

Gelderlander, 30 maart 1998

Uranium ook gebruikt voor bepantsering

In Amsterdam bestaat veel onrust over uranium dat vrijgekomen is na de Bijlmerramp van vijf jaar geleden. Uranium is een element dat in verschillende vormen in de natuur voorkomt en enkele vervelende eigenschappen heeft.

Door MARTIJN HOVER

AMSTERDAM – Verarmd uranium is het afvalproduct van het verrijken van uranium om het geschikt te maken voor gebruik in kerncentrales. Uranium is een in de natuur voorkomend, maar instabiel element.

Scheikundige elementen worden gedefinieerd door het aantal positief geladen protonen in hun kern. Waterstof heeft er één en is daarmee het lichtste element. Uranium heeft er 92. Dat maakt het tot het zwaarste element dat in de natuur voorkomt. Het is van nature instabiel en verandert via een aantal stappen na verloop van (lange) tijd in het wel stabiele lood. Dat proces wordt 'radioactief verval' genoemd en is de oorzaak van radioactiviteit.

Elementen kunnen voorkomen als verschillende 'isotopen'. Die wor-

den bepaald door het aantal neutronen. Dat zijn kerndeeltjes die geen elektrische lading hebben en de chemische eigenschappen van het element in kwestie niet veranderen. Doordat het 'atoomgewicht' (de totale massa van de kern) wel verandert, verschillen de fysische eigenschappen van isotopen echter wel van elkaar.

In de natuur komen drie uranium-isotopen voor: U-235, dat ongeveer 0,7 procent van natuurlijk uranium vormt; U-238 (ruim 99 procent); en U-234 (0,005 procent), een 'vervalproduct' van U-238. Alleen het zwaar radioactieve U-235 is bruikbaar als grondstof voor kernenergie, omdat het de enige 'splijtbare' vorm is. Kernenergie wordt opgewekt door uraniumatomen te bombarderen met kleinere deeltjes. Daardoor 'splijten' de atomen, waarbij veel energie vrijkomt.

Voor gebruik in kerncentrales moet het natuurlijk uranium worden 'verrijkt', dat wil zeggen dat de hoeveelheid U-235 moet worden verhoogd van 0,7 procent tot 3 à 3,5 procent. Het restproduct dat daarbij overblijft, wordt 'verarmd' uranium genoemd en bevat

nog ongeveer 0,3 à 0,35 procent U-235. Het is licht radioactief.

Omdat uranium het zwaarste en hardste materiaal is dat in de natuur voorkomt, wordt het ook buiten kerncentrales wel toegepast, aldus de Eindhovense kernfysicus dr. ir. Bart van der Sijde. „Het werd gebruikt als ballast in vliegtuigen, zoals in de El Al-Boeing. Dat is overigens inmiddels verboden. Maar militairen gebruiken het bijvoorbeeld ook voor bepantsering en om kogels te maken die een stalen bepantsering kunnen doorboren. In de Golfoorlog zijn veel van zulke wapens ingezet.”

Van der Sijde zegt dat ook een verband wordt gelegd met het 'Golfoorlog-syndroom', gezondheidsklachten die veel Amerikaanse soldaten kregen na hun inzet in de Golfoorlog. Uranium heeft behalve zijn radioactiviteit nog een andere nare eigenschap, aldus Van der Sijde: „Het is ook gewoon een van de zware metalen en die zijn van zichzelf al giftig. Ik heb de indruk dat veel van de klachten die de KLM-medewerkers beschrijven, eerder het gevolg zijn van het eventuele toxische effect van uranium dan van radioactieve besmetting.”

1Welke twee toepassingen van uranium worden in het artikel genoemd?

2Hoe wordt volgens Martijn Hover een 'scheikundig element' gedefinieerd?

3Wat zijn isotopen?

4Noteer de isotopen van uranium die in het artikel worden genoemd.

5In welke soort eigenschappen verschillen isotopen van elkaar?

6In welke soort eigenschappen verschillen isotopen niet van elkaar?

Martijn Hover geeft een toelichting waarom isotopen niet verschillen in bepaalde soort eigenschappen.

7Leg uit of jij het met die uitleg eens bent.

8Welke twee vervelende (stof)eigenschappen heeft uranium?

In het artikel staan gegevens met betrekking tot het voorkomen in de natuur.

9Bereken op basis van deze gegevens de gemiddelde atoommassa van uranium.

De titel van het artikel dekt niet de inhoud van het artikel.

10Bedenk een betere titel voor dit artikel.

Uranium voor bepantsering ANTWOORDEN

1 Gebruik in kerncentrale en bepantsering.

2 Door het aantal protonen in de kern.

3 Deeltjes met hetzelfde aantal protonen en verschillend aantal neutronen

4 U-234, U-235, U-238.

5 Chemische eigenschappen.

6 Fysische eigenschappen.

7 Nee, voor chemische eigenschappen zijn de elektronen in de buitenste schil verantwoordelijk en niet de neutronen in de kern.

8 Uranium is radioactief en giftig.

9 $(0,005 \times 234 + 0,7 \times 235 + 99,295 \times 238) / 100 = 237,98$ (238)

10 De atoombouw en toepassingen van uranium.

Vuilverbrander zet afval om in strooizout

De Amsterdamse afvalverwerkingsinstallatie AVI wil haar eigen afvalproductie drastisch verminderen. Daartoe gaat ze een installatie bouwen die de bijproducten omzet in bruikbaar zout. Misschien wordt dat op de wegen gestrooid.

DE Afvalverwerkingsinstallatie van Amsterdam (AVI) krijgt een nieuwe taak: ze gaat zout maken. De gemeenteraad heeft woensdag twee miljoen gulden beschikbaar gesteld voor de bouw van een testfabriekje. Als het personeel de productie van zuiver zout onder de knie heeft, wordt de installatie uitgebreid.

De gemeentelijke installatie, waar het Amsterdamse huisvuil wordt verbrand, wil niet concurreren met de gewone zoutproducenten. 'De hoeveelheid die wij gaan maken, valt in het niet bij hun omzet. Wij willen een milieuprobleem oplossen en dat kan door de overblijfselen van onze rookgasreiniging op te werken tot zuiver zout', zegt chemisch technoloog drs. C. de Vries van de AVI.

Tijdens de verbranding van huisvuil ontstaat een grote hoeveelheid afval als reststof van de installatie die de rookgassen reinigt. Dit afval, een zout poeder, is zo vervuild, dat het als gevaarlijk chemisch afval moet worden gedumpt op een vuilstortplaats in Zaanstad. Sommige collega-bedrijven, zoals de AVR in Rotterdam, lozen het zoute residu verdund op zee. Andere brengen het naar de stort.

'We willen een betere oplossing', zegt De Vries. 'De ruimte op de stortplaats is beperkt en het afval dat we ernaartoe brengen, is gevaarlijk. Bovendien levert de nieuwe opzet ons straks geld op.'

Dat een installatie als de AVI problemen heeft met zouten, klinkt vreemd. Huisvuil bukt niet van het zout. Het probleem ontstaat tijdens het verbranden. In de vlammen vormt zich zoutzuur doordat het huisvuil behoorlijk wat pvc (polyvinylchloride) bevat. Als het pvc brandt, komt chloor vrij, dat zich bindt tot zoutzuur. 'Ik schat dat het huisvuil voor 0,7 procent uit pvc bestaat', zegt De Vries. 'Van de acties van milieuorganisaties om het gebruik er-

van te doen dalen, merk ik niet zo veel. Tussen 1985 en 1990 is de hoeveelheid een beetje verminderd. Sindsdien is het constant.'

Het agressieve zuur moet zo snel mogelijk worden geneutraliseerd om te voorkomen dat de hele installatie wordt aangevreten. Dat gebeurt meteen als de rook uit de roosteroven komt op weg naar de rookgasreiniging. Er wordt kalk in de rook gespoten die het zuur neutraliseert tot de relatief onschuldige zoutverbinding calciumchloride, het merendeel van het rookgasreinigingsresidu.

Jaarlijks verwerkt de Amsterdamse installatie achthonderdduizend ton afval. Er zijn vier ovens, met elk een eigen rookgasreiniging. Die functioneert goed, want het rookgas dat het gebouw via een honderd meter hoge schoorsteen verlaat, is bijna zuivere waterdamp. In de buik van het gebouw valt het overblijfsel van de reiniging in grote plastic zakken met een inhoud van een kubieke meter. Elk half uur is een zak vol.

Dat residu is zwaar verontreinigd. Tussen het calciumchloride zitten zware metalen, afkomstig uit het huishoudelijk afval. Bovendien ontstaan tijdens de verbranding behalve zoutzuur ook de beruchte dioxines. Deze hechten zich aan koolstofdeeltjes die samen met de kalk in de hete rook worden geblazen. Ook die belanden in de grote plastic zakken. Het mengsel heeft daardoor geen mooie witte zoutkleur, maar ziet er vaalgruis uit.

'We zijn bezig de vuilstort in Zaanstad te vullen met deze zakken. Het gaat hard', zegt De Vries. Jaarlijks gaat twaalfduizend ton reststof naar Zaanstad. Het kost 270 gulden per ton om het rookgasreinigingsresidu te mogen storten. Dat tarief gaat in de toekomst sterk stijgen, verwacht de gemeente.

De nieuwe plannen van de Amsterdamse AVI, waarop octrooi is aangevraagd, maken hieraan een einde en leveren een besparing op van ruim drie miljoen gulden per jaar aan vermeden storkosten.

De proefinstallatie vergt 2,3 miljoen gulden. Voor een fabriek die al het rookgas kan behandelen, is een investering van twintig miljoen nodig. Op den duur blijft er jaarlijks één tot twee miljoen gulden voordeel over. Jaarlijks rest er dan slechts driehonderd ton onverwerkbaar afval.

Om een bruikbaar zout te krijgen, zijn diverse veranderingen nodig. In de huidige situatie zijn de rookgassen nog behoorlijk zuur na de behandeling met kalk. Elders in de rookgasinstallatie

worden ze geneutraliseerd met natronloog.

In de nieuwe opzet geven de gassen hun zuur af aan water. Het zuur in dat water zal worden geneutraliseerd door het eerder gevormde rookgasreinigingsresidu. Dat betekent dat er minder natronloog hoeft te worden ingekocht, wat een besparing oplevert van 750 duizend gulden per jaar.

Om bruikbaar zout te krijgen, moet het nu natte residu van de rookgasreiniging worden gereinigd. Daartoe gaat het door een filter waarin de vaste delen achterblijven. In de filterkoek zitten de onverwerkbare fijne deeltjes met de dioxines. De zoute vloeistof wordt vervolgens ontdaan van de zware metalen en ingedampt tot een oplossing van 40 procent calciumchloride. Dat is een handelskwaliteit pekkel. Als al het rookgas door de zoutinstallatie wordt geleid, is de pekkelproductie jaarlijks negenduizend ton.

Het zout wordt ook in Delfzijl gemaakt bij een vestiging van Akzo-Kemira als bijproduct en doet gemiddeld zeventig gulden per ton. De Vries: 'Wij gaan iets onder die prijs zitten en denken zo het zout te kunnen verkopen. Het is al heel wat dat we geld voor onze reststoffen krijgen.'

'We hebben zes bedrijven benaderd. Een toepassing is gladheidsbestrijding. Rijkswaterstaat wil op het open asfalt calciumchloride strooien om gladheid tegen te gaan. Dus zijn er mogelijkheden voor ons product.'

De Amsterdamse oplossing is aardig, maar niet ideaal. De Vries: 'Het is beter als het pvc uit het huishoudelijk afval verdwijnt. Dan zijn er minder problemen met het verbranden.'

De vorming van zoutzuur beperkt de productie van elektriciteit. Nu levert de installatie 15 procent van de Amsterdamse stroombehoefte; dat kan in principe verdubbelen als huisvuil geen pvc zou bevatten. Dan kan overigens niet in de bestaande AVI. Er moet dan een andere installatie worden gebouwd.

Een laatste probleem is dat het zuur de installatie danig kan aantasten. Het zoutzuur is zo agressief dat de onderdelen makkelijk corroderen. Dit maakt onderhoud van de installatie duur.

Toch zal pvc niet snel in de ban worden gedaan. De milieugroepen hebben daar onlangs nogmaals op aangedrongen bij de Tweede Kamer. Maar de belangen zijn groot. De industrie wil de goedkope kunststof niet kwijt en de Tweede Kamer ook niet. Dus krijgt de AVI in Amsterdam een zoutfabriekje.

Marek van den Brink

- 1 Noem drie argumenten voor de AVI om het afval van de rookgasreiniging in strooizout om te zetten.
- 2 Geef de structuurformule van chlooretheen.
- 3 Teken een stukje PVC. Gebruik minstens 6 koolstofatomen.
- 4 Leg met behulp van reactievergelijkingen uit hoe bij de verbranding van PVC waterstofchloridegas ontstaat.
- 5 Geef de formule en de naam van het gas dat naast waterdamp in de huidige situatie uit de schoorstenen wordt geblazen.
- 6 Bereken hoeveel kg HCl ontstaat bij de verbranding van 100 ton huisvuil waarin 0,70 massa% PVC aanwezig is.
- Gegeven: de molmassa van PVC is $1,6 \cdot 10^6$ gram.
- 7 Geef de vergelijkingen van de twee neutralisatiereacties van het rookgas.
- 8 Leg uit hoe in de nieuwe opzet de nog zure rookgassen geneutraliseerd kunnen worden met het residu.

Volledige neutralisatie van het ontstane HCl is in de proefopstelling nog niet gerealiseerd. Veronderstel dat de helft, 56 mol, van de HCl wordt geneutraliseerd.

- 9 Bereken hoeveel liter 1,0 M natronloog nodig is voor de neutralisatie van deze hoeveelheid HCl.

De pekkel die men overhoudt na het indampen bevat 40 massa-% calciumchloride. Gegeven is, dat de calciumchloride-oplossing een dichtheid heeft van 1,7 kg/l.

- 10 Bereken de molariteit van de calciumchloride-oplossing.
- 11 Hoe krijgt men uit het vervuilde residu een handelskwaliteit pekkel?
- 12 Leg uit waarom het principe 'voorkomen is beter dan genezen' niet opgaat in dit artikel.

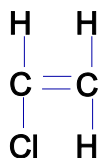
Vuilverbrander ANTWOORDEN

1Ruimtegebrek voor opslag

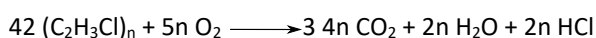
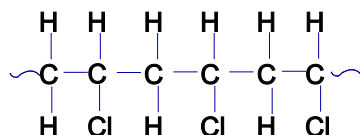
Gevaar voor het milieu

Kostbaar om te storten, nu winst maken.

2



3



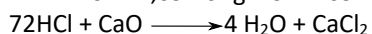
5Koolstofdioxide

60,70 % van 100 ton = 700 kg PVC.

700 kg PVC komt overeen met $700 \cdot 10^3 / 1,6 \cdot 10^6 = 4,4 \cdot 10^{-1}$ mol PVC.

1 mol PVC $\equiv 1,6 \cdot 10^6$ g dus $n = 1,6 \cdot 10^6 / 62,5 = 2,6 \cdot 10^4$.

$4,4 \cdot 10^{-1}$ mol PVC geeft $4,4 \cdot 10^{-1} \times 2,6 \cdot 10^4 = 1,12 \cdot 10^4$ mol HCl. Molmassa van HCl is 36,46 g/mol, dus $1,12 \cdot 10^4$ mol $\equiv 4,09 \cdot 10^5$ g HCl = 409 kg HCl.



8Er is in het residu nog steeds kalk aanwezig dus de reactie verloopt nog steeds

9Er is nog 56 mol HCl over. Volgens de reactievergelijking (zie 7) is er dan evenveel mol NaOH nodig dus ook 56 mol NaOH nodig, dus 56 liter 1,0 M natronloog.

101,00 liter pekkel $\equiv 1,7$ kg;

1,00 liter bevat 40 massa% CaCl_2 : $0,40 \times 1,7 = 0,68$ kg $\text{CaCl}_2 \equiv$

$0,68 \cdot 10^3 / 111,0 = 6,1$ mol CaCl_2

11Filtreren en indampen.

12Bij de productie van PVC worden dan nog steeds gevaarlijke stoffen gevormd. Beter was het om de productie van PVC stop te zetten.

BESTEK ONDERHOUDTIPS

Het is in uw en ons belang dat u tevreden bent met het door u gekochte HEMA bestek. Bestek wat dagelijks wordt gebruikt moet aan hoge kwaliteitseisen voldoen. Alle Hema bestekdelen zijn gemaakt van optimaal gekozen roestvrijstaal soorten. Ook roestvrijstaal verdient echter speciale zorg, vooral bij het reinigen met agressieve vaatwasmachine reinigingsmiddelen. Daarom is het belangrijk onderstaande informatie in acht te nemen.

1. **Niet vaatwasmachine bestendig bestek** is vervaardigd uit roestvrij chroom staal. Dit zijn de lager geprijsde bestekseries van goede kwaliteit echter niet bestand tegen de agressieve schoonmaakmiddelen gebruikt in de vaatwasmachine.
2. **Vaatwasmachine bestendig bestek** is vervaardigd uit hoogwaardig roestvrij chroom/nikkel, edelstaal en wel bestand tegen de agressieve schoonmaakmiddelen gebruikt in de vaatwasmachine.

Belangrijke onderhoudtips voor **messen** uit alle series: Messen vragen om een afwijkend productieproces daar deze als enige uit een bestek serie geslepen en gehard worden. Een blijvende scherpheid kan alleen bereikt worden bij toepassing van een hardbare roestvrije chroomstaal. Een probleem hierbij is echter dat een hardbare

chroomstaal in het algemeen niet tegen de agressieve vaatwasmiddelen bestand is.

Door het kiezen van een speciale samenstelling en een extra zorgvuldige behandeling tijdens productie, zijn de HEMA messen uit de roestvrij chroom/nikkel edelstaal series (zie 2.) wel geschikt voor reinigen in de vaatwasmachine, mits de volgende punten in acht genomen worden.

- Laat uw bestek nooit lang ongereinigd en vochtig liggen.
- Vermijd contact tussen vuile messen en het overige bestek.
- Plaats messen met het snijdeel naar boven in de vaatwasmachine.
- Laat uw messen nooit na het voorspoelen cq. reinigen in de vochtige vaatwasmachine opdrogen.
- Zorg altijd voor een zo kort mogelijk verblijf in de vaatwasmachine.

Tot slot: door roest van andere artikelen in de vaatwasmachine kan zogenaamd vliegroeest ontstaan op messen. Dit is gemakkelijk te verwijderen met koperpoets.

HEMA

art.nr 09.91.0900

Bij aankoop van bestek geeft de HEMA aan de klant "Bestek Onderhoudtips".

1Noem twee redenen waarom de HEMA deze tips geeft.

2Wat is het bijzondere aan het HEMA-bestek dat deze tips nodig zijn?

Roesten

Roestvrij staal bevat veel ijzer. Als ijzer roest begint dit met een reactie van het ijzer met zuurstof en water tot ijzer(II)hydroxide.

3Schrijf de vergelijking van deze reactie op.

Het roesten gaat verder doordat het ijzer(II)hydroxide reageert tot ijzer(III)hydroxide. Deze laatste stof wordt *roest* genoemd.

Bij een experiment reageerden 36,0 g ijzer(II)hydroxide en 3,2 g zuurstof, daarbij ontstond 42,8 g roest.

4Schrijf *in woorden* de vergelijking op van deze reactie en schrijf de massa's uit het experiment onder de stofnamen.

5Leg met behulp van de massa's uit of voor de vorming van roest alleen ijzer(II)hydroxide en zuurstof nodig zijn.

6Welke stof was, denk je, vergeten bij de gegevens?

7Als de stof van vraag 6 belangrijk is voor de reactie, wat kun je dan beter niet doen met het bestek? Waarom?

Zelfs in het gewoonste staal zit niet alleen ijzer.

8Geef de naam van het niet-metaal dat naast ijzer in staal voorkomt.

Niet vaatwasmachine bestendig bestek

Dit bestek is gemaakt van roestvrij chroom staal. Dit is staal waarin ook chroom zit.

9Mag dit bestek in de vaatwasmachine? Zoek op waarom wel of niet.

10Wat is voor de klant het aantrekkelijke van dit bestek?

Chroom heeft als voordeel dat het bedekt is met een dun laagje oxide, waardoor het wordt beschermd.

11Welke formule heeft dit oxide van chroom?

Vaatwasmachine bestendig bestek

Dit bestek is gemaakt van hoogwaardig roestvrij edelstaal. Dit is staal met 18 massa% chroom en 8 massa% nikkel erin.

12 Als een bedrijf 500 kg van deze staalsoort wil maken, bereken dan hoeveel kg van elk metaal ze moeten afwegen.

13 Bedenk een manier om de metalen goed gemengd te krijgen.

Messen

14 Waarom vragen messen een afwijkend productieproces?

15 Welk materiaal is nodig voor een blijvende scherppte?

16 Welk bezwaar heeft dit materiaal?

17 Leid uit het stukje over messen af welk metaal ervoor zorgt dat de messen kunnen worden gehard.

Ondanks de speciale samenstelling moet je toch nog zorgvuldig met de messen omgaan, vooral bij reinigen in de vaatwasmachine.

18 Noem vijf punten waar je op moet letten als je dit soort messen in de vaatwasmachine reinigt.

Vliegroest

19 Wat is vliegroest?

20 Schrijf de naam en de formule op van roest.

Koperpoets bevat een zuur dat reageert met de vliegroest.

21 Schrijf de vergelijking op voor deze reactie.

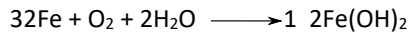
22 Leg uit of de (vlieg)roest oplost of reageert met koperpoets.

Bestek onderhoudtips ANTWOORDEN

1- Om te zorgen dat de klant tevreden is;

- omdat roestvrijstaal speciale zorg verdient.

2Het is gemaakt van roestvrijstaal; dit verdient speciale zorg als het in aanraking komt met agressieve vaatwasmachine reinigingsmiddelen.



4IJzer(II)hydroxide + zuurstof $\rightarrow$ ijzer(III)hydroxide.

36,0 g 3,2 g 42,8 g

5Voor en na de reactie moet je dezelfde totale massa stoffen hebben. Je hebt vóór de reactie in totaal 39,2 g en na de reactie 42,8 g. Je komt vóór de reactie dus nog 3,6 g tekort.

6Water.

7Lang vochtig laten. Dan kan het gaan roesten.

8Koolstof.

9Nee, het is niet bestand tegen agressieve schoonmaakmiddelen die in de vaatwasmachine worden gebruikt.

10Dit bestek is lager geprijsd en toch van goede kwaliteit.

11Cr₂O₃.

1290 kg chroom; 40 kg nikkel; 370 kg staal.

13Smelten (en dan eventueel roeren).

14Omdat ze geslepen en gehard worden.

15Hardbaar roestvrij chroomstaal.

16Dit is in het algemeen niet bestand tegen de agressieve vaatwasmiddelen.

17Nikkel.

18- Laat bestek nooit lang ongereinigd en vochtig liggen;

- vermijd contact tussen vuile messen en het overige bestek;

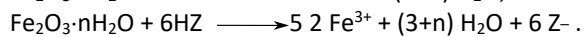
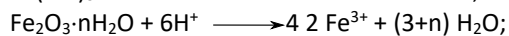
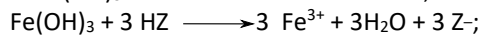
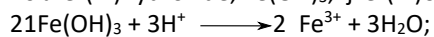
- zet messen met het snijdeel omhoog in de vaatwasmachine;

- laat messen niet in de vaatwasser opdrogen;

- zorg dat de messen zo kort mogelijk in de vaatwasmachine zitten.

19Roest van andere (ijzeren) voorwerpen in de vaatwasmachine.

20IJzer(III)hydroxide, Fe(OH)₃; ijzer(III)oxidehydraat, Fe₂O₃·nH₂O.

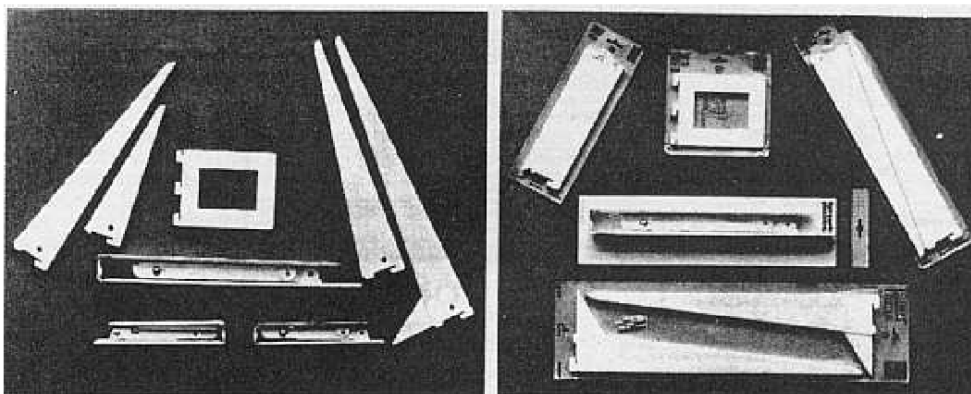


22Het reageert er mee, want er ontstaan andere stoffen: kijk naar het antwoord op vraag 21.

Bossche Omroep, 26 juli 1998

Door onderzoek zijn forse bezuinigingen op milieu mogelijk

Steeds minder verpakkingen



's-HERTOGENBOSCH - We zijn anders gaan denken over ons afval. We willen minder afval produceren en meer hergebruiken. Die andere manier van denken is goed te zien in de schappen van de supermarkt. Van navulverpakkingen bijvoorbeeld had een paar jaar geleden niemand gehoord. Nu is het de normaalste zaak van de wereld. Zo zijn er tal van voorbeelden te geven van producten die met veel minder materiaal worden verpakt. Dat scheelt in de milieubelasting.

Er zijn in de afgelopen jaren allerlei veranderingen op gang gebracht. Sommige zijn heel simpel. Bijvoorbeeld producten in een transportdoos anders stapelen waardoor je meer kwijt kunt in een grootverpakking. Door die simpele ingreep heb je op jaarbasis al gauw tonnen minder verpakking nodig. Ook het bierblikje is lichter geworden omdat het dunner is dan vroeger. Je ziet het niet maar het scheelt wel enorme hoeveelheden staal. De grootverpakkingen zelf zijn uitgebreid onderzocht. Dat heeft tot veel verandering geleid. Zo worden veel kartonnen dozen waarin jam naar de supermarkt wordt vervoerd, niet meer van gebleekt maar van bruin golfkarton gemaakt. Ook de hoogte is iets verlaagd waardoor er weer vele tonnen papier per jaar bespaard worden. Op transport naar de winkel worden sommige stapels producten niet meer met folie omwikkeld. Een dunne streep lijm zorgt ervoor dat de pakken of zakken netjes op de stapel blijven liggen. Zo is er helemaal geen transportverpakking meer nodig.

Een breed assortiment van boekensteunen, plankendragers en systeemelementen wordt tegenwoordig zonder verpakking geleverd en los verkocht in de Gamma Bouwmarkten. Op jaarbasis wordt hierdoor ongeveer 10.550 kg minder verpakkingsmateriaal gebruikt. (uit: Verpakkingsontwikkelingen, SVM, 1996).

Door de blisterverpakkingen in een doe-het-zelf zaak een beetje te verkleinen werden de benodigde hoeveelheden kunststof, papier en karton aanzienlijk verminderd. In sommige gevallen kon de verpakking zelfs worden weggelaten. En door het flesje van de dessertsaus iets dunner te maken bespaart de fabrikant jaarlijks ruim dertigduizend kilo glas. De hoeveelheid saus is precies hetzelfde gebleven. Zelfs de plastic tasjes van een grote supermarkt worden tegenwoordig gemaakt van verpakkingsmaterialen uit de winkel.

Al deze veranderingen zijn het resultaat van afspraken (het Convenant Verpakkingen I), gemaakt in 1991 tussen de overheid en een deel van het bedrijfsleven. Oeind 1997 zijn er voor de tweede keer afspraken (Convenant Verpakkingen II) gemaakt tussen de overheid en 350.000 bedrijven in Nederland. Er is afgesproken dat in het jaar 2001 het grootste deel van het papier en karton, glas en metaal en een kleiner deel van kunststof en hout wordt hergebruikt. Het bedrijfsleven zal dat echter nooit alleen kunnen bereiken. Zeker als je bedenkt dat nog steeds de helft van al het afval uit de huishoudens komt. Daar-

om moeten we met zijn allen doorgaan met het scheiden van afval. Anders is hergebruik nu eenmaal niet mogelijk.

Als consument is er van alles te bedenken om de wekelijkse kilo's afval te verminderen. Een boodschappentas van thuis meenemen en de sinaasappels los erin bij de groenteboer. Niet alleen kranten in een speciale papiermand in huis verzamelen maar ook allerlei doosjes en papieren zakjes. Een sticker op de voordeur tegen ongewenste reclame, glas naar de glasbak, statiegeldflessen naar de winkel en een navul-

verpakking voor de zeep, schelen echt tonnen afval per jaar.

In het jaar 2001 moeten de Nederlandse huishoudens en bedrijven samen 375.000 ton minder verpakkingsafval storten of verbranden dan in 1995.

De rest wordt hergebruikt. Recycling en hergebruik van afgedankte verpakkingen zullen dan ook flink toenemen. In de komende jaren zal er ook veel minder verpakkingsmateriaal gebruikt worden. Alles bij elkaar zou dit dus een forse bijdrage aan het milieu opleveren want, minder verpakking maakt minder afval.

1Zet in het schema wat men heeft gedaan en daarnaast welke grondstof(fen) daardoor minder nodig zijn.

Wat heeft men gedaan om de hoeveelheid verpakking te verminderen?	Welke grondstof(fen) is (zijn) er nu minder nodig?
Navulverpakking	Papier, plastic

2Wat is men in het Convenant Verpakkingen I en II overeengekomen?

3Welke zes maatregelen kunnen we volgens het artikel zelf nemen? Bedenk er zelf ook een paar zodat je totaal 10 maatregelen hebt.

4Bereken hoeveel kilo afval jij minder zult moeten produceren in het jaar 2001

Steeds minder verpakkingen ANTWOORDEN

1

Wat heeft men gedaan om de hoeveelheid verpakking te verminderen?	Welke grondstoffen zijn er nu minder nodig?
Navulverpakking	Papier, plastic
Transportdoos anders stapelen	Papier, plastic. Ook minder diesel, benzine want je kunt meer vervoeren per auto of je kunt met minder auto's
Bierblikje lichter	Minder staal
Kartonnen dozen gemaakt van ongebleekt karton	Geen bleekmiddel in het milieu
Dozen ietsje lager	minder karton
Geen folie eromheen	Minder folie
Blisters ('doordrukstrips') verminderen. Dit zie je op de foto bij het artikel.	minder papier, plastic, karton
flesje dessertsaus dunner	minder glas
plastic tasje van afvalplastic	minder nieuw plastic nodig, dus minder aardolie

2In 2001 moet het grootste deel van papier en karton, glas en metaal, kunststof en hout worden hergebruikt.

3Neem een boodschappentas mee. Verzamel alles wat van papier of karton is, niet alleen kranten. Sticker op de deur tegen ongewenste reclame. Glas naar de glasbak. Statiegeldflessen terugbrengen. Gebruik navulverpakkingen voor waspoeder. Koop losse pennen, niet in een verpakking. Gebruik inkt uit een flesje niet in vullingen. Koop flesjes bier geen sixpacks. Vraag friet (patat) in een papieren zak.

4375.000.000 kg afval minder, 15.000.000 mensen in Nederland dus $375.000.000 : 15.000.000 = 25$ kg minder afval per persoon.

de Volkskrant, mei 1998

Duiven boven opwer kingsfabriek blijken sterk radioactief besmet

Van onze verslaggever

AMSTERDAM

Duiven rond de Engelse opwer kingsfabriek voor nucleair afval Sellafield zijn sterk radioactief besmet, zo blijkt uit metingen in opdracht van Greenpeace. Volgens de milieuorganisatie moeten de dieren volgens Europese normen worden beschouwd als radioactief afval. Zelfs aanraken is gevaarlijk.

In het verenkleed, het vlees en ook in de uitwerpselen van de vogels zijn aanzienlijke hoeveelheden cesium-137 en americium-241 aangetroffen. Americium is een splijttingsprodukt en wordt altijd samen met plutonium aangetroffen.

Het verendek van sommige vogels is volgens de milieuorganisatie zo zwaar besmet dat 3 promille

ervan via huidcontact een mens al de maximaal toegelaten stralingsdosis voor een jaar kan bezorgen. Hetzelfde geldt voor de uitwerpselen die zijn opgehoopt in grond onder vaste voederplaatsen en op duivenzolders.

Woordvoerder D. Samson van Greenpeace noemt de uitkomsten van het onderzoek zorgwekkend. 'Dit is heel fors, Sellafield laat zijn radioactief afval gewoon rondvliegen. We hebben geen idee hoe de dieren zo besmet raken. Misschien staat er ergens iets open op het terrein.'

Vorige maand erkende BNFL, eigenaar van de Britse opwer kingsfabriek waar ook Nederlands kernafval wordt verwerkt, dat sommige van de vrij rondvliegende duiven in de omgeving radioactief besmet zijn. Dat bleek

uit routinecontroles toen het bedrijf begin dit jaar honderden duiven afmaakte omdat hun uitwerpselen op het terrein overlast veroorzaakten. Inmiddels is besloten de gehele duivenpopulatie van Sellafield af te maken. Tegelijk is een inspectie begonnen van alle gebouwen op het fabrieksterrein, om toegangen op te sporen.

Gevaar voor de volksgezondheid is er volgens BNFL niet. Volgens Greenpeace is de situatie veel ernstiger dan BNFL aangeeft. De organisatie legde de hand op zes duiven die al door BNFL waren gevangen en gedood en zond ze voor eigen analyses diepgevroren naar een laboratorium in Frankrijk. De monsters zijn doorgestuurd naar een Duits lab dat is toegerust om eventueel plutonium op te sporen.

Lees het artikel aandachtig.

Bedenk of, volgens jou, de Britse regering maatregelen zou moeten nemen naar aanleiding van de uitkomsten van de metingen in opdracht van Greenpeace.

Schrijf een ingezonden brief van ongeveer 200 woorden, waarin je beargumenteert welke maatregelen de Britse regering zou moeten nemen of waarom de Britse regering juist geen maatregelen hoeft te nemen.

N.B.

Ongeveer 200 woorden is een richtlijn en geen beoordelingsnorm.

De opdracht is voldoende ('naar behoren') als tenminste één argument van natuurkundige aard is genoemd en correct is geformuleerd.

NRC Handelsblad, 14 april 1998

Priesters krijgen giftige wijn

BOGOTA, 14 APRIL. Een Colombiaanse priester en een leek zijn donderdag in het dorpje Villaviceñencia overleden na het drinken van wijn die was aangelengd met cyanide, ammoniak en methanol-alcohol.

Ten minste tien andere priesters in de provincies Meta en Cundinamarca kregen bij wijze van paasgeschenk eenzelfde giftige cocktail opgestuurd. De flessen wijn zaten in mandjes met koekjes en chocolade, door een onbekende afzender per koets of koerier verstuurd vanuit de hoofdstad Bogota.

Generaal Luis Enrique Monte-

negro, het hoofd van de staatsveiligheidsdienst, zei nog geen idee te hebben wie de giftige wijn heeft verstuurd.

Maar het feit dat de paasmandjes naar zoveel verschillende parochies zijn verstuurd, wijst volgens hem op een georganiseerde poging de kerk te terroriseren. Montenegro hield het op een satanistische sekte. Sterfgevallen door giftige methanol-alcohol zijn in Colombia niet ongebruikelijk tijdens feestdagen, maar dan betreft het vrijwel altijd sterke drank.

(Reuters)

In het artikel worden drie stoffen genoemd die de wijn giftig maakten.

1 Zoek in Binas voor elk van deze stoffen op welke gevaren er zijn. Geef het resultaat weer in een overzichtelijke tabel.

2 Is cyanide één stof? Licht je antwoord toe. Tip: let op de naam.

3 Geef je commentaar op de omschrijving 'methanol-alcohol'. Probeer met behulp van de tabel 'triviale namen' in Binas te bedenken aan welke naam de journalist misschien heeft gedacht.

Priesters krijgen giftige wijn ANTWOORDEN

1 Gegevens uit Binasboek in tabel weergeven

2 Nee, het is het negatieve ion van een zout, b.v. kaliumcyanide of een zijgroep aan een molecuul, b.v. cyanoetheen (propeennitril).

3 Teveel van het goede. Dacht de journalist aan methylalcohol?

Zwarte cocaïne op Schiphol

Door onze redacteur

KOEN GREVEN

ROTTERDAM, 21 JULI. De douane op Schiphol heeft in maart voor het eerst een partij zwarte cocaïne onderschept. Dit heeft een woordvoerder van de douane desgevraagd bevestigd.

Het ging om vijftien kilo, afkomstig uit Colombia en bestemd voor het Afrikaanse land Togo.

De cocaïne wordt door bijmenging van koolstof en ijzerstof zwart van kleur. Volgens een woordvoerder van de douane is het echter wel „zuivere cocaïne”. De cocaïne zou door een simpele toevoeging van een stof als ace-

ton weer wit van kleur worden.

Doordat de stoffen aan de drugs waren toegevoegd reagerden de reguliere testen op Schiphol negatief. Ook honden herkennen de stof niet als cocaïne. De drugs zijn naar Duitsland vervoerd waar wel testen voorhanden waren die aantoonde dat het om een partij cocaïne ging. Er zijn volgens de douane in Nederland geen arrestaties verricht.

Volgens de woordvoerder van de douane wordt er sinds maart in Nederland naast de reguliere testen ook speciaal gelet op de zwartkleurige cocaïne. Enkele weken na de vondst zijn ook de

testen op het laboratorium van de douane in Nederland dusdanig aangepast dat de zwarte cocaïne nu ook hier positief reageert op testen. Sindsdien is er geen zwarte cocaïne meer ontdekt.

Na het onderzoek in Duitsland werd op het vliegveld van Bogota een partij van 113 kilo zwarte cocaïne ontdekt die klaar stond om in vaten via Nederland eveneens naar Togo gesmokkeld te worden.

Rafael Parra, hoofd van Interpol in Colombia, zei vorige maand dat zwarte cocaïne een nieuw hoofdstuk in de geschiedenis van drugssmokkel markeert.

1 Welke kleur heeft cocaïne?

2 Waarom zou de cocaïne zwart gemaakt zijn?

3 Hoe werd de cocaïne zwart gemaakt?

4 Vind je dat de douane scheikundig gezien gelijk heeft als ze zeggen dat het wél "zuivere cocaïne" is? Leg uit waarom wel/niet.

Redacteur Koen Greven schrijft: "De cocaïne zou door een simpele toevoeging van een stof als aceton weer wit van kleur worden."

5 Hoe zou je te werk gaan om deze bewering te onderzoeken?

Schrijf je aanpak stap-voor-stap op en geef bij elke stap een korte toelichting.

Zwarte cocaïne ANTWOORDEN

1 Wit.

2 Om de cocaïne onherkenbaar te maken.

3 Door het bijmengen van koolstof en ijzerstof.

4 Nee. Er is een mengsel gemaakt van drie stoffen.

5- Doe wat aceton bij een schepje van het mengsel en roer/schud goed (de cocaïne lost op, de andere stoffen vormen een suspensie).

- Filtreer de suspensie (je krijgt nu een filtraat en een residu, in het filtraat is de cocaïne opgelost).

- Damp het filtraat in (de aceton verdampt, als het residu wit is klopt de uitspraak).

de Volkskrant, 4 juni 1998.

Dode na explosie in chemiebedrijf

Van onze verslaggever

ROTTERDAM

Bij een ontploffing in een chemische fabriek van Shell in Pernis is woensdag een 33-jarige schoonmaker uit Spijkenisse om het leven gekomen. Hij was aan het werk in een opslagtank voor de zeer brandbare stof MTBE, een loodvervanger die Shell toevoegt aan benzine.

Het werk was uitbesteed aan een aannemer. De schoonmaker was in dienst bij dit bedrijf. Vol-

gens Shell was de tank leeg tijdens de uitvoering van de werkzaamheden. Bij de ontploffing klapte de opslagtank uit elkaar, en ontstond er brand. Toen de Rotterdamse brandweer kwam, was het vuur al gedoofd.

Veertien werknemers van het schoonmaakbedrijf werden opgevangen door de medische dienst van Shell. 'Zij zijn erg geschrokken, maar niet gewond', aldus de brandweer. Shell en de brandweer tasten nog in het duister over de oorzaak van het ongeluk.

Als je werkt met chemicaliën, dan moet je de mogelijke risico's ervan goed kennen. Bij het artikel is de pagina over MTBE uit Chemiekaarten weergegeven.

1Vergelijk de gebeurtenissen uit het artikeltje met de beschrijving op de Chemiekaart.

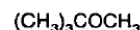
Het artikeltje vermeldt: 'Volgens Shell was de tank leeg tijdens de uitvoering van de werkzaamheden'. Je kunt dit interpreteren als: er zat geen vloeistof meer in de tank.

2Zoek in de Chemiekaart aanwijzingen voor een mogelijke oorzaak van de explosie.

Opdrachtgevers weten vaak meer over de stoffen in hun bedrijf dan de aannemers van werkzaamheden.

3Als je de opdracht had moeten geven voor een karwei aan de opslagtank, wat zou je dan *in ieder geval* (kort en puntsgewijs) hebben doorgegeven over de eigenschappen van de stof MTBE?

CAS-nummer: [1634-04-4]
tert-butylmethylether
2-methoxy-2-methylpropaan
2-methyl-2-methoxypropaan
MTBE



METHYL-tert-BUTYLETHER

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Kookpunt, °C	55	KLEURLOZE VLOEISTOF MET TYPERENDE GEUR	
Smeltpunt, °C	-109	De damp is zwaarder dan lucht en verspreidt zich over de grond met kans op ontsteking op afstand. De stof kan vermoedelijk peroxiden vormen. ¹⁾ Reageert heftig met oxidatiemiddelen. Tast vele kunststoffen aan.	
Viampunt, °C	-28	MAC-waarde ²⁾ 50 ppm 180 mg/m ³	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	460	MAC TGG-15 min. 100 ppm 360 mg/m ³	
Explosiegrenzen, volume% in lucht	1,6 - 15,1	De geur is doorgaans onder de MAC-waarde waarneembaar.	
Soortelijke geleiding, pS/m	1,6x10 ⁴	Wijze van opname/inademingsrisico: De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van de damp, via de huid en door inslikken. Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan door verdamping van deze stof bij ca. 20°C zeer snel worden bereikt.	
Dampspanning in mbar bij 20°C	268	Directe gevolgen: De stof werkt irriterend op de ogen, de neusslijmvliezen en de luchtpijp. De stof kan inwerken op het centraal zenuwstelsel, met als gevolg hoofdpijn en misselijkheid.	
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)	3,0	Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling: De stof kan op de lever inwerken, met als gevolg orgaanafwijkingen.	
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,5		
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,7		
Oplosbaarheid in water, g/100 ml	5,1		
C ₅ H ₁₂ O 88,2			
DIRECTE GEVAREN		PREVENTIE	
Brand: zeer brandgevaarlijk.	geen open vuur, geen vonken en niet roken.		poeder, sproeistraal water, schuim, koolzuur.
Explosie: damp met lucht explosief.	gesloten apparatuur, ventilatie, explosieveilige elektrische apparatuur en verlichting, bij vullen, aftappen of verwerken geen perslucht toepassen.		bij brand: tanks/vaten koel houden door spuiten met water.
SYMPTOMEN		PREVENTIE	
WORDT DOOR DE HUID OPGENOMEN	VORMING VAN NEVEL VOORKOMEN		
Inademen: keelpijn en hoesten, hoofdpijn, misselijkheid.	ruimtelijke afzuiging, plaatselijke afzuiging, ademhalingsbescherming (filtertype AX).		frisse lucht, rust, arts raadplegen.
Huid: zie 'Inademen'.	handschoenen (polyvinylalcohol, nitrilrubber).		verontreinigde kleding uittrekken, huid spoelen met veel water of douchen.
Ogen: roodheid en pijn.	veiligheidsbril.		minimaal 15 minuten spoelen met water (evt. contactlenzen verwijderen), dan naar (oog)arts brengen.
Inslikken: hoesten, duizeligheid, hoofdpijn, misselijkheid.			mond laten spoelen, twee glazen water laten drinken, arts raadplegen en zonodig naar ziekenhuis vervoeren.
NOODSITUATIE / OPRUIMING / OPSLAG		ETIKETTERING	
Noodsituatie: Explosiegevaar! Bij meer dan 50 liter: gevarenezone ONMIDDELIJK ontruimen en (laten) afzetten. Deskundige waarschuwen! Opruimen gemorst produkt: Draag handschoenen, laarzen en verse luchtkap/persluchtmasker. Extra ventilatie. Gemorst produkt indammen en afdekken, vervolgens zorgvuldig opzuigen (explosieveilige stofzuiger) en eventueel hergebruiken. Restant opnemen in inert absorptiemiddel en dit zorgvuldig verzamelen en opslaan in vaten (hermetisch afsluiten). <i>Eventuele laatste resten</i> verwijderen met water. <i>Spoelwater</i> afvoeren naar riool. Vaten etiketteren en afvoeren volgens BAGA/KCA regels. Opslag: Brandveilig, gescheiden van oxidatiemiddelen, koel, donker.		Afleveringsetiket: vraag leverancier BAGA: D.6 KCA : 06	
OPMERKINGEN			
¹⁾ Vóór destillatie controleren op peroxide; bij positieve reactie dit onschadelijk maken. ²⁾ De MAC-waarde is een wettelijke grenswaarde. Pas een stevige gebruiksverpakking toe; plaats kwetsbare gebruiksverpakking in een stevige houder.			
TREM-card: 30G30 ; ERIC-kaart: 3-11		GEVI: 33; UN-nummer: 2398	

Dode na explosie in chemiebedrijf ANTWOORDEN

1- Er is een ontploffing opgetreden.

- Er is brand uitgebroken.

Beide risico's worden met nadruk vermeld op de Chemiekaart.

2De Chemiekaart vermeldt o.a.:

- Explosie: damp met lucht explosief;

- Kleurloze vloeistof (...) De damp is zwaarder dan lucht en verspreidt zich over de grond met kans op ontsteking op afstand.

Het is dus denkbaar dat er nog wel MTBE-*damp* in de opslagtank zat, en dat deze door een oorzaak van buitenaf tot ontsteking is gekomen.

3Zie de punten onder

- Directe gevaren / verschijnselen

- Preventie

- Blusstoffen / eerste hulp

Met nadruk op:- geen open vuur, geen vonken en niet roken;

- ademhalingsbescherming en beschermende kleding;

- uitspoelen met water vóór de werkzaamheden.

Algemeen Dagblad, 29 juli 1998

Strengere procedures Shell na ontploffing

Van een onzer verslaggevers

ROTTERDAM - Shell Nederland Chemie heeft de veiligheidsmaatregelen bij het reinigen van opslagtanks aangescherpt. Aanleiding is de ontploffing vorige maand op het bedrijfsterrein van Shell in Pernis, waarbij een 33-jarige man omkwam.

De werknemer van Philip Services was bezig een nagenoeg le-

ge tank te reinigen. Bij het afzuigen van het waswater ontstond een vonk die de dampen in de tank tot ontploffing bracht. De Arbeidsinspectie heeft dit vastgesteld. De dampen bestonden uit de resten van de oorspronkelijke inhoud: methyl tertiair butyl ether (een loodvervanger in benzine) en binnengestroomde lucht. De vonk kan zijn ontstaan door ontlading van statisch geladen schoonmaakmateriaal of het slaan van het schoonmaakgereedschap tegen de tankwand.

De arbeidsinspectie is nog bezig met het opmaken van procesverbaal tegen beide bedrijven. Een woordvoerder wil daarover weinig zeggen. Bij de ontploffing werd het dak van de tank weggeblazen. Het slachtoffer bevond zich op dat moment op het dak.

Chemisch Weekblad, 29 augustus 1998



Chemische reactor onder de motorkap

Nieuw proces verhoogt rendement autobrandstof

Het CPO-proces van Shell en Daimler-Benz is mogelijk gemaakt door een combinatie van nieuwe materialen en een nieuwe katalysator", aldus *prof.dr.ir. Krijn de Jong*, hoogleraar katalyse in Utrecht en één van de uitvinders van het proces.

Catalytic partial oxidation (CPO) maakt gebruik van een niet-bekendgemaakt edelmetaal in poreus keramiek. De katalysator maakt het mogelijk benzine in milliseconden om te zetten in synthesesgas ($H_2 + CO$). Reactie met stoom zet het koolmonoxide om in waterstof en kooldioxide. Het waterstofgas reageert vervolgens naar water met zuurstof uit de lucht. Dit vindt plaats op een

Proton Exchange Membrane brandstofcel. De elektrische stroom die hierbij wordt opgewekt, drijft de elektromotor aan. Dit proces is zo efficiënt dat het rendement van de motor (nu zo'n 10% met 1 op 15) minimaal verdubbeld kan worden.

De nieuwe techniek vermijdt emissies van roet en koolmonoxide van een normale verbrandingsmotor. Ook de CO_2 -uitstoot wordt door het efficiëntere gebruik van brandstof gehalveerd.

De techniek kan verschillende brandstoffen aan, waaronder benzine, diesel, LPG, kerosine en biobrandstoffen als methanol. Voorlopig gaat Shell zich echter richten op benzine. Dit heeft een wijdverspreid distributiesysteem en is eenvoudiger om te zetten dan diesel. ●

Zie ook 'CPO katalyseert vloeistoffen', pagina 3

Reinier Guijt

CW35/29 AUGUSTUS 1998

De eerste stap in het nieuwe proces is een reactie die CPO genoemd wordt.
1Geef een Nederlandse naam voor deze reactie.

In benzine komen verschillende koolwaterstoffen voor. In deze opgave stellen we benzine voor door middel van de 'gemiddelde' koolwaterstof *octaan*.

2Schrijf de molecuulformule van octaan op.

Veronderstel dat het CPO-proces wordt uitgevoerd met octaan.

3Schrijf de vergelijking op voor de CPO-reactie.

4Waardoor ontstaat er geen CO_2 bij de CPO-reactie?

Als tweede stap in het proces verloopt een reactie met stoom.

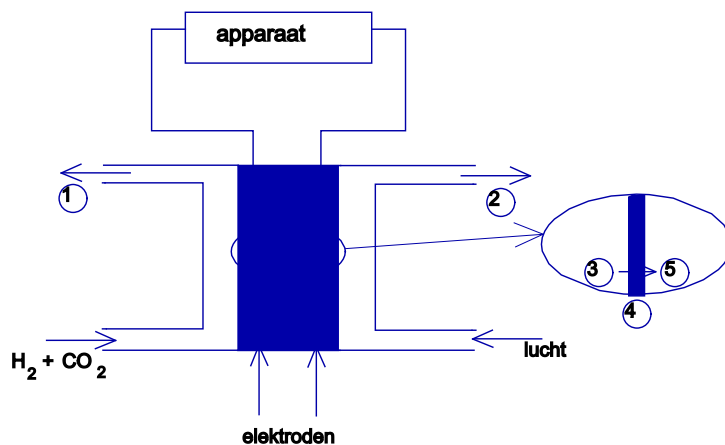
5Schrijf de vergelijking op voor de reactie met stoom van het mengsel dat bij de eerste stap ontstaat.

De laatste reactiestap verloopt in een brandstofcel.

6Geef een Nederlandse naam voor de genoemde brandstofcel.

7Schrijf de vergelijking op van de *halfreactie* die je uit de naam van de brandstofcel kunt afleiden.

Hieronder is schematisch een brandstofcel getekend.



8Schrijf op wat er op de genummerde plaatsen aanwezig is of 'stroomt'.

9Schrijf de vergelijking op van de tweede *halfreactie* en stel uit beide halfreacties de volledige reactievergelijking op.

10Geef in de tekening met twee pijltjes aan hoe de elektronen door de elektrode-draden worden toegevoerd en afgevoerd; geef ook aan wat de *plus*-pool is en wat de *min*-pool.

Bij het nieuwe proces wordt octaan in drie reactiestappen omgezet.

11Wat de drie reactiestappen in één reactievergelijking samen.

Je kunt octaan ook in één stap volledig verbranden met lucht.

12Schrijf de vergelijking op voor deze volledige verbranding.

In het artikel wordt beweerd: "Ook de CO_2 -uitstoot wordt (...) gehalveerd."

13Leg uit waardoor de halvering van de CO_2 -uitstoot ontstaat.

Het nieuwe proces zorgt voor een ingrijpende verandering van de 'krachtbron' van auto's.

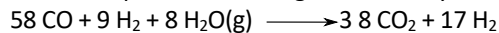
14Geef je mening over de mogelijke toepassing van het nieuwe proces. Gebruik daarbij voor- en nadelen die je uit het artikel haalt. Bedenk zelf nog een aanvulling.

Chemische reactie onder de motorkap ANTWOORDEN

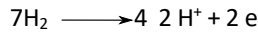
1Katalytische gedeeltelijke oxidatie of katalytische gedeltelijke verbranding.



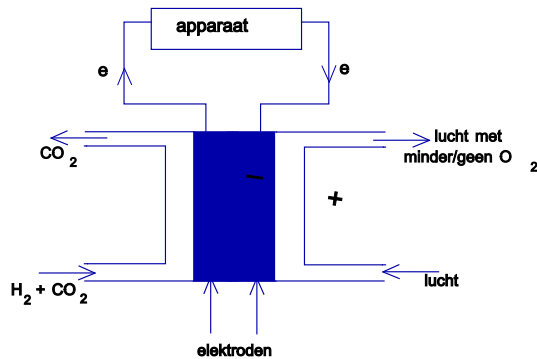
4Door de specifieke werking van de katalysator, die de reactie bij CO laat stoppen.



6Proton-uitwisselings-membraan-cel.

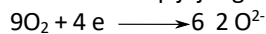


8

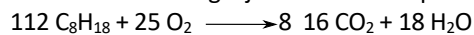


1 = CO₂; 2 = lucht met minder/geen O₂; 3 = H₂; 4 = H⁺; 5 = O₂

N.B. De beide pijltjes geven de stroomrichting aan *van de elektronen*.



10Zie in de tekening bij het antwoord op vraag 8.



12Gelijk aan de vergelijking bij 11.

13Nee, de vergelijkingen bevatten evenveel CO₂.

14Het rendement van de motor wordt verdubbeld doordat het nieuwe proces zo efficiënt verloopt; er hoeft maar de helft van de brandstof te worden gebruikt voor dezelfde prestatie, dat geeft ook maar de helft van de 'oude' CO₂-uitstoot.

15Gebruik makend van b.v.:

Voordelen:

- aandrijving door elektromotor (stil en schoon);
- efficiënt proces (rendement motor verdubbeld);
- vermindering van emissies (geen vervuilende uitlaatgassen);
- verschillende brandstoffen mogelijk;
- distributienet voor brandstof bestaat al.

Nadelen:

- edelmetaal nodig in katalysator (prijs? voorraad?);
- reactoren + elektromotor duurder dan huidige verbrandingsmotor?
- reactor gevoeliger voor storingen dan verbrandingsmotor?

Technisch Weekblad, 2 september 1998

Vliegveld voor kust door zwavelzuurinjectie

GRONDMECHANICA Een omstreden methode om met behulp van zwavelzuurinjecties de bodem te verhogen lijkt, nu Schiphol en KLM serieus overwegen een vliegveld voor de kust aan te leggen, meer kans te maken. Uit proeven die eind september in kalksteengroeven in Zuid Limburg worden gehouden, zal moet blijken of de methode goed te beheersen is.

JAN LIBBENGA

UTRECHT - Precies tien jaar geleden droomde prof. dr. Olaf Schuiling van de vakgroep geochemie van de Utrechtse faculteit der Aardwetenschappen dat men de bodem zou kunnen verhogen door kalksteen te laten reageren met zwavelzuur. Op deze manier ontstaat gips dat een tweemaal zo groot volume heeft als kalksteen. Schuiling vond het zelf een idioot idee maar hij merkte dat anderen het toch serieus namen. Na een televisie-uitzending over het onderwerp kwam Schuiling in contact met Jan-Dirk Nieuwenhuis, naast hoogleraar aan de Universiteit Utrecht destijds directielid van Grondmechanica Delft. In 1992 dienden beiden een onderzoeksvoorstel in bij de Stichting Technische Wetenschappen (STW). Die kwam met zeven ton over de brug.

Plexiglas

'Eerst heb ik geëxperimenteerd met een blok kalksteen in een cilinder van plexiglas', zegt Schuiling. 'Je zag het gesteente omhoog komen als je er zwavelzuur in goot.' Dank zij een aanvullende subsidie van STW konden deze zomer bodemexperimenten in Zuid Limburg worden uitgevoerd. De locatie werd gekozen omdat het kalksteen daar aan het oppervlak ligt en er niet diep geboord hoeft te worden. Bij de proeven wordt een gat geboord waarin een stalen pijp past. In die pijp wordt onder hoge druk zwavelzuur gepompt. Om er voor te zorgen dat het boorgat open blijft wordt tevens zoutzuur toegevoegd. Het zwavelzuur vermengt zich met het kalksteen en zo ontstaan gips en kooldioxide. Omdat gips een groter volume heeft dan kalksteen wordt het omringende gesteente opgetild. De reactie kan een tegendruk van 1 miljoen atmosfeer overwinnen, aanzienlijk meer dan

de gesteentedruk van een kolom van enkele honderden meters.

Zwavelzuur kan aan het oppervlak een milieuprobleem geven, maar in de ondergrond wordt het geneutraliseerd tot gips. Als voor de reactie afvalzuren worden gebruikt met een hoog gehalte aan zware metalen, worden deze volledig geïmmobiliseerd en zijn ze geen afvalstof meer. De methode tast ook het grondwater niet aan, omdat de reactie zich ver onder het zoete grondwater voltrekt. En hoewel bij de reactie het broeikasgas kooldioxide vrijkomt, valt de CO₂-balans volgens Schuiling toch positief uit omdat de CO₂ in de bodem wordt vastgelegd.

Zandopsputting

Vanuit milieutechnisch opzicht is de methode zelfs een buitenkansje voor de afvalzuur producerende industrie, zo meent Schuiling. 'Die mag dat zuur immers niet langer in zee dumpen. Maar zodra het zuur in gips is getransformeerd zit het daarin verankerd en ben je het kwijt.' Schuiling denkt dat zijn methode een aantrekkelijke aanvulling kan zijn op de kostbare zandopsputtingen waarmee Rijkswaterstaat kusterosie bestrijdt. 'Ze denken er al over om via ondieptes de golven eerder te breken. Dat sluit goed aan bij onze plannen,' aldus Schuiling.

Overigens komt niet meer dan de helft van de kust in aanmerking voor de methode, omdat niet overal kalksteen zit. De bodems voor de kust van Noord Holland en de Waddeneilanden zijn goed te verhogen. Ook zou de methode gebruikt kunnen worden voor de aanleg van een vliegveld voor de kust. 'We hoeven daarvoor niet eens diep te boren, tot maximaal 1000 meter', zegt Schuiling.

Pisa

De vraag is alleen of er voldoende afvalzuur beschikbaar is. Wanneer zwavelzuur moet worden ingekocht wordt bodemopheffing veel duurder dan storten. Theoretisch zou de methode ook gebruikt kunnen worden om bodem zeer lokaal op te hogen, bijvoorbeeld onder de Toren van Pisa. 'Maar aan dergelijke projecten kan pas worden begonnen als we voldoende ervaring met de methode hebben opgedaan', zegt Schuiling.

- 1 Zoek in Binas de rationele naam en de formule op voor kalksteen en gips.
- 2 Schrijf de vergelijking op van de reactie tussen kalksteen en zwavelzuur.
- 3 Waarom kan door deze reactie de bodem verhoogd worden?
- 4 Beschrijf het experiment van prof. Schuiling in eigen woorden.
- 5 Welke waarnemingen doet prof. Schuiling.
- 6 Welke praktische moeilijkheden verwacht je bij het injecteren van zuur in de bodem?
- 7 Welk milieutechnisch voordeel heeft de methode?
- 8 Waarom worden de zware metalen in de afvalzuren niet langer als afvalstof beschouwd?
- 9 Kunnen 'alle' afvalzuren worden gebruikt? Leg uit waarom wel/niet.
- 10 Kan op de beschreven manier de bodem overal verhoogd worden?
- 11 Wanneer zal de voorgestelde methode niet (meer) lonend zijn?
- 12 Geef je mening over de beschreven methode.

Vliegveld voor kust door zwavelzuurinjectie ANTWOORDEN

1calciumcarbonaat (belangrijkste bestanddeel), CaCO_3 ;

calciumsulfaat-dihydraat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

$2\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1 \text{ CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

3Omdat het gevormde gips een tweemaal zo groot volume heeft als het kalksteen had.

4-

5Het gesteente kwam omhoog.

6Je moet een pomp hebben die bestand is tegen zwavelzuur en die een hoge druk kan leveren.

7Onschadelijk maken van afvalzuren.

8Omdat de zware metalen in het gips worden geïmmobiliseerd (vastgelegd). Ze kunnen zich dan niet meer verplaatsen en worden daarom niet langer als schadelijk beschouwd.

9Nee, alleen zwavelzuur geeft gips.

10Nee, omdat niet overal kalksteen in de bodem zit.

11Als er niet meer voldoende afvalzuur beschikbaar is.

12Het artikel spreekt van 'dromen' en 'een idioot idee', maar de Stichting Technische Wetenschappen heeft wél f 700.000 gegeven, aan een geochemie-prof en een prof die directielid is van Grondmechanica!

Ll. zouden zich misschien kunnen afvragen: het lijkt fantastisch, zou het (in het groot) óók echt werken of zou het boren van gaten en pompen van zuur niet erg duur zijn?

Zie ook Chemie Aktueel; nummer 12, mei 1993

Demonstratie

De redactie heeft getracht om van het experiment van prof. Schuiling een eenvoudig uit te voeren leerlingen-experiment te maken. Dat stuitte op problemen. De opgedane ervaringen hebben wél geleid tot het volgende *demonstratie*-experiment.

Benodigdheden

- stevige reageerbuis- 4 M zwavelzuur
 - *poedertrechter*, die daarop/daarin past- krijtpoeder / fijn CaCO_3
 - (glazen) buisje, iets langer dan de reageerbuis- fijn zand
 - dun (plastic) slangetje dat in buisje past- plastic wegwerpspuitje
- Let op dat u test of het krijtpoeder inderdaad CaCO_3 bevat.

Uitvoering

- plaats de poedertrechter op de reageerbuis
- steek het buisje tot op de bodem van de reageerbuis
- schep krijtpoeder / fijn CaCO_3 in de trechter
(tril het poeder naar beneden en vorm zo een stevig kolommetje)
- schep fijn zand in de trechter en tril (dit geeft een verzwaringslaag, het lijkt nu ook meer op een bodem-doorsnede)
- zet een veiligheidsbril op*
- schuif het slangetje op het wegwerpspuitje
- trek het buisje in de reageerbuis enkele mm omhoog
- zuig zwavelzuur op en breng het slangetje tot onderin het buisje in de reageerbuis
- spuit het zwavelzuur langzaam uit
(trek eventueel de buis af en toe iets omhoog)

Opmerking: het blijkt dat zwavelzuur tussen slangetje en buisje omhoog komt als er zich (te) veel druk opbouwt. Het kan daarom handig zijn om tevoren de ruimte tussen het slangetje en het buisje dicht te kitten en het wegwerpspuitje pas na het vullen op het slangeltje te schuiven.

Eindhovens Dagblad, 7 maart 1998

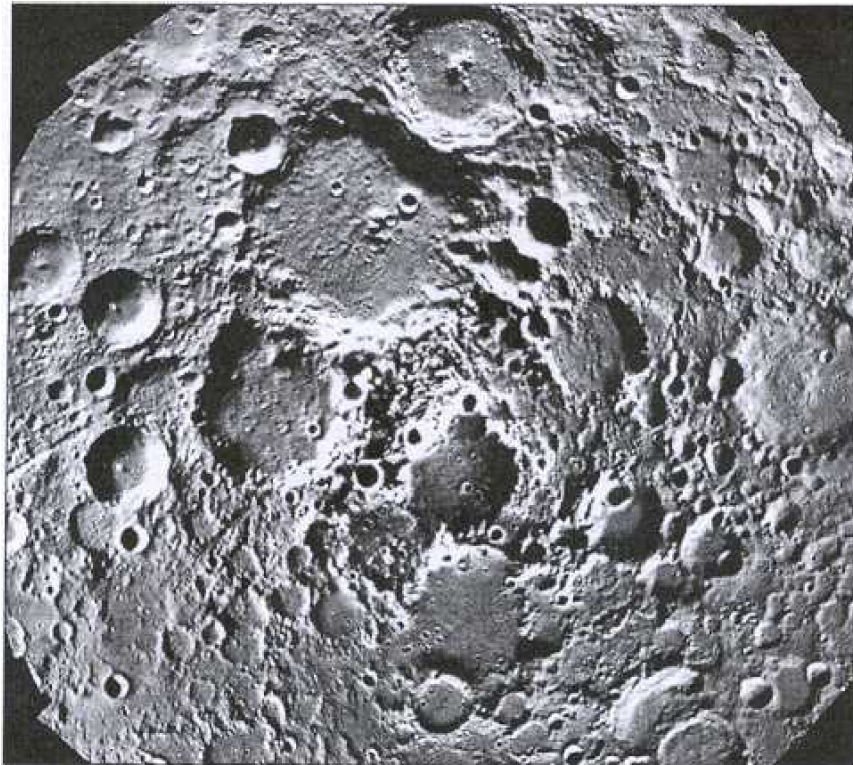


Foto ANP

• De Noord-pool op de maan, waar de Nasa een ijsmeer heeft ontdekt.

Wonen op de maan mogelijk na ontdekking van 'ijsmeer'

Door Hans Rube

„Spectaculair”, vindt M. van Ginkel, voorzitter van de Volkssterrenwacht Halley de ontdekking van een 'ijsmeer' op de maan door het Amerikaanse ruimtevaart-agentschap Nasa. „Dit betekent dat de maan in principe gekoloniseerd zou kunnen worden. We hoeven er geen water meer naar toe te slepen.”

Tot voor kort dacht elke wetenschapper nog dat de maan een droog onbewoonbaar hemellichaam was. „Totdat een aantal jaren geleden een satelliet over de polen vloog en beelden doorseinde waarop een diepe krater te zien was. Deskundigen meenden in dat gat ijs te zien”, zegt Van Ginkel.

Nasa bouwde een nieuwe sonde, de Lunar Prospector,

die met speciale 'waterzoekende' apparatuur is uitgerust. Aan de donkere zijde van de maan blijkt nu inderdaad een groot ijsmeer aanwezig. „Waarschijnlijk is miljoenen jaren geleden een grote waterhoudende komeet ingeslagen. In feite is dat een gigantische sneeuwbal.”

Ondanks maanwandelingen en een reeks sondes die rond de maan cirkelen, heeft de ontdekking van water lang op zich laten wachten. „Dat komt omdat er nooit bewust naar is gezocht”, zegt Van Ginkel. „Iedereen ging er van uit dat dat er toch niet was.”

De gevonden ijsmassa is voldoende om een maankolonie van tweeduizend mensen meer dan een eeuw van water te voorzien. Belangrijker nog is volgens Van Ginkel dat eventuele kolonisten

de waterpartij kunnen gebruiken voor de productie van waterstof en zuurstof. „Het houdt in dat je betonnen, luchtdichte woningen kunt bouwen met de grondstoffen die op de maan aanwezig zijn, maar ook dat je over zuurstof beschikt.” Daardoor zouden mensen binnenshuis 'normaal' kunnen rondlopen. De huizen moeten echter wel goed geïsoleerd worden.

Wonen op de maan: futurologie, beaamt Van Ginkel. „Ik zal dat waarschijnlijk niet meer meemaken en het zal verschrikkelijk veel geld kosten. Toch overwegen wetenschappers serieus om de maan te exploiteren. De grondstoffen op Aarde raken op, waardoor het economisch aantrekkelijker zal worden om in dit soort projecten te investeren.”

1Hoe is volgens van Ginkel het water op de maan terecht gekomen?

Waterdamp hoog in atmosfeer

CAPE CANAVERAL - Een Duitse satelliet heeft in de hoogste lagen van de aardatmosfeer sporen van waterdamp aangetroffen. Volgens Amerikaanse deskundigen ondersteunt deze verrassende ontdekking de omstreden theorie dat kleine kometen de aarde met water 'beschieten'. "Maar het is wel de vraag

waar dat water vandaan komt", zegt Robert Conway van het marine-onderzoekslaboratorium in Washington. De theorie van de waterbombardeementen werd tien jaar geleden gelanceerd door de wetenschapper Louis Frank van de Universiteit van Iowa. In mei stuurde een milieusatelliet van de NASA beelden waarop 'inslagen' in de atmosfeer te zien waren, waarvoor niemand een verklaring kon geven.

2Vat de theorie van Louis Frank in één zin samen.

3Op welk experimenteel gegeven is de theorie van Frank gebaseerd?

4Geef een argument tégen de theorie van Frank.

5Leg uit of jij vindt dat de ontdekking van water op de maan de theorie van Louis Frank ondersteunt.

In de pers berichtte men al eerder over de ontdekking van water op de maan

de Volkskrant, 4 december 1996

Ontdekking van ijs op de maan opent nieuwe perspectieven

Van onze verslaggever

AMSTERDAM

Een Amerikaans militair ruimtevaartuig heeft sporen van water ontdekt op het oppervlak van de maan. Het water kan van belang zijn voor toekomstige nederzettingen op de maan, aldus een woordvoerder van Nasa dinsdag.

In een diepe krater bij de zuidpool bevindt zich volgens woordvoerders van Nasa en het Pentagon een pakket ijs, dat mogelijk afkomstig is van een lang geleden ingeslagen komeet.

Het ijs werd ontdekt via gedetailleerde radaropnames van het maanoppervlak, gemaakt door het door het Pentagon gelanceerde ruimtevaartuig Clementine, dat twee maanden rond de maan heeft gecirkeld.

Het ijspakket heeft de omvang van een klein meer en kan tot enkele tientallen meters dik zijn. Het bevindt zich onderin de dertien kilometer diepe en 2500 kilometer wijde Aitkin-krater dichtbij de zuidpool aan de eeuwig donkere achterkant van de maan. De temperatuur is daar hooguit minus 230 graden Celsius.

Clementine werd in januari 1994 gelanceerd door het Pentagon als onderdeel van een test voor raketensensoren in de nadagen van het Starwars-programma, een raketafweersysteem in de ruimte. Het ijs op de bodem van de krater werd al een paar maanden later gevonden, maar pas onlangs werden de experts het er over eens dat het om bevroren water moest gaan.

Astronomen nemen nu aan dat ongeveer 3,9 miljard jaar geleden

een komeet is ingeslagen op het nog jonge maanoppervlak. Daarbij zouden waterdruppels uit de staart achtergebleven kunnen zijn op de beschutte bodem van de inslagkrater. Door de geringe zwaartekracht en hoge dagtemperaturen zou water op andere plekken al lang zijn verdampt of ontleed in waterstof en zuurstof.

De aanwezigheid van water op de maan zou exploratie van het hemellichaam een stuk eenvoudiger maken. Niet alleen zou het gebruikt kunnen worden als drinkwater en voor kassenbouw, er zou ook adembaar zuurstof uit gewonnen kunnen worden.

In de jaren zestig werd al uitgebreid gespeculeerd over de aanwezigheid van water op de maan. Zes Apollo-missies slaagden er echter nooit in daarvoor aanwijzingen te vinden.

Als je de artikelen van 4 december 1996 en van 7 maart 1998 vergelijkt, lijkt het erop dat de wetenschappers van de NASA hun theorie verder wilden toetsen.

6Waaruit blijkt dat?

Andere wetenschappers waren rond 1996 sceptisch over de ontdekking van ijs op de maan, zoals blijkt uit het volgende artikel.

Geen ijs op de maan

Bij nader inzien komt er waarschijnlijk toch geen ijs voor op de maan. Althans, niet op de plek nabij de zuidpool van de maan die de Amerikaanse ruimtesonde Clementine vorig jaar aanwees als ijsvlakte. De radar-reflecties van het terrein kwamen overeen met wat de astronomen verwachtten van een ijsvlakte, maar het ijs zelf

heeft niemand ooit gezien. Dit indirecte bewijs is nu verder onderuitgehaald door Australische en Amerikaanse astronomen die het bewuste gebied op de maan bestudeerden met de radiotelescoop van Arecibo op Puerto Rico. Uit de waarnemingen bleek dat ook elders op de maan gebieden voorkomen met de 'ijs-

reflectie'. En deze gebieden bevinden zich op locaties die zich bepaald niet lenen voor ijsgroei omdat ze regelmatig worden blootgesteld aan de zon. De astronomen houden het erop dat een ruwe bodemstructuur in de krater per abuis is aangezien voor ijs. (Science, 6/6)

7Hoe zijn deze wetenschappers te weten gekomen dat er op de maan geen ijs voorkomt?

8Berustte de 'water-op-de-maan'theorie uit de Volkskrant op onnauwkeurige experimentele gegevens?

Licht je antwoord toe.

9Leg uit of jij na het lezen van de vier krantenartikelen er zeker van bent dat er water is op de maan?

10Wat zou er volgens jou moeten gebeuren om zeker te weten dat er water op de maan is?

Water op de maan ANTWOORDEN

- 1 Waarschijnlijk is miljoenen jaren geleden een grote waterhoudende komeet ingeslagen. In feite is dat een gigantische sneeuwbal (ijsbal).
- 2 Kleine kometen 'beschietsen' de aarde met water.
- 3 De theorie van Frank is gebaseerd op satellietenbeelden waarop 'inslagen' te zien waren.
- 4 Hoge temperaturen zorgen ervoor dat er waterdamp ontstaat, zodat er van 'beschietsen' geen sprake kan zijn.
- 5 Bijvoorbeeld: Ja. Water op de maan (=ijsmeer) een gevolg van 'inslagen' waar bij de theorie van Frank ook sprake is.
- 6 Het vermoeden van ijs in 1996 werd bevestigd door speciale 'waterzoekende' apparatuur in 1998. Men zag dus wel wat in verder onderzoek.
- 7 Door studie met de radiotelescoop van Arecibo. ook elders op de maan komen gebieden voor met de 'ijsreflectie'. het gaat hier om gebieden die regelmatig worden bloot gesteld aan de zon zodat het 'ijs' smelt.
- 8 De 'water-op-de-maan' theorie uit de Volkskrant berustte op gedetailleerde radaropnames van het maanoppervlak. Die opnames zijn vast nauwkeurig. De conclusies die men daaruit trok zou je onnauwkeurig kunnen noemen.
- 9 Bijvoorbeeld: De 'waterzoekende' apparatuur, Eindhovens Dagblad, levert voldoende bewijs.
- 10 - 'Waterzoekende apparatuur' een tweede keer inzetten, maar nu gericht op de maangebieden met de ijsreflectie. Dit zal dan de uitkomst moeten opleveren: geen ijs gevonden.
- Bij de volgende maanexpedities (grond)monsters nemen in die gebieden en analyseren op aanwezigheid van water.

EXPERTS: CONTAINERS MET KERNAFVAL LEKKEN NIET OGPAVEN

de Volkskrant, 27 mei 1998.

Experts: containers lekken niet

Van onze verslaggever
Martijn van Calmthout

AMSTERDAM

De vaten waarin ook in Nederland kernafval wordt vervoerd, kunnen uitwendig zijn vervuild met radioactief materiaal door de manier waarop ze worden beladen. Maar er is geen sprake van dat de zwaar beveiligde containers lekken. Dat zeggen Nederlandse experts naar aanleiding van de ophef die in Duitsland is ontstaan over radioactieve vervuiling van treinen met kernafval.

De Franse kernenergiedienst DSIN rapporteerde maandag dat cenderde van de containers met opgebrande brandstofstaven die in Cap la Hague arriveren voor opwerking, radioactiever zijn dan is toegestaan. De Duitse minister Merkel van Milieuzaken is zwaar bekritiseerd omdat zij van de overschrijdingen op de hoogte had moeten zijn. Dinsdag kondigde ze strengere vervoerseisen aan. Politiebonden hebben laten weten voorlopig geen transporten meer te willen beveiligen.

Volgens directeur H. Codée van nucleair afvalverwerker Covra in Borssele is het een bekend gegeven dat kernafvalcontainers na het beladen soms moeilijk uitwendig te ontsmetten zijn. Vooral bouten,

koelvinnen en richels kunnen problemen opleveren. 'Een restant licht radioactieve besmetting is daardoor denkbaar, al is dat natuurlijk uit den boze. Maar van lekkende vaten kernafval is pertinent geen sprake.'

De Franse gegevens wijzen uitsluitend op oppervlakkige radioactieve verontreinigingen, zegt ook J. Rodenburg van Greenpeace Nederland. Uit Franse veegproeven, waarbij materiaal van het oppervlak wordt geveegd voor stralingsmetingen, komen besmettingen naar voren met onder meer kobalt-60 en zilver-110. De maximaal toegelaten grenswaarde is 4 becquerel per vierkante centimeter; de Fransen treffen waarden aan van 400 tot in een enkel geval zelfs 13 duizend.

Greenpeace en het Kamerlid M. Vos van GroenLinks hebben daarom gevraagd om een vervoersverbod van kernafval in Nederland. In Duitsland en Frankrijk is zo'n verbod al afgekondigd.

Een zegsman van de kerncentrale Borssele, de grootste bron van Nederlands kernafval, zegt dat de grote getallen omgerekend naar stralingsbelasting voor de omgeving niet zo veel betekenen. 'Het stralingsniveau dat pal op het vat te meten is, is dat van de hoog-radioactieve inhoud zelf, en die is

altijd binnen de normen. Eventuele plaatselijke contaminaties vallen daarbij in het niet.'

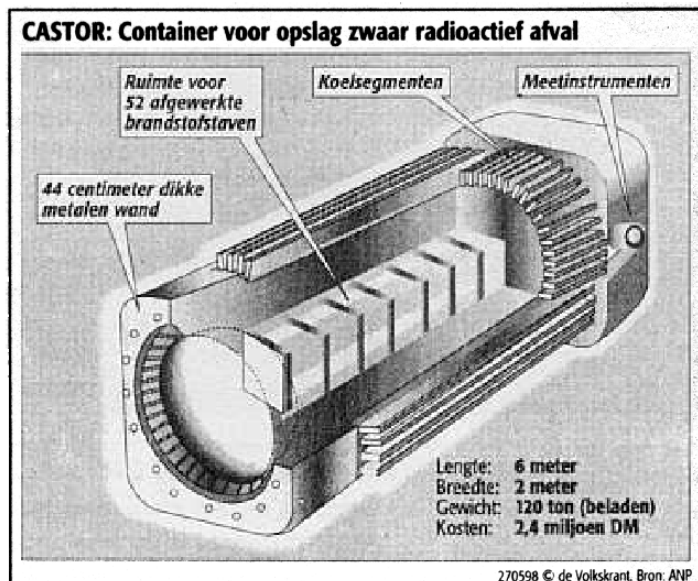
De ruim veertig centimeter dikke stalen Castor-vaten, met ingebouwde koeling, zijn daartoe speciaal ontworpen. Een frontale botsing van 50 kilometer per uur overleven ze zonder lekkage. Temperaturen tot 800 graden weerstaan ze zeker een half uur. Door de containers onderweg licht vacuüm te houden, is altijd te controleren of er lekken optreden.

De meest waarschijnlijke bron van de besmettingen zijn de bassins waarin kerncentrales, ook die in Borssele en Dodewaard, hun gebruikte brandstofstaven opbergen tot ze worden afgevoerd naar de opwerkingsfabrieken in Cap la Hague of Sellafield. Het koelwater in de bassins wordt radioactief doordat kleine deeltjes door corrosie losraken van de stalen behuizing van splijtstofstaven.

Voor een transport worden de stralende brandstofstaven in het bassin, onder water, in de Castor geladen, waarna de container wordt verzegeld en op onderdruk gebracht. Pas daarna wordt hij uit het bassin getakeld en met hogedrukspuiten gereinigd. Veegproeven moeten uitwijzen of de container naar wettelijke normen voldoende ontsmet is.

Waarschijnlijk, zegt Greenpeace-expert Rodenburg, blijft daarbij vaker radioactief materiaal in kieren en poriën achter dan bij de veegproeven blijkt. Later komt dat materiaal, mogelijk door de hoge temperatuur van de kernbrandstof, alsnog aan het oppervlak. 'De afhandeling gebeurt niet zorgvuldig genoeg.'

De woordvoerder van kerncentrale Borssele benadrukt echter dat omstanders pas risico lopen als ze de containers aanraken. 'En dat is onwaarschijnlijk. De container wordt voor het vervoer geplaatst onder een regen- en winddichte huif. Dat mensen langs de rails zich op meters afstand door de straling bedreigd voelen is, met permissie, irreal.' Het Nederlandse ministerie van Milieubeheer overweegt vooralsnog geen vervoersverbod voor kernafval.



1Hoe komt er radioactieve verontreiniging aan de buitenkant van de container?

2Hoeveel van welke deeltjes zitten er in een atoomkern kobalt-60?

In BINAS-tabel 25 staat vermeld dat kobalt-60 β -straling uitzendt. β -straling bestaat uit elektronen.

3Hoe kan een kern elektronen uitstoten?

4Welk deeltje ontstaat bij het radioactief verval van kobalt-60? Leg uit hoe je aan je antwoord komt.

5Hoe heet het apparaat waarmee aanwezigheid van straling kan worden vastgesteld?

6Geef twee redenen waarom een Castor-vat een stalen wand heeft van ruim 40 cm dik.

7Leg uit waarom "omstanders pas risico lopen als ze de containers aanraken" en anders niet.

Experts: containers met kernafval lekken niet ANTWOORDEN

1 Doordat de splijtstaven vanuit het koelwaterbassin in de container worden gebracht. Het koelwater is radioactief doordat kleine deeltjes door corrosie losraken van de stalen behuizing van splijtstofstaven.

227 protonen, $(60-27=)$, 33 neutronen.

3 Doordat een neutron overgaat in een proton en een elektron.

4 Kobalt-60 is een β -straler (tabel 25). Het massagetal blijft dan hetzelfde, terwijl het atoomnummer met 1 toeneemt. Antwoord: nikkel-60.

5 Geigermüllerteller.

6- Lekkage na frontale botsing van 50 km per uur is met zo'n dikke wand uitgesloten.

- Hoge temperaturen tot 800 graden worden zo weerstaan.

7 Als je de containers aanraakt heb je kans dat je wat materiaal 'meeneemt', waardoor je langere tijd aan straling bloot wordt gesteld.

New York Times, 11 juni 1998

Making the Move From Wall to Web

By PAMELA LICALZI O'CONNELL

THE class nerd memorized it. The chemistry teacher knelt before it. And you — you kind of liked the colors.

"It" is the Periodic Table of Elements, that ubiquitous classroom wall chart. The table has found a welcome home on the Web, where it exists in numerous clickable incarnations. These range from straightforward to weirdly inspired sites involving comic books and poetry that even the science-averse can enjoy.

The Russian chemist Dmitri Mendeleev is credited with being the first to definitively chart the natural order among elements, the basic units of matter. In the 1860's, he began pinning cards representing the known elements on his laboratory wall. The grouping into rows and columns represented shared chemical properties, or periods. In a scientific triumph, gaps in his table accurately predicted elements yet to be discovered.

The power of hypertext has made the table accessible and understandable in ways that Mendeleev would appreciate. Indeed, the number and variety of sites devoted to the table suggest that it has become something of an on-line fetish for some chemists and wannabes.

Two excellent Web versions of the table can be found at Web Elements (www.shuf.ac.uk/~chem/web-elements/) and the Pictorial Periodic Table (chemlab.pc.maricopa.edu/periodic/periodic.html). Both pro-



At the Chemical Comics site, comic books reveal their scientific side.

vide an enormous amount of information about each element, easy searching and options for printing. For children, the Chem4kids site (www.chem4kids.com/elements/index.html) is a fine introduction, while the University of Kentucky's chemistry department invites know-it-alls to have a go at a table that is blank (www.chem.uky.edu/misc/periodicquiz.html).

But Periodic Table sites are not limited to the merely useful. One such effort is Chemical Comics (www.uky.edu/~holler/periodic/periodic.html), a labor of love by two

University of Kentucky chemistry professors, John Selegue and F. James Holler, who share a belief that comic books spurred them to become chemists.

A visitor can click on an element to see a comic strip panel featuring that element, like this excerpt from a 1967 "Metamorpho": "My stinger injects a chemical cocktail of the world's most potent elemental poisons, from lead to arsenic to chlorine, krypton, selenium and strontium!" Professor Selegue said that using the table to organize the site was a no-brainer: "It's the chemist's alphabet. It's our icon."

If you have a favorite element and a literary bent, the Periodic Table of Poetry (n2o.com/elemental) awaits — emulsion recollected in tranquillity. So far, about one-third of the elements boast hyperlinked poems penned by a variety of chemist-poets. In a few cases, you'll need to understand a bit about the element to "get" the poem, but most of the verses are accessible. Some are wildly creative. Take these opening lines from an ode to cobalt:

"the blue-ing of memory like
adding fixative to the photo's
bath
can be in the form of silvery
metal, bluish tint, refined
electrolytically
Now memories appear
haphazardly and it's
impossible to romanticize
anything."

Somewhere, Mendeleev is scratching his head.

Opgdracht A

De 'Periodic Table of Elements', ons Periodiek Systeem der Elementen, wordt in het artikel *ubiquitous* genoemd.

1 Zoek op wat het woord 'ubiquitous' betekent.

Het kadertje bij de tekening beweert 'At the Chemical Comics site, comic books reveal their scientific side'.

2 Vertaal dit in goed Nederlands.

3 Bezoek de Chemical Comics site en zoek een voorbeeld van een wetenschappelijke bewering in een strip.

4 Bezoek nog minimaal twee andere sites die over het Periodiek Systeem gaan. Laat zien dat je de sites bezocht hebt.

Opgdracht B

1 Bezoek een aantal sites die gaan over het Periodiek Systeem. Laat zien dat je verschillende sites bezocht hebt.

2 Maak bij één site een opdracht bedoeld voor leerlingen uit 4 havo/vwo die voor het eerst met het Periodiek

Systeem in aanraking komen. De opdracht moet een duidelijk lerend effect opleveren.

Making the move from wall to web ANTWOORDEN

Opdracht A

1Alomtegenwoordig.

2Op de Chemical Comics site van internet onthullen komische boeken hun wetenschappelijke kant.

3Dit is ook een aardige opdracht voor de docent!

4Zie het antwoord bij 3.

Opdracht B

1Dit is ook een prima zoekopdracht voor docenten.

2Er kan hierbij gedacht worden aan het opzoeken van gegevens over verschillende elementen, naamgeving van groepen, e.d.. Houd er wel rekening mee dat alles in de Engelse taal weergegeven wordt alhoewel dat geen beletsel mag zijn voor leerlingen van klas 4.

DSM bouwt grootste tapijtreycling- fabriek ter wereld

In Augusta (VS) is DSM de bouw gestart van een fabriek voor de recycling van nylontapijt. Het bedrijf Evergreen Nylon Recycling, een joint venture van DSM Chemicals North America en van Allied Signal, zal per jaar 45.000 ton caprolactam produceren uit 90.000 ton tapijtafval. De start-up is medio 1999 gepland, de investering is ruim 80 miljoen dollar (160 miljoen gulden).

De nieuwe fabriek is de eerste ter wereld die op grote schaal nylontapijt gaat depolymeriseren. Eerdere installaties, onder andere van DuPont en Basf, waren proeffabrieken met een jaarcapaciteit van tonnen in plaats van kilotonnen. Met de ingebruikname van de nieuwe fa-

abriek wordt Evergreen wereldleider op het gebied van nylonrecycling. Jaarlijks ontstaat in Amerika 1,8 miljoen ton tapijtafval, waarvan 450.000 ton op basis van nylon-6.

Verbrand

De nieuwe fabriek breekt tapijt van nylon-6 af tot het monomeer caprolactam. DSM heeft het depolymerisatieproces samen met het Amerikaanse bedrijf Allied Signal ontwikkeld. De directeur van Evergreen, Dave

Menzanotte, omschrijft het proces plastisch als: "als je tapijt versleten is, kunnen we het ophalen, het hele ding in ons gepatenteerde recyclingsproces gooien, de bouwstenen terugwinnen en er ieder nieuw nylonproduct van maken dat we willen."

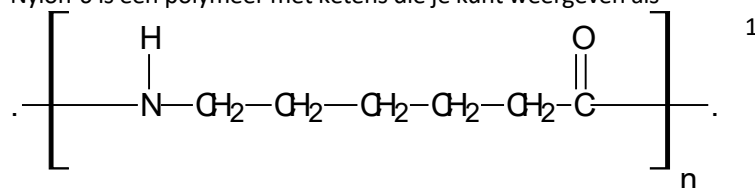
Nylontapijt bestaat voor niet meer dan 50-55% uit nylon-6. Dit verklaart dat er 90.000 ton tapijt ingaat en 'slechts' 45.000 ton caprolactam mee wordt gewonnen. De andere bestanddelen zijn onder meer kalk, lijm en rub-

bers. In het nieuwe proces worden deze vulstoffen in de reactor verbrand.

In Augusta produceert DSM jaarlijks 180.000 ton 'virgin' caprolactam, waarvan een groot deel in tapijten terecht komt. Op de Limburgse thuisbasis maakt DSM overigens 205.000 ton caprolactam, wat ook grotendeels voor tapijtproductie bestemd is. Het bedrijf beraadt zich nog op de vraag of het ook hier een depolymerisatiefabriek wil bouwen. Naar verluidt zijn niet technische, maar logistieke problemen (het waarborgen van de aanvoer van tapijt) het knelpunt bij de beslissing. ●

Sjoerd van der Hem
CW 31-32/1 AUGUSTUS 1998

Nylon-6 is een polymeer met ketens die je kunt weergeven als



1Tekenen de volledige structuurformule van de verbinding waaruit nylon-6 zou kunnen worden gemaakt.

2Geef de rationele naam van deze verbinding.

3Tot welke groep behoort deze verbinding?

4Laat in een reactievergelijking met structuurformules zien hoe twee moleculen met elkaar reageren.

In de tekst is sprake van caprolactam, een ringverbinding. De moleculen van deze verbinding ontstaan uit de monomeren in vraag 1 door afsplitsen van één molecuul water. Er ontstaat een ringstructuur.

5Tekenen de structuurformule van caprolactam.

De fabriek in Augusta gaat nylon-tapijt recycleren. De vragen 6, 7 en 8 gaan over het nylon-gedeelte van het tapijt.

6Geef de omzetting bij het recycleren in woorden weer.

7Schrijf de omzetting in een reactievergelijking op. Gebruik structuurformules.

8Bedenk een reden waarom niet de verbinding uit vraag 1, maar caprolactam het monomeer wordt genoemd.

Het (chemische) belang van het proces blijkt het duidelijkst uit een klein stukje tekst van directeur Dave Menzanotte.

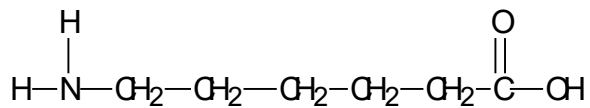
9Neem dat kleine stukje tekst over.

Het tapijt bevat, naast nylon-6, nog andere bestanddelen.

10Bedenk twee redenen om de andere bestanddelen te verbranden.

DSM bouwt tapijtrecyclingfabriek ANTWOORDEN

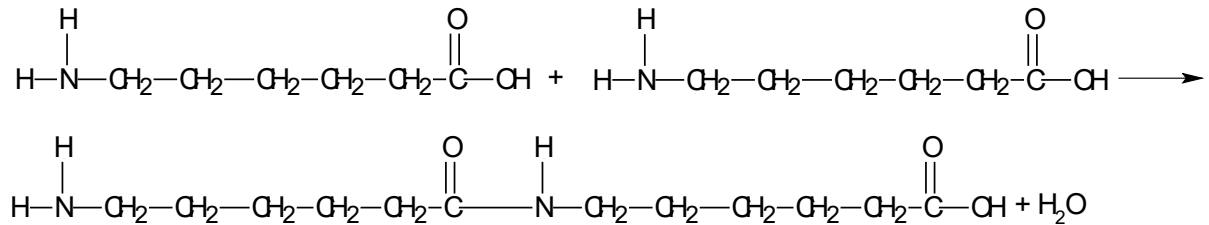
1



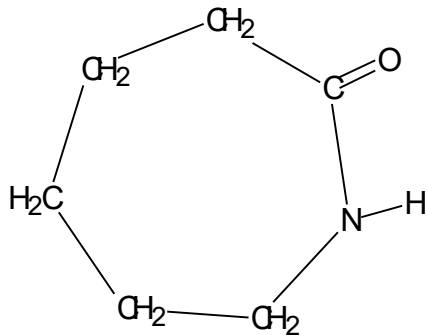
26-aminohexaanzuur.

3Aminozuren.

4

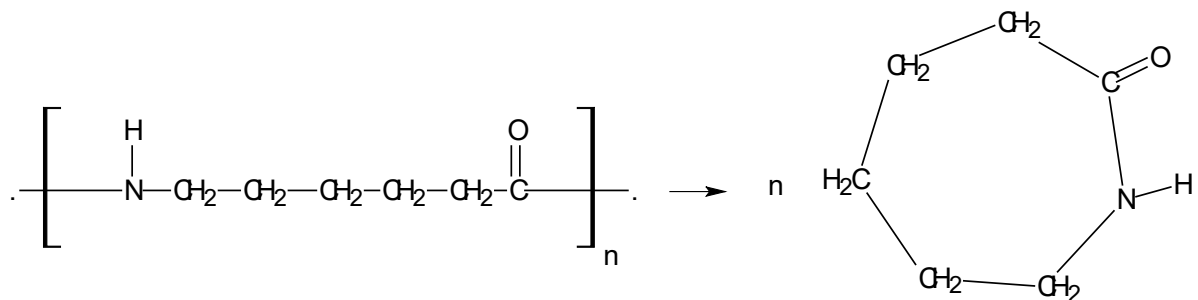


5



6(...) breekt tapijt van nylon-6 af tot het monomeer caprolactam; óf: caprolactam produceren uit tapijtafval; óf: nylontapijt dépolymeriseren.

7



8Omdat de polymerisatie uitgevoerd wordt met caprolactam.

9"... de bouwstenen terugwinnen en er ieder nieuw nylonproduct van maken dat we willen."

10Ze zijn niet meer voor iets anders te gebruiken en ze leveren bij verbranding energie op.

Nuon wil water wel ontharden, maar mag niet van inspectie

Door onze verslaggever

NIJMEGEN/ARNHEM – Waterleverancier Nuon wil het water dat wordt opgepompt uit het Nijmeegse Kronenburgerpark wel verder ontharden, maar mag dat niet. „Dat zou in strijd zijn met de wet”, meent V. Neijssen woordvoerder van NUON Water in Arnhem. „Dan krijgen we de inspectie voor Volksgezondheid aan onze broek.”

Met die woorden reageert de waterleverancier op kritiek van Woningstichting Nijmegen (WSN) dat het met de hardheid van het water dat wordt opgepompt uit het Kronenburgerpark 'uit de klauwen loopt'. Hard water heeft een hoog kalkgehalte wat voor ongewenste neerslag zorgt in warmwaterleidingen en -installaties die daardoor versloopt raken.

Dat komt de laatste jaren zo vaak voor in wijken die worden voorzien van 'parkwater' (centrum, Benedenstad en een groot deel van Nijmegen-West) dat monteurs bijna dagelijks in de weer zijn om waterleidingen te ontkalken waarbij soms hele vloeren moeten worden opengeboren. Alleen al in huurhuizen van de woningcorporaties zorgde dat vorig jaar voor een schadepost van 311.000 gulden. WSN meldde gisteren in deze krant dat zodoende de mogelijkheid bekeken wordt of het haalbaar is een juridische procedure te beginnen tegen Nuon.

„Maar met de kwaliteit van het water uit het Kronenburgerpark is niets mis, in de zin dat het een hoger kalkgehalte heeft dan is toegestaan”, reageert Nuon-woordvoerder Neijssen op de aanklacht. Het bewuste water heeft van nature weliswaar een te hoog kalkgehalte, maar dat wordt door de Nuon onthard tot het wettelijk voorgeschreven niveau, zo stelt hij.

Hardheid van het water wordt uitgedrukt in zogenaamde Duitse graden. „Op de Veluwe is het water met een gemiddelde van 5 Duitse graden bijvoorbeeld zeer zacht. Dat uit het Kronenburgerpark is maar liefst 13,2. Wij ontharden dat tot 8 Duitse graden; dat is de norm van het Waterleidingbesluit waaraan waterleveranciers zich houden moeten. Zouden we het op eigen houtje verder gaan ontharden, tot onder de 8, dan handelen we in strijd met de wet en zijn dus strafbaar”, verduidelijkt de Nuon-woordvoerder.

Volgens hem houdt Nuon zich keurig aan de limiet. „Dat kan worden vastgesteld aan de hand van de metingen die het Waterlaboratorium in Doetinchem wekelijks steekproefsgewijs doet. Daaruit blijkt zelfs dat we doorgaans een ietsje onder het voorgeschreven gehalte zitten.” De rest van de stad is voor z'n watervoorziening afhankelijk van Heumensoord dat een hardheid heeft van 6,5 en dus niet onthard

hoeft te worden.

Achterhoek

Er zijn trouwens gebieden in Nederland waar het water van nature nog harder is dan dat van het Kronenburgerpark.

In de Achterhoek bijvoorbeeld. „In Zelhem is het bijvoorbeeld 15,2 en in Neede 21”, weet de Nuon-man. Uiteraard wordt ook daar onthard tot het vereiste niveau van 8.

Er zijn plannen in de maak om het Waterleidingbesluit dusdanig te wijzigen, dat ontharden tot 5,5 Duitse graden de verplichte norm gaat worden en dat hard water in heel Nederland dus tot het verleden gaat behoren. „Maar we zijn al gauw anderhalf jaar verder voordat het zo ver is”, aldus de Nuon-woordvoerder. Zo lang zal volgens hem een deel van de stad dus moeten leven met weliswaar hard water dat desondanks de wettelijk voorgeschreven kwaliteit heeft.

De waterconsument, maar ook de woningcorporatie, kan er trouwens zelf iets aan doen om het verkalken van warmwaterleidingen te voorkomen, tipt de woordvoerder. „Verkalkte leidingen komen aanzienlijk minder voor wanneer geisers of ketels worden afgesteld op een temperatuur van 65 graden, in plaats van 80 zoals in de meeste huishoudens. Het kan geen kwaad als de woningcorporaties hun huurders daar op wijzen.”

Hard water zorgt voor een ongewenste neerslag in warmwaterleidingen.

1 Welk neerslag wordt bedoeld? Waarom ontstaat dit neerslag alleen in warmwaterleidingen?

2 Geef de vergelijking van de optredende reactie voor de vorming van het bedoelde neerslag.

Hardheid van water wordt uitgedrukt in Duitse hardheidsgraden (DH): 1 DH komt overeen met 7,1 mg Ca^{2+} per liter.

3 Bereken het Ca^{2+} -gehalte van grondwater op de Veluwe en in Neede in mg/l.

Nuon onthardt het water tot 8 DH omdat 'de wet' dit eist.

4 Beschrijf een bruikbare en goedkope manier om water te ontharden.

Het Waterlaboratorium in Doetinchem houdt wekelijks steekproeven.

5 Beschrijf een methode om de hardheid van water te bepalen.

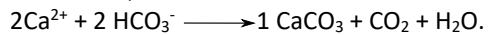
6 Bepaal de hardheid van het drinkwater in je woonplaats volgens de beschreven manier (eerst overleggen met je docent of TOA!).

7 Neem contact op met het waterleidingbedrijf en vraag naar de hardheid van het water in je woonplaats. Of zoek de informatie gebruikmakend van Internet.

8 Vergelijk je eigen resultaat met de informatie van het drinkwaterbedrijf.

Nuon ANTWOORDEN

1 Kalksteen, calciumcarbonaat. Uit hard water ontstaat pas kalksteen bij een temperatuur boven 80°C.



3 Veluwe: 5 DH, dus $5 \cdot 7,1 = 36$ mg Ca^{2+} per liter.

Neede: 21 DH, dus $21 \cdot 7,1 = 150$ mg Ca^{2+} per liter.

4* Voeg een natriumcarbonaatoplossing toe. De aanwezige calcium zal dan als calciumcarbonaat neerslaan. Na affiltreren heb je zacht(er) water gekregen.

* Leid het water over een ionenwisselaar. De aanwezige calciumionen zullen dan uitgewisseld worden tegen bijvoorbeeld natriumionen. Na het doorleiden heb je dan zachter water gekregen.

5 Maak oplossingen van bekende hardheden. Voeg aan elke oplossing net zolang groene zeepoplossing toe tot de oplossing gaat schuimen. Zet de waarden uit in een grafiek, zo krijg je een ijklijn. Bepaal hoeveel zeepoplossing nodig is om de onbekende oplossing te laten schuimen. Met behulp van de ijklijn kan dan de hardheid bepaald worden.

6-

7 Contact opnemen kan ook via Internet: <http://www.waterleiding.nl>. Hierop staan de informatie nummers van alle waterleidingbedrijven. Ook is er op de pagina 'kwaliteit', de keuzemogelijkheid 'hardheid'. Na intypen van de plaatsnaam krijg je de gegevens.

Brabants Dagblad, 4 februari 1998

'Varkensstallen tegen ontzuring'

Door **Will Gerritsen**

In Duitse elektriciteitscentrales wordt varkensgier in de schadelijke rookgasen gespoten. Met deze methode kunnen de vervuilde centrales hun kwalijke walmen (stikstofoxides) reinigen.

Een voorstel van chemicus G. de Jong uit Boekelo: bouw varkensstallen in de omgeving van de Rijnmond. De ammoniakdampen die uit de varkensmest opstijgen, reageren met bepaalde bestanddelen in de smog en neutraliseren zo de traanverwekkende stoffen in deze smerige lucht.

Nog een opmerkelijke stelling. De uitstoot van ammoniak veroorzaakt geen zure regen. Ammoniak bestrijdt juist de verzuring in de lucht die ontstaat ten gevolge van verkeer en industrie. „De boer is daarmee de grote 'ontzuurder'”, beweert De Jong die al enkele jaren deze boodschap verkondigt. Ammoniak staat bij menig-een in een kwade reuk. Bij de klusser bijvoorbeeld, die het goedje bij het schilderen van zijn huis gebruikt om verfwerk te ontvetten. Beleidsmakers zijn driftig ammoniakreductieplannen gaan maken om het verzuringsprobleem op te ruimen. Varkensboeren worden opgezadeld met strenge eisen die kostbare milieu-investeringen met zich mee-

brengen, bedrijfsverplaatsing of zelfs bedrijfssluiting. „Maar de chemie die aan dit beleid ten grondslag ligt, is voor een chemicus niet acceptabel. Daar deugt geen hout van. Het gaat hier om de milieublunder van de eeuw”, gromt De Jong, een gepensioneerd chemicus die carrière maakte in de laboratoria van Staatsmijnen, Ketjen en Akzo. De Jong publiceerde met professor Thoenes (chemische technologie) onlangs de wetenschappelijke bezwaren tegen de 'ammoniakmythe' in het vakorgaan voor chemici, het Chemisch Weekblad.

De Jong behandelt allereerst de invloeden van ammoniak in de lucht. Ammoniak is een basische stof (het tegenovergestelde van zuur) en kan om die reden al geen zure regen veroorzaken. Als base neutraliseert het juist de door verkeer en industrie uitgebraakte zwaveldioxiden en stikstofoxiden, het spul dat ons hemelwater zo verzuurt. Bij hun verkettering van ammoniak hebben de tegenstanders „altijd de gunstige werking van ammoniak in de lucht genegeerd. Nou, van de drie milieu-elementen lucht, water en aarde is de kwaliteit van lucht toch de belangrijkste. Lucht komt rechtstreeks in onze longen”.

Ammoniak die op de bodem neerslaat, wordt door de bodembacteriën omgezet in

salpeterzuur, in feite een mengeling van nitraat plus zuur. Geen ramp, volgens De Jong. Het zuur kan heel goed een tijdje in de bodem 'logeren'. Het resterende nitraat wordt vervolgens door de vegetatie 'opgegeten'. In dat proces geeft het wortelstelsel een zuurvreter (een base) af die op zijn beurt de 'zure logé' verorbert. Zo herstelt de natuurlijke situatie weer. Ook als het nitraat dieper in de bodem zakt, is er nog geen man overboord. In humusrijke grond wordt nitraat afgebroken en het gaat ten slotte als stikstof de lucht in. Denitrificatie heet dat.

Hoogleraar bodemkunde en geologie Nico van Breemen van de Landbouwuniversiteit Wageningen reageert geïrriteerd op De Jongs publicatie en spreekt van „zinloze achterhoedegevechten over zaken waarover de wetenschap het al lang eens is”. Van Breemen: „Chemisch klopt hun verhaal. Maar het gaat om de zuurbelasting van de bodem. Uit metingen weten we dat er in Nederland jaarlijks tachtig kilo stikstof per hectare op de bodem terecht komt. Overweldigend veel. Planten nemen dat aanvankelijk wel op, waardoor in het begin nauwelijks verzuring optreedt, maar op een gegeven moment hebben ze genoeg. En dan wordt de verzuring steeds erger.”

Normaal reageren stikstof en zuurstof niet met elkaar

1Waarom ontstaan stikstofoxiden dan wel in een elektriciteitscentrale?

In Duitse elektriciteitscentrales wordt gier in de schadelijke rookgassen gespoten. De ammoniak uit de gier reageert daarbij met bijvoorbeeld stikstofdioxide, zuurstof en water tot ammoniumnitraat.

2Waarom zijn stikstofoxiden schadelijk voor het milieu?

3Geef de vergelijking van de optredende reactie tussen ammoniak en stikstofdioxide.

Ammoniak neutraliseert ook zwaveldioxide. Daarbij ontstaat ammoniumsulfaat.

4Geef de reactievergelijking. Let op: ook zuurstof en water spelen een rol bij deze reactie.

Ammoniak is een base.

5Hoe kun je met een eenvoudig reageerbuisproefje bewijzen dat ammoniak een base is?

6Waarom verzuurt ammoniak dan toch het milieu?

7Geef de reactie die optreedt als ammoniak in de bodem in aanwezigheid van zuurstof door bacteriën omgezet wordt.

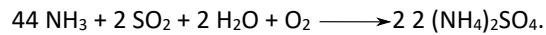
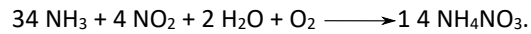
De Jong en Van Breemen hebben tegengestelde meningen over de ammoniakuitstoot.

8Schrijf van elk beknopt de mening op over de ammoniakuitstoot.

Varkensstallen tegen ontzuring ANTWOORDEN

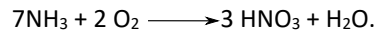
1 Bij de hoge temperatuur in de branders verbrandingsoven reageren stikstof en zuurstof met elkaar en vormen daarbij stikstofoxiden.

2 Stikstofoxiden veroorzaken zure regen en zijn mede verantwoordelijk voor de vorming van fotochemische smog.



5 Leid ammoniak door water waaraan je enkele druppels fenolftaleïne hebt toegevoegd. Dit zal vrij snel rood kleuren.

6 In de bodem wordt ammoniak omgezet in salpeterzuur.



8 De Jong: ammoniakuitstoot is geen probleem. Het neutraliseert de zuren in de atmosfeer. Als het in de bodem wordt omgezet in salpeterzuur is dat ook geen probleem. Het nitraat wordt door de vegetatie 'opgegeten' en het zure deeltje wordt door een base, die door het wortelstelsel wordt afgegeven, geneutraliseerd.

Van Breemen: het gaat om de zuurbelasting. Op een bepaald moment is die zo hoog dat planten er niets meer mee doen. Vanaf dan wordt de verzuring steeds erger.

CO₂ veroorzaakt het broeikasgevaar. Maar wat veroorzaakt eigenlijk CO₂?

Wat is CO₂?

Kooldioxyde, kortweg CO₂, is het belangrijkste broeikasgas. In wezen is CO₂ een onschuldig gas dat van nature in de lucht voorkomt.

CO₂ maakt deel uit van een natuurlijke kringloop. Zolang deze kringloop in evenwicht is, is er geen invloed aan de hand. Het probleem is dat er teveel CO₂ is en dat er steeds meer bij komt. Dit merken we amper want we kunnen het niet ruiken en niet zien.



Hoe ontstaat het teveel aan CO₂?

Het overschot aan CO₂ ontstaat door verbranding van fossiele brandstoffen zoals olie, gas en kolen. Dat gebeurt bij u thuis bijvoorbeeld in de verwarmingsketel, in auto's en vlieg-

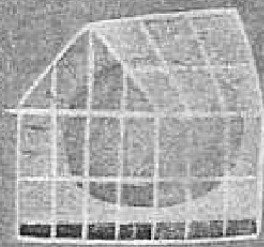
tuigen, maar ook in de industrie en energiecentrales die elektriciteit opwekken.

Eigenlijk overal om ons heen. En iedereen doet er aan mee.

Waar schuilt nou het gevaar?

CO₂ heeft, net als een aantal minder bekende broeikasgassen, de eigenschap warmte vast te houden. Hierdoor warmt onze aarde op en verandert het klimaat.

De gevolgen hiervan zijn te bedreigend om zonnig op ons af te laten komen.



Wat zijn de gevolgen van het broeikasgevaar?

De precieze gevolgen van wereldwijde klimaatveranderingen zijn moeilijk te voorspellen. Op sommige plaatsen zal het warmer worden, op andere plaatsen juist kouder. Het kan natier worden of droger. Het natuurlijke evenwicht raakt uit balans. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld oogsten mislukken.

Er kunnen overstromingen optreden of er kan een tekort aan drinkwater ontstaan. Water zet nu als het warmer wordt. De laatste honderd jaar is de

zeespiegel al tussen de 10 en 25 centimeter gestegen.

Laag gelegen landen zoals Nederland zijn vanzelfsprekend extra kwetsbaar.

Kortom, we kunnen flinke klappen oplopen als we niets doen.



Wat kunnen we doen?

Gelukkig kunnen we het broeikasgevaar nog afremmen. Het belangrijkste is dat we zuiniger ompruilen met energie, zowel thuis, onderweg als op het werk.

Door bijvoorbeeld het gaspedaal wat minder diep in te trappen of door de tv, video en de computer niet stand-by, maar uit te zetten.

Er liggen genoeg kansen en alle beetjes helpen.

Maar als samenleving zullen we het broeikasgevaar nog grondiger moeten aanpakken.

Door het ontwikkelen van zuinigere en schonere technieken en door over te schakelen op schone energiebronnen, zoals wind, water en zon.

We moeten investeren in onze toekomst.

Wat is er al bereikt?

De eerste stappen zijn gezet, maar het is belangrijk dat we doorvechten tegen het broeikasgevaar.

Niet alleen in ons land doen we ons best om het broeikasgevaar te beperken.

Zo werden onlangs op de wereldwijde conferentie in Kyoto voor het eerst bindende afspraken gemaakt over een vermindering van CO₂ en andere broeikasgassen.

En dat is heel goed nieuws, want we bereiken natuurlijk het meest als iedereen, wat ook ter wereld, de knop omzet tegen het broeikasgevaar.



Wilt u meer informatie?

Wilt u meer weten over het broeikasgevaar en energiebesparing, schrijf dan naar antwoordnummer 10697, IPC 120, 2501 WB Den Haag, of bel gratis 0800-3051.

Zet de knop om tegen het broeikasgevaar.

EEN BETTER MILIEU BEGINT BIJ JEZELF

Er is al veel over gesproken en er wordt nog zo weinig gedaan aan het versterkte broeikaseffect. Jij krijgt de opdracht om een poster te maken die oorzaak, gevolgen en te nemen maatregelen weergeeft. De poster is bestemd voor jongeren van 12-18 jaar. Het is waarschijnlijk zinvol dat je nog andere informatiebronnen raadpleegt.

Poster

Doel

Een poster is een korte, visuele presentatie van een project. Door de poster te bekijken, kunnen belangstellenden snel een goed beeld krijgen van het betreffende project.

Eisen

Hieronder staan een aantal eisen met betrekking tot het formaat en de lay-out van de poster.

1Goede afmetingen voor een poster zijn 84 cm x 120 cm (A0).

2De poster moet op eenvoudige wijze op te hangen zijn.

3De poster moet op een afstand van 1 tot 2 meter nog goed leesbaar zijn. Pas de grootte van de figuren en letters aan deze eis aan. Zorg er ook voor dat de tekst op ooghoogte op de poster staat (dus niet helemaal onderaan de poster). Dit is uiteraard ook afhankelijk van de hoogte waarop de poster aan de muur wordt bevestigd.

4De poster is op een duidelijke en logische manier ingedeeld (van links naar rechts, en van boven naar onderen). De poster kan ingedeeld worden in een aantal denkbeeldige, gelijke delen (bijvoorbeeld vier blokken of drie kolommen).

5De foto's, tekeningen en schema's zijn overzichtelijk en verhelderend.

6De poster bevat slechts enkele regels tekst (grote, contrastrijke letters).

7De opmaak van de poster ziet er verzorgd uit.

8Vermeld op de achterkant de bronnen die je hebt geraadpleegd.

Inhoudelijk moet je aan de volgende punten denken:

ABepaal eerst voor welke groep mensen je deze poster gaat maken.

BVat de hoofdaspecten van het project samen in enkele regels tekst of maak deze duidelijk met behulp van tekeningen of foto's. Hoofdzaken zijn onder andere: het doel van de opdracht, de werkwijze, de resultaten en eventueel de conclusies.

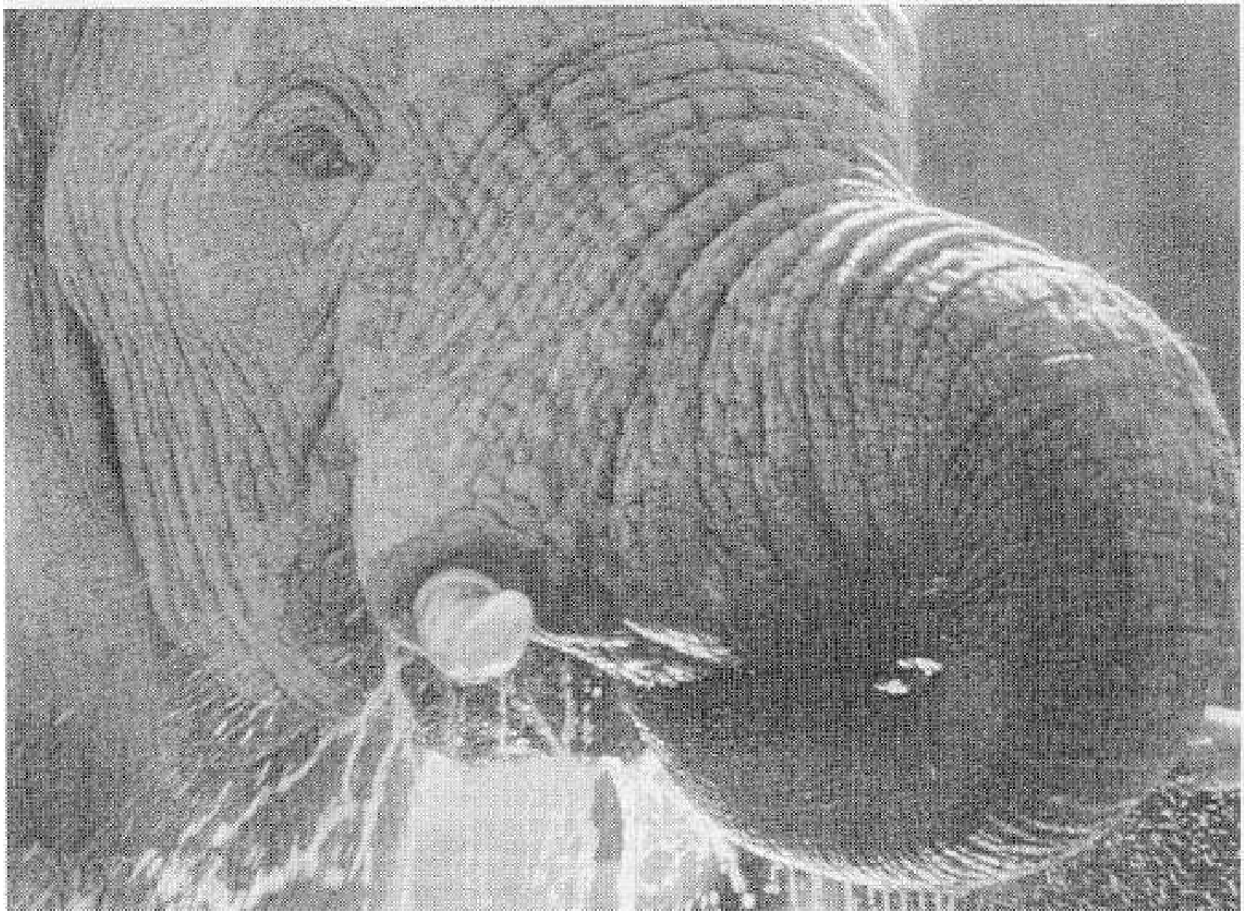
CVermeld bovenaan de poster een titel. Neem in ieder geval op: je namen, de naam van de school.

DZorg voor een overzichtelijke opbouw van het 'verhaal'.

Het is aan te bevelen om de poster eerst op papier te ontwerpen voordat je een definitieve versie maakt.

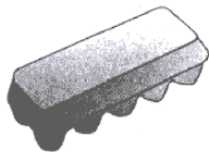
GROOT ABSORPTIEVERMOGEN OPGAVEN

Pluimveehouderij, 13 maart 1998



GROOT ABSORPTIEVERMOGEN

Eieren schoon en hygiënisch verpakken, betekent in vormkarton verpakken. Vormkarton absorbeert het vocht dat door het ei via de eierschaal wordt afgegeven, zorgt voor een droge omgeving en voorkomt de vorming van bacteriën.



Vormkarton

Milieuvriendelijk,
op basis van oud-papier.

Fibre Care - Association of European Moulded Fibre Packaging Industries, Löwenstrasse 1, CH 8001 Zürich

Er wordt in de advertentie gesproken over het grote absorptievermogen van karton.

Opdracht

Beschrijf een proef of maak een werkplan waarmee nagegaan kan worden hoeveel water een ei verpakking kan opnemen.

Bespreek je werkplan met je docent en voer de proef uit.

Maak een verslag van je bevindingen.

Groot absorptievermogen ANTWOORDEN

Zet een ei verpakking in een droogstoof en droog het bij ..°C gedurende .. minuten.

Bepaal de massa van de ei verpakking.

Stop de ei verpakking in een emmer met water. Haal na enige tijd de ei verpakking uit de emmer en laat de ei verpakking goed uitdruipe n. Als er geen waterdruppels meer vanaf komen bepaal je opnieuw de massa. De massatoename is de maximale hoeveelheid op te nemen water.

Vaak wordt de opnamecapaciteit van verpakkingsmateriaal uitgedrukt als het percentage eigen 'gewicht' dat opgenomen kan worden. In formule $(m_2 - m_1)/m_1 \cdot 100\%$ (dit kan boven de 100 % komen), waarin m_1 : massa droge verpakking en m_2 : massa uitgedrope n verpakking.

RADIATOR OPGAVEN

Brabants Dagblad, 26 juni 1998

Radiator in Volvo zet ozon om in zuurstof

DEN BOSCH – Volvo gaat in al zijn toekomstige auto's een radiator met speciale bescherm laag monteren. Die radiator kan als een soort katalysator smog scheiden van schone lucht voordat de lucht in de auto komt. De radiator is in staat ozon om te zetten in zuurstof. Smog ontstaat doordat uitlaatgassen van auto's in aanraking komen met zonlicht.

Het luchtverversingssysteem heet PremAir en is ontwikkeld door de Amerikaanse Engelhard Corporation. Het wordt volgend voorjaar in de nieuwe Volvo S80 geïntroduceerd. Alle volgende Volvo-modellen krijgen het systeem standaard gemonteerd.

Een radiator is een koeler voor het door de automotor opgewarmde koelwater.

1Waarom ontstaat volgens het artikel smog?

2Welke stof komt voor in smog?

3Zoek in Binas op wat de MAC-waarde is en noteer deze waarde.

4Wat is een katalysator?

5Geef de reactievergelijking waarbij ozon, O_3 , omgezet wordt in zuurstof.

6Waarom zal het geen probleem zijn dat de bescherm laag op de radiator van duur materiaal gemaakt is?

Radiator ANTWOORDEN

1Uitlaatgassen komen in aanraking met zonlicht.

2Ozon

3 0,2 mg m⁻³

4Een stof die een reactie versnelt zonder daarbij verbruikt te worden.

52 O₃ → 1 3 O₂.

6Het is een hele dunne laag dus is er maar weinig van nodig. Verder dient het als katalysator dus wordt steeds opnieuw gebruikt.

Brabants Dagblad, 16 juni 1998

Zoutzuurdampen ontsnapt bij Bruynzeel

HENDRIK-IDO-AMBACHT – Bij het bedrijf Bruynzeel Plastics in Hendrik-Ido-Ambacht zijn gistermorgen zoutzuurdampen ontsnapt. In eerste instantie dacht de politie dat het ging om het zeer giftige en brandgevaarlijke blauwzuurgas.

Acht werknemers zijn overgebracht naar ziekenhuizen. Ze zijn in de loop van de middag weer ontslagen.

De dampen kwamen vrij door een technische storing. De brandweer heeft geen verhoogde concentraties aan gevaarlijke stoffen in de lucht geconstateerd.

De brandweer dacht in eerste instantie aan blauwzuurgas.

1 Zoek in Binas de rationele naam van blauwzuurgas op.

2 Welke twee eigenschappen worden van dit gas in het artikel genoemd?

3 Welke gevaarlijke eigenschap van blauwzuurgas wordt in Binas als belangrijkste genoemd?

De ontsnapte stof bleek 'zoutzuur' te zijn.

4 Zoek in Binas tabel 102a op wat zoutzuur is.

5 Geef commentaar op de zinssnede 'zoutzuurdampen'.

6 Geef een betere naam voor 'zoutzuurdamp'.

7 Geef aan de hand van Binas tabel 101 aan wat er moet gebeuren met werknemers die met zoutzuur in aanraking zijn gekomen.

De brandweer heeft geen verhoogde concentratie aan gevaarlijke stoffen in de lucht geconstateerd.

8 Beschrijf een proef waarmee nagegaan kan worden wat de concentratie 'zoutzuur' in de lucht is.

9 Onder welke waarde zal de 'zoutzuur'-concentratie gezeten hebben? Licht toe.

Zoutzuurdampen ANTWOORDEN

1Tabel 102a: waterstofcyanide

2Giftig en brandgevaarlijk.

3Zeer giftig.

4Zoutzuur: een oplossing van waterstofchloride in water.

5Het is een foute weergave in chemisch opzicht: een oplossing kan nooit ook nog damp zijn.

6Waterstofchloridegas.

7Bij inademing: halfzittende houding laten aannemen, zo nodig beademen en naar het ziekenhuis vervoeren.

Bij inslikken: mond spoelen met veel water, veel water laten drinken en naar ziekenhuis vervoeren.

Bij aanraking met huid/ogen: verontreinigde kleren uittrekken en de arts waarschuwen.

8Leidt bijvoorbeeld 1 m^3 verontreinigde lucht door een vat waar precies 1 liter natronloog van bekende molariteit in zit. Bepaal na afloop de hoeveelheid natronloog. Bepaal bijvoorbeeld voor het doorleiden en na het doorleiden de pH. Uit de pH verandering kun je uitrekenen hoeveel NaOH is weggereageerd. Hieruit kun je weer afleiden hoeveel zoutzuur hiermee gereageerd heeft. Van daaruit kan men de waterstofchlorideconcentratie in de lucht berekenen.

9De MAC-waarde is 7 mg m^{-3} . Dus zal de gemeten waarde daaronder gezeten hebben.

ZOUT IN EUROPA OPGAVEN

Chemisch Weekblad, 6 juni 1998

Zout in Europa. De ruimteverkenner Galileo heeft gehydrateerde mineralen ontdekt aan het oppervlak van Europa, de tweede maan van Jupiter gerekend van binnenuit. Het oppervlak van Europa is bedekt met ijs, waaronder zich waarschijnlijk water bevindt. Observaties met de 'Near Infrared Mapping Spectrometer' van Galileo leiden tot de conclusie dat er ook gehydrateerde zouten voorkomen. Het betreft natriumcarbonaat decahydraat ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$), magnesiumsulfaat hexahydraat ($\text{MgSO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$), magnesiumsulfaat heptahydraat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) en mengsels hiervan. Uit eerdere onderzoeken met de Voyager bleek dat er ook zwavelverbindingen voorkomen. (Science vol 280 (22/5/98) pg 1242-1245)

1 Waar bevindt zich het Europa uit het artikel?

2 Wat is een gehydrateerd zout?

Aan de hand van onderzoeken neemt men aan dat men te maken heeft met gehydrateerde zouten op Europa.

3 Stel je hebt een monster van het oppervlak van Europa. Hoe kun je met een eenvoudig proefje bewijzen dat een zout kristalwater bevat?

4 Beschrijf de proef waarmee bepaald kan worden hoeveel kristalwater, het massapercentage kristalwater, het betreffende zout bevat.

5 Geef de reactievergelijking die optreedt als de betreffende proef met kristalsoda, natriumcarbonaatdecahydraat, wordt uitgevoerd.

6 Beschrijf hoe je uit de proef van vraag 4 kunt berekenen hoeveel moleculen kristalwater de kristalsoda bevat.

Zout in Europa ANTWOORDEN

1 Een maan van Jupiter.

2 Een zout dat in de vaste fase watermoleculen in het rooster heeft ingebouwd.

3 Verhit in een reageerbuis met uitleidbuisje een hoeveelheid van het zout. Leidt de vrijkomende damp over wit kopersulfaat. Als er water is vrijgekomen zal het wit kopersulfaat blauw kleuren.

4 Weeg in een reageerbuis een bepaalde hoeveelheid van het zout af. Verhit net zolang totdat er geen waterdamp meer vrijkomt. Laat de buis afkoelen. Weeg weer de reageerbuis. Het massaverlies is de massa van het vrijgekomen kristalwater.

Massapercentage = $(\text{massa kristalwater} / \text{massa hydraat}) \times 100\%$.

$5\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1\text{Na}_2\text{CO}_3 + 10\text{H}_2\text{O}$.

6 De massa na afloop is het watervrije natriumcarbonaat. Hiervan kan berekend worden hoeveel mol het is. Het massaverlies is het kristalwater. Hiervan kan ook bepaald worden hoeveel mol het is. Molverhouding natriumcarbonaat : kristalwater zal dan 1 : 10 zijn geweest.

de Volkskrant, 9 mei 1998

In de Coupépolder in Alpen aan den Rijn blijken bacteriën een groot deel van de vervuiling spontaan te hebben opgegeten. Het is een van de redenen waarom experts steeds meer verwachten van bacteriële grondreiniging. Sceptici waarschuwen echter voor te veel optimisme.

DE grond onder de Coupépolder in Alpen aan den Rijn moet danig zijn vervuild. Dat was tenminste de verwachting van de hydrologen drs. Boris van Breukelen en dr. Wilfred Röling toen ze vorig jaar op zoek gingen naar verontreinigende stoffen in het grondwater onder de vuilstortplaats. Want de chemische tijdbom, zoals de Coupépolder sinds de jaren tachtig in de volksmond heet, is gevuld met lekkende vaten chemisch afval en bergen huisvuil.

Maar op de plaatsen waar het grondwater werd bemonsterd, vonden de onderzoekers slechts geringe, bijna niet te meten concentraties benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen. En tot hun verbazing troffen ze in de bodem een hoge biologische activiteit aan. Dit wijst erop dat organismen onder de stort de verontreiniging wegwerken.

De Coupépolder is niet de enige plaats in Nederland waar blijkt dat stoffen die moeilijk afbreekbaar werden geacht, tot onschuldige of minder schadelijke stoffen vervallen. 'Het milieu is slimmer dan we dachten', zegt microbioloog dr. Henk van Verseveld van de Vrije Universiteit Amsterdam.

Hydrologen en microbiologen van de VU werken in Alpen samen met de provincie Zuid-Holland en Iwaco, adviesbureau voor Water en Milieu. Het creëren van dergelijke teams is de taak van Nobis, het door rijk en bedrijfsleven opgezette Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische In-situ Sanering, dat in 1995 werd begonnen om de patstelling in de bodemsanering te doorbreken.

Na de opruiming in Lekkert, de eerste gerucht makende stortplaats van schadelijke stoffen, stagneerde de schoonmaak van de bodem. Overheid en bedrijven begrepen dat sanering bergen geld zou kosten. Begin jaren negentig werd rekening gehouden met vijftig tot honderd miljard gulden voor het opruimen van de 175 duizend vervuilde plaatsen in Nederland.

Sinds 1995 wordt pragmatischer met het probleem omgesprongen. Methodes als het afgraven van vervuilde locaties

of het inpakken van de vervuiling worden minder belangrijk. In-situ reiniging daarentegen – schoonmaak ter plekke door bacteriën – kan volgens experts in 15 procent van de gevallen een oplossing bieden. In 60 procent van de verontreinigde locaties helpt ze in combinatie met andere technieken. Dit betekent een aanzienlijke verlaging van de saneringskosten. Die zouden met 35 procent kunnen dalen.

In de bodem zijn tal van micro-organismen, zoals bacteriën (actinomyceeten) en schimmels, bezig met de afbraak van allerlei verontreinigende stoffen. Zonder dat er een mensenhand aan te pas komt, is permanent een natuurlijke zelfreiniging gaande.

Begin jaren tachtig zijn al proeven gedaan om benzine en olie in de bodem onder benzinstations met behulp van bacteriën op te ruimen. De toepassing van deze techniek heeft toen geen hoge vlucht genomen. Soms vielen de resultaten tegen, maar het belangrijkste obstakel was de overheid, die erg strenge eisen stelde. In korte tijd moesten hoge reducties van vervuiling worden gehaald. Na versoepeling van die eisen werd de bacteriële aanpak weer vaker toegepast.

Inmiddels is veel meer bekend over de omstandigheden waaronder biologische afbraak werkt. Bij Shell worden een soort hekwerken uitgetest, verticale rasters in de grond waaraan bacteriën zich hechten. Doel is te voorkomen dat de olie verontreiniging wegsijpelt naar de buren. In het hekwerk wordt de minerale olie afgebroken. Om die afbraak te versnellen kan de hoeveelheid bacteriën worden vergroot.

'We weten nu dat de omzetting van benzine en olie ook lukt als er geen zuurstof aanwezig is. We slagen erin de principes van deze afbraak te doorgronden, waardoor we beter in staat zijn te voorspellen waar deze aanpak werkt en wat we kunnen doen om die te bevorderen. Het is zelfs denkbaar dat op de toepassing patent wordt aangevraagd', aldus Nobis-directeur ir. Harry Vermeulen.

SOMMIGE stoffen, zoals toluen, maakt het niet uit of er zuurstof in de buurt is, maar andere zoals benzeen moeten zich voor een snelle reductie juist weer in zuurstof kunnen wentelen. Naftaleen in slib breekt onder zuurstofrijke omstandigheden in 24 dagen af, maar als er methaan in plaats van zuurstof in het slib zit, bedraagt de afbraaktijd 20 jaar. Voor benzopyreen liggen de cijfers nog extremer: met zuurstof is de afbraaktijd 640 dagen, met methaan 78 jaar.

De in-situ sanering heeft een enorme impuls gekregen door revolutionaire ontwikkelingen in de microbiologie, zegt Van Verseveld. 'Veel sneller dan vroeger kunnen we micro-organismen determineren met behulp van DNA-technieken. Vroeger konden we de bovenste twintig centimeter van de bodem bestuderen, nu kunnen we met gemak

tot zeven kilometer diepte gaan en met DNA-technologie vaststellen om welke organismen het gaat.

Onderzoekers beginnen steeds meer greep te krijgen op de processen die zich ondergronds afspelen. 'Ik heb vastgesteld dat er onder de vuilstort in Alpen aan den Rijn een populatie van micro-organismen zit die veel meer stoffen kan omzetten dan de populatie die je buiten de dumpplaats vindt', zegt Röling. 'Dat is een sterke aanwijzing dat de gemeenschap van organismen onder de belt zich heeft aangepast aan de vervuilende stoffen die voorbijkomen.'

Dat zou kunnen betekenen dat de schadelijke stoffen in de Coupépolder in tien tot twintig jaar zijn afgebroken, ver voordat ze via het grondwater in de aangrenzende sloten belanden. Sanering van de Coupépolder is daarom niet nodig, denkt Van Verseveld.

De halleluja-stemming over de in-situ sanering wordt niet overal gedeeld. De Nederlandse Vereniging van Procesmatige Grondreiners (NVP), de afgravers van vuile grond, vindt het ministerie van VROM te laks. Voordat iedereen achter het nieuwe afgodsbeeld van de in-situ aanholt, moet VROM volgens de vereniging eerst een vergelijking maken tussen het afgraven en reinigen van grond en de zelfreiniging.

Bovendien breken bacteriën zware metalen niet af. Maar als bijvoorbeeld zink, lood of cadmium niet in de bovenste laag zitten, vormen ze geen gevaar voor de volksgezondheid, omdat ze vast zitten aan bodemdeeltjes en niet gauw uitspoelen in het grondwater. Metalen zijn pas een probleem als ze in de top laag zitten en kinderen die grond opeten. Of als er groente op wordt geteeld.

Ook dr. ir. Peter Doelman van adviesbureau Iwaco wil het enthousiasme enigszins temperen. 'Er is nog maar een beetje kennis opgedaan en om dan maar meteen de conclusie te trekken dat de natuur de verontreiniging opneemt, gaat wat snel. Dat kan mensen aanzetten tot zorgeloosheid. Ze zouden kunnen denken dat we alleen maar even hoeven te wachten totdat de natuur alle rotzooi heeft opgeruimd. Natuurlijke afbraak gaat echter heel langzaam.'

ZO HEEFT Doelman, een van de pioniers van de in-situ methode, drie thema's waarop hij blijft hameren. Laboratoriumproeven zijn geen veldproeven, dus moeten een onderzoek in het lab en de daarop gebaseerde modelberekeningen worden uitgetest in het veld. Een andere cruciale factor is dat de afbraak alleen werkt als de juiste omstandigheden aanwezig zijn. En om te verifiëren of in-situ ook snel genoeg werkt, moet daadwerkelijk worden gemeten.

Want als de natuur overal haar heilzame werk zelf doet, waarom wordt op veel plaatsen dan nog DDT gevonden? Dit bestrijdingsmiddel is in Nederland al in 1973 verboden. Ook al is microbiologische afbraak ervan aangetoond,

dan wil dat nog niet zeggen dat het ook overal gebeurt.

Het afgraven van grond is onvermijdelijk op plaatsen waar de natuur de tijd niet wordt gegund voor haar afbraakprocessen, bijvoorbeeld omdat snel een woonwijk moet worden aangelegd. Met die stellingname wil Nobis de kritische geluiden smoren uit de hoek van de procesmatige grondreinigers, die bang zijn hun klandizie te verliezen.

De laatste maanden is er veel publiciteit geweest over de sarcofaagmethode, waarbij de vervuiling is ingepakt tussen damwanden die geen vervuiling doorlaten. Het Griftpark (250 miljoen) in Utrecht en de Diemerzeedijk (265 miljoen) bij Amsterdam, zijn er de dure voorbeelden van.

Bij Nobis wekt deze methode niet veel enthousiasme. Wie de vervuiling inpakt, blokkeert de dynamiek in de bodem. Soms hoopt Vermeulen stiekem dat de damwanden gaat lekken. Dan krijgen de reinigende bacteriën en schimmels weer vrij spel.

Marleke Aarden

Belangrijk bij een wat langer artikel is dat je het kort weet samen te vatten.

Opdracht

Maak van het artikel een samenvatting van maximaal 200 woorden. Laat vooral de chemische aspecten voldoende aan bod komen. Laat zowel de mensen die positief staan tegenover de nieuwe reinigingsmethode als ook de sceptici aan het woord. Blijf objectief. Geef een eindconclusie naar aanleiding van de uitspraken van voor- en tegenstanders.

Piepkleine schoonmakers ANTWOORDEN

Beoordelingsnorm:

In de samenvatting moeten zeker de volgende aspecten/uitspraken genoemd zijn:

- vaststelling dat de vervuilde grond na een bepaalde tijd veel minder verontreinigd was dan verwacht;
- vervuilde grond afvoeren en elders reinigen (duur) of ter plekke reinigen (veel goedkoper);
- steeds meer inzicht in reiniging door bacteriën en schimmels in de bodem;
- reiniging kan zowel met zuurstof als zuurstofloos plaatsvinden;
- DNA-technieken helpen bij het vaststellen welke bacteriesoorten de reiniging verzorgen;
- aanpassing van bacteriën om vervuiling weg te werken;
- zware metalen worden niet afgebroken maar blijven in de grond aanwezig als mogelijk gevaarlijke stof;
- mensen zouden weer zorgeloos kunnen worden bij afval storten;
- alleen goede reiniging onder de juiste omstandigheden (die niet altijd aanwezig zijn);
- DDT wordt niet afgebroken;
- als snelle reiniging nodig is moet er toch afgegraven worden;
- inpakmethode van grond/bodems zet de werking van bacteriën buitenspel.

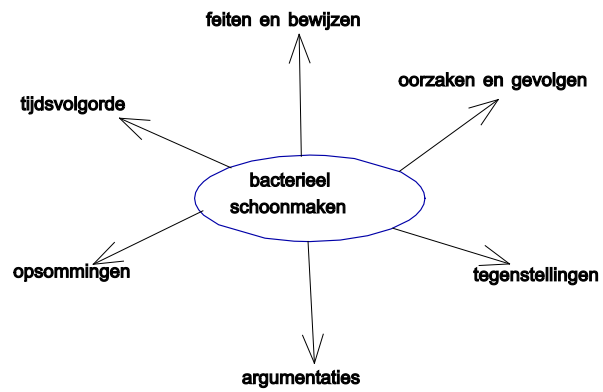
Eindconclusie: moet bestaan uit een onderbouwde beschouwing waarin bovengenoemde aspecten/uitspraken naar voren moeten komen.

Mogelijke beoordeling: elk genoemd aspect/uitspraak 3,5 punten en een goed onderbouwde conclusie 8 punten.

Deze opdracht leent zich ook voor een andere aanpak. Een aantal suggesties wordt hierna genoemd.

ASamenwerkingsopdracht: verdeel de taken in een groep van drie leerlingen. Laat een leerling alle positieve aspecten uit het verhaal halen, een andere leerling alle aspecten die tegen de nieuwe vorm van reiniging zijn, en een derde leerling alle scheikundige/biologische aspecten noteren. Dit kan bijvoorbeeld als huiswerkopdracht gegeven zijn. Laat daarna in de les de drie leerlingen er één samenvatting van maken.

BGeef als huiswerk op dat leerlingen een overzichtsschema moeten maken met 'bacterieel schoonmaken' als middelpunt. Een voorbeeld van een startschema is hieronder gegeven:



Laat daarna in het groepje er één schema van maken. Bespreek dit klassikaal met de andere groepjes. Probeer in een discussie tussen de groepjes tot één eindschema te komen.

Elektrische auto rijdt straks op benzine

Shell en Daimler-Benz tekenden gisteren een overeenkomst tot samenwerking om een 'auto van de toekomst' te ontwikkelen. Het resultaat zal zijn dat ook elektrische auto's op benzine rijden. (...)

De auto die vloeibare brandstof tankt en op een elektromotor rijdt heeft vier 'omzetters' aan boord. Het eerste kastje bevat het geheim van Shell. Er gaat lucht en benzine — of diesel, of een biobrandstof als methanol — in, en er komt een mengsel van waterstof en koolmonoxide (CO) uit. Dat heet synthesegas. Het geheim is een katalysator, waarover Shell verder geen mededelingen doet.

Uit informatie van een paar jaar geleden blijkt dat edele metalen als platina of rhodium een belangrijk bestanddeel van de katalysator

zullen vormen. De *catalytic partial oxydation* (CPO), zoals het proces heet, heeft als wezenlijk onderdeel dat het energierijke gasen levert.

Het synthesegas stroomt door een leiding naar het *watergas shift proces*. Dat proces is voor auto's ontwikkeld door DBB Fuel Cell Engines, een samenwerkingsverband van Daimler, Ford en het Canadese Ballard Power Systems Inc. Het gas wordt er met water omgezet in koolstofdioxide en meer waterstof. Het is een oud chemisch proces, ook uitgevoerd over edele-metalenkatalysatoren. De bedoeling is om de koolstofdioxide zo compleet mogelijk om te zetten in koolstofdioxide. Dat is nodig omdat het monoxide een verwoestende werking heeft op de brandstofcel, waarin uiteindelijk uit waterstof elektriciteit wordt opgewekt.

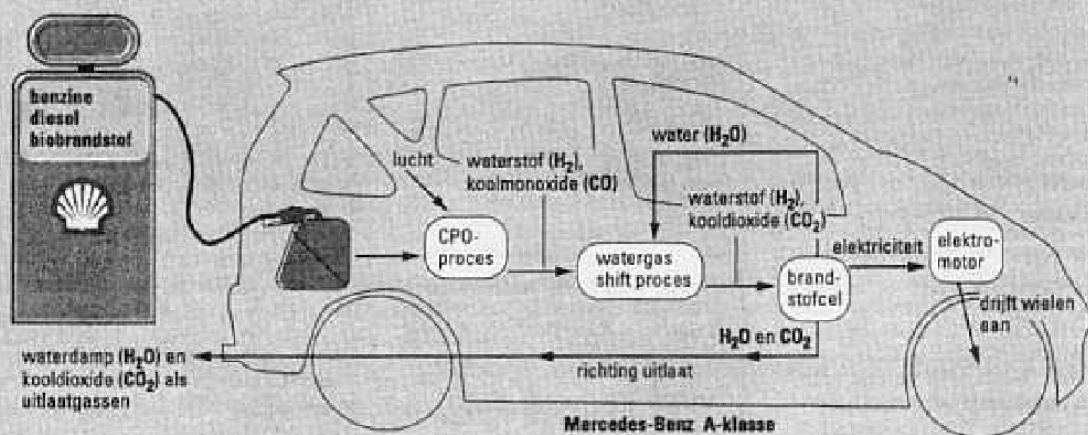
Maar liefst drie gekatalyseerde reactiestappen zijn er nodig om (met toegevoerde stoom) in het *watergas shift proces* de

koolmonoxideconcentratie beneden de drie ppm (deeltjes per miljoen) te krijgen.

In de brandstofcel, ook een product van DBB Fuel Cell Engines, wordt waterstof over een katalysator gesplitst in protonen en elektronen. Zuurstof uit aangezogen lucht wordt gesplitst in zuurstofionen en elektronen. De protonen en zuurstofionen verbinden zich tot water en de elektronen zijn de opgewekte elektriciteit. Het water wordt gedeeltelijk gebruikt in het watergas shift proces.

Deze processen zijn alleen mogelijk dankzij de stormachtige ontwikkelingen die de katalysator-technologie de laatste twee decennia heeft doorgemaakt. Daardoor is het mogelijk om bij tamelijk lage temperatuur en druk zo snel koolwaterstoffen om te zetten in waterstof en uiteindelijk in elektriciteit dat een elektrische auto zonder zware bufferaccu's snel kan optrekken als het licht op groen springt.

DE ELEKTRISCHE AUTO DIE OP BENZINE RIJDT



Bij de eerste stap in het CPO-proces wordt benzine omgezet in synthesesgas.

1Waar staat de afkorting CPO voor? Verklaar de naam.

2Wat is er dus naast benzine nog meer nodig in het CPO-proces?

3Geef de vergelijking van de reactie voor de vorming van synthesesgas uit benzine. Neem voor benzine de formule C_7H_{16} .

Het CPO-proces levert energierijke gassen.

4Licht deze uitspraak toe.

Tijdens de tweede stap, het watergas shift proces, wordt koolstofmonoxide omgezet in koolstofdioxide.

Koolstofmonoxide is een gas dat als brandstof kan dienen, koolstofdioxide niet.

5Waarom is dit toch nodig?

6Geef de reactievergelijking van het watergas shift proces.

7Verklaar de naam 'watergas shift proces'.

In de brandstofcel vindt een aantal reacties plaats. Als je de tekst in het artikel leest over die reacties dan moet je concluderen dat het niet geheel juist wordt weergegeven.

8Welke fout staat er in het artikel?

9Geef vergelijkingen weer van de halfreacties die in de brandstofcel plaatsvinden. Leidt daaruit de totaalvergelijking af.

Als je de tekening bekijkt dan wordt er één stofstroom niet weergegeven.

10Welke stofstroom zal bedoeld worden? Licht toe.

Het is een hele omweg om benzine om te zetten in waterstofgas en dat te 'verbranden' in een brandstofcel.

Het is toch veel makkelijker om benzine rechtstreeks in een benzinemotor te verbranden?!

11Waarom gaat men dan toch zulk soort elektrische auto's ontwikkelen?

Elektrische auto op benzine ANTWOORDEN

1Catalytic partial oxidation: met behulp van een katalysator benzine gedeeltelijk oxideren.

2Er is dus ook zuurstof/lucht nodig en een katalysator.



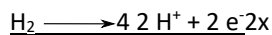
4CO en H₂ zijn gassen met een hoge tot zeer hoge 'energie-inhoud', want bij verbranding van de gassen komt veel energie vrij.

5CO heeft een verwoestende werking op de brandstofcel.



7Met behulp van waterdamp vindt de omzetting van CO in CO₂ plaats. (Shift: duidt op het 'verplaatsen' van het zuurstofatoom uit H₂O naar CO.)

8Zuurstof wordt niet gesplitst in zuurstofionen en elektronen. Er zijn juist elektronen nodig om zuurstofionen te vormen.



10Bij de brandstofcel moet er een toevoer van zuurstof/lucht weergegeven worden.

11-Je bereikt een veel hoger rendement, de auto wordt een stuk zuiniger.

-De benzine wordt nagenoeg volledig omgezet. Je stoot geen CO en koolwaterstoffen meer uit.

-De omzetting verloopt bij een lagere temperatuur, er worden dus geen stikstofoxiden meer gevormd.

Opmerking

De opgaven 'elektrische auto op benzine' en 'chemische reactie onder de motorkap' gaan over hetzelfde onderwerp. Bij de eerste ligt de nadruk meer op de stappen die in het proces verlopen en de stoffen die een rol spelen. Bij de tweede opgave staat veel duidelijker de brandstofcel zelf centraal.

Extra artikel

Shell werkt met Daimler en Ford aan schone auto

Van onze verslaggever

AMSTERDAM

Shell gaat samen met de auto-producenten Daimler-Benz en Ford en de Canadese brandstof-celproducent Ballard onderzoek doen naar de auto van de toekomst, waarvan serieproductie omstreeks het jaar 2004 wordt verwacht. Maandag zijn samenwerkingsovereenkomsten tussen de bedrijven getekend.

Deze 'groene' toekomstauto krijgt een brandstofcel onder de motorkap die waterstofgas bij lage temperatuur (85 graden Celsius) in elektriciteit omzet. Daarbij komt water als reactieproduct vrij. De geproduceerde stroom drijft een elektromotor aan.

Een dergelijk aandrijfsysteem is aanzienlijk schoner dan een verbrandingsmotor in conventionele auto's die rijden op benzine of diesel. Uit de uitlaat, claimt Daimler-Benz, komt 99 procent minder schadelijke stikstofoxiden, koolmonoxidegas en koolwaterstoffen. Uit de uitlaat komt nagenoeg alleen water.

Een brandstofcelauto is 30 pro-

cent zuiniger, verwachten Daimler-Benz en Shell. Bovendien is het onderhoud beperkt omdat een brandstofcel geen bewegende onderdelen heeft.

Het Canadese bedrijf Ballard Power Systems in Vancouver werkt al tien jaar aan de ontwikkeling van de brandstofcel, voornamelijk gefinancierd met Canadees en Amerikaans overheids-geld. Ballard heeft de afgelopen twee jaar reuzencontracten afgesloten met nagenoeg alle belangrijke autofabrikanten over de hele wereld, waaronder Ford, Daimler-Benz, Honda, Nissan, General Motors en Volvo.

De bedrijven hebben zich in de vorm van aandelen ingekocht in Ballard, dat langs die weg vele honderden miljoenen guldens ter beschikking heeft voor de verdere ontwikkeling van de brandstofcel-technologie.

Om op waterstofgas te kunnen rijden, is een grote tank nodig die veel ruimte zou gaan innemen. Bovendien kleven aan waterstof, in verband met het explosieve karakter van het gas, allerlei veiligheidsrisico's. Daimler-Benz heeft de afgelopen jaren geëxperimen-

teerd met prototype-auto's met een brandstofcel op waterstofgas. De toekomst zit echter in het gebruik van conventionele brandstoffen zoals methanol, maar nog beter benzine of LPG.

Om die om te zetten in waterstofgas voor de brandstofcel zijn twee kleine modules extra onder de motorkap nodig. In de eerste wordt benzine omgezet in een mengsel van waterstofgas en koolmonoxidegas. Shell heeft hier in Amsterdam katalytische processen voor ontwikkeld.

In de tweede module wordt het koolmonoxidegas in een reactie met stoom ook in waterstofgas omgezet, een reeds tientallen jaren bekende en gebruikte technologie.

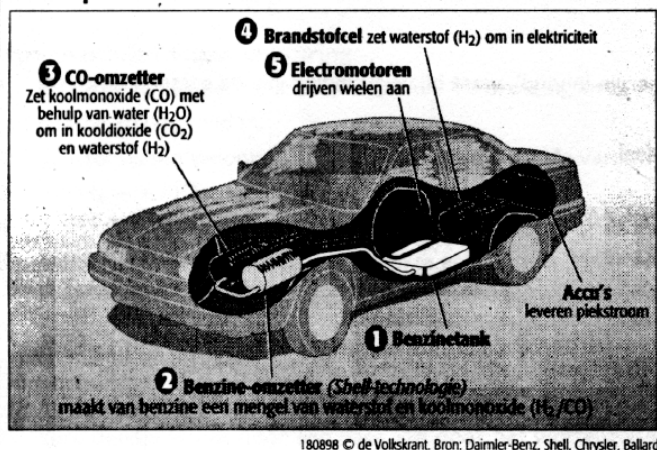
De technologie die Shell heeft ontwikkeld voor de eerste module wordt reeds uitgebreid toegepast in de raffinaderij van het olieconcern. Bovendien gebruikt het bedrijf gelijksoortige kennis in een fabriek in Maleisië voor de fabricage van aardolieachtige producten uit aardgas.

Shell is overigens niet het enige bedrijf dat hier aan werkt. Ook autofabrikant Chrysler, samen met het Amerikaanse Arthur D. Little, claimt de techniek te beheersen.

Op het Shell-laboratorium in Amsterdam wordt gewerkt aan de optimalisatie van het omzettingsproces voor gebruik in personenauto's. Dat stelt onder meer specifieke eisen aan de regelbaarheid. Een personenauto moet snel kunnen optrekken. Op dergelijk momenten is in korte tijd veel elektriciteit nodig.

In de toekomstauto komen accu's die dan een groot deel van die piekstroom leveren. Vervolgens moeten de omzetmodules na tientallen seconden die taak van de accu's overnemen. De accu's kunnen vervolgens op de snelweg, wanneer er geen piekvraag is, worden bijgevuld.

Ontwerp voor schone auto



180898 © de Volkskrant. Bron: Daimler-Benz, Shell, Chrysler, Ballard

OVERMAAT ^{17}O OPGAVEN

Chemisch Weekblad, 29 augustus 1998

Overmaat ^{17}O . De belangrijke spore-gassen in de atmosfeer (ozon, kooldioxide, koolmonoxide en lachgas) bevatten relatief veel ^{17}O ten opzichte van atmosferische zuurstof. Dit is het gevolg van massa-onafhankelijke fractionering (MIF), waarvan het mechanisme tot nu toe nog niet bekend is. De overmaat aan ^{17}O in koolmonoxide is het gevolg van de reactie $\text{CO} + \text{OH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}$. Vooral C^{16}O reageert hierbij, waardoor het overblijvende koolmonoxide rijker is aan ^{17}O . De massa-onafhankelijke fractionering is door deze reactie een maatstaf voor de veroudering van atmosferisch CO door blootstelling aan OH.
(Science vol 281 (24/7/98) pg 544-546)

Er wordt gesproken over 'spore-gassen' in de atmosfeer.

1 Welke spore-gassen worden in het artikel genoemd?

2 Geef van elk gas de juiste naam en de formule.

3 Wat zal bedoeld worden met 'spore-gassen'? Hint: bedenk wat het volumepercentage koolstofdioxide in de atmosfeer is.

Je komt voor het zuurstofatoom de volgende notaties tegen: ^{16}O en ^{17}O .

4 Wat is het verschil tussen ^{16}O en ^{17}O ?

5 Hoe noemen we het verschijnsel dat ^{16}O en ^{17}O naast elkaar in de natuur voorkomen?

6 Leg uit hoe het komt dat bijvoorbeeld in koolstofmonoxide relatief veel ^{17}O voorkomt.

Overmaat ^{17}O ANTWOORDEN

1/2 Ozon, O_3 , koolstofdioxide, CO_2 , koolmonoxide = koolstofmonoxide, CO , en lachgas = distikstofmono-oxide, N_2O (zie Binas tabel 102A)

3 Dat zijn gassen die slechts in zéér kleine hoeveelheden voorkomen in de atmosfeer.

4 Het atoom ^{16}O heeft één neutron minder dan het atoom ^{17}O .

5 ^{16}O en ^{17}O zijn isotopen van elkaar.

6 C^{16}O reageert in de atmosfeer veel beter met OH dan C^{17}O . Hierdoor stijgt in het overgebleven koolstofmonoxide het percentage C^{17}O .

NRC Handelsblad, 1 augustus 1998

Strand weer toegankelijk **Consternatie** **na aanspoelen** **van zakjes gif**

Door een onzer redacteurs

EGMOND AAN ZEE, 1 AUG. Op de stranden tussen Egmond aan Zee en Den Helder en op Texel is gisteren grote consternatie ontstaan nadat tientallen zakjes met gif waren aangespoeld.

Een deel van de kuststrook werd aanvankelijk afgesloten omdat aanraking van de zakjes de dood tot gevolg zou hebben. Het regionaal informatiecentrum in Alkmaar adviseerde het publiek via de lokale radio het strand niet meer te betreden.

De meeste stranden zijn vrijdag in de loop van de middag weer vrijgegeven, toen bleek dat het gif minder schadelijk was dan werd verondersteld. De zakjes bevatten

de stof aluminiumfosfide, een stof die in de scheepvaart gebruikt wordt als bestrijdingsmiddel tegen ongedierte. Als de stof in aanraking komt met water of lucht komt een zeer giftig gas vrij dat ook explosief is. Na analyse op het politiebureau in Egmond bleek evenwel dat de in zee verloren zakjes reeds langzaam water en lucht hebben doorgelaten, waardoor de inhoud inmiddels is uitgewerkt. (...)

de Volkskrant, 1 augustus 1998

Kust afgezet **na vondst** **zakjes met** **giftige stof**

Van onze verslaggever

AMSTERDAM

Delen van de Noord-Hollandse kust zijn vrijdag tijdelijk afgezet na de vondst van honderden zakjes met de zeer giftige stof fosfine. Na onderzoek bleek dat het middel, een tot vloeistof verdicht gas, was geneutraliseerd door contact met zeewater. Fosfine wordt gebruikt voor de bestrijding van ongedierte, onder meer op graanschepen. (...)

Zakjes met gif spoelen aan op stranden



Terwijl schaarse strandgasten door het slechte weer alle ruimte hebben, speurt een patrouillewagen van de politie op de vloedlijn naar zakjes aluminiumfosfide. Foto Marco Okhuizen

Van onze verslaggevers

EGMOND AAN ZEE - Uit een eerste onderzoek van de tientallen zakjes met gif die gisteren aanspoelden op de stranden van Egmond aan Zee, Heemskerk, Schoorl en Texel, is gebleken dat de inhoud weinig gevaar oplevert voor de volksgezondheid.

De zakjes zijn gevuld met aluminiumfosfide dat in de scheep-

vaart wordt gebruikt om insecten en ander ongedierte te weren uit ladingen met voedingsmiddelen. Komt dat in contact met water, dan kan het zeer giftige en soms dodelijke gas fosfine vrijkomen. Het spul dat is aangespoeld, is echter grotendeels uitgewerkt, aldus het ministerie van Milieu. (...)

De zakjes bevatten aluminiumfosfide.

1 Tot welke groep van stoffen behoort aluminiumfosfide?

2 Geef de formule van aluminiumfosfide.

Als aluminiumfosfide in contact komt met water ontstaat er het gas fosfine, PH_3 , en een nieuwe aluminiumverbinding.

3 Welke aluminiumverbinding zal er ontstaan? Hint: kijk goed naar de formules van de reagerende stoffen en het gevormde fosfine.

4 Geef de reactie tussen aluminiumfosfide en water in een vergelijking weer.

Er wordt gesproken over 'zakjes met gif'.

5 Wat is de giftige stof? Is de uitspraak 'zakjes met gif' juist? Licht je antwoord toe.

De drie artikelen uit Volkskrant, NRC Handelsblad en Algemeen Dagblad kun je goed onderling vergelijken.

6 Zoek overeenkomsten en verschillen tussen de drie artikelen.

7 Geef je conclusie over de berichtgeving in de drie kranten.

Zakjes met gif ANTWOORDEN

1 Tot de groep van de zouten.

2 AlP , $\text{Al}^{3+}\text{P}^{3-}$.

3 Aluminiumhydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_3$.

4 $\text{AlP} + 3 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1 \text{PH}_3 + \text{Al}(\text{OH})_3$.

5 Fosfine. De 'zakjes met gif' bevatten geen gif maar aluminiumfosfide. Pas na reactie met water ontstaat er een giftige stof.

6 Overeenkomsten: alle drie hebben ze het over 'zakjes met gif', en over het feit dat de zakjes gebruikt worden om ongedierte op schepen te bestrijden.

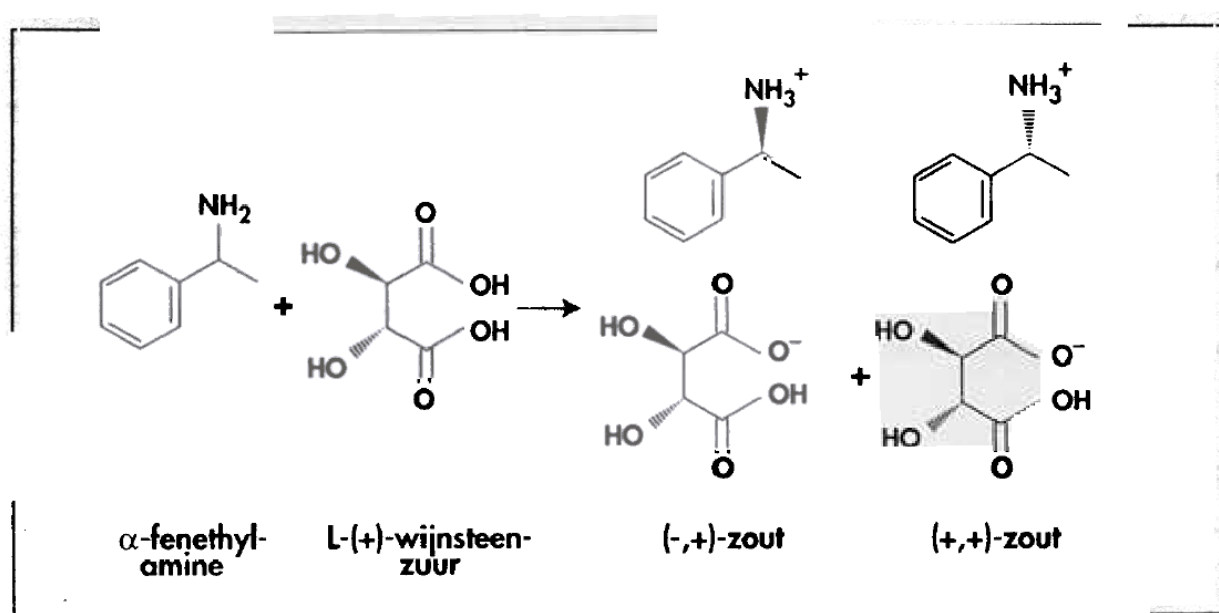
Verschillen: NRC en AD geven aan dat er in de zakjes aluminiumfosfide zit, Volkskrant spreekt over 'een tot vloeistof verdicht gas'. Bij AD komt het giftige gas vrij na reactie met water, bij NRC zowel na reactie met water als na reactie met lucht.

7 NRC en AD geven een vrijwel identiek verhaal, het verhaal in de Volkskrant wijkt duidelijk af. Je zou zeggen dat de Volkskrant het fout weergeeft (en dus dat de betreffende journalist bijles in scheikunde moet nemen!).

Scheiden (...)

(...) om optisch zuivere producten te verkrijgen

(...)



De klassieke scheidingstechniek. Een racemisch mengsel van α -fenethylamine wordt gemengd met L-(+)-wijnsteenzuur, het splitsingsmiddel. Het gevolg is dat er twee diastereomere zouten ontstaan, een (-,+)-zout en een (+,+)-zout. Het (-,+)-zout is slecht oplosbaar en kristalliseert uit. Na verwijdering van het splitsingsmiddel blijft optisch zuiver (-)- α -fenethylamine over. (...)

Het molecuul α -fenylethylamine bevat één asymmetrisch koolstofatoom.

1Teken de structuurformule van α -fenylethylamine en geef daarbij het asymmetrisch koolstofatoom met een * aan.

Men begint met een racemisch mengsel van α -fenylethylamine.

2Wat is een racemisch mengsel?

3Teken de twee spiegelbeeldisomeren van α -fenylethylamine op dezelfde manier als in de tekening rechtsboven.

Het racemisch mengsel wordt gemengd met L-(+)-wijnsteenzuur.

4Geef de systematische naam van wijnsteenzuur.

5Neem de structuur van wijnsteenzuur uit de tekening in het artikel over en geef daarin de asymmetrische koolstofatomen met een * aan.

Wijnsteenzuur heeft drie stereo-isomeren: L-(+)-, D-(-)- en meso-wijnsteenzuur.

6Wat versta je onder de meso-vorm? Teken de ruimtelijke structuur van de meso-vorm weer.

Bij de reactie tussen het racemisch mengsel van α -fenylethylamine en L-(+)-wijnsteenzuur ontstaan twee zouten.

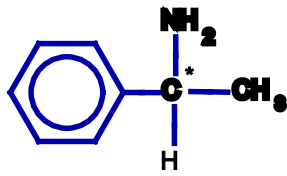
7Wat voor type reactie treedt op? Licht toe.

8Licht de notatie (+,+)-zout en (-,+)-zout toe.

9Beschrijf hoe optisch zuiver (-)- α -fenylethylamine gevormd kan worden. Beschrijf alle stappen.

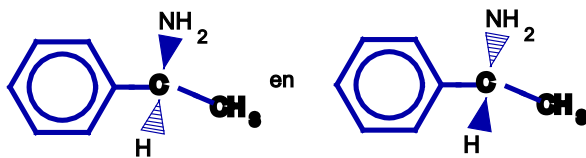
Scheiden van een racemisch mengsel ANTWOORDEN

1



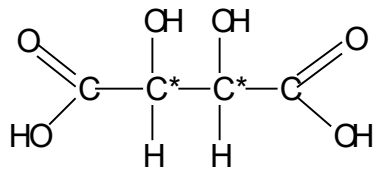
2 Een mengsel van 50% van de linksdraaiende en 50% van de rechtsdraaiende vorm van een optisch actieve stof.

3



4 2,3-dihydroxybutaanzuur.

5



6 De stereo-isomeer heeft een inwendig spiegelvlak.

7 Een zuur-base-reactie. De base, α -fenylethylamine, staat een proton af aan het zuur, wijnsteen zuur.

8 (+,+)/(-,+): de ene plus/min slaat op de draaiing van het positieve ammoniumion, de andere plus voor de draaiing van het negatieve zuurrestion van wijnsteen zuur.

9 Aan het racemisch mengsel voeg je evenveel mol L-(+)-wijnsteen zuur toe. Het neergeslagen zout kan door filtratie van de rest verwijderd worden. Daarna voeg je een sterke base toe aan het zout waardoor het ammoniumion weer omgezet wordt in nu zuiver (-)- α -fenylethylamine.