet van behoud van massa geformuleerd: de massa voor de reactie is gelijk aan de massa na de reactie.

14 Leg uit of deze wet wel klopt voor het warmtezakje.

15 Verbeter, indien nodig je hypothese van vraag 11.

Warmtezakje ANTWOORDEN

Met dank aan collega W.Both voor het insturen van versie III

Versie I

1 De stoffen ijzer, zuurstof (lucht) en water.

2 ijzer + zuurstof + water → ijzerroest.

3 Het zout versnelt het roestproces.

4 Er komt warmte vrij dus de reactie is exotherm.

5 Het zou proefsgewijs uitgezocht kunnen zijn wat de beste samenstelling is. Het is uitgekend als je kijkt naar de keuze van de stoffen die in het zakje zitten.

6 Via een chemische reactie komt er warmte vrij. Het zakje wordt daarbij als chemische fabriek gezien.

Versie III

1 -

2 m = 28,12 g

3 Ja. T = ongeveer 10 min.

4 m = 28,28 g.

5 Er is een exotherme reactie opgetreden en de massa is toegenomen.

6 m = 29,12 g

7 nee

8 m = 29,12 g

9 Als het zakje niet aan de buitenlucht komt, gebeurt er niets.

10 -

11 -

12 Het water wordt aangezogen.

13 -

14

15 -

Achtergrondinformatie: Kratz, Naturwissenschaften im Unterricht, pag. ????, nr 31, jrg 7, 1996 en Schmidkunz H, Wärmepackung, Naturwissenschaften im Unterricht, pag 51-52, nr 54, jrg 10, 1999

De Telegraaf, 10 maart 2001

Wetenschapper laat het regenen

door DIRK BOGAERT

BOULDER — „Regen zou een schitterend exportproduct zijn voor Midden-Amerika”, zegt de Nederlandse Amerikaan Roelof Bruintjes. De geboren Rotterdammer werkt al jaren voor het 'National Center for Atmospheric Research' (NCAR) in het Amerikaanse Boulder.

„We kunnen op twee verschillende manieren regen maken”, vertelt de Nederlander, die ook regelmatig in Zuid-Afrika meehelpt om meer regen te produceren.

Wetenschappers zoeken al meer dan zestig jaar naar een relatief veilige manier om droge gebieden van de neerslag te voorzien. Nu zijn we zover.

„We kunnen de schaarse regenval boven het zuidelijk deel van Mexico te verdubbelen. „We houden nu al drie jaar de resultaten bij van onze proeven in Mexico. De cijfers bewijzen dat we, via een menselijke ingreep, het aantal regenenuren per jaar hebben kun-

NEERSLAG VERDUBBELD

nen verdubbelen. Het project in Mexico is eigenlijk een vervolg op een gelijkwaardige succesverhaal in Zuid-Afrika.

Het proces om regen te maken is vrij eenvoudig. „Je stapt in een tweemotorig 'Piper-Cheyenne' vliegtuig, dat uitgerust is met 24 hygroscopische pijpen. Die spuiten een zoutachtige rook in opkomende bewolking. De rook bevat een 'cocktail' van natrium-, magnesium- en calciumchloriden, die geabsorbeerd worden door de gulzige wolken. Het resultaat is dat de mensen binnen de twee uur regen op hun hoofd voelen.”

Bruintjes geeft toe dat deze manier van regen maken niet de meest ecologisch verantwoorde techniek is. Je hebt ze echter gedurende een aantal jaren nodig om van een onvruchtbaar gebied een landbouwzone te maken. Bomenplanten is de definitieve oplos-

sing om jaarlijks, zonder tussenkomst van vliegtuigen, een verdubbeling van de neerslag te garanderen.

Bomen zorgen voor condensatie, die vochtigheid omtoveren in vruchtbare regen. Bomen staan ook voldoende borg voor voldoende schaduw om zo regendruppels te beletten weer te verdampen. Ze trekken daardoor de droge grond in waar ze op termijn zorgen voor vruchtbare landbouwgrond.

„Wie de resultaten van een dergelijk plan wil zien, moet maar eens een kijkje gaan nemen in het dorpje Davis (Californië). Davis is het levende en zichtbare bewijs dat een woestijnachtig gebied in vijf jaar tijd kan worden omgetoverd tot een vruchtbaar en economisch levensvatbaar landbouwgebied”, besluit de regenmaker.

1 Omschrijf in maximaal 20 woorden het doel van het onderzoek in Mexico.

2 Omschrijf de conclusie van het onderzoek.

3 Leg uit waarom deze manier ecologisch gezien niet de meest verantwoorde manier is.

4 Waarom gebruikt men deze manier toch?

Het principe van het regen maken is gebaseerd op het gebruik van hygroscopische zouten. Deze zouten dienen daarna als groeikern voor de regendruppels

Hygroscopische zouten nemen water op in hun kristalrooster. Zo ken je de aantonijsreactie voor water: wit kopersulfaat neemt water op en wordt blauw kopersulfaat.

5 Geef de hygroscopische werking van calciumchloride in een reactievergelijking weer. (Je mag aannemen dat calciumchloride vier watermoleculen opneemt.)

Wetenschapper laat het regenen ANTWOORDEN

1 Meer regen laten ontstaan uit wolken.

2 Het aantal regenuren per jaar boven het zuidelijk deel van Mexico is verdubbeld door het spuiten van zoutachtige rook in wolken.

3 Men spuit zouten in de wolken en die zouten komen met de regendruppels mee terug op aarde. Je weet niet wat die zouten eventueel voor schade aanrichten.

4 Men wil ze een aantal jaren gebruiken om van een onvruchtbaar gebied een landbouwzone te maken, daarna moeten de aanwezigheid van bomen er voor zorgen dat de grond voldoende vochtig blijft.

5 $\text{CaCl}_2(\text{s}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}(\text{s})$

Achtergrondinformatie

Er zijn twee soorten 'cloud seeding' met zouten:

- bij koude wolken ($T < 273 \text{ K}$), druppels van onderkoeld water vormen op kristallisatiekernen (stof, zout, zand) kleine ijskristallen. Men gebruikt zilverjodide als kristallisatiekern. Zilverjodide heeft een op ijs lijkende kristalstructuur, waardoor het aangroeien van ijskristallen makkelijk verloopt. Het zilverjodide wordt boven de wolk uitgestrooid.

- bij warme wolken: tijdens de condensatie worden kleine waterdruppels gevormd die met andere waterdruppels botsen en zo tot grote druppels groeien. De zouten zorgen voor extra condensatie. Deze 'cloud seeding' kan alleen worden toegepast bij wolken boven land. Het zout (als rook) kan onder de wolk worden gebracht, door de warme opstijgende lucht worden de zoutkristallen mee omhoog gevoerd. Als de druppel voldoende is gegroeid zal hij gaan vallen

zie: <http://twri.tamu.edu/twripubs/WtrResrc/v20n2/text-1.html>

<http://www.xmission.com/~nawc/wmfaq.html>

<http://www.ucar.edu/comunications/newsreleases/2001/seeding.html>

<http://www.ucar.edu/news/012901.html>

<http://194.7.253.55/dsifbod44.html>

<http://www.fontys.nl/lt/na/groepen/groep11/kuntsmr.html>

Intermediair 22 maart 2001

Eén druppeltje is genoeg voor de hele afwas

MARK MIERAS

Eén theelepel afwasmiddel is genoeg voor de hele vaat. Deze reclameslogan kan wat het Instituut für Festkörperforschung in het Duitse Jülich betreft worden herschreven: één druppeltje zal in de toekomst al toereikend zijn. Het instituut ontwikkelde een polymeer dat de effectiviteit van wasmiddelen kan vertienvoudigen.

De ontdekking lijkt een jongensdroom. Ze past gemakkelijk in het rijtje 'geheimzinnige vloeistof maakt brandstof van water', 'machine houdt zichzelf in beweging' en 'ufo vliegt door omkering van de zwaartekracht'. Ontdekkingen die volgens de overlevering immer in de doofpot belanden van grote mogendheden en industriële complexen. Dit keer kennelijk niet.

'Ik kan me voorstellen', zegt polymeerchemicus Jürgen Allgaier droogjes, 'dat Henkel, Unilever en Procter & Gamble niet blij zijn met deze ontdekking. Gelukkig zijn er voldoende andere, vooral kleinere, bedrijven om zaken mee te doen. Als ons polymeer bevalt, zullen de grote bedrijven wel meegaan.'

Allgaier en zijn collega's waren in 1996 helemaal niet uit op de uitvinding van een super-wasmiddel. Wetenschappers in hart en nieren zijn het. Ze deden fundamenteel onderzoek aan zogenoemde micellen. Dat zijn eilandjes van zeepachtige moleculen (detergenten) die zich in waswater vormen. De moleculen hebben een a-polaire kant die niet van water houdt. Door zich in een micel te groeperen, houden de moleculen dat watervrezende uiteinde droog. Alleen de waterminnende (polaire) zijden steken in het water.

Micellen zijn bolvormig, cilindrisch of hebben een nog complexere vorm. Om in detail te kunnen zien

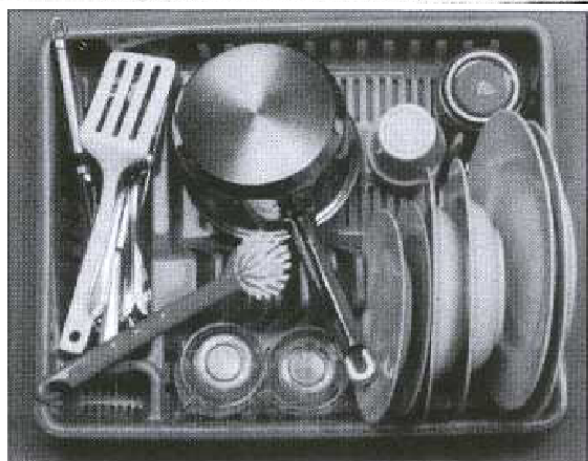
hoe de cellen zich vormen, besluiten de onderzoekers om de zaak uit te vergroten. Ze construeren een polymeer met dezelfde eigenschappen als een zeepmolecuul, maar dan veel groter. Het super-zeepmolecuul bestaat uit twee verschillende polymeerstrengen (de ene polair de andere a-polair) die aan elkaar zijn gehecht. De onderzoekers variëren de lengten van de strengen en bestuderen met neutronenbundels hoe ze zich aaneensluiten tot super-micellen.

Uiteindelijk zijn de onderzoekers in 1998 ook wel benieuwd naar de waskracht van hun uitvergroete zeepmoleculen. De waskracht van zeepachtige stoffen berust op hun vermogen vetdeeltjes in te kapselen en op te lossen. De moleculen hechten hun a-polaire uiteinde aan het eveneens a-polaire vet en hech-

ten met hun polaire kant aan het polaire water. Proeven aan de Universiteit van Keulen leidden tot een onvoorzien resultaat. Eén grammetje polymeer, toegevoegd aan een lepel wasmiddel, verhoogt de waskracht spectaculair. Afhankelijk van de temperatuur lost tien keer meer olie in het water op, ontdekken de Keulse fysici. Ook na 24 uur scheiden de olie en het water zich niet.

'We waren verrast, en hoogst verbaasd', vertelt Allgaier. 'We hadden geen verklaring voor het verschijnsel. Er was wel een aanwijzing. De suspensie oogde iets troebel als je er doorheen keek. Alsof de opgeloste oliedruppeltjes groter zijn dan normaal.'

Om het fenomeen te doorgronden, hervat Allgaier zijn neutronenonderzoek, en ontdekt dat de polymeermoleculen zich bij het inkapselen van



Product:	Een stof die de effectiviteit van wasmiddelen kan vertienvoudigen
Instituut:	Instituut für Festkörperforschung te Jülich, Duitsland
Ontwikkelingstijd:	3 maanden
Verwachting:	'Ik verwacht eerder een doorbraak bij afwasmiddelen dan bij wasmiddelen'

SERIE

een oliedruppeltje net zo gedragen als de zeepmoleculen. Als grote zwammen jongen hobbelen de polymeren mee tussen de kleine eendjes. Normaal is het oppervlak van dat oliedruppeltje grillig gegolfd, maar door het maatverschil komen de polymereermoleculen een beetje klem te

HET PRODUCT

zitten in de golfjes. Om hun bewegingsvrijheid te herwinnen, trekken de polymeren het oppervlak van het oliedruppeltje glad, tot een keurig bolletje. Dat bolletje heeft veel minder oppervlak dan het oorspronkelijk

ke druppeltje en dus is daarop ook minder ruimte voor zeepmoleculen. Er blijft dus meer zeep in het water. Zo kan er meer olie worden opgelost.

Allgaier is inmiddels in onderhandeling met fabrikanten van huishoudelijke en industriële schoonmaakproducten. Ook de cosmetica-industrie is geïnteresseerd. 'Een huidcrème is ook een suspensie. Om de crème te stabiliseren, zijn zeepachtige stoffen nodig die gemakkelijk in de huid dringen. Dankzij het polymeer kan de concentratie sterk omhoog. De polymeren zelf zijn onschuldig voor de huid: te groot om naar binnen te dringen.'

De zeepversterkers zijn dus kostenverlagend en gezond. En ze zijn ook nog goed voor het milieu, aldus de onderzoeker: 'Detergenten vormen een zware belasting voor het milieu. Niet voor niets worden steeds scherpere eisen aan hun gebruik gesteld.' Met de ecologische afbreekbaarheid van het polymeer zelf zit het wel goed, gelooft Allgaier. In Jülich hebben ze die het nog niet echt onderzocht, maar toen men vorig jaar per ongeluk een paar dagen een sopje liet staan, was het polymeer verdwenen. 'Opgegeten door een kolonie bacteriën.'

De onderzoekers onderzochten micellen, eilandjes van zeepachtige moleculen.

- 1 Wat is een micel? Maak een tekening.
- 2 Maak een schematische tekening van een zeepmolecuul.
- 3 Waarom gaan zeepmoleculen in water als micellen bij elkaar zitten?

De waskracht van zeepachtige deeltjes berust op het inkapselvermogen.

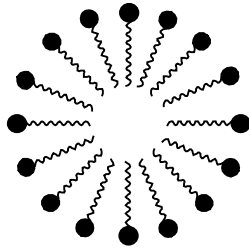
- 4 Wat moet er ingekapseld worden?
- 5 Leg duidelijk, aan de hand van een tekening, uit hoe de betreffende deeltjes van vraag 4 ingekapseld worden.

Eén grammetje van een bepaald polymeer, toegevoegd aan wasmiddel, bleek de waskracht sterk te verhogen.

- 6 Welke functie vervullen de polymeermoleculen tijdens het wasproces?
- 7 Waarom wordt daardoor de waskracht sterk verhoogd?

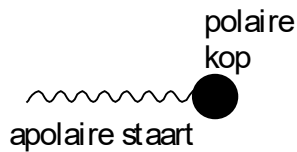
Één druppeltje genoeg voor de hele afwas ANTWOORDEN

1 Een groepje zeepachtige deeltjes bij elkaar waarbij de apolaire staarten naar binnen en de polaire koppen naar buiten steken in water.



micel

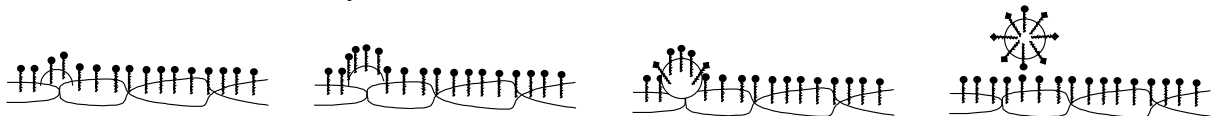
2



3 Water is polair, dus alleen de polaire koppen willen contact maken met water, de apolaire staarten niet.

4 Vetdeeltjes moeten ingekapseld worden.

5 De apolaire staarten dringen in het vetdeeltje en omringen het helemaal. De polaire koppen blijven in het water en sluiten zo het vetdeeltje af van het water.



6 De polymeerdeeltjes trekken het oppervlak van het olie of vetdruppeltje glad tot een bolvorm.

7 Een bolvorm heeft een kleiner oppervlak dan het oorspronkelijke druppeltje en dus ook minder ruimte nodig voor de zeepdeeltjes. En dus heb je minder zeep nodig.

Superzeep

POLYMEER VERMEN GVULD GT WASKRACHT

Onderzoekers in het Duitse Jülich ontwikkelden een polymeer dat de waskracht van zeep tot tien keer versterkt. Een druppeltje afwasmiddel is voldoende voor de hele vaat.

Mark Mieras

LEUKE VERRASSING. Natuurkundigen en chemici van het onderzoekscentrum in het Duitse Jülich ontwikkelden voor zuiver wetenschappelijke doeleinden een polymeer met de eigenschappen van een honderd maal uitvergroot zeepmolecuul. Dat super-zeepmolecuul bleek ook superwassende eigenschappen te bezitten. Voeg vijf gram van de stof toe aan vijftig gram zeep en je kunt evenveel vette pannen aan als met een volle fles afwasmiddel. De waskrachtvermenigvuldiging (tot tien maal) treedt op bij alle zeepachtige stoffen (detergenten).

Het onderzoeksteam in Jülich verricht al jaren fundamenteel onderzoek aan zogenoemde micellen. Dat zijn eilandjes van zeepmoleculen die zich in waswater vormen. De moleculen hebben een apolaire kant, die niet van water houdt. Door elkaar op te zoeken en zich in een micel te groeperen houden de moleculen dit watervrezende uiteinde droog. Alleen de waterminnende (polaire) zijden steken uit de micel naar buiten en komen in aanraking met het water.

Micellen (50 tot 100 nanometer groot) zijn bolvormig, maar soms ook cilindrisch of nog complexer gevormd. Om hun vorming beter te kunnen bestuderen construeren de onderzoekers in 1996 een blokcopolymeer, een polymeer dat is opgebouwd uit twee verschillende polymeren, in dit geval een



polair een apolair polymeer. Door die opbouw hebben de polymeermoleculen ongeveer dezelfde fysische eigenschappen als een zeepmolecuul, maar ze zijn wel honderd keer zo groot. Dat vergemakkelijkt het onderzoek. Om de gedragingen van de moleculen in het water te kunnen volgen, wordt een neutronenbundel gebruikt uit de research-reactor van het instituut. De neutronen verstrooien op een kenmerkende ma-

nier aan het polymeer.

Tot zo ver boeiend onderzoek maar niet revolutionair. De verrassende wending komt wanneer de onderzoekers na een paar jaar experimenteren benieuwd worden naar de waseigenschappen van hun polymeer. Zou je er ook overhemden mee kunnen reinigen? Natuurkundigen aan de Universiteit van Keulen willen er wel wat experimentjes aan wagen.

MENGLAAG

De waskracht van zeepachtige stoffen berust op hun vermogen vetdeeltjes in te kapselen en op te lossen. De moleculen hechten hun apolaire uiteinde aan het eveneens apolaire vet en hechten met hun polaire kant aan het polaire water. Om het vetoplossende vermogen van een detergent te bepalen vul je een reageerbuis half-om-half met water en olie. Zonder zeepmiddel kun je schudden wat je wil, de twee componenten blijven zich steeds weer scheiden. Met zeep ontstaat er een menglaag met een stabiele suspensie van microscopische oliedruppeltjes in water. Hoe groter de waskracht van de zeep hoe groter ook de menglaag.

De waskracht van het zuivere blokpolymeer blijkt in Keulen nihil, maar toegevoegd aan wat zeep ontstaat een krachtige vetoplosser: het water lost vrijwel alle olie in de reageerbuis op. Ook na vierentwintig uur is aan die situatie niets veranderd.

De verklaring voor de waskrachtversterking ontbreekt in 1998. Aan reinigingsmiddelen worden wel non-ionics toegevoegd om micellen te stabiliseren. Spelen de veel grotere polymeren misschien dezelfde rol? Het onderzoek is lastig door de lage concentraties polymeer in het sop. Van alle neutronen die in het zeepwater van richting veranderen, is aanvankelijk minder dan 0,001 procent verstrooid aan een polymeermolecuul. Pas nadat de onderzoekers water, olie en detergenten 'onzichtbaar' hebben gemaakt door de waterstofatomen erin consequent te vervangen door deuteriumatomen, krijgen ze de polymeermoleculen in beeld. Die gedragen zich net als de detergenten. Ze veroveren hun plek op het grensvlak

van olie en water. Door hun aanwezigheid is het oppervlak van de microscopische oliedruppeltjes stijver. Ze zijn ronder, gladder en gemiddeld ook groter. Dat verklaart direct de toegenomen waskracht. Immers hoe groter en ronder de oliedruppeltjes zijn, hoe geringer, bij gegeven inhoud, hun gezamenlijke oppervlak is. En hoe minder detergent er zich dus rond de druppeltjes kan verzamelen.

Daarmee is het fenomeen geduid maar nog allerm minst verklaard, want waarom zitten de oliedruppeltjes ineens zo strak in hun vel en waarom zijn ze zo groot? Na veel gepeker en reken zijn ze er in Jülich gedeeltelijk uit. De polymeren, die veel groter en beweeglijk zijn dan de detergenten, komen op het oppervlak van de oliedruppeltjes in de knel te zitten. Het apolaire kant drijft in de olie, de polaire kant in het water. De bewegingsruimte van beide strengen wordt beperkt door het grensvlak tussen olie en water. Hoe sterker dat grensvlak plaatselijk is gekromd hoe meer de bewegingsvrijheid van het polymeer wordt beknot. De thermodynamica van het systeem – zoals immer op jacht naar zo veel mogelijk chaos – verzet zich tegen deze inperking en dempt de beweging.

Vermoedelijk maken de polymeermoleculen aan het druppeloppervlak ook het omhullende laagje water iets stroperig, alsof er wat gelatine in opgelost is (ook een polymeer). Dit dempt de turbulentie nog eens extra. Aanname is ook dat kleinste druppeltjes aaneensluiten tot grotere druppeltjes, eenvoudig omdat er anders voor de polymeren te weinig plaats is.

BLOKPOLYMEER

Het onderzoekscentrum Jülich is inmiddels in onderhandeling met fabrikanten van huishoudelijke en industriële schoonmaakproducten. De eerste testen met het blokpolymeer in hun producten zijn bemoedigend, meldt de chemicus Jürgen Allgaier, leider van het onderzoeksteam. Ook de cosmetica-industrie is geïnteresseerd. Hun crèmes en zalven bestaan uit suspensies van vetdruppeltjes in water die gestabiliseerd worden door detergenten. Die kunnen sterk teruggedrongen worden dankzij het polymeer. De polymeren zelf zijn bovendien vriendelijk voor de huid. Ze zijn eenvoudig te groot om naar binnen te dringen.

Simone van Egmond, bij TNO Reinigingstechnologie projectleider huishoudelijke reiniging, spreekt van een "verrassende ontdekking uit een onverwachte hoek". Ze vreest wel dat consumenten moeite zullen hebben met een druppeltje afwasmiddel. "Mensen houden van een flinke kneep in de fles en willen dat het afwaswater overvloedig schuimt."

Doorslaggevend is, wat Van Egmond betreft, dat het polymeer onschadelijk is voor het milieu. Daar is nog geen onderzoek naar gedaan. In Jülich wijst men er echter op dat de twee componenten waaruit het blokpolymeer is opgebouwd (een gemodificeerd polyethyleen en polyethyleenoxide) beide als milieuschadelijk bekendstaan. Met de combinatie zit het dus vermoedelijk ook wel snor. De reductie van het zeepgebruik, komt het milieu beslist ten goede. Dus iedereen is geholpen met de uitvinding? "Ja", zegt Allgaier: "Alleen de producenten van detergenten zullen mogelijk minder blij zijn met onze vinding."

1 Geef in je eigen woorden (maximaal veertig) de resultaten van het onderzoek in Jülich weer.

De onderzoekers konden in eerste instantie geen verklaring geven voor de verbeterde waskracht.

2 Leg kort uit van welke techniek de onderzoekers gebruik hebben gemaakt om hun resultaten te verklaren.

3 Voor welke twee industrieën is de ontdekking van belang?

4 Waarom zullen producenten van detergenten minder blij zijn met de resultaten van dit onderzoek?

5 Waarom hebben consumenten misschien moeite met de ontdekking van superzeep?

6 Leg uit of jij de invoering van de superzeep een goed idee vindt of niet.

Je moet helpen om een presentatie over dit onderzoek voor te bereiden. Voor deze presentatie zijn een aantal tekeningen nodig ter toelichting.

7 Geef in een schematische tekening zeepmoleculen in een micel weer (geef duidelijk aan wat het polaire respectievelijk apolaire stuk van het zeepmolecuul is).

8 Geef in een schematische tekening het oplossen van olie in water met zeep weer.

9 Leg uit hoe je met behulp van paperclips het begrip polymeer kunt toelichten.

10 Hoe kun je ook met paperclips het begrip blokpolymeer met een polaire en apolaire kant toelichten.

11 Geef in schematische tekening zeepmoleculen en blokpolymeermoleculen weer op het grensvlak van olie en water.

12 Waarom zal het oppervlak van de oliedruppels door de aanwezigheid van het blokpolymeer stijver zijn geworden?

13 Waarom is de waskracht van detergent door de toevoeging van de blokpolymeren toegenomen.

Superzeep ANTWOORDEN

1 Onderzoekers hebben een polymeer gemaakt dat ze kunnen toevoegen aan zeep. Het polymeer zorgt er voor dat je tien keer zo weinig zeep hoeft te gebruiken om hetzelfde resultaat te bereiken.

2 Ze hebben in het polymeermolecuul de waterstofatomen vervangen door deuteriumatomen en konden zo 'zien' waar de polymeermoleculen zich bevonden.

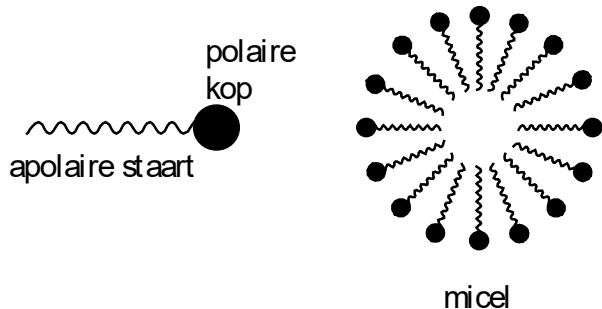
3 Voor de detergenten- en cosmetica-industrie.

4 Als er tien keer zo weinig zeep nodig is voor hetzelfde resultaat zullen zij minder product verkopen en dus minder inkomen hebben.

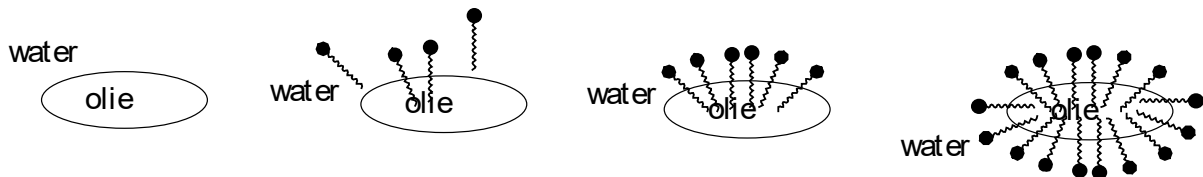
5 De consument heeft het idee: veel zeep, beter schoon.

6 Ja: minder milieuvervuiling.

7



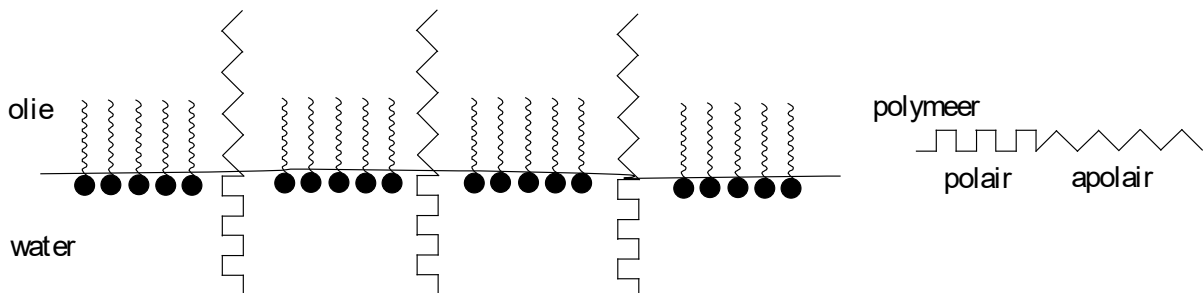
8



9 Een polymeer wordt tijdens een reactie opgebouwd waarbij monomeren aan elkaar vast komen zitten: paperclips rijen tot een lange sliert.

10 Als je gekleurde paperclips gebruikt: eerst een hele rij sliert alleen maar (bijvoorbeeld) rode aan elkaar en daarna er aan vast een sliert van een andere kleur. Het rode deel stelt dan bijvoorbeeld het polaire stuk voor en de andere kleur het apolaire stuk.

11



12 Stel je bevestigt twee stukken hout aan elkaar met spijkers: gebruik van een korte spijker geeft veel minder stevigheid dan gebruik van een lange spijker.

13 De oliedruppels zijn groter geworden. Bij hetzelfde volume aan olie betekent dit minder oppervlak, dus minder zeep.

Karel Knip

OPEENS KREEG het AW-secretariaat van een groot elektronica-concern een plastic hart als relatiegeschenk. Zomaar. Zonder dat er een relatie was met dat concern. Het bracht grote verwarring teweeg, want het komt maar zelden voor dat het secretariaat wordt gefêteerd, men heeft geen hoge verwachting van de spontane tegenprestatie.

Eigentijdse jongelui die een beetje zwemmen kunnen krijgen al gauw een hele auto cadeau als ze moeten worden gepaaid, schreef een dagblad nog deze week. En nu kreeg het AW-secretariaat een stevig plastic hart gevuld met een kleurloos vocht. Wat de bedoeling was van de speciale vorm was overigens een raadsel, want het secretariaat wordt bemand door louter oudere heren die zelfs bij overrijpe dames geen initiatieven meer opwekken. Tussen de formulieren van de ziekmeldingsprocedure lag het hart hen eigenlijk alleen maar in de weg. Daarom werd het gevalletje maar afgeleverd bij de afdeling praktijkonderzoek van het AW-labo. Wij weten niet wat dit is, zeiden de secretarissen. Het wordt warm als je er op drukt, maar als het eenmaal steenkoud is kun je er niets meer mee.

Dat was *niet* wat de kleine lettertjes op het hart vertelden: "Activeren door indrukken van startmembraan (voelbare klik), opnieuw opladen door 10 minuten koken in water (pan)." Aan het koken waren de secretarissen niet toegekomen. Ook hadden ze kennelijk niet gelezen dat de procedure wel 3000 keer was te herhalen en dat hoogstens de opdruk op het hart wat zou vervagen. Een raadselachtig geschenk.

Nee, ik weet ook niet hoe het werkt, zegt een geraadpleegde medewerkster van het elektronicaconcern hartelijk. Ik weet alleen dat het ook in de fysiotherapie wordt gebruikt en dat scholieren de harten 'hot stuff harten' noemen. Wij betrekken dit soort dingen van de firma Berendsohn in Dordrecht, misschien weten zij meer.

Maar in Dordrecht komt men niet veel verder. Wij zijn een Duitse onderneming, zegt een woordvoerder, onze hoofdvestiging staat in Hamburg. Die heeft de licentie op het patent van een toeleveraar in Oost-Azië. De Berendsohn-man noemt zijn geschenken *warme harten* en kan alleen onthullen dat de inhoud volstrekt ongevaarlijk is en dat de klik met het startmembraan een chemische reactie op gang brengt.

Het 'startmembraan' is een rond stukje dun metaal ter grootte van een

kwartje dat tussen twee holbollen toestand heent en weer is te klikken. Is het inwendige van het plastic hart geheel vloeibaar en koud dan brengt een klik een kristallisatie op gang die bij het membraan begint en zich binnen een paar seconden over het gehele hart uitstrekt. Tegelijk wordt het hart dan flink warm. Na zo'n drie kwartier is het weer min of meer terug op kamertemperatuur, maar kennelijk gaat de kristallisatie nog lang daarna door want het hart wordt almaar harder en harder. Tot men het weer opkookt en opnieuw vloeibaar maakt.

Aanvullende experimenten leveren niet heel veel extra inzicht op. Het geheim van de smid lijkt te schuilen in de

klik van het membraan. Het effect dat hij teweegbrengt wordt niet opgewekt door een stevige klap met een eetlepel op het plastic. Het enige middel om de vloeibare hartinhoud zonder klik tot kristallisatie te brengen is een verblijf van een paar uur in de diepvries. Ook als het voorgeschreven opkoken in het pannetje water voortijdig wordt afgebroken, zodat nog een paar kristallen in de oplossing over zijn, dan is de gehele hartinhoud binnen de kortste keren opnieuw uitgekristalliseerd zonder klik. Al met al ontstaat de indruk dat zich in het hart een zoutoplossing bevindt die in een tamelijk stabiele metastabiele toestand verkeert. Dankzij de klik bereikt deze het evenwicht dat de thermodynamica voorschrijft. Dat bij de kristallisatie veel warmte vrijkomt is niets bijzonders, bij het bevroren van water is dat net zo. *Latentiewarmte* heet dat.

Hoe verder? Van internet-zoekmachines wordt men met de trefwoorden 'latent heat' en 'crystallization' niet wijzer. Gelukkig is ook het Amerikaanse octrooi- en handelsmerkregister via internet te raadplegen. Dat register (www.uspto.gov/patft/index.html) geeft wel een bruikbare reactie op de genoemde trefwoorden. Zonder aarzeling verwijst het naar een *reusable heat releasing pack* waarop in 1992 octrooi werd aangevraagd. Uit het octrooi blijkt dat de meer gangbare aanduiding voor Berendsohns warme hart een 'heat pack' of 'heat pad' is en dat het wonder dat zich binnen de pakjes vol-

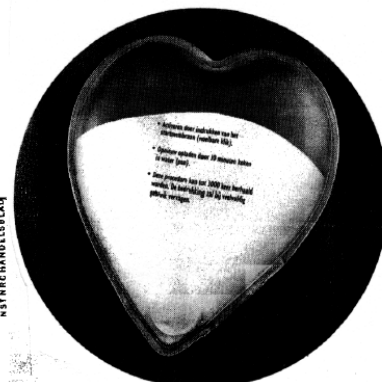
trekt valt aan te duiden met 'supercooling' of 'undercooling'. Onderkoeling dus. Met deze nieuwe zoektermen loopt het ook verder op internet gesmeerd.

De beste uitleg komt aardig genoeg van een NASA-site die de kristallisatie bespreekt in het kader van micro-gravitatieonderzoek. 'Heat packs' zijn in de VS in diverse uitvoeringen al decennia in gebruik. Ze zijn bijna altijd gevuld met een zeer zuivere oplossing van natriumacetaat in water die bij kamertemperatuur sterk oververzadigd is maar toch niet uitkristalliseert omdat geen kristallisatiekiemen aanwezig zijn. Ook de verpakking van 'vinyl'-plastic kan kennelijk niet als zodanig

ALLEDAAGSE WETENSCHAP

dienst doen. Alleen de klik met het roestvrijstalen membraan, dat meestal 'trigger' of 'disk trigger' wordt genoemd, initieert de kristallisatie. Hoe de trigger dat doet is nog slecht begrepen, weet de NASA. De harde klik voert de oververzadiging misschien lokaal zo hoog op dat een enkel kristal tevoorschijn komt. Daarna gaat de rest vanzelf. Uiteindelijk zet zich een trihydraat of tetrahydraat van natriumacetaat af dat al het vrije water in het kristalrooster vastlegt.

Was hier nog een AW-initiatief aan toe te voegen? Ja, als Berendsohns gestolde hartinhoud inderdaad uit acetaat bestond zou een scheutje sterk zuur goed ruikbaar azijnzuur uit het witte poeder tevoorschijn roepen. In de hoek van de labodoka stond nog een flesje 'reukloos signaal stopbad' dat volgens het etiket 'gevaarlijk zuur' bevatte. Het was een kleine moeite om wat hartinhoud op een schaalte te storten en met stopbad te besprenkelen. Het klopte. En mooier nog: het werd ijskoud.



Hot pack

Toen ik met vijf vrienden (waaronder een aantal chemici) op wintersport was, had een van hen een *hot pack* bij zich. Het zakje is gevuld met een heldere vloeistof. Daarin bevindt zich een metalen plaatje ter grootte van een kwartje, dat licht gebold staat. Wanneer je dit plaatje 'omklikt', komt er blijkbaar voldoende energie vrij om een kristallisatieproces van de vloeistof op gang te brengen waarbij warmte vrijkomt. Zo levert de *hot pack* gedurende drie uur een zeer aangename warmte. Als het zakje is uitgewerkt, is de vloeistof geheel gekristalliseerd. Na een bad in kokend water kan het opnieuw gebruikt worden. Met onze gezamenlijke chemische kennis konden we niet bedenken wat er precies gebeurt. Wie heeft voor ons de verlossende verklaring?

■ Een hot pack is gevuld met een zuivere, oververzadigde oplossing van natriumacetaat. Er is weinig voor nodig om dit zout te laten kristalliseren. Een vervuiling of andere onregelmatigheid als condensatiekern is voldoende.

Het 'kwartje' in het hot pack heeft die functie. Het is een plaatje metaal met daarop fijne krasjes. Door het kwartje te klikken veroorzaakt je een kleine schok direct in de omgeving van het kwartje. Dit schokje is net genoeg om de kristallisatie op gang te brengen. Het natriumacetaat slaat neer op het metaaloppervlak.

Als je direct na knikken het hotpack stil neerlegt, kun je zien hoe de kristallisatie zich verspreid vanuit het metaalplaatje door de rest van het pakje.

Zie ook de Amerikaanse octrooien US5736110, US4077390 en US4899727 op www.uspto.gov of <http://nl.espacenet.com>.

*Robbert-Jan de Lang,
Tilrecht*

Hartwarmte - hot pack een praktisch onderzoek waard!

Je kunt hierbij denken aan de volgende onderzoeksvragen:

- hoe beïnvloedt concentratieverandering de kristallisatie(snelheid)?
- wat is de invloed van het activeringsvoorwerp op de kristallisatie(snelheid)?
- hoe beïnvloedt muziek de kristallisatie(snelheid)?

-

Ga op zoek naar informatie.

Stel een hoofdvraag op en deelvragen. Maak een plan van aanpak voor je praktische werk. Leg dit voor aan docent en TOA.

Voer je onderzoek uit. Verwerk je resultaten in een presentatie.

Hartwarmte - hot pack ANTWOORDEN

Het onderwerp leent zich goed voor een profielwerkstuk.

In 2000-2001 hebben Yolan van den Berg en Femke Dijkstra (Gymnasium Beekvliet, Sint-Michielsgestel) een EXO (Eigen experimenteel onderzoek, 80 uur) gedaan over 'de kristallisatie van natriumacetaat-trihydraat'. Zij hebben met een lichtsensor en een thermometer metingen gedaan met betrekking tot de kristallisatie(snelheid) en dit alles verwerkt met de computer (IP-Coach 5). Alle kristallisaties hebben zij opgenomen met een digitale camera. Naast de genoemde onderzoeksvragen die in de opdracht staan hebben zij naar aanleiding van een Japans onderzoek over de invloed van muziek op het kristallisatiepatroon van ijs ook de invloed van muziek (Bon Jovi, Le Ann Rimes, Whigfield en Schubert) op het kristallisatiepatroon van natriumacetaat-trihydraat bekeken. Het verslag is een powerpointpresentatie. (Een papieren kopie van het verslag kunt u toegestuurd krijgen door naar Miek Scheffers-Sap, (zie colofon) te sturen: een aan u zelf geadresseerde en voldoende gefrankeerde envelop (f3,-) met daarbij een postzegel van f5,- (tegemoetkoming kopieerkosten)).

Achtergrondinformatie

- Shakhashiri B.Z. Chemical demonstrations a handbook for teachers of chemistry vol. 1 , 1983, University of Wisconsin Press, Crystallisation from supersaturated solutions of sodiumacetate
- Lohrie R. e.a., Faszinerende Experimente, Teil 2, Wärme, die aus dem Kunststoffbeutel kommt, Praxis der Naturwissenschaften Chemie, jrg 40, nr 1, pag. 36, 1991
- Schmidkunz H., Eine reversible exo-endothyme Reaktion - als Füllung für ein Wärmekissen, Naturwissenschaften im Unterricht, jrg 4, nr 31, pag. 36-37, 1993
- Wood A., A simple latent heat demonstration, School Science Review jrg 76, nr 277, pag. 80-81, 1995

Trouw, 7 april 2001

Artikel A

Aanpak slechte lucht langs snelweg levert ook geld op

Van onze verslaggeefster

AMSTERDAM – Het is 'schokkend' dat nog steeds duizenden mensen – bewoners van een huis langs de snelweg – worden blootgesteld aan te hoge concentraties stikstofdioxide. Het kost weliswaar miljarden om hen hiertegen te beschermen, maar ook een slechte gezondheid kost veel geld.

Dit zegt ir. P. Janse van het Centrum voor energiebesparing en schone technologie. Janse was een van de onderzoekers die in opdracht van minister Pronk (Vrom) de luchtkwaliteit langs de

Nederlandse snelweg testten.

Pronk liet de Europese Commissie onlangs weten dat het Nederland 'onaanvaardbaar' veel kost om voor 2010 aan de Europese normen voor de luchtkwaliteit te voldoen. Janse erkent dit, maar wijst er ook op dat Pronk zo geld kan 'verdienen'. Door snelwegen in tunnels of tunnelbakken aan te leggen, komt er extra bouwgrond langs de weg beschikbaar.

Volgens architect Ashok Bhalla, ontwerper van veel Vinex-locaties, moet het rijk het bezuren dat hij veel nieuwbouwwijken langs de snelweg liet bouwen.

Artikel B

Luchtkwaliteit

Gonny ten Haaf

De bewoners van de huizen en flats langs de A13 ter hoogte van Overschie weten wat 'toenemende verkeersmobiliteit' inhoudt. Per etmaal razen 11 000 vrachtwagens en 140 000 personenauto's langs hun onderkomen. De grote geluidsschermen kunnen het allesdoordringende lawaai niet meer dempen. Maar meer nog dan het geluid, baart de luchtverontreiniging de bewoners zorgen.

„We schrokken ons rot toen we hoorden dat de weg onze gezondheid net zoveel schaadt als het passief meerooken van zeventien sigaretten per dag”, vertelt Ton Kurvers, voorzitter van de bewonerscommissie te Overschie. „Dit kan zo niet langer, er moet nu iets gebeuren.” (...)

Vooraf stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof, een verzamelnaam van kleine deeltjes die tot diep in de longen kunnen doordringen, leveren risico's op voor de volksgezondheid. Diverse onderzoeken wijzen uit dat jonge kinderen die dichtbij een snelweg wonen of in de buurt van zo'n weg naar school gaan, vaker luchtwegklachten hebben. De effecten variëren tot acute klachten (bij een korte blootstelling aan hoge concentraties NO₂) tot chronische klachten aan de lucht- en ademhalingswegen.

Milieuminister Pronk noemde de situatie rond Overschie een jaar geleden al 'onrustbarend'. In de voortdurende discussie over de aanleg van meer asfalt, voerde hij aan dat autoverkeer gevaarlijk is voor de gezondheid.

(...)

Op verzoek van Pronk brachten Janse en zijn collega's vervolgens voor dertien wegvakken de kosten van diverse saneringsmaatregelen in kaart. Verkeersmaatregelen helpen natuurlijk (verlaging van de snelheid, verbetering van de doorstroming, omleiden van het vrachtverkeer), maar daarbovenop zijn verdergaande maatregelen nodig. Het minst ingrijpend is het plaatsen van luifels (een scherm met bovenaan een horizontaal stuk dat de vieze lucht afvoert) of een tunnelbak (een tunnel met een open dak, zoals de Utrechtse baan in Den Haag).

Het meest ingrijpend is het aanleggen van een tunnel of de sloop van huizen. Wil je alle knelpunten in Nederland oplossen zonder dat er ook maar één huis hoeft te worden gesloopt, dan kost dat volgens de onderzoekers minstens 35 miljard gulden. Besluit je alleen tot slopen op de meest gevoelige plekken, dus zonder dat er tunnels, tunnelbakken of luifels te hoeven worden aangelegd, dan volstaat 1,7 miljard.

(...)

Volgens de kop van artikel A levert de aanpak van slechte lucht geld op en volgens artikel B kost dat geld.

1 Zijn de artikelen met elkaar in tegenspraak? Licht je antwoord toe.

In artikel B worden diverse saneringsmaatregelen genoemd. Deze maatregelen worden gescheiden in verkeersmaatregelen en verdergaande maatregelen.

2 Welke verkeersmaatregelen worden in artikel B genoemd?

3 Leg uit hoe deze maatregelen bijdragen aan het verminderen van de luchtverontreiniging.

Als verdergaande maatregel wordt onder andere de aanleg van een tunnel genoemd. Deze oplossing wordt ook genoemd in artikel A.

4 Vind jij dat deze oplossing bijdraagt aan het terugdringen van de luchtverontreiniging?

Aanpak slechte lucht ANTWOORDEN

1 Nee, want de bestrijding van de vervuiling kost dan wel veel geld maar er zou ook geld 'verdiend' kunnen worden door het beschikbaar komen van bouwgrond.

2 Verlaging van de snelheid, verbetering van de doorstroming, omleiden van het vrachtverkeer.

3 Verlaging van de snelheid: minder uitstoot van vervuilende stoffen per gereden km, verbetering van de doorstroming: minder afremmen en weer optrekken dus minder brandstofverbruik en minder uitstoot van vervuilende stoffen. Omleiden vrachtverkeer: minder uitstoot van roet en andere vervuilende stoffen die vrachtauto's uitstoten.

4 In het antwoord van de leerling moet de eigen mening goed beargumenteerd weergegeven worden.

Bijvoorbeeld: nee, want de uitstoot van vervuilende stoffen blijft hetzelfde en uiteindelijk komen die toch in de atmosfeer terecht. Of: ja, want nu blijven de vervuilende stoffen in de tunnel en kunnen daar verzameld worden zodat ze niet in de atmosfeer terecht komen.

NRC 17 maart 2001

Kringloopfosfaat

HERGEBRUIK VAN FOSFAAT STAAT NOG IN DE KINDERSCHOENEN

Joost van Kasteren

DE EUROPESE fosfaatindustrie wil dat in 2010 een kwart van het fosfaat wordt teruggewonnen uit afvalwater en mest. Begin vorige week vond in Noordwijk een tweedaags congres plaats over hoe deze fosfaatrecycling het beste gerealiseerd kan worden, maar dat lijkt nog een hele opgave. De enige techniek die op dit moment bruikbaar is fosfaat uit afvalwater levert, is de (Nederlandse) korrelreactor. De winning uit rioolwater is echter niet meer rendabel, sinds het gebruik van fosfaat in wasmiddelen verboden is.

Een van de bedrijven die zich sterk maken voor hergebruik van fosfaat uit afvalwater en dierlijke mest is Thermphos in Vlissingen. Het bedrijf ligt aan het eind van een lange weg in het wijde Zeeuwse land. Aan de ene kant de Westerscheldedijk, aan de andere kant een lange rij windturbines. Witte stoompluimen stijgen op in de winterkou, maar dat is het enige teken van activiteit. Op een enkele oplegger na straalt het bedrijf een serene rust uit.

Die rust is schijn. Thermphos importeert jaarlijks 600.000 ton fosfaaterts uit Noord-Afrika en Rusland (overeenkomend met 200.000 ton fosfaat) en maakt daar fosforzuur en polyfosfaat van. Fosforzuur wordt onder meer gebruikt in voedingsmiddelen en frisdranken en, in geconcentreerde vorm, voor het schoonsmaken van metalen. Polyfosfaat werd tot het verbod van tien jaar geleden veel gebruikt als onttharder in wasmiddelen, maar wordt tegenwoordig vooral gebruikt bij onder meer de bereiding van levensmiddelen (kaas en bakpoeder) en het veredelen van papier en textiel.

Thermphos heeft zich tot doel gesteld om in vijf jaar tijd 40.000 ton fosfaaterts, twintig procent van de aanvoer, te vervangen door secundair fosfaat. Op dit moment is de stroom niet groter dan enkele honderden tonnen, afkomstig

van de korrelreactor bij de zuiveringsinstallatie van Geestmerambacht (zie kader), dus er valt nog een hoop te doen. "Dat gebeurt ook", zegt dr. ir. Rob de Rooter, directeur productie en technologie van Thermphos. "We kijken naar reststromen, die vrijkomen bij het zuiveren van afvalwater en bij het verbranden van dierlijke mest."

Voor afvalwater heeft de Stichting Onderzoek Waterbeheer en Afvalwaterzuivering (stowa) een inventarisatie gemaakt van de mogelijkheden om fosfaat uit de zuiveringsinstallatie opnieuw te gebruiken. Daarbij zijn de eisen van de afnemer afgezet tegen de kwaliteit van de vrijkomende reststof. De resultaten zijn vorige week verschenen en vallen niet mee voor de potentiële hergebruiker. In principe zou Thermphos maximaal 12,5 procent van zijn fosfaatbehoefte kunnen dekken met fosfaat uit afvalwater, maar als gevolg van allerlei knelpunten zal dat voorlopig niet meer zijn dan 0,15 procent.

Rioolwater bevat een gering percentage fosfaat, dat er voornamelijk via onze spijsvertering in terecht is gekomen. Sinds het verbod op fosfaat in wasmiddelen is de concentratie met een kwart gedaald. In de zuiveringsinstallatie wordt fosfaat er voor een groot deel uitgehaald, hetzij door de bacteriën in de zuivering, die het ophopen, hetzij door het neer te slaan met ijzerzouten. In beide gevallen komt het in het slib terecht. Vroeger werd dat afgezet in de landbouw, maar dat mag niet meer, dus tegenwoordig wordt het verbrand of gedroogd en gestort.

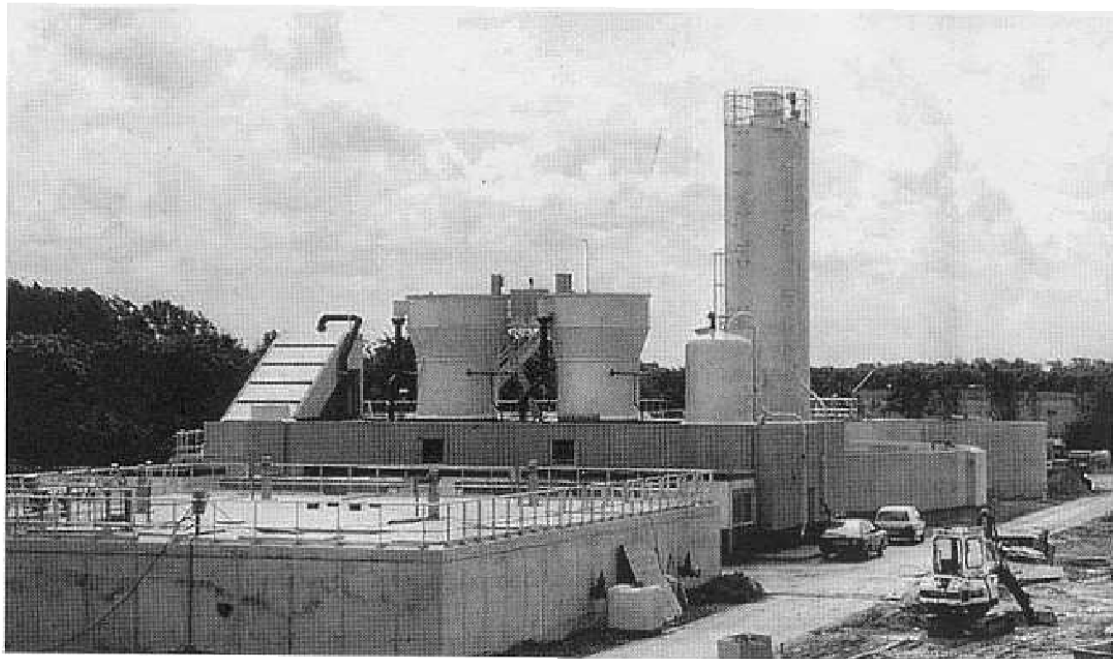
FERROSLAK

De as die vrijkomt bij verbranden zou een interessante grondstof kunnen zijn, zegt dr. Willem Schipper, technoloog bij Thermphos, ware het niet dat er stoffen in zitten die bij verdere verwerking problemen geven. IJzer bij

voorbeeld, geeft een verbinding van ijzer en fosfor die als steenachtig materiaal (slak) vrijkomt in het productieproces. Schipper: "Die ferrosalak kunnen we kwijt bij de staalindustrie, maar de afzet is beperkt. Als er meer vrijkomt door het gebruik van zuiveringsslib, hebben we een probleem."

Het ijzer in de as is voornamelijk afkomstig van ijzerchloriden die de zuiveraars toevoegen om fosfor uit afvalwater te verwijderen. Het zou beter zijn als daarvoor aluminiumchloride of kalkmelk wordt gebruikt, maar dat heeft weer als nadeel dat het duur is. Bovendien is het niet te vermijden dat er een beetje aluminium uit de zuivering in het oppervlaktewater terecht komt en dat is slecht voor het waterleven. Andere metalen die problemen opleveren zijn koper en zink, afkomstig uit leidingen en goten. Koper vermindert de kwaliteit van de ferrosalak en zink levert problemen op doordat het zich hecht aan stofdeeltjes. Weliswaar worden die keurig afgevangen, maar de opslag van het stof is duur.

Wat geldt voor de as van zuiverings-slib, geldt ook voor de as die vrijkomt bij het verbranden van kippenmest, een andere bron van secundair fosfaat. De hoeveelheid fosfaat in dierlijke mest is in principe voldoende om de fosfaatbehoefte van Thermphos te dekken, maar in de praktijk komt daar nog weinig van. Thermphos is in gesprek met de Stichting Duurzame Energie Pluimveemest (DEP). Deze stichting, waarin onder meer energiebedrijf Essent en de Zuidelijke Land- en Tuinbouw Organisatie deelnemen, wil bij Moerdijk een elektriciteitscentrale bouwen die wordt gestookt met kippenmest. De as die daarbij bevat fosfaat, maar (helaas) ook koper en zink. Die worden zelfs aan het voer toegevoegd om de kippen beter te laten groeien. Vanwege de problemen die beide metalen veroorzaken bij de verwerking van secundair fosfaat



De korrelreactor van Thermphos in Geestmerambacht.

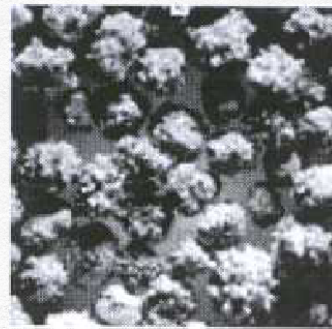
is Thermphos inmiddels in gesprek met de leveranciers van kippenvoer om te kijken of het gehalte omlaag kan.

De enige methode voor fosfaat terugwinning die al werkt, is de korrelreactor of een variant daarop: het neerslaan van het fosfaat uit afvalwater met aluminiumzouten. Beide technieken vergen de nodige investeringen en de meeste zuiveringschappen zijn (nog) niet bereid om die te doen. Van de ruim vierhonderd zuiveringsinstallaties in ons land hebben er slechts drie een korrelreactor en zijn er enkele die fosfaat neerslaan met aluminiumchloride. Zoals gezegd is de geringe populariteit van deze nazuiveringstechnieken te wijten aan het verdwijnen van fosfaten uit wasmiddelen. Een mogelijkheid zou zijn om, zoals Zweden van plan is, zuiveringsinstallaties te verplichten om fosfaat terug te winnen in een bruikbare vorm. Een andere mogelijkheid is om het verbod op fosfaat in wasmiddelen op te heffen, waardoor het voor zuiveringsbedrijven financieel weer interessant wordt om te investeren in deze technieken. Dat leidt tot de paradoxale conclusie dat je eigenlijk weer fosfaat aan wasmiddelen moet toevoegen om het hergebruik van fosfaat van de grond te krijgen.

KORRELREACTOR

De enige techniek die nu al wordt toegepast om uit afvalwater de grondstof voor de fosforproductie te halen is de korrelreactor. Ooit ontwikkeld door ingenieursbureau DHV en de TU Delft om drinkwater te ontharden, wordt hij nu op enkele plaatsen in Nederland gebruikt om fosfaat terug te winnen uit afvalwater.

Een van die plaatsen is de zuivering in Geestmerambacht. Ir. Simon Gaastra van het Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen, beheerder van de zuivering, vertelt hoe hij de winning aanpakt. In de zuiveringsinstallatie zitten bacteriën die onder aërobe omstandigheden (in aanwezigheid van zuurstof) fosfaat opnemen en dit onder anaërobe omstandigheden weer afstaan. Door een deelstroom uit de zuivering anaëroob te maken, komt het fosfaat in oplossing. Het fosfaatrijke water wordt de korrelreactor in geleid en wervelt daar een bed van zandkorrels op. Door kalkmelk toe te voegen en te sturen met de zuurgraad slaat calciumfosfaat neer op de zandkorrels, die, als ze een bepaalde grootte hebben bereikt, worden afgevoerd, gedroogd en naar Vlissingen worden getransporteerd.



Het opgeloste fosfaat slaat als calciumfosfaat neer op kernen van zandkorrels.

Fosfaaterts wordt door het bedrijf Thermphos in Vlissingen gebruikt om er fosfaat uit te winnen.

1 Bereken het massapercentage fosfaat in de gebruikte fosfaaterts.

Thermphos heeft zich als doel gesteld om in vijf jaar 40.000 ton fosfaat te vervangen door secundair fosfaat.

2 Wat versta je onder 'secundair fosfaat'?

3 Laat met een berekening zien dat er 40.000 ton fosfaat bedoeld wordt en NIET 40.000 ton fosfaaterts zoals het artikel suggereert.

Uit fosfaat kan wordt fosforzuur gemaakt worden door het toevoegen van een zure oplossing.

4 Geef de reactievergelijking die daarbij optreedt.

Polyfosfaat(-ionen: $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$) ontstaat als fosfaationen onder speciale omstandigheden met water reageren. Er ontstaan dan tevens hydroxideionen.

5 Geef de vergelijking van de optredende reactie.

Fosfaat wordt in zuiveringsinstallaties uit afvalwater verwijderd. Dat kan op verschillende manieren: neerslaan als vaste stof of door bacteriën laten opslaan.

6 Welke zouten worden genoemd als mogelijkheid om fosfaationen te verwijderen waarbij een vaste stof ontstaat?

7 Geef de vergelijkingen van de reacties die daarbij dan optreden.

De enige methode voor fosfaatterugwinning die werkt is de korrelreactor of een variant erop. In de korrelreactor laat men het fosfaat reageren met kalkmelk, een oplossing/suspensie van calciumhydroxide.

8 Waarom staat er 'oplossing/suspensie'?

9 Geef de optredende reactievergelijking.

Naast toevoegen van kalkmelk 'stuurt' men in de korrelreactor ook de zuurgraad.

10 Waarom zal dat nodig zijn? Welke pH zal nodig zijn? Licht je antwoord toe.

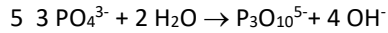
11 Wat vind jij van het voorstel om het verbod op fosfaat in wasmiddelen op te heffen om zo de terugwinning van fosfaat te stimuleren. Geef minstens twee argumenten om je mening te onderbouwen.

Kringloopfosfaat ANTWOORDEN

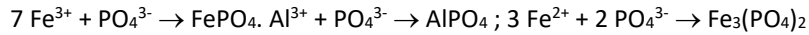
1 $200.000/600.000 \times 100\% = 33\%$.

2 Fosfaat dat uit een afvalstroom is teruggewonnen.

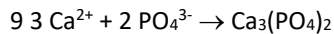
3 Er staat dat de 40.000 ton overeenkomt met 20% van de aanvoer. 20% van 600.000 ton is echter 120.000 ton. 20% van 200.000 ton fosfaat is precies die 40.000 ton fosfaat.



6 IJzerchloriden, aluminiumchloride.



8 Calciumhydroxide is matig oplosbaar in water dus een gedeelte zal opgelost zijn maar een wellicht groter gedeelte niet waardoor het wittroebel is, vandaar de benaming kalkmelk.



10 Men wil er zeker van zijn dat alle fosfaat neerslaat. Het kan zijn dat de pH niet hoog genoeg is, zodat niet alle fosfaat als PO_4^{3-} aanwezig is. door het toevoegen van kalkmelk wordt dit wel bereikt. Stel dat een deel van het fosfaat als HPO_4^{2-} aanwezig is dan wordt dat in basische milieu omgezet: $\text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O}$

11 Alle fosfaat moet als PO_4^{3-} aanwezig zijn, dus de pH moet hoog genoeg zijn: sterk basisch milieu.

12 Mogelijk argument: Je staat een verboden stof weer toe de recycling te bevorderen.

Opmerking: Bacteriën slaan fosfaat op in hun cellen. Artikel: in aërobe omstandigheden nemen de bacteriën fosfaat op.

Voor een opgave over de korrelreactor: zie Chemie Aktueel 8, december 1991.

de Volkskrant, 17 maart 2001

Afvalplastic blijkt prima steenkool

Het meeste plastic van weggegooiden verpakkingen wordt niet hergebruikt, maar belast het milieu. Plastic kan echter uit huisvuil worden weggeblazen en als brandstof aangewend, zo blijkt. Niet iedereen is enthousiast.

TIJDSCRIFTEN in de kiosk worden standaard in een kunststof jasje verkocht en per post arriveert tegenwoordig elke folder in een folie. Cassettebandjes en cd-schijfjes zitten strak in het plastic. In de supermarkt en op de markt betrachten verkopers nauwelijks terughoudendheid in het aanreiken van witte wegwerptasjes. Weigeraars worden meewarig aangekeken.

Op straat struikel je over kleine pet-flesjes, waarin een paar slokken bronwater zat. Zoete drankjes als AA gaan in nog pietluttiger volumes over de toonbank en het assortiment aan minihurtjes neemt allengs toe.

En dat allemaal in wegwerpverpakkingen. Volgens een schatting van de Commissie Verpakkingen, die toeziet op naleving van milieu-afspraken (Convenant Verpakkingen-II), kwam er in 1999 510 duizend ton plastic verpakkingafval op de markt, tienduizend ton meer dan in 1998. Dat is bijna 32 kilo plastic per persoon per jaar – bejaarden, baby's en de zestienmiljoenste Nederlander meegerekend.

Slechts 17 procent van dat afval wordt hergebruikt. Dat is 10 tot 18 procent minder dan waartoe de industrie zich in 1997 verplichtte. De hergebruikte plasticbrij is afkomstig van relatief gemakkelijk in te zamelen afval uit bedrijven, kantoren en winkels. Vermalen tot granulaatkorrels vinden deze kunststoffen hun weg naar nieuwe producten, van laagwaardige toepassingen als het beroemde bermplaatje tot hoogwaardige producten als computerkasten. Aan inzameling van kunststofafval bij huishoudens waagt zich niemand

meer sinds proefprojecten midden jaren negentig toonden dat deze scheiding duur is.

Maar er rijst hoop op een nuttiger bestemming dan louter verbranden of storten van het huishoudelijk kunststofafval. Eind maart presenteert het milieu-adviesbureau CE in Delft een studie waaruit blijkt dat kunststoffen met windzifters – blazers – uit het huisvuil kunnen worden afgescheiden.

Deze omgekeerde stofzuigers blazen folies, flacons en flesjes moeiteloos van de lopende band met huisvuil. 'Op grond van proeven bij Essent – voorheen de VAM – in Wijster kan dat afval worden omgezet in korrels die steenkool vervangen in de kolencentrale op de Maasvlakte', vertelt onderzoeker ir. Geert Bergsma van bureau CE. Hij heeft becijferd dat Wijster jaarlijks 120 duizend ton kunststofafval kan afgeven.

De korrels, de behalve plastics ook papier bevatten, hebben een stookwaarde die vergelijkbaar is met steenkool en daarom zijn ze subcoäl gedoopt. 'Bijstoken in een kolencentrale is beter dan verbranden in een afvaloven, want de brandstof wordt in de centrale twee keer zo efficiënt benut', zegt Bergsma. Het transport van het subcoäl naar de centrale verpest de milieuscore van het product nauwelijks, zo blijkt uit de levenscyclus-analyse die CE in opdracht van de kunststofindustrie opstelde.

Het verkorrelde kunststofafval scheelt dus steenkool en beperkt de uitstoot van het broeikasgas CO₂. Uit de CE-studie blijkt ook dat de 'plastic kool' schoner is dan zijn fossiele broertje. 'Subcoäl bevat minder stikstof en zwavel, waardoor de verzuring lager is', licht Bergsma toe.

De kwaliteit van de slakken en het vliegashoudt er niet onder. 'Daar zijn ze bij het Energiebedrijf Zuid-Holland kien op, omdat dit beide reststoffen verkoopt aan de wegenbouw en de cementindustrie.' De afvalverbranders zijn niet tegen het weren van het brandbare verpakkingafval uit hun ovens. Veel installaties kampen met extra onderhoud aan de ovens doordat de temperatuur te hoog oploopt.

De CE-onderzoeker legt de laatste hand aan een andere studie. Daarin wordt de mogelijkheid gepresenteerd om ook bij de tien andere afvalverwerkingsinstallaties dergelijk opgewerkt afvalplastic te produceren voor de zeven Nederlandse kolencentrales.

'Het ziet er heel goed uit. De nu achterblijvende inzamelscores voor kunststofverpakkingen uit huishoudens kunnen danig verbeteren. En zonder ongemak voor de burger bovendien', zegt dr. Harry Lucas, directeur van de Vereniging Milieubeheer voor Kunststoffen, waarin de kunststofbranche zich heeft verenigd. Hij is in zijn nopjes. Eerder mikte de branche op vergassing van het kunststof volgens het proces van Texaco, maar dit bleek veel te duur. 'Het heeft lang geduurd, maar nu is hier de oplossing', aldus Lucas.

De mogelijkheid om voortaan kunststofafval als folies en kleine wegwerpflesjes als steenkoolvervanger in te zetten, gebruikt de industrie als argument om statiegeld op de kleine pet-flesjes buiten de deur te houden. Daarbij ziet zij subcoäl als hergebruik en niet als verbranding.

Wanneer in alle afvalcentrales kunststofafval achteraf uit het huisvuil wordt geblazen, denken de bedrijven dat dit voldoende basis biedt voor een derde Convenant Verpakkingen, met ambitieuze doelstellingen voor plastic. 'De milieuprestatie van een statiegeldsysteem op kleine pet-flesjes is ongeveer even goed als verwerking tot subcoäl, maar statiegeld is tien keer zo duur', zegt ir. Nico Schrakamp, directeur van SVM-Pact, dat namens de verpakkende industrie het geldende verpakkingconvenant uitvoert.

Het is de vraag of een subcoäl-plan voor heel Nederland minister Pronk zal overtuigen wanneer hij begin april aanschuift aan de onderhandelingstafel. Zijn ministerie wil nog niet reageren. Wel zegt Pronk regels voor te bereiden voor statiegeld op kunststofflesjes en ook op blik.

Voorts vindt de minister dat de industrie zich meer moet bekommeren om het zwerfafval dat hij op zijn tochten door de duinen tegenkomt. Om daaraan tegemoet te komen, denkt de industrie aan meer afvalbakken, mentaliteitsverandering en wellicht, analoog aan de glasbak, aan een heuse pet-bak, waarin de burger zijn wegwerpflessen kan gooien.

Bij de milieu-organisaties gaan de handen voor dit plan niet op elkaar. 'De minister moet vasthouden aan statiegeld op kleine flesjes, en dan niet te weinig, bijvoorbeeld twee kwartjes', vindt ir. Robbert van Duin, beleidsadviseur verpakkingen van Natuur en Milieu. Namens de milieu-organisaties volgt Van Duin de kwestie al sinds het

eerste convenant, nu tien jaar geleden.

Preventie en hergebruik zijn volgens hem zowel op milieu- als energiegebied gunstiger dan iedere vorm van verbranding. 'Met statiegeld ontstaat vanzelf meer preventie en hergebruik. Want een verf-emmer die dertig keer meegaat, scheelt 29 nieuwe verpakkingen.' Het liefst ziet hij daarom statiegeld op alle drankverpakkingen, latex-verf-emmers en conservenpotten. Een recente studie, uitgevoerd in opdracht van de frisdrankindustrie, toonde dat statiegeld-pet-flessen van anderhalve liter beter scoren en niet duurder zijn dan

wegwerp-pet-flessen.

'Ik ben uiteindelijk niet tegen subcoal, maar het is niet meer dan verbranden met een hoger rendement. Hergebruik mag je het niet noemen.' Door 'vervuiling van de definitie' is de industrie er volgens hem in geslaagd het beeld te verspreiden dat de beleidsdoelen ook zonder statiegeld op verpakkingen zijn gehaald. 'Niets is minder waar', zegt Van Duin. 'Feitelijk is de verpakkingenberg niet met 10 procent afgenomen maar 25 procent gegroeid. De industrie verdisconteert de economische groei, maar dat is onzin. Veel verpak-

kingen zitten om voedsel en we zijn geen tientallen procenten meer gaan eten ten opzichte van 1986.'

CE-onderzoeker Bergsma bepleit een andere kijk. 'Door de eenzijdige aandacht voor verpakkingsafval, ontspringen de producten de dans. Verpakkingen beslaan slechts 10 procent van de milieuvervuiling door producten. Je kan je bijvoorbeeld druk maken om een plastic onderdeel van een gekoeld frisdrankpak, maar het is nuttiger in te zien dat dat pak de hele dag in de koelkast van de supermarkt staat.'

René Diddé

Afvalplastic is eenmalig gebruikt plastic. Er zijn verschillende soorten afvalplastic.

1 Noem een paar voorbeelden van afvalplastic die in het artikel genoemd worden.

Er wordt gezegd dat we in 1999 bijna 32 kg verpakkingsafval per persoon verbruikt hebben.

2 Controleer met een berekening dat dit juist is.

Er zijn verschillende manieren om het afvalplastic te verwerken.

3 Welke drie manieren worden er genoemd?

Er wordt slechts een klein deel van het plasticafval direct hergebruikt.

4 Waarom kan het overige plasticafval niet direct hergebruikt worden? Wat is het grootste probleem daarbij?

In Wijster worden de plastics gescheiden van de rest van het afval.

5 Hoe wordt dat gedaan?

6 Leg uit hoe het kan dat op de genoemde manier scheiding mogelijk is.

Jaarlijks kan in Wijster 120.000 ton plasticafval afgescheiden worden.

7 Hoeveel procent van de totale hoeveelheid plasticafval is dat?

Het plasticafval wordt omgezet in korrels. Het wordt 'subcoal' genoemd.

8 Verklaar de benaming 'subcoal'.

Er zijn twee redenen te noemen waarom verbranding van het plasticafval in een kolencentrale beter is dan in een afvalverbrander.

9 Welke twee redenen worden er genoemd?

De kunststofbranche is in haar nopjes: zij ziet de toepassing van plasticafval in subcoal als hergebruik van plastic. De milieuorganisaties zien dat toch anders.

10 Voor welk deel van het plasticafval zouden de milieuorganisaties een andere verwerking willen?

11 Welke andere verwerking geven zij aan voor dat deel van het afvalplastic?

Uiteindelijk zal de minister moeten beslissen. Aan jou wordt gevraagd een advies uit te brengen.

12 Geef je advies in maximaal ½ pag A-4. Onderbouw je advies met feiten uit het artikel, en weeg voor- en tegenargumenten tegen elkaar af.

Afvalplastic blijkt prima steenkool ANTWOORDEN

- 1 Folie om tijdschriften; folies om cd's; petflesjes; flacons voor shampoos.
- 2 In 1999 510 duizend ton plastic en 16 miljoen mensen: $510.000.000/16.000.000 = 32$ kg per persoon per jaar.
- 3 Hergebruik als plastic; verbranden in een afvaloven of elektrische centraleoven; storten.
- 4 Het overige plasticafval is een mengsel van vele soorten plastic en niet bruikbaar als grondstof voor het maken van nieuwe plastics.
- 5 Het plasticafval wordt door windzifters uit het afval weggeblazen.
- 6 Afvalplastic heeft een veel lagere dichtheid dan de rest van het afval.
- 7 Dat is $120.000/510.000 \times 100\% = 23,5\%$.
- 8 Het vervangt steenkool in de kolencentrales, dus a *substitute for coal*.
- 9 Het rendement van een kolencentrale is een stuk hoger dan van een afvalbrander. In een afvalverbrander loopt de temperatuur te hoog op bij verbranding van plastic en daardoor is er extra onderhoud nodig.
- 10 Bij het deel van de plastic petflesjes die nu in het afval terecht komen.
- 11 Statiegeld op de flesjes zetten zodat via inlevering hergebruik mogelijk is.
- 12 Eigen mening/advies leerling.

Nieuw wapen tegen keukenbranden

door WIM VEENSTRA

LEIDSCHENDAM — Een eenvoudig apparaatje, dat nog geen 90 gulden gaat kosten, kan jaarlijks tienduizenden guldens schade en tientallen slachtoffers van keukenbranden voorkomen. De zogeheten SafeBall dooft op snelle en efficiënte wijze vet- en oliebranden. De 'veilige bolletjes' zullen komende week in industriële uitvoering op de Horecava, de jaarlijkse horecabeurs, worden gepresenteerd.

Het gebeurt onverwacht, de vlam slaat in de pan of door oververhitting van vet treedt zelfontbranding op. In een reflex wordt vaak totaal verkeerd gereageerd. Het gebruik van water als blusmiddel is levensgevaarlijk. Er ontstaat dan een vetexplosie, gepaard gaande met een enorme steekvlam, die binnen enkele seconden de keuken in lichtervlaaiet zet. Soms lukt het met behulp van een deksel het vuur te verstikken, maar vaak komt er toch nog zuurstof bij het vuur en laait dit opnieuw op. Legio gevallen zijn bekend van slachtoffers die een pan brandend vet naar buiten probeerden te brengen en daarbij zichzelf of anderen zeer ernstig verwonden.

De SafeBall is speciaal voor het bestrijden van olie- en vetbranden ontwikkeld. De uiterst simpele wijze van bedienen maakt dat het apparaatje

voor iedere keuken geschikt is. In een pistoolvormige beugel, aan de wand bevestigd, bevindt zich een aantal wasbolletjes met daarin een nieuw ontwikkeld blusmiddel dat in drie fasen werkt.

Zodra een bolletje met behulp van het 'pistool' vanaf veilige afstand in het brandende vet gebracht is, smelt de waslaag en komt een gel-achtig blusmiddel vrij. Het hierin gebonden water koelt het vet; hierdoor komt de temperatuur beneden het zelfontbrandingspunt, waardoor de vlammen, na gedoofd te zijn, niet opnieuw kunnen opvlammen. In de tweede fase worden in het bolletje aanwezige stoffen door de hoge temperatuur omgezet in een schuimlaag, die het vet hermetisch afsluit van de aanwezige zuurstof. Direct hierop treedt een chemische reactie op, waarbij het vet wordt omgezet in onbrandbare zepen.

„Het grote voordeel hiervan is, dat mochten er toch andere delen van de keuken hebben vlam gevat, deze gewoon met water kunnen worden geblust”, zegt directeur T.W. Westgeest van Fire Control uit Leidschendam, het bedrijf dat de SafeBall in Nederland op de markt brengt. „Komt daarbij eventueel water in de frituur, dan ontstaat geen explosie, hooguit zeepschuim.”

Westgeest vindt het jammer, dat de vinding nu pas productierijp is. „We waren net een paar weken te laat om nog te kunnen meedingen naar de innovatieprijs”, zegt hij spijtig. „Ik ben er zeker van dat we een goede kans hadden gehad die te winnen.”

Vanaf maart zal voor minder dan vier tientjes een uitvoering van de SafeBall voor huishoudelijk gebruik verkrijgbaar zijn.

**GEEN STEEKVLAM
MAAR ZEEPSCHUIM**

1. In geval van brand schiet men het balletje in het brandende vet.

Safeball is een speciaal ontwikkeld apparaat voor het bestrijden van olie- en vetbranden. Het bestaat uit een houder waarin zich enkele bolletjes was bevinden, die gevuld zijn met een gel.

2. De waslaag van het balletje smelt in het kokende vet (plm. 320° C) waardoor een gelachtig blusmiddel vrijkomt.

3. Het in het blusmiddel gebonden water onttrekt de energie aan het brandende vet en koelt het af. De temperatuur in het vet wordt verlaagd tot onder het zelfontbrandingspunt (230° C). Hierdoor is herontsteking onmogelijk.

4. De in het blusmiddel gebonden stoffen veranderen door de hoge temperatuur in een schuimvormend middel. Door het zeer lage soortelijke gewicht stijgt het schuim naar de oppervlakte en vormt een afschermd laag tussen het vet en de aanwezige zuurstof. Brandend vet verandert in niet-brandbare zeep.

© DE TELEGRAAF

BRON: FIRE CONTROL BV.

Er wordt gesproken over 'vlam slaat in de pan' en 'door oververhitting treedt zelfontbranding op'.

1 Leg uit bij welk verwarmingssysteem in de keuken (gas of elektrisch) elk van beide genoemde verschijnselen kan optreden?

Blussen met water van een vet- of oliebrand is levensgevaarlijk doordat het vet alle kanten opspat en een steekvlam veroorzaakt.

2 Leg uit hoe het komt dat het water het brandend vet alle kanten op laat spatten als je brandend vet met water probeert te blussen.

Branden kunnen volgens drie methoden worden geblust:

- afsluiten voor zuurstof,
- verlagen van de ontbrandingstemperatuur,
- weghalen van de brandstof.

In het artikel worden verschillende manieren genoemd die tot nu toe toegepast worden om branden te blussen.

3 Welke manieren zijn dat en op welke van bovengenoemde drie methoden berusten ze?

4 Op welke methode(n) berust het doven van de vlammen met safeball?

5 havo, 6 vwo

Als laatste treedt er volgens het artikel een chemische reactie op waarbij vet omgezet wordt in zeep.

5 Welk proces zal er bedoeld worden?

6 Met welke stof heeft het vet dan gereageerd?

7 Geef de reactievergelijking van deze omzetting. Kies als vet glyceryltristearaat.

8 Zijn de zeep, die zijn ontstaan, niet brandbaar

Keukenbranden ANTWOORDEN

1 Bij het koken op gas kunnen beide verschijnselen optreden: door de vlam van het brandende gas kan er een vlam in de pan slaan en door het verhitten kan de temperatuur van het vet boven de zelfontbrandingstemperatuur komen. Bij het elektrisch koken kan alleen het laatste (ontbranding door verhitting tot boven de zelfontbrandingstemperatuur) optreden omdat je daarbij geen open vlammen hebt.

2 Het water zakt onder het brandende vet. Bij die hoge temperatuur van het vet verdampt het water onmiddellijk en gaat als waterdamp omhoog. Hierbij neemt het brandende vet mee omhoog waardoor er een steekvlam ontstaat.

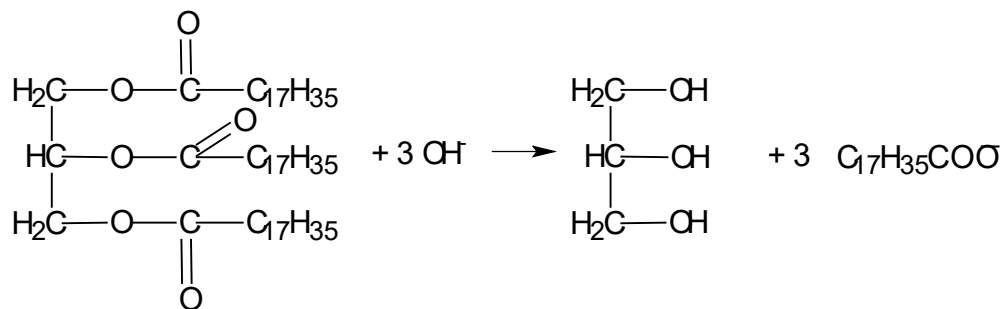
3 Een deksel op de pan zetten of een schuimlaag aanbrengen: berust op het afsluiten van de zuurstoftoevoer. Water toevoegen: water onttrekt warmte aan het brandende vet waardoor de temperatuur tot onder de (zelf)ontbrandingstemperatuur daalt.

4 Afsluiten voor zuurstof en verlagen van de ontbrandingstemperatuur.

5 De verzeping van vetten (de hydrolyse van het vet).

6 Met natronloog of kaliloog (hydroxide-ionen):

7



8 Kennelijk zijn ze minder brandbaar.

Intermediair, 1 maart 2001

Water voor fijnproevers

Het komt uit de kraan en kan hard, zacht, zurig of zoutig zijn: water. Wat zit er eigenlijk in ons drinkwater, en hoe wordt het gezuiverd? Waarom leidingwater minstens zo lekker is als mineraalwater.

SASKIA MAASSEN

In Zuid-Limburg zal de verkoop van azijn en wasverzachter dit jaar flink dalen. Sinds een paar weken stroomt er in het gebied rond Heerlen voor het eerst zacht water uit de kranen; de rest van Zuid-Limburg volgt later dit jaar. Verkalkte koffiezet-apparaten, troebel theewater, verstopte douchekoppen en harde handdoeken zijn voorgoed verleden tijd.

Zuid-Limburg heeft van nature het hardste water van Nederland. Wanneer regenwater door de mergelbodem naar beneden sijpelt, neemt het veel calcium (kalk) en magnesium op. Dit harde water wordt naar boven gepompt en gebruikt als drinkwater. 'Het water smaakt op zich lekker', zegt voorlichter Maurice van der Linden van de Waterleiding Maatschappij Limburg. 'Als het uit de grond komt, is het al bijna drinkbaar. We hoeven het nauwelijks te zuiveren. Maar ja, die kalk, daarover wordt veel geklaagd.'

De hardheid van drinkwater wordt uitgedrukt in Duitse graden. Beneden de acht Duitse graden is het

zacht (minder dan zestig milligram calcium per liter), boven de twaalf is het hard (meer dan tachtig milligram per liter). Op de meeste plaatsen in ons land is de hardheid van het drinkwater ongeveer tien Duitse graden. In Zuid-Limburg ligt de waarde boven de twintig. Het ergst is het in de Heerlense wijk Eikenderveld: 32 Duitse graden. Daar moeten de bewoners om de dag hun *perlator* (de sproeikop aan het uiteinde van een kraan) in de azijn leggen.

Een paar jaar geleden besloot de Waterleiding Maatschappij Limburg om het water centraal te gaan ontharden. In andere delen van ons land gebeurt dat al jaren. Friesland had begin jaren tachtig de primeur, Amsterdam volgde al snel. Inmiddels wordt in de helft van het land onthard water geleverd; in de andere helft is het water van nature al zacht genoeg. Waarom komt Limburg als laatste, terwijl het daar juist het hardst nodig is? 'Dat is inderdaad vreemd', beaamt Van der Linden. 'Tien jaar geleden keken we alleen of het water voldeed aan de normen. Nu luisteren we ook naar de klanten. Die willen het zachte water liever vandaag dan morgen.'

Waterleidingbedrijven doen steeds meer om hun klanten te behagen. Vroeger waren die al blij als er überhaupt schoon water uit de kranen kwam, maar nu moet het ook nog zacht zijn, en vooral lekker smaken. In sommige gebieden, zoals het Utrechtse Doorn, is het water zelfs zo lekker dat de leverancier erover denkt om het te gaan bottelen.

Kalkrijk water

In de nieuwe onthardingsfabriek op industrieterrein De Beitel in Heerlen klinkt een oorverdovend lawaai. Sinds een paar dagen is de eerste van drie korrelreactoren in gebruik genomen, die het water uit de Limburgse mergelbodem moeten gaan ontkalken. Om zeker te zijn van een goed

resultaat, heeft de Limburgse waterleidingmaatschappij gekozen voor een techniek die al op veel plaatsen in het land wordt toegepast.

Het water dendert met grote snelheid door de pasgeverfde leidingen. Hier en daar staat nog een schilder op een ladder met een blauwe kwast in zijn hand: lichtblauw voor de inkomende leidingen met hard, kalkrijk water, donkerblauw voor het uitgaande zachte water. De lichtblauwe leidingen komen uit in een betonnen cilinder van zo'n tien meter hoog, die voor een deel is gevuld met fijne zandkorreltjes. Speciaal voor bezoekers is er een ruitje in de wand gemaakt, waarachter een zanderige watermassa wervelt. Onvoorstelbaar dat daar straks schoon drinkwater uitkomt.

Het harde water wordt gemengd met een basische oplossing (in dit geval natronloog), die de pH-waarde van het water verhoogt. De pH-waarde is een maat voor de zuurgraad van een oplossing: hoe hoger de pH, hoe minder zuur het water. Door de hogere pH-waarde gaat het opgeloste calcium in het water over in vaste, onopgeloste kalk, die neerslaat op de zandkorreltjes. Die worden daardoor steeds zwaarder en zakken naar de bodem van de reactor.

Na het ontkalken heeft het water nog een hardheid van ongeveer negen Duitse graden. 'Op deze manier halen we alleen calcium uit het water', vertelt projectleider Henny Moonen. 'Magnesium, dat ook bijdraagt aan de hardheid, moet er van de Gezondheidsraad in blijven zitten.' Ook het natrium, dat ontstaat tijdens de reactie tussen natronloog en water, wordt niet verwijderd. 'Het nieuwe water bevat iets meer natrium dan vroeger, maar het zit nog steeds onder de wettelijke norm', zegt Moonen. 'Mensen met een streng natriumarm dieet moeten voor de zekerheid misschien wel even contact opnemen met hun huisarts of diëtist.' (...)

Grondwater in Limburg is hard. Regenwater, met daarin opgelost koolstofdioxide, neemt veel calcium(-ionen en magnesiumionen) uit de mergelbodem op als het er doorheen sijpelt. Mergel bevat veel calciumcarbonaat. Er ontstaat daarbij een calciumwaterstofcarbonaatoplossing.

1 Geef de vergelijking van de reactie tussen koolstofdioxide en regenwater en calciumcarbonaat.

De hardheid wordt uitgedrukt in DH, Duitse hardheidsgraden. 1 DH komt overeen met $7,1 \text{ mg Ca}^{2+}$ per L.

2 Laat met een berekening zien of de genoemde waarden in het artikel juist zijn. Zet je resultaten in een tabel.

Heerlens drinkwater heeft een hele hoge hardheid. Op sommige plaatsen is de hardheid wel 32 DH.

3 Welke nadelen brengt het gebruik van hard water met zich mee?

4 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als je hard water verhit.

5 Hoeveel mg calciumcarbonaat kan er maximaal per liter gevormd worden bij een hardheid van 32 DH?

De sproeikoppen van kranen moeten in Heerlen vaak in azijn gelegd worden.

6 Waarom moeten de sproeikoppen vaak in azijn gelegd worden?

7 Leg uit hoe het kan dat azijn sproeikoppen schoon krijgt.

In de nieuwe onthardingsfabriek wordt het harde water gemengd met natronloog. Daarbij wordt er calciumcarbonaat gevormd dat neerslaat op de aanwezige zandkorrels.

8 Welke twee reacties vinden er plaats? Geef de beide reacties in vergelijkingen weer.

Er slaat wel calciumcarbonaat maar geen magnesiumcarbonaat neer. Dat heeft enerzijds te maken met de concentraties aan calcium- en magnesiumionen en anderzijds met de oplosbaarheidproducten van calciumcarbonaat en magnesiumcarbonaat.

9 Leg uit waarom er wel CaCO_3 maar geen MgCO_3 neerslaat in een sterk basisch milieu. (Tip: gebruik ook de reactievergelijking van vraag 8.)

10 Laat in een berekening zien dat bij een hardheid van 32 DH in sterk basisch milieu een neerslag ontstaat van calciumcarbonaat. Ga ervan uit dat er alleen calciumionen aanwezig zijn, en dus geen magnesiumionen.

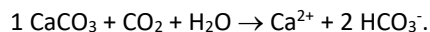
De hardheid wordt teruggebracht tot 8 DH.

11 Laat met behulp van een berekening zien hoeveel mg calciumcarbonaat er dan per liter neerslaat.

Het water bevat na ontharding wel meer natriumionen dan voorheen.

12 Hoe komt dat?

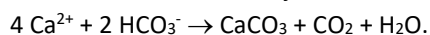
Water voor fijnproevers ANTWOORDEN



2 Beneden de 8 DH is het zacht: $8 \times 7,1 = 57$ mg. Dit komt vrij aardig overeen met de waarde in het artikel: minder dan 60 mg. Boven de twaalf is het hard: $12 \times 7,1 = 85$ mg. Ook dit komt vrij aardig overeen met de waarde in het artikel: meer dan 80 mg.

	mg Ca^{2+} per liter	
	berekend	uit artikel
8 DH	57	60
12 DH	85	80

3 Er ontstaat kalksteen bij verhitten en er kan kalkzeep neerslaan bij het wassen (met gewone (= groene) zeep).

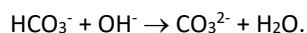


5 32 DH, wil zeggen $32 \times 7,1 \text{ mg Ca}^{2+} = 227 \text{ mg Ca}^{2+}$ per liter $\equiv 227/40,08 = 5,7$ mmol. Dan ook maximaal 5,7 mmol $\text{CaCO}_3 \equiv 5,7 \times 100,1 = 5,7 \times 10^2 \text{ mg CaCO}_3$ per liter.

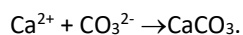
6 De sproeikoppen komen vol met kalk te zitten bij gebruik van het zeer harde water.

7 De kalk in de sproeikoppen 'lost' in de azijn op. Beter: de azijn reageert met de kalk in de sproeikoppen.

8 Allereerst reageren de waterstofcarbonaationen met hydroxideionen:



Daarna reageren de gevormde carbonaationen met de aanwezige calciumionen:



9 Omdat de calciumionenconcentratie groter is dan de magnesiumionenconcentratie en het oplosbaarheidsproduct van calciumcarbonaat kleiner is dan dat van magnesiumcarbonaat zal er eerder een neerslag van calciumcarbonaat ontstaan dan van magnesiumcarbonaat. Beide factoren, concentratie en oplosbaarheidproduct, spelen een rol.

10 $[\text{Ca}^{2+}] = 5,7 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. In een sterk basisch milieu is alle HCO_3^- omgezet in CO_3^{2-} , daarom $[\text{Ca}^{2+}] : [\text{CO}_3^{2-}] = 1 : 2$, dus $[\text{CO}_3^{2-}] = 1,1 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$. $[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{CO}_3^{2-}] = 6,4 \times 10^{-5}$. Het oplosbaarheidproduct $K_s = 5,0 \times 10^{-9}$. Dus het ionenproduct is veel groter dan de waarde van K_s dus zal er een neerslag ontstaan.

11 Van 32 tot 8 DH, dus een daling van 24 DH = $24 \times 7,1 = 170 \text{ mg Ca}^{2+} = 170/40,08 = 4,3$ mmol. Dan ook 4,3 mmol $\text{CaCO}_3 = 4,3 \times 100,1 = 430 \text{ mg}$ per liter.

12 Er was natronloog toegevoegd: voor elk calciumion dat verdwijnt komen er twee natriumionen in de plaats.

De Telegraaf, 10 februari 2001

Pijnbestrijding is er al heel lang. Reeds 400 jaar voor Christus gebruikte de Griekse arts Hippocrates sappen uit de bast van wilgen om pijnklachten te behandelen.

Opdracht

Maak een poster op A3 formaat waarbij je de ontwikkeling van de pijnbestrijding in de loop van de eeuwen duidelijk weergeeft in een tijdperk. Vermeld ook de chemische formules van de verschillende stoffen die genoemd worden (gebruik <http://www.chemfinder.com/>) en geef aan op welke manier elk van de genoemde stoffen de pijn bestrijdt.

Pijnbestrijding steeds effectiever

ZOEKTOCHT NU GERICHT OP SELECTIEVE MIDDELEN

1859
Oostenrijker **dr. Felix Hoffmann** fabriceert een chemische aangepaste vorm van het bestanddeel acetylsalicylzuur ofwel **aspirine**.

400 VC
Griekse wijsgeer **Hippocrates** gebruikte sappen uit bast van wilg om pijnklachten te behandelen.

1827
Eindelijk werkzame bestanddeel van wilgenboom, **salicine** gevonden en geïsoleerd.

1968
Chemische variant **ibuprofen** ontwikkeld met minder bijwerkingen dan aspirine.

Indianen gebruikten extracten van bast wilgenboom om pijn te bestrijden.

2001
Ibuprofen in gelvorm, hierdoor stof sneller tot actie in lichaam.

ONTWIKKELING PIJNSTILLER

Middeleeuwen
Thee van wilgenbladeren getrokken om pijn te bestrijden.

Toekomst
Ontwikkeling **COX-2 remmers** ofwel selectieve pijnbestrijders zonder daarbij andere lichaamsprocessen te verstoren.

Advil

© DE TELEGRAAF - BRON: REUTERS/ADVIL

AMSTERDAM - Hippocrates wist het al: reeds 400 jaar voor Christus gebruikte de bekende Griekse arts de sappen uit de bast van de wilg, de *Salix alba*, om pijnklachten te behandelen. De wilgenboom vormt in feite het wortelpuntje van een reeks geweldige innovaties op het gebied van pijnbestrijding die met name de laatste 40 jaar in razend tempo plaatsvonden. *Salix alba* werd salicine, vervolgens acetylsalicylzuur ofwel aspirine, waarna ibuprofen ontdekt werd. Net nieuw is een snelle ibuprofen in gel-vorm. Nu op naar de meer selectieve COX-2 remmers.

„Het heeft flink wat jaren geduurd voordat het werkzame bestanddeel van de wilgenboom, salicine, werd geïsoleerd”, vertelt apotheker dr. C. Baggerman uit Eindhoven. „Dat gebeurde uiteindelijk pas in 1827. Tot die tijd stond de boom al eeuwen bekend om zijn helende werking bij pijn, koorts en infecties. De indianen gebruikten al extracten van de bast van de boom. En in de Middeleeuwen trokken mensen thee van de bladeren. Maar welk stofje in de boom nu precies verantwoordelijk was voor het genezende effect, bleef tot het begin van de 19de eeuw onbekend.”

Na de ontdekking van salicine in 1827, duurde het vervolgens tot 1899 voordat de Oostenrijkse apotheker en scheikundige dr. Felix Hoffmann als eerste een chemisch aangepaste vorm van het bestanddeel wist te fabriceren, het zogeheten acetylsalicylzuur, beter bekend als aspirine (Bayer).

Waarom eigenlijk een chemische variant als het ook natuurlijk kan? „Planten vormen in principe de moeder van alle geneesmiddelen, maar er kleven verschillende nadelen aan het gebruik”, zegt Baggerman. „Zoals het risico van een mislukte oogst. Toen bijvoorbeeld de Tsjernobyl-ramp plaatsvond, was de toevoer van kruiden uit een groot omringend gebied tijden lang onderbroken. Het isoleren van het werkzame bestanddeel voorkomt ook dat de patiënt een mengsel van stoffen binnenkrijgt, of zelfs vervalsingen.”

Ofschoon het aspirientje een gigantische markt wist te veroveren — jaarlijks worden zo'n elf miljard van de witte pilletjes geperst — en later ook een goede remedie bleek tegen een dreigend hartinfarct, beroerte of hart-ritmestoornis, gingen wetenschappers op zoek naar een nog verder verbeterd product. „Aspirine gaf namelijk nogal wat bijwerkingen, in onder meer de maag”, vertelt Baggerman.

„Zo ontstond in 1968 de chemische variant ibuprofen. Net als aspirine een pijnbestrijder, maar door zijn chemische aanpassing geeft ibuprofen nageenog geen bijwerkingen en is bovendien veel breder inzetbaar. Ibuprofen werkt bijvoorbeeld goed bij reumatische klachten en andere ontstekingspijnen. Andere veel gebruikte zelfzorgmiddelen als paracetamol, geven weliswaar ook minder bijwerkingen dan aspirine, maar werken minder goed bij dergelijke ontstekingsreacties”, vertelt de apotheker.

Vanaf 1968 gaan de innovaties ineens een stuk harder. Deze maand introduceert fabrikant Whitehall alweer een ibuprofen in vloeibare capsulevorm, de zogeheten Advil Liquid-Caps. „Door deze vloeibare toedieningsvorm komt de stof veel sneller tot actie in ons lichaam”,

zegt dr. Baggerman.

„Het zoeken naar de juiste toedieningsvorm is overigens heel belangrijk binnen de farmacologie”, benadrukt hij. „Niet alleen voor een betere tijd-effect curve, ook gebruikersgemak en psychologisch effect spelen hierbij een rol.” Hij licht toe: „Mensen die bijvoorbeeld last hebben van hun ogen reageren beter op oogdruppels dan op hetzelfde medicijn in tabletvorm.”

Het heeft overigens nog best even geduurd voordat de wetenschap uitvond hoe aspirine — en ibuprofen — precies werkt. Begin jaren '70 ontdekte de Britse farmacoloog Sir John R. Vane dat de stof de aanmaak van zogeheten prostaglandines remt. Dit zijn weefselhormonen die vrijkomen bij trauma of ontstekingsreacties en verantwoordelijk zijn voor het pijngevoel. De pijnstillers blokkeren een bij deze aanmaak betrokken enzym, het zogeheten COX.

Begin jaren '90 werd ontdekt dat bovengenoemd enzym in twee vormen voorkomt, COX-1 en COX-2. Baggerman legt uit: „COX-2 is betrokken bij de aanmaak van prostaglandines die pijn en ontsteking veroorzaken. COX-1 daarentegen produceert prostaglandines die nodig zijn voor normale lichaamsfuncties zoals de be-

scherming van het maaglijmvlies en de klontering van bloedplaatjes.”

De nieuwe generatie pijnstillers worden specifiek ontwikkeld om alleen dit COX-2 te remmen: „Dan bestrijdt je namelijk heel selectief de pijn, zonder daarbij andere lichaamsprocessen te verstoren. Je ontkoppelt dus werking en bijwerking”, zegt Baggerman. Vorig jaar werd voor het eerst in Nederland zo'n selectieve COX-2 remmer op de markt gebracht (uitsluitend nog op recept) door Merck Sharp & Dohme (VIOXX). De Eindhovense apotheker voerspelt echter dat deze nieuwe trend binnen afzienbare tijd nog veel meer middelen zal voortbrengen.

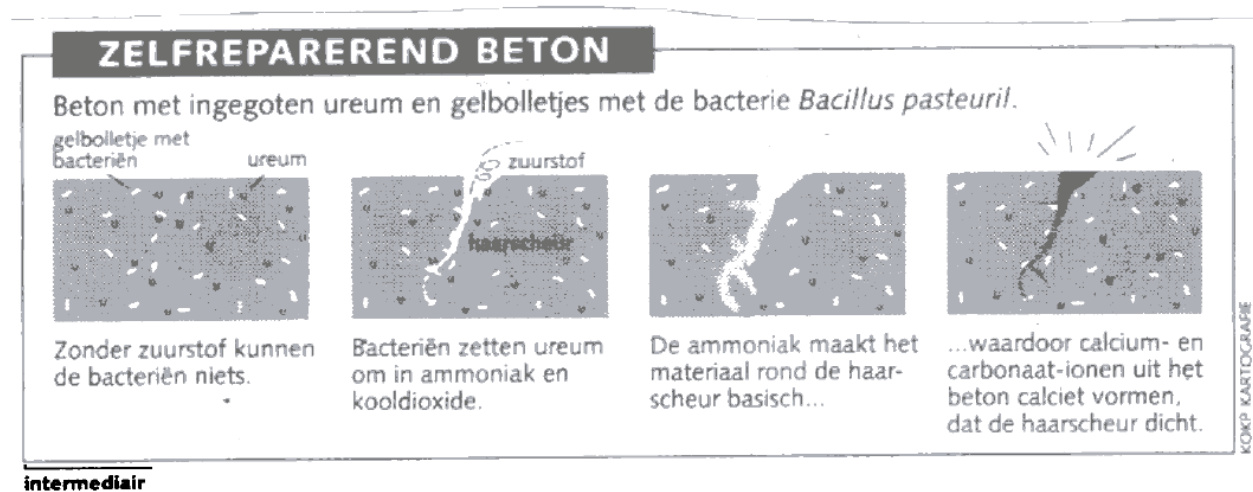
Innovaties
volgen
elkaar
in rap
tempo op

Pijnbestrijding ANTWOORDEN

In Chemie Aktueel 27 (mei 1998) is bij de opgave 'De zon gaat voor niets op' een aantal richtlijnen gegeven waaraan een poster zou kunnen voldoen. Richtlijnen op het gebied van lay-out en inhoud.

ZELFREPAREREND BETON OPGAVEN

Intermediair, 8 maart 2001



Planten en dieren herstellen hun eigen wonden. Geen gek idee, vinden technici. Ze werken aan zelfherstellende materialen voor onverwoestbare autoruiten, koffiekopjes, bruggen en vliegtuigonderdelen. Zo is er ook zelfreparerend beton ontwikkeld.

Beton is een hard, steenachtig materiaal. Als het te zwaar wordt belast, ontstaan er haarscheuren (heel kleine scheuren) die steeds groter kunnen worden. Als de haarscheuren tijdig worden gerepareerd, scheurt het beton niet verder. Bij zelfreparerend beton zijn de benodigde stoffen al in het beton aanwezig.

Het herstelproces van beton verloopt via een aantal deelstappen. De eerste stap is de omzetting van het aanwezige ureum in ammoniak en koolstofdioxide. Dit gebeurt met bacteriën

1 Wat is er nog meer nodig om deze omzetting gerealiseerd te krijgen?

Ureum heeft als formule $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$. Ureum reageert met water tot ammoniak en koolstofdioxide.

2 Geef de omzetting van ureum in de genoemde stoffen in een reactievergelijking weer.

De gevormde stoffen kunnen daarna via evenwichtsreacties omgezet worden in onder andere carbonaationen. Deze ionen geven dan met aanwezige calciumionen een neerslagreactie.

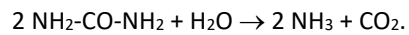
3 Laat via evenwichtsreacties zien hoe carbonaationen gevormd worden uit ammoniak, koolstofdioxide en water.

4 Leg uit dat er steeds opnieuw carbonaationen gevormd worden.

5 Waarom stopt de productie van ammoniak en koolstofdioxide als de scheur in het beton gedicht is?

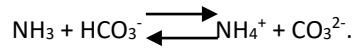
Zelfreparerend beton ANTWOORDEN

1 Er is zuurstof nodig die de aanwezige bacteriën aanzet tot de omzetting van ureum in koolstofdioxide en ammoniak.



3

Als eerste reactie: $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{HCO}_3^-$. De aanwezige waterstofcarbonaationen reageren dan verder met ammoniak:



4 De aanwezige carbonaationen worden door de calciumionen weggenomen. Het evenwicht zorgt dan voor de aanmaak van nieuwe carbonaationen.

5 Dan kan er geen zuurstof meer bij de bacteriën komen en stoppen de bacteriën met de omzetting van ureum in ammoniak en koolstofdioxide.



Nog schoner aardgas

Aardgas kan nog schoner. Want hoewel de verbranding vrijwel ideaal verloopt, komt er toch nog CO_2 vrij. De C/H verhouding van aardgas is al gunstig, maar je kunt het nog verbeteren door waterstof bij te mengen. Op pagina drie van Technisch Weekblad vorige week valt daar alles over te lezen.

Er is becijferd dat totaal 17 volumeprocent waterstof kan worden bijgemengd. De broeikaswinst daarvan hangt natuurlijk af van de manier waarop dit waterstof wordt gemaakt. Een gangbare route is productie uit aardgas. Omdat dit logistiek handig is, wordt dit in een aantal experimenten zo gedaan. Broeikas-technisch schiet je daar natuurlijk weinig mee op. Maar laten we in deze opgave aannemen dat het waterstof elektrolytisch wordt gemaakt met de stroom van windmolens.

Opgave: welke vermindering in CO_2 -uitstoot wordt bereikt door bijmenging van waterstof?

Gegevens: Neem een mengsel met 17 volumeprocent waterstof. Neem aan dat aardgas volledig uit methaan bestaat. We blijven in de nieuwe situatie evenveel energie gebruiken. De verbrandingswarmte van waterstof is 11 GJ/m^3 en van methaan 36 GJ/m^3 (bij 273K en 1 atm). Bereken de percentuele verbetering.

De titel van een artikel suggereert vaak wat.

1 Wat wordt er bedoeld met de uitspraak 'Nog schoner aardgas'?

De C/H-verhouding van aardgas is gunstig.

2 Wat wordt daarmee bedoeld?

3 Laat zien dat aardgas (methaan) van de alkanen de meest gunstige C/H-verhouding heeft.

Een gangbare route van het produceren van waterstof is vanuit aardgas. De reactie tussen aardgas en stoom levert uiteindelijk waterstof en koolstofdioxide op.

4 Geef de reactie in een vergelijking weer.

5 Leg uit dat je broeikastechnisch hier weinig mee opschiet.

Netto is er geen verschil in het rechtstreeks verbranden van aardgas of de route van eerst omzetten in waterstof en daarna het waterstof verbranden.

6 Laat dit via reactievergelijkingen zien.

In het artikel laat men waterstof ontstaan via elektrolyse (van water) waarbij de elektriciteit geleverd wordt door windmolens.

7 Geef de reactievergelijking van deze elektrolyse.

8 Waarom is het gebruik van elektriciteit geleverd door windmolens gunstig voor het broeikaseffect?

En dan de vraag in het artikel.

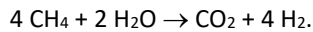
9 Welke vermindering in de koolstofdioxide-uitstoot wordt bereikt door bijmenging van 17% waterstof?

Nog schoner aardgas ANTWOORDEN

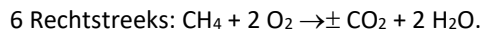
1 Dat er bij de verbranding minder schadelijke stoffen vrijkomen.

2 Dat er verhoudingsgewijs veel waterstof ten opzichte van koolstof aanwezig is.

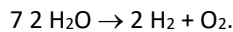
3 Methaan is CH_4 , $\text{C}/\text{H} = 1/4$. Ethaan is C_2H_6 , $\text{C}/\text{H} = 1/3$. Propaan is C_3H_8 , $\text{C}/\text{H} = 3/8$. De C/H verhouding wordt steeds groter dus minder gunstig (want dan ontstaat er meer CO_2).



5 Ook hierbij ontstaat koolstofdioxide en wel net zoveel als bij de normale verbranding van methaan.



Via deelstappen: 1^e stap: $\text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2$. 2^e stap: $4 \text{H}_2 + 2 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O}$. Totaal levert dat ook weer $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ op.



8 Bij het opwekken van elektriciteit door windmolens komen geen koolstofdioxide en andere vervuilende stoffen vrij.

9 Dan 17% waterstof en 83% methaan. Dit mengsel moet evenveel energie leveren als 100 % methaan.

Mengsel: $0,17 \times 11 + 0,83 \times 36 = 32 \text{ GJ/m}^3$. Hiervan heb je dus $36/32 = 1,13 \text{ m}^3$ nodig om evenveel energie te verkrijgen als van 1 m^3 methaan. Dus je hebt $0,83 \times 1,13 = 0,94 \text{ m}^3$ methaan. Dat is $0,06 \text{ m}^3$ methaan minder en dus ook een even grote hoeveelheid koolstofdioxide minder, dus een daling van 6%.

Wastabletgel

De groene gelkussentjes met wasmiddel voelen aan als dikke blubber. Ze zijn een beetje kneedbaar én stevig, bewijzen proeven bij producent Robijn. Daar hebben ze hun nieuwe Robijn Capsules met veel geweld tegen een muur gesmeten, zonder schade aan de gelkussentjes. Die zijn bovendien voor de recente marktintroductie door honderden huishoudens tot maanden achtereen beproefd. En ook toen is geen van de gebruikte plastic zakjes met gel gescheurd.

De capsules zijn vast en toch vloeibaar, is het idee erachter. Het wasmiddel is een vloeibare gel, die in een capsule van oplosbare kunststof is gestopt. Een vloeibare gel maakt dat de werkzame stoffen goed toegankelijk zijn voor het waswater. Bovendien hecht gel makkelijk aan het textielweefsel.

Gel laat bovendien geen witte sporen achter. Waspoeder en wastabletten doen dat wel, zeker op donker wasgoed. Uit wasproeven – in het eigen Robijn-laboratorium en bij TNO – blijkt dat de capsules net zo goed wassen als vloeibare gel zonder omhulsel. Gel is in principe bedoeld voor de fijnwas.

De kussentjes lijken op poffertjes. Ze worden op een speciale machine in de fabriek gemaakt. Een superdunne kunststoffilm met een dikte van hooguit 70 micrometer loopt over een plaat met talloze holtes in de vorm van poffertjes. Daarin zitten gaatjes waardoor lucht wordt weggezogen.

De onderdruk die dan ontstaat, trekt de film in de holtes. Die worden vervolgens met de vloeibare gel gevuld waarna er een tweede film over de poffertjes wordt getrokken. Deze wordt vastgemaakt aan de onderliggende filmlaag. De 'poffertjes' worden vervolgens uitgesneden.

De film is gemaakt van polyvinylalcohol. Deze kunststof, die voor diverse toepassingen wordt gebruikt, lost goed op in water, zo goed dat er in VS medicijnbolletjes van zijn gemaakt. Die lossen

in het lichaam op, waarbij het medicijn vrijkomt, zo blijkt uit recente proeven. Komt een gelcapsule in aanraking met (warm) water, dan moet die binnen dertig seconden openspringen. De gel kan er dan uit en aan de was beginnen. De capsule zelf lost in ongeveer een minuut op en verdwijnt vervolgens via het spoelwater richting riool. In de rioolwaterzuiveringsinstallatie breken bacteriën de opgeloste kunststof volledig af tot water en kooldioxidegas.

Naarmate de wastemperatuur hoger is, gaat dat oplossen sneller. Maar ook in koud water lost de capsule snel op, blijkt uit wat geklooi in de wasbak. Er ontstaat

eerst een slijmerige plakkerige smurrie die uiteindelijk verdwijnt.

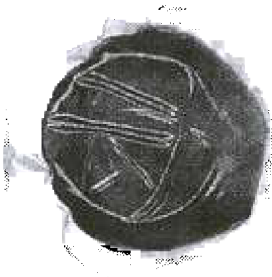
De capsules combineren de wasvoordelen van gel en de makkelijke doseerbaarheid van tabletten. Eenvoudig doseren is wat de consument wil. Zo'n gelkussentje voorkomt

geklieder met een doseerbolletje. Het Amerikaanse bedrijf Procter & Gamble en het Duitse Henkel, de grootste concurrenten van Robijn (Unilever) waren als eerste op de markt met doseertabletten met poeder, enkele weken eerder dan de tabletten van Robijn. Die is nu de eerste met de 'vaste' gel. Maar Procter volgt met een vergelijkbaar systeem dat momenteel in de markt wordt getest, mogelijk al binnen een jaar.

In Nederland heeft poeder, gerekend naar omzet, een marktaandeel van 65 procent. Drie jaar geleden was dat nog 84 procent. Het aandeel van doseertabletten op de wasmiddelenmarkt is nu zo'n tien procent, dat van vloeibare wasmiddelen voor hoofd- en fijnwas samen is zo'n vijftienvintig procent, blijkt uit onderzoek van marketingbureau ACNielsen.

Zowel het aandeel van vloeibare producten als van doseertabletten stijgt jaarlijks met meer dan 20 procent. De marktverwachtingen voor de combinatie, de 'vaste' gel, zijn daarom hoog gespannen.

Broer Scholtens



Versie I

Een gel is een substantie tussen vast en vloeibaar in.

De capsules met het wasmiddel zijn 'vast en toch vloeibaar', zegt het artikel.

1 Licht dit toe.

2 Welke voordelen brengt het wassen met gel met zich mee?

De plastic omhulsels zijn gemaakt van PVA, polyvinylalcohol. Vinylalcohol is ethenol.

3 Geef de structuurformule van vinylalcohol.

4 Geef de reactievergelijking voor de vorming van PVA.

5 Leg uit waardoor PVA goed oplosbaar is in water.

Als afval wordt het PVA afgevoerd via het spoelwater. Bacteriën doen daarna hun werk.

6 Wat doen de bacteriën met het PVA?

7 Geef de reactievergelijking van deze afbraakreactie.

De capsules combineren twee positieve eigenschappen.

8 Welke twee eigenschappen worden er bedoeld?

Versie II

Het PVA is oplosbaar in water. Maar lost het PVA bij elke temperatuur even goed op? En hoe snel gaat dat oplossen dan?

Schrijf een werkplan waarmee je gaat onderzoeken hoe snel PVA oplost bij verschillende (was)temperaturen. Is er ook een optimale temperatuur?

Bespreek je werkplan en voer het dan uit. Maak een verslag van je bevindingen.

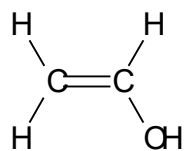
Wastabletgel ANTWOORDEN

Versie I

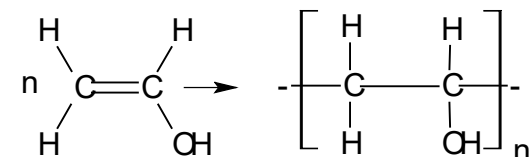
1 Door het omhulsel is het stevig en lijkt het een vaste stof. Binnenin de capsule zit echter een gel die vloeibaar is en vrijkomt als de capsule in water terecht komt.

2 Gel hecht zich makkelijker aan het wasgoed en zorgt ervoor dat de werkzame stoffen goed toegankelijk zijn voor het waspoeder. Verder laat een gel geen witte sporen achter.

3



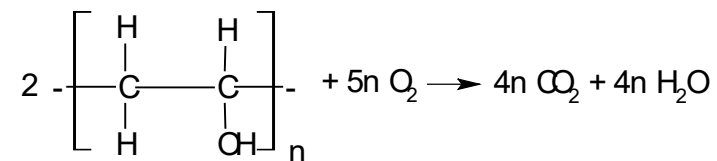
4



5 PVA heeft per repeterende eenheid een OH-groep die H-bruggen kan vormen met water.

6 De bacteriën 'verbranden' het PVA tot koolstofdioxide en water. De vrijkomende energie gebruiken de bacteriën voor zichzelf.

7



8 De capsules combineren de wasvoordelen van gel en de makkelijke doseerbaarheid van tabletten.

Shell Venster, september/oktober 2000

WILT U OOK EEN CPO-WK?

HUIS MET MICRO-WARMTEKRACHTKOPPELING

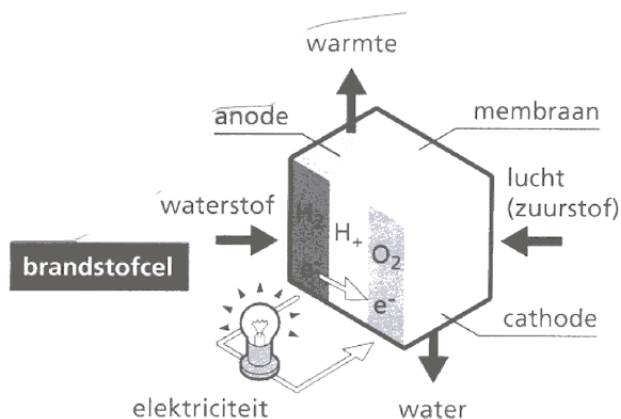
Met een micro-warmtekrachtcentrale kan zuinig met energie worden omgegaan door het hoge rendement en omdat overtollige elektriciteit teruggegeven kan worden aan het openbare net.

A Aardgas wordt in CPO-proces omgezet in waterstof, de brandstof voor de brandstofcel.

In een brandstofcel wordt direct elektriciteit opgewekt door waterstof en zuurstof bij elkaar te brengen. Dit gebeurt niet rechtstreeks. Via een elektrolyt wisselen de brandstof- en zuurstofstroom elektrisch geladen deeltjes uit, waardoor een spanningsverschil (elektriciteit) ontstaat en warmte vrijkomt.

De gewonnen warmte kan worden gebruikt voor warmwatervoorziening en verwarming.

Brandstofcel wekt elektriciteit op met als enig bijproduct (warm) water



TEMPERATUURVARIATIES

De grootste bijdrage van Shell in de ontwikkeling van mini-/micro-WK ligt in de zogeheten CPO-technologie, de katalytische omzetting van koolwaterstoffen in waterstof. Met gebruik van een heel speciale katalysator (een stof die chemische omvormingen versnelt zonder zelf daarin op te lossen) wordt in de eerste fase een koolwaterstof (bij een micro-WK is dat logischerwijs aardgas) omgezet in synthesegas (een menging van waterstof – H_2 –, koolmonoxide – CO – en een beetje stikstof). Dit omzettingsproces – dat plaatsvindt in enkele duizendsten van een seconde – gebeurt bij ongeveer 900 graden.

Omdat koolmonoxide een puur gif is voor brandstofcellen, moet deze stof in het synthesegas vervolgens in een zogeheten watergas-shift reactie worden omgezet in kooldioxide (CO_2), gevolgd door een katalytische 'verbranding' van de laatste resten koolmonoxide. In deze procesgang variëren de temperaturen sterk; na de CPO-fase laat waterkoeling de temperatuur dalen met zo'n 500 graden. In een volgende stap komt er rond 100 graden bij met direct daarop een daling met ongeveer 250 graden. Alles binnen ongeveer een seconde. Uiteindelijk wordt de gezuiverde waterstof over een brandstofcel geleid die werkt bij 70 graden. Gert Jan Kramer: "De grootste uitdaging van het hele systeem is om alle processtappen bij de juiste temperatuur uit te laten voeren terwijl het systeem ook met een heel korte reactietijd hoog en laag gezet moet kunnen worden."

De brandstofcel die besproken wordt, heeft waterstof nodig als brandstof. Die waterstof wordt vrijgemaakt uit aardgas via het CPO-proces: catalytic partial oxidation.

1 Lees de beschrijving in het artikel van 'katalysator'. Geef commentaar op deze beschrijving.

In het CPO-proces wordt aardgas door reactie met zuurstof omgezet in synthesesgas, een mengsel van waterstof en koolstofmono-oxide.

2 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.

3 Verklaar de benaming 'CPO' (Catalytic partial oxidation) voor dit proces.

De tweede stap is de watergas-shiftreactie waarbij koolstofmono-oxide door reactie met waterdamp omgezet wordt in koolstofdioxide. Dit wordt gedaan omdat koolstofmono-oxide een puur gif is voor de brandstofcel.

4 Wat zal bedoeld worden met de benaming 'gif' in dit verband?

5 Geef de vergelijking van de watergas-shiftreactie.

De laatste stap is een katalytische 'verbranding' van de laatste resten koolstofmono-oxide.

6 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.

7 Waarom staat verbranding tussen aanhalingstekens?

8 Hoe zou je het gevormde koolstofdioxide makkelijk kunnen verwijderen?

9 Maak een blokschema van deze omzetting van aardgas in waterstof en koolstofdioxide.

Uiteindelijk wordt het gevormde waterstof in een brandstofcel gebruikt om elektriciteit (en warmte) op te wekken.

10 Welke reactie treedt er in de brandstofcel op? Geef de vergelijking.

De brandstofcel is van het type PEM (proton exchange membrane). De benaming 'proton exchange membrane' kun je uit de tekening afleiden.

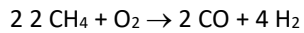
11 Licht dit toe.

12 Geef de twee halfreacties die optreden tijdens stroomlevering in een PEM-brandstofcel.

13 Welke totaalreactie verloopt dus uiteindelijk in de cel? Geef de reactievergelijking.

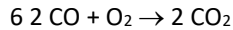
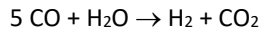
CPO-WK ANTWOORDEN

1 Een katalysator versnelt chemische processen zonder daarbij verbruikt te worden. Dus het laatste deel klopt niet: over oplossen moet veranderd worden in niet verbruikt worden.



3 CPO: de reactie wordt door een katalysator versneld, en het is slechts een gedeeltelijke oxidatie van methaan.

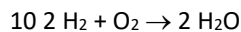
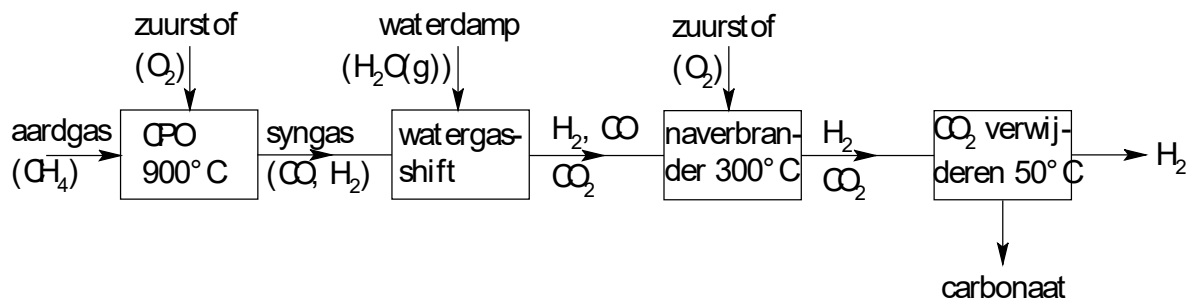
4 Als koolstofmono-oxide in de brandstofcel terecht komt, werkt die cel niet meer of niet meer naar behoren.



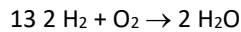
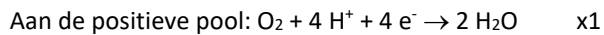
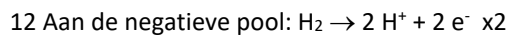
7 Het is geen normale verbranding met vuurverschijnselen maar een verbranding met behulp van een katalysator.

8 Het gasmengsel leiden door kalkwater: koolstofdioxide reageert en blijft achter.

9



11 Er worden H⁺ deeltjes door het membraan getransporteerd. Dat zijn protonen.



Agrarisch Dagblad, 30 november 2000

Höhn slaat alarm over toestand Duitse bossen

DÜSSELDORF – De schade door verzuring aan de bossen in de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen is groter dan ooit. Slechts een kwart van alle loofbomen en 43 procent van de naaldbomen blijkt zonder aantoonbare schade. Minister Bärbel Höhn kondigt scherpere maatregelen aan om de emissie vanuit de landbouw drastisch te beperken.

Noordrijn-Westfalen heeft voor de eerste keer de ecologische toestand van het bos in kaart gebracht. De uitkomsten zijn volgens minister Höhn, verantwoordelijk zowel voor milieu, gezondheid als landbouw, alarmerend. Op ruim tachtig procent van de bosbodem overschrijdt de belasting van schadelijke stoffen de kritische grenswaarden. Een overmaat aan stikstof en verzuring wordt vooral aangetroffen in de veerrijke regio Nederrijn en het Eggegebied. Binnen een jaar is het aandeel bomen met duidelijke schade zes punten gestegen tot dertig procent.

"De te hoge belasting van de lucht met schadelijke stoffen uit het verkeer, maar ook uit de grootschalige veehouderij speelt een sleutelrol bij de alarmerende toestand van het bos. Alleen de consequente vermindering van de uitstoot kan de bossen veilig stellen met hun belangrijke functies voor de natuurbescherming, ruimte om te ontspannen, behoud van de waterkwaliteit en de duurzame bosbouw", aldus minister Höhn.

De bossen in Noordrijn-Westfalen kampen met de erfenis van de zware kolen- en staalindustrie in het Ruhrgebied, die een eeuw lang wolken giftige stoffen uitbraakte.



Een overmaat aan stikstof en verzuring ruïneert de bossen. Foto ANP

De industriële activiteiten zijn sinds de jaren tachtig sterk afgenomen en bovendien schoner dan voorheen. Zo daalde de jaarlijkse uitstoot aan zwavel sinds 1990 van 540.000 ton tot 220.000 ton. De stikstofbelasting door het verkeer groeide in dezelfde periode echter van 100.000 ton tot 224.000 ton. En minister Höhn stelt vast dat de druk vanuit – wat zij consequent noemt – de 'massaveehouderij' beslist niet is afgenomen.

De bosbalans toont, volgens Höhn aan dat ze met haar in 1995 ingezette beleid om de intensieve veehouderij te beperken op de goede weg is. "Naast de uitstoot van stikstof door verkeer en industrie blijft de

emissie van ammoniak – die voor circa negentig procent uit de landbouw komt – een hoofdbron van een niet te accepteren afvalstroom naar het ecosysteem van het bos."

Momenteel wordt in Noordrijn-Westfalen een aanscherping van de grenswaarden voor de uitstoot van schadelijke stoffen voorbereid. Een strategische zet is eveneens het programma voor het landelijk gebied waarin boeren financiële compensatie krijgen voor ecologische prestaties op vrijwillige basis. De subsidie vloeit naar bedrijven die gezamenlijk 155.000 hectare landbouwgrond bewerken en zorgt voor een aanmerkelijke beperking van het kunstmestgebruik. (Corr)

In het artikel wordt gesproken over verzuring van de bossen in Duitsland.
Een aantal stoffen is daarvoor verantwoordelijk.

Schrijf naar aanleiding van het artikel een verhaal van maximaal 1½ pagina A-4 voor je medeleerlingen over verzuring van bossen in natuurgebieden. Laat duidelijk naar voren komen hoe elk van de schadelijke stoffen het milieu verzuurt. Stoffen die besproken dienen te worden zijn zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak.

Verder de omzetting van deze drie stoffen zwavelzuur en salpeterzuur.

Geef aan je uitleg een chemische grondslag in de vorm van onder andere optredende reactievergelijkingen.

Gebruik eventueel ook informatie uit je scheikundeboek en/of andere bronnen.

Geef ook aan of je het eens bent met de conclusies van minister Höhn en of je denkt dat de aangekondigde maatregelen voldoende effect zullen bewerkstelligen. Onderbouw je mening met argumenten.

de Volkskrant, 4 mei 2001

Onrust over duister 'MKZ-buisje'

Van onze verslaggever

AMSTERDAM

Twee jonge veehouders rijden dinsdagmiddag over de slingerende Dijkersweg in Kootwijkerbroek als zij een man – 'normaal postuur, donker haar, met plastic handschoenen aan' – 'iets' zien doen bij een straatnaambord. De boeren minderen vaart, maar vinden het ongepast te stoppen, vertellen betrokkenen.

Langzaam rijden ze door, om na enige tijd toch rechtsomkeert te maken. Want het is wel gek, zo'n onbekende figuur op zo'n afgelegen plek. Als ze terugkomen bij het straatnaambord is de man verdwenen. Wel heeft hij wat achtergelaten. Zorgvuldig is een 'reageerbuisje met inhoud' met een bandje aan de paal bevestigd.

Dat is niet pluis, weten de boeren uit Kootwijkerbroek, dat eind maart werd getroffen door mond- en klauwzeer. Sindsdien heerst in het dorp achterdocht. Want waarom heeft het virus

zich na de besmetting bij een kalvermesterij niet verspreid?

Het busje lijkt daar te hangen om gehaald te worden. De veehouders besluiten de wacht te houden.

Als zich even voor zeven uur nog niemand heeft laten zien, slaan de boeren alarm. Fysiotherapeute T. Tuyll van Serooskerken is er 'in een flits'. De oprichtster van de stichting Boeren Vee aarzelt geen moment. Ze licht viroloog S. Barteling in.

Deze constateert dat de substantie in het busje in ieder geval geen water is; daarvoor is het spul te dik. Misschien is het menselijk speeksel. Mogelijk is het uiterst besmettelijk vocht uit een blaarwond.

Dat betekent dat iemand MKZ in Kootwijkerbroek wil brengen, waar al 80 duizend beesten zijn vernietigd. 'Zoiets bedenkt je toch niet', roept Tuyll van Serooskerken. Omdat er mogelijk sprake is van opzet, wordt het busje gefotografeerd en gefilmd. Tevens wordt de substantie door Barteling gesplitst.

De fysiotherapeute vertrouwt de autoriteiten niet. Daarom wordt de helft bewaard op een 'geheime plek' voor eventuele contra-expertise.

De andere helft wordt in het ID-Lelystad – dat alle MKZ-tests uitvoert – overhandigd aan het Arnhemse OM. Dat zal de herkomst van het busje laten onderzoeken. Over de inhoud is nog niets bekend. 'Alles is mogelijk', aldus persofficier M. van der Mark. Een woordvoerder van het ID-Lelystad heeft 'geen idee' wanneer de uitslag bekend wordt.

Misschien is slechts sprake van een grap, zegt Tuyll van Serooskerken, maar dan wel een 'zeer misselijke grap'. Anders gaat het volgens Barteling om het 'reinste bio-terrorisme', mogelijk gepleegd door een boer die zijn eigen bedrijf wilde besmetten om in aanmerking te komen voor een opkoopregeling. Een veehouder reageert laconiek, bang voor een nieuwe hetze: 'Waarschijnlijk levert het niets op.'

Eindhovens Dagblad, 5 mei 2001

de Volkskrant, 5 mei 2001

Mysterieus MKZ-buisje blijkt van TNO te zijn

ARNHEM - Het verdachte busje dat dinsdag werd gevonden in Kootwijkerbroek bevatte geen MKZ-materiaal. Het busje is afkomstig van TNO en werd gebruikt voor een onderzoek naar ammoniakconcentraties. Een test op het onderzoekscentrum ID-Lelystad heeft uitgewezen dat het busje geen virus bevat, meldt het Openbaar Ministerie in Arnhem. De vondst van het busje leidde tot veel commotie, ook al omdat veel boeren in Kootwijkerbroek

twijfelen of er in hun gemeente wel echt MKZ is uitgebroken. Uit onderzoek door het OM blijkt dat het busje eigendom is van TNO. Dit instituut onderzoekt sinds 1996 de concentratie van verzurende stoffen in de lucht, waaronder ammoniak. Daartoe had een medewerker van TNO op 1 mei een busje achter een straatnaambordje in Kootwijkerbroek opgehangen. Na alle ophef heeft TNO zelf contact opgenomen met het OM.

Verdacht reageerbuisje bevat geen MKZ-virus

Het reageerbuisje dat afgelopen dinsdag door twee veehouders in Kootwijkerbroek is aangetroffen achter een straatnaambord, bevat geen MKZ-virus. Het busje is onderdeel van een TNO-onderzoek naar ammoniakconcentraties in de lucht. De inhoud heeft een zuurwaarde waarin geen enkel virus kan overleven, aldus ID-Lelystad. De veehouders en betrokkenen hadden het busje woensdag overhandigd aan het Arnhemse Openbaar Ministerie, dat het busje op MKZ liet onderzoeken bij ID-Lelystad. De afgelopen dagen veroorzaakte het verdachte busje grote commotie in het dorp, waar eind maart mond- en klauwzeer uitbrak.

De gebeurtenissen.

In Kootwijkerbroek heerste tijdens de MKZ-crisis een sfeer van achterdocht.

1 Wat betekent MKZ?

2 Waarom was men achterdochtig?

De handelingen van de TNO-medewerker hebben heel wat teweeg gebracht.

3 Beschrijf stap-voor-stap wat zich afspeelde.

4 Noem twee dingen waaruit wantrouwen bleek.

Het onderzoek van de inhoud van het buisje leverde geruststellende resultaten.

5 Welke twee resultaten worden over het onderzoek van ID-Lelystad vermeld?

Het onderzoek van het instituut TNO.

6 Wat onderzoekt TNO sinds 1996?

7 Vind je het logisch dat daar ook ammoniak bij wordt genoemd?

In Kootwijkerbroek deed TNO onderzoek naar ammoniakconcentraties in de lucht.

8 Welk soort stof zat daartoe (volgens ID-Lelystad) in het buisje?

Een vloeistof die erg geschikt is om de ammoniakconcentratie in lucht te bepalen is zwavelzuur.

9 Welk *type* reactie verloopt als lucht met daarin ammoniak in contact komt met zwavelzuur?

10 Schrijf de reactievergelijking op voor de reactie uit vraag 9.

11 Bedenk of je bij dit onderzoek moet weten hoeveel zwavelzuur er in het begin in het buisje zit. Beredeneer je antwoord.

12 Bedenk of het buisje moet blijven hangen tot al het zwavelzuur heeft gereageerd. Beredeneer je antwoord.

13 Geef je mening over de manier waarop TNO dit onderzoek uitvoerde.

MKZ: FIETS EEN BLOKJE OM OPGAVEN

De Vogelvrije fietser, nummer 5, mei/juni 2001

MKZ: fiets een blokje om

Bij de ingang van de door MKZ besmette gebieden liggen ontsmettingsmatten waar ook de fiets overheen moet. In Friesland wordt de hele fiets zelfs afgespoten. Als ontsmettingsmiddel dient een oplossing van natronloog (1 %) of citroenzuur (2 %). Natronloog wordt ook gebruikt als gootsteenontstopper en werkt goed tegen bacteriën, virussen en al wat leeft: het breekt gewoon de celwand af, ook van het MKZ-virus. En wat doet het met de fiets? Beide middelen tasten het aluminium aan. Aluminiumvelgen bijten niet onmiddellijk weg, maar het mooie is er wel voorgoed vanaf. Het tast overigens ook schoeisel en banden aan. Wie in de buurt van een MKZ-haard woont, kan dus maar beter een oude fiets uit de schuur pakken.

1 Zoek in Binas de rationele namen op voor natronloog en citroenzuur.

2 Bereken de molariteit van 1 (massa) % natronloog. Stel de dichtheid op $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

3 Teken de structuurformule van citroenzuur en schrijf de molecuulformule op.

Volgens het artikel tasten zowel citroenzuur als natronloog fietsonderdelen aan die van aluminium gemaakt zijn.

4 Schrijf de vergelijking op van de reactie die verloopt als aluminium met een oplossing van citroenzuur in contact komt.

5 Zoek in Binas de vergelijkingen van de beide halfreacties op voor de reactie die verloopt als aluminium in contact komt met natronloog. Geef tevens de vergelijking van de totaalreactie.

Mysterieus MKZ-buisje ANTWOORDEN

1 Mond- en klauwzeer.

2 Er was eind maart een MKZ-besmetting vastgesteld maar deze had zich niet verspreid.

3 - Een onbekende man doet "iets" bij een straatnaambord;

- Twee voorbijkomende veehouders merken dit op;

- De veehouders komen iets later terug en vinden een 'reageerbuisje met inhoud';

- De veehouders houden de wacht;

- Later "slaan ze alarm" en halen mevrouw Tuyll erbij;

- Mevrouw Tuyll licht de viroloog Barteling in;

- Barteling doet waarnemingen aan de inhoud van het buisje;

- Het buisje wordt gefotografeerd en gefilmd;

- De substantie uit het buisje wordt in twee helften gesplitst;

- De ene helft wordt bewaard voor een eventuele 'contra-expertise';

- De andere helft wordt bij ID-Lelystad overhandigd aan het Arnhemse OM om te worden onderzocht;

- De test bij ID-Lelystad wijst uit dat het buisje geen MKZ-materiaal bevat;

- TNO hoort van de 'ophef' en neemt zelf contact op met het OM;

- Het buisje blijkt door TNO te zijn opgehangen voor luchtonderzoek.

4 De ene helft van de 'substantie' wordt bewaard voor een eventuele contra-expertise. De andere helft werd overhandigd aan het OM (en niet direct aan ID-Lelystad).

5 Het buisje bevat geen MKZ-virus. De inhoud heeft een zuurwaarde waarin geen enkel virus kan overleven.

6 De concentratie van verzurende stoffen in de lucht.

7 Nee, ammoniak is een basische stof.

8 Zuur. (Een inhoud met 'een zuurwaarde, waarin geen enkel virus kan overleven'.)

9 Zuur-base reactie.

10 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$ ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_4^-$)

11 Ja, want dan kun je vaststellen hoeveel minder het wordt.

12 Nee, want alleen als er nog zwavelzuur over is weet je hoeveel er heeft gereageerd.

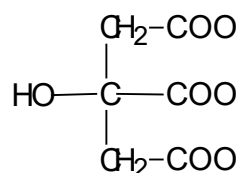
13 Iets in de trant van: "Misschien niet zo slim van TNO om die buisjes stiekem op te hangen." (Al is het mogelijk dat het gemeentebestuur aan TNO toestemming had gegeven maar dit niet uitgebreid had bekendgemaakt.)

MKZ: fiets een blokje om. ANTWOORDEN

1 Oplossing van natriumhydroxide in water; 2-hydroxy-1,2,3-propaantricarbonsuur.

2 Een liter natronloog heeft dan een massa van 1,000 kg = 1000 gram. Hiervan is dan $0,01 \cdot 1000 = 10$ gram NaOH. De molariteit is dan $10/40,0 = 0,25$ M.

3 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$,



4 $2 \text{Al} + 6 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2$ ($2 \text{Al} + 6 \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \rightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 6 \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_7^-$)

5 $\text{Al} + 4 \text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_4^-$

6 $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$

7 $2 \text{Al} + 6 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_4^- + 3 \text{H}_2$