

Chemie Aktueel nummer 36

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	Kernwoorden
1	Goedkoop titanium	5,6 v	redox	Toepassing redox	Informatie	Elektrolyse, titanium, erts, reductorsterkte, oxidatorsterkte
2	Periodiek systeem houdt stand versie I en II	5 hv, 6v	vaardigheden	onderzoek	Stoffen (anorganisch)	Onderzoeksvraag, hypothese, resultaten, conclusie, werkvorm denken, delen uitwisselen
3	Onmogelijke stroom	6v	koolstofchemie	Synthetische polymeren	informatie	Structuur, eigenschappen, geleidbaarheid, Nobelprijs 2000, polyacetyleen, polythiofeen, polyaniline
4	Sensor meet zwaveldioxide	5 hv	Kenmerken van reacties	evenwichten	informatie	Evenwichtsvergelijking, beïnvloeding evenwicht, zwaveldioxide, sensor
5	Milieurechten CO ₂	4-6 hv	Vaardigheden	Informatie	Stoffen (anorganisch)	Informatie verwerven en selecteren, CO ₂ uitstoot, ANW
6	Maagweek versie I	bavo	vaardigheden	onderzoek	Zuren en basen	Onderzoeksvraag, practicum, maagzuur, rode koolsap
	Maagweek versie II	4,5 hv	Vaardigheden	Onderzoek	Zuren en basen	Vergelijkend onderzoek, antizuurmiddelen
7	Plastic kleren Versie I	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Polyester, polyethyleentereftalaat, vergelijk cartoon/tekst

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	Kernwoorden
	Plastic kleren Versie II	2,3 bavo, vmbo	vaardigheden	Informatie	Koolstofchemie	Informatie verzamelen en selecteren, meningsvorming, ANW
10	Tinatomen	4 m 4 hv	Stoffen (anorganisch)	Toepassing stoffen	Informatie	Metalen, legering,
11	Goud maakt glas rood	4 mhv	Stoffen (anorganisch)	Naam/formule	informatie	Formules ionen, zoutformule, betrouwbaarheid informatie
12	Zoutzuurlek	4 mhv	Stoffen (anorganisch)	Reacties	Informatie	Formules, tin(IV)chloride, zoutzuur, giftig gas, industrie
13	Naaldbos en ammoniak	4hv	Zuren en basen	Toepassingen	Informatie	Ammoniakemissie, mestoverschot, naaldbossen, stikstofoverschot
14	NMV en ammoniak	5v	Vaardigheden	Taalvaardig	Zuren en basen	Informatie overbrengen, standpunt beargumenteren, verzuring, ammoniak
15	Verzuring Nederlandse heide	5hv	Zuren en basen	Milieu	Informatie	Zuren en basen in bodem, verzuring stikstofverbindingen, kalk
17	Jet 5	5v	Redox	Reacties	Informatie	Halfreacties, desinfectiemiddel, tuinbouw, perazijnzuur, waterstofperoxide
18	Brandstofcel	5v	Redox	Redox als	Informatie	Brandstofcel, toepassing in auto,

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	Kernwoorden
				proces		energieomzetting
19	Hoe licht zuurstof maakt	5v	Redox	Reacties	Informatie	Halfreacties, fotosynthese, lichtreactie, donkerreactie
20	Van gas tot was	5v	Kenmerken van reacties	Rekenen aan reacties	Informatie	Chemische berekeningen, synthesesgas, paraffineolie, SMDS-proces
22	Amine tegen zure regen	5v	Kenmerken van reacties	Evenwicht	Informatie	Evenwichtsinstelling, zure regen, zwaveldioxide, amine, Cansolvstelsel
23	Vervuilde lucht	4hv	Kenmerken van reacties	Toepassingen	Informatie	Koolstofkringloop, fotosynthese, koolstofdioxide, fossiele brandstof
24	Brandende schelp	3hv	Stoffen en materialen	Verbranding	Informatie	Brandvoorwaarden, fosfor, ontbrandingstemperatuur
26	Chiraliteit	6v	Koolstofchemie	Structuur	Informatie	Isomerie, optische isomeren, spiegelbeeldisomerie, chiraliteit
27	Teflon	5hv	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Structuur, eigenschappen, teflon, CFK, research
29	Meer verpakken met minder blik	3 mhv	Stoffen en materialen	Duurzame ontwikkeling	Informatie	Milieu, blik, hergebruik, blokschema
30	Waterstof biologisch geproduceerd	4 mhv	Stoffen en materialen	Chemische processen	Informatie	Dagelijks leven, milieueffecten, waterstofproductie

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	Kernwoorden
31	Chemisch profiel	4v	Stoffen (anorganisch)	Atoombouw/Per iodiek systeem	Informatie	Isotopen, analysemethoden, cocaine

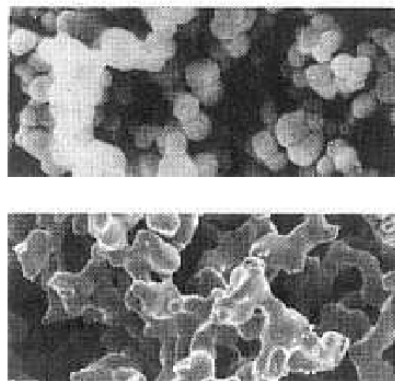
GOEDKOOP TITANIUM GEMAAKT UIT OXIDE IN ELEKTROLYTISCHE CEL

Metallurgen van de universiteit van Cambridge hebben een methode ontwikkeld om uit het keramische materiaal titaniumdioxide (TiO_2) het metaal titanium te winnen. Ze doen dat door gebruik te maken van een elektrische stroom in een elektrochemische cel. Bij een temperatuur van tegen de duizend graden Celsius, en in een bad van vloeibaar zout, slaat het titanium neer aan een van de twee elektroden. De techniek biedt perspectief voor grootschalige winning van dit unieke constructiemateriaal: een onafhankelijk laboratorium slaagde er al in het op grotere schaal (enkele kilogrammen titanium) toe te passen. De onderzoekers verwachten bovendien dat de methode gebruikt kan worden om ook andere metaaloxiden te reduceren (*Nature*, 21 september).

Titanium is minstens zo sterk als veel gebruikte staalsoorten maar tegelijk veel lichter en beter bestand tegen roest. Het gaat

legeringen aan met vele andere metalen, met als gevolg dat mechanische eigenschappen als treksterkte en stijfheid worden verbeterd. Ook kan het gemakkelijk in allerlei complexe vormen worden verwerkt. Het grote probleem is alleen dat titanium slechts met grote moeite kan worden geïsoleerd uit het in ruime mate beschikbare TiO_2 . Van deze witte kleurstof worden vele tonnen per jaar uit titaniumerts geproduceerd om te worden verwerkt in verf, tandpasta, zonnebrandcrèmes, etc. Om het titanium er uit vrij te maken moet het eerst worden omgezet in een vluchtige en corrosieve chloorverbinding, die vervolgens met behulp van magnesium wordt gereduceerd. Dit Kroll-proces is niet alleen gevaarlijk, maar ook ingewikkeld en tijdrovend en daardoor kostbaar. De hoge prijzen die voor een kilo titanium moeten worden betaald hebben grootschalige toepassing van dit metaal, bijvoorbeeld als constructiemateriaal, tot nu toe in de weg gestaan. Dat gaat wellicht veranderen nu George Chen en zijn collega's hebben aangetoond dat titanium net als aluminium uit het me-

taaloxide kan worden vrijgemaakt. Zij ontdekten dat de zuurstofionen van het TiO_2 oplossen in een zoutbad van calciumchloride wanneer er elektronen aan worden toegevoerd. De zuurstofionen raken aan de positieve elektrode hun elektronen kwijt om als zuurstof uit de smelt te verdwijnen. Aan de andere, negatieve elektrode blijft het titanium achter in de vorm van een sponsachtige, poreuze laag die is opgebouwd uit kleine bolletjes, een vorm die vergelijkbaar is met het eindproduct van het Kroll-proces. (ROB VAN DEN BERG)



Elektrolytische reductie van TiO_2 -poeder (boven) tot titaniummetaal.

Er wordt een nieuw procédé beschreven om titanium (titaan) te maken. Het metaal titanium heeft een aantal eigenschappen die het zeer geschikt maken als constructiemateriaal.

- 1 Welke eigenschappen van titanium worden er allemaal genoemd?
- 2 Waarom wordt titanium toch nog niet veel toegepast als constructiemateriaal?

Als er een nieuwe methode is, was er ook al een oude methode. De oude methode bestaat uit drie stappen.

- 3 Beschrijf deze drie stappen.
- 4 Welk(e) nadeel(en) zitten er vast aan de oude methode?

Er wordt gesproken over titaniumerts.

- 5 Wanneer spreek je van een erts?

Uit het erts wordt TiO_2 , titaniumdioxide, gewonnen. De gebruikte naam is onjuist.

- 6 Leg uit tot welke groep van verbindingen TiO_2 zou behoren als je naar de naam kijkt.
- 7 Leg uit wat de juiste naam is voor TiO_2 . Tip: Kijk naar de groep verbindingen waar TiO_2 daadwerkelijk toe behoort.

In het artikel staat op twee plaatsen gegevens waaruit je ook kunt afleiden dat de naam voor TiO_2 niet titaniumdioxide is.

- 8 Geef aan uit welke twee gegevens in het artikel je dit kunt afleiden.

- 9 Waar wordt TiO_2 onder andere voor gebruikt?

- 10 Van welke eigenschap van TiO_2 maak je dan gebruik?

TiO₂ wordt omgezet in TiCl₄. Het gevormde TiCl₄ reageert vervolgens met magnesium waarbij titanium gevormd wordt, tevens ontstaat magnesiumchloride. Deze laatste reactie is een redoxreactie.

11 Geef de optredende reactie tussen TiCl₄ en magnesium in een vergelijking weer.

12 Geef de elektronenoverdracht in de reactie aan.

13 Welk metaal is een sterkere reductor: magnesium of titanium? Leg uit.

14 Leg uit welk voordeel de nieuwe methode van titaniumwinning heeft ten opzichte van de oude methode. Bij de nieuwe methode is de eerste stap hetzelfde als bij de oude methode. Daarna treden verschillen op.

15 Hoe verloopt de nieuwe methode? Beschrijf alle stappen vanaf erts tot metaal.

Men spreekt in het artikel van 'elektrolytische cel' en van 'elektrochemische cel'.

16 Wat is het verschil?

17 Geef de halfreacties die optreden aan de positieve en negatieve elektrode tijdens de tweede stap in het nieuwe proces.

18 Waarom werkt men bij een temperatuur van circa 1000 °C?

19 Leg uit dat je een elektrochemische cel nodig hebt om een elektrolytische cel te laten werken.

Het smeltpunt van TiO₂ is 1840 °C.

20 Waarom gebruikt men gesmolten calciumchloride als oplosmiddel? Waarom zal men geen gesmolten TiO₂ gebruiken?

Goedkoop titanium ANTWOORDEN

1 Titanium is minstens zo sterk als staal maar tegelijk veel lichter en beter bestand tegen roesten. In legeringen is de treksterkte en stijfheid nog veel beter. Tevens laat het zich makkelijk in allerlei vormen verwerken.

2 Titanium is een duur metaal.

3 Als eerste wordt uit titaniumerts titaniumdioxide gewonnen. In de tweede stap wordt titaniumdioxide omgezet in een titanium-chloorverbinding. In de derde stap laat men dit reageren met magnesium waarbij het metaal titanium gevormd wordt.

4 Het is een gevaarlijk, ingewikkeld en tijdrovend proces. En daardoor ook een duur proces.

5 Als de grondstof een voldoende hoog percentage van de te produceren stof bevat. Bij voldoende hoog moet gedacht worden aan het economisch effect: het moet economisch gezien haalbaar zijn om uit de grondstof de te maken stof te halen.

6 Verbindingen die bestaan uit moleculen. Daar gebruik je in de naamgeving Griekse telwoorden.

7 TiO_2 is een verbinding van een metaal met een niet-metaal dus een zout. Bij een zout gebruik je geen Griekse telwoorden. Titanium(IV)oxide of titaan(IV)oxide. Het is een zout. Titaan heeft meerdere valenties, namelijk 2+ en 4+.

8 Onderaan de tweede kolom staat 'metaaloxide' en in de derde kolom staat dat er in TiO_2 zuurstofionen zitten.

9 Als kleurstof toegevoegd aan verf, tandpasta, zonnebrandcrèmes

10 De witte kleur van titaan(IV)oxide.

11 Reactie: $\text{TiCl}_4 + 2 \text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + 2 \text{MgCl}_2$.

12 Het metaal Mg staat elektronen af aan Ti^{4+} .

13 Magnesium want magnesium staat elektronen af aan titaniumionen waarbij het metaal titanium ontstaat.

14 Met het huidige proces kan titaan slechts met grote moeite worden geïsoleerd. De nieuwe techniek biedt perspectief voor grootschalige ontwikkeling.

15 Als eerste wordt uit titaniumerts titaan(IV)oxide gewonnen. In de tweede stap wordt titaan(IV)oxide opgelost in vloeibaar calciumchloride en geëlektrolyseerd waarbij aan de negatieve elektrode titanium gevormd wordt.

14 Een elektrochemische cel levert elektriciteit. Een elektrolytische cel heeft elektriciteit nodig. Een elektrochemische cel is een spontane redoxreactie, een elektrolytische cel is een gedwongen redoxreactie.

15 Positieve elektrode: $2 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{e}^-$. Negatieve elektrode: $\text{Ti}^{4+} + 4 \text{e}^- \rightarrow \text{Ti}$.

16. Er moet met gesmolten calciumchloride gewerkt worden want anders heb je geen stroomgeleiding. Calciumchloride smelt pas bij 772 °C, dus je zult een temperatuur moeten hebben die hoger ligt dan het smeltpunt van calciumchloride.

17 Zoals al bij vraag 14 geantwoord heb je in een elektrolytische cel elektriciteit nodig. Deze kan geleverd worden door een elektrochemische cel.

18 Titaandioxide heeft een smeltpunt van 1840 °C. Een veel hogere temperatuur dan het smeltpunt van calciumchloride. Dit kost veel meer energie en is dus een stuk duurder.

NRC Handelsblad, 9 september 2000

Periodiek systeem houdt stand

ZES MOLECULEN BOHRUM-267 BEWIJZEN KRACHT VAN ELEMENTENINDELING

Het Periodiek Systeem geldt ook voor de superzware elementen. Verbindingen van Bohrium-267 gedragen zich op een manier die aansluit bij zijn burens.

Rob van den Berg

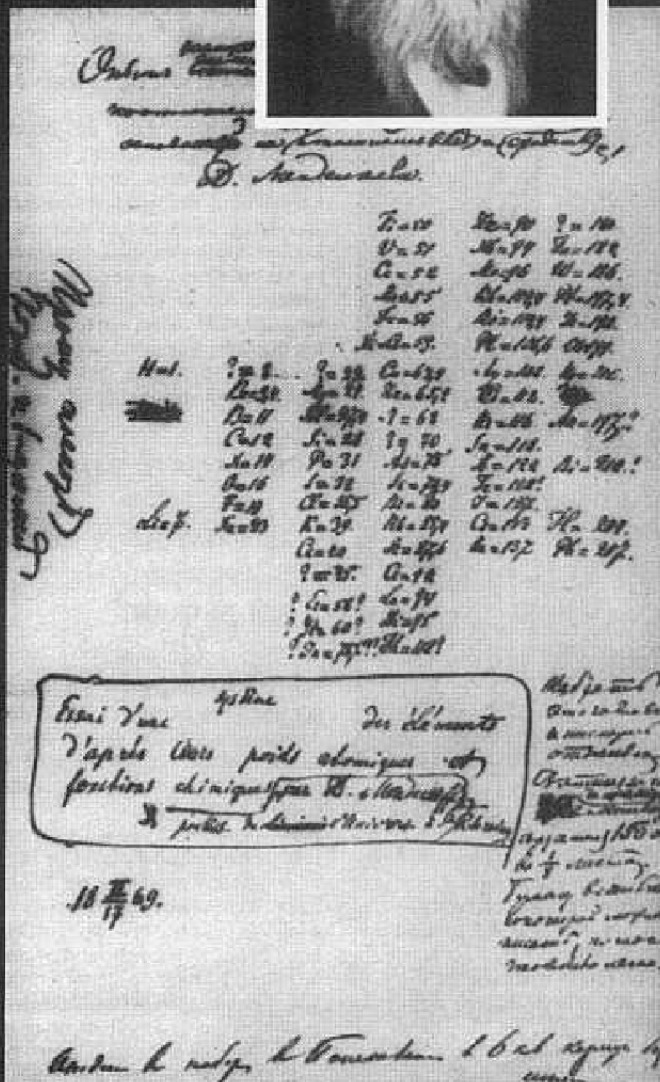
HET PERIODIEK SYSTEEM staat nog altijd als een huis, ondanks theoretische twijfels aan de houdbaarheid van het systeem bij extreem zware elementen. Een internationale groep chemici concludeert dat op grond van metingen aan een unieke chemische verbinding van een recent ontdekte isotoop van het element bohrium (Bh-267). Vorig jaar slaagden de scheikundigen er in om in het Paul Scherrer Instituut in Zwitserland zes moleculen bohriumoxychloride te maken en aan de hand daarvan de vluchtigheid ervan te bepalen. Daarmee werd een vergelijking mogelijk met soortgelijke verbindingen van elementen die in het Periodiek Systeem boven bohrium staan. Uit die vergelijking blijkt dat de ordeningsregels zoals die ooit door Mendelejev in 1869 werden opgesteld, ook daar nog steeds gelden.

De rangschikking van elementen in het Periodiek Systeem weerspiegelt overeenkomsten in hun (chemische) eigenschappen. Modelberekeningen wijzen echter uit dat dit misschien niet voor de allerzwaarste elementen (zoals bohrium) opgaat. Om die hypothese te kunnen testen zijn dit soort complexe experimenten op zes moleculen nodig zoals die nu door Robert Eichler en zijn collega's zijn gedaan hard nodig. In een artikel in *Nature* (7 september) leggen zij uit hoe ze de metingen hebben uitgevoerd en ook waarom de uitkomst ervan hen niet verraste.

OERKNAL

Alle materie om ons heen is opgebouwd uit tweeënnegentig verschillende elementen: van waterstof tot uranium. Allemaal komen ze van nature op aarde voor, al zijn ze van buitenaardse oorsprong en werden ze ooit in het

Mendelejev (1834-1907). De aantekeningen dateren van 1869 en betreffen zijn periodiek systeem.



heelal, tijdens de Oerknal of in de laatste levensfase van het leven van sterren gevormd. De elementen zwaarder dan uranium daarentegen zijn instabiel en ontstaan kortstondig tijdens kernreacties en vervallen onder het uitzenden van radioactieve straling. De laatste paar jaar zijn er op instituten in Darmstadt en Dubna (Rusland) technieken ontwikkeld om superzware elementen te maken, atomen met meer dan honderd protonen in de kern en minstens honderdvijftig neutronen. Die worden gevormd wanneer twee verschillende 'gewone' atomen met precies de juiste energie tegen elkaar botsen en fuseren. Het bohrium werd op deze manier ontdekt in 1981, te midden van de brokstukken van botsingen van chroom- en bismutatomen. Het komt in verschillende gedaantes (isotopen) voor, die zich onderscheiden door de aantallen neutronen in de kern. Het als eerste ontdekte Bh-262 (107 protonen en 155 neutronen) was erg instabiel en leefde maar een paar milliseconden. Onlangs werd echter een isotoop ontdekt met een veel langere levensduur. Nu is zeventien seconden nog steeds niet erg

DE ORDENINGSREGELS

ZOALS DIE IN 1869

ZIJN OPGESTELD

GELDEN NOG STEEDS

lang, maar desondanks leek het Bh-267 een goede kandidaat om de chemie van

het bohrium te bestuderen.

Het was echter niet eenvoudig te maken. Er is berkelium voor nodig, een hoog radioactief element dat in heel Europa niet te krijgen was. Gelukkig bracht een gift van het Lawrence Berkeley National Laboratory in de VS uitkomst. Vorig jaar werd gedurende een volle maand de iets minder dan een milligram berkelium bestookt met neonatomen, die in een versneller tot hoge energie waren opgejaagd. Per dag werden op deze manier welgeteld drie atomen van de gewenste bohrium isotoop gemaakt. Samen met alle andere nucleaire reactieproducten die van het doelwit terugspatten, werden deze geadsorbeerd aan het oppervlak van koolstofdeeltjes. Zo werden ze overgebracht naar een oventje, waar ze bij zo'n duizend graden Celsius werden blootgesteld aan de reactieve gassen waterstofchloride en zuurstof. De hierbij gesynthetiseerde moleculen kwamen na het passeren van een dun kwartskolommetje uiteindelijk terecht op een plastic folie, waar met speciale detectoren het radioactieve verval kon worden gevolgd. Omdat de keten van vervalproducten voor het Bh-267 bekend is, kon de aanwezigheid van moleculen BhO_3Cl onomstotelijk worden vastgesteld. Hoeveel moleculen van deze verbinding de hele voorbehandeling overleven, hangt sterk af van de temperatuur. Naarmate die hoger is, zullen moleculen BhO_3Cl er minder lang over doen om door de kwartskolom te komen, waardoor de kans groter wordt dat ze het plastic plaatje bereiken. Uiteindelijk werden er bij honderdtachtig graden Celsius vier moleculen waarge-

nomen, bij honderdvijftig graden Celsius twee, en bij vijfenzeventig geen enkel. Uit die zes meetpunten kon een idee worden verkregen van de vluchtigheid van het BhO_3Cl .

LICHTSNELHEID

Nu is het niet zo dat de eigenschappen van dit soort zware atomen en hun verbindingen uitsluitend worden bepaald door hun plaats in het Periodiek Systeem. Vreemd genoeg kunnen in dit soort zware atomen relativistische effecten een rol gaan spelen. De elektronen in de laag gelegen banen worden door de sterk positieve kern zodanig versneld dat ze de lichtsnelheid benaderen. Hierdoor komen ze dichterbij de kern en schermen de kernlading veel beter af voor de meer naar buiten gelegen elektronen. En dat zijn juist degenen die bij chemische reacties zijn betrokken. Modelberekeningen van dit soort relativistische effecten wijzen echter voor bohrium in precies dezelfde richting als de 'klassieke' chemische trends: het BhO_3Cl zou minder vluchtig moeten zijn dan soortgelijke verbindingen van de elementen rhenium en technetium, die in het Periodiek Systeem direct boven bohrium staan. Deze hypothese werd door het gedrag van de zes moleculen bevestigd. Eenzelfde conclusie gold drie jaar geleden de chemie van element 106, seaborgium. Ook dat bleek volgens Nature 'opvallend gewoon'. Hoewel grote verrassingen dus opnieuw zijn uitgebleven, heeft bohrium door deze eerste chemische reactie officieel zijn plaats in het Periodiek Systeem ingenomen.

Versie I

Zweedse scheikundigen hebben een verbinding gemaakt met het element bohrium-267. In het artikel staat het onderzoek van de nieuwe verbinding beschreven.

1 Formuleer in je eigen woorden de probleemstelling van het onderzoek.

In het artikel is sprake van twee hypothesen.

2 Geef deze twee hypothesen weer.

3 Noteer de eerste vijf woorden en de laatste vijf woorden van het stuk tekst waarin het uitgevoerde experiment staat beschreven.

4 Geef de zinnen die de resultaten van het onderzoek beschrijven.

5 Formuleer de conclusie

Versie II

Zweedse scheikundigen hebben een verbinding gemaakt met het element bohrium-267. In het artikel staat het onderzoek van de nieuwe verbinding beschreven.

Lees het artikel goed door. Er zijn vier vragen bij het artikel die te maken hebben met het doen van onderzoek.

Iedere leerling krijgt een 'eigen' vraag over het artikel. Je geeft allemaal commentaar op dat antwoord.

Uiteindelijk heb je allemaal de antwoorden op de vier vragen.

Het succes van deze aanpak staat of valt met het goed lezen van het artikel zodat je allemaal weet waarover het gaat en het zo duidelijk mogelijk formuleren van je antwoorden.

A

Leerling 1

Formuleer in je eigen woorden de probleemstelling van het onderzoek.

Zet je antwoord hieronder. Geef met een cijfer van 1 tot 10 aan hoe zeker je bent van je antwoord.

Antwoord

Zekerheid:

Geef in je groep jouw blad met de wijzers van de klok mee aan degene die naast je zit.

Leerling 2

Lees het antwoord van leerling 1. Schrijf op of je het eens of oneens bent met de uitleg en schrijf ook op waarom. Geef tips ter verbetering, stel vragen ter toelichting.

Commentaar

Geef het blad, met de wijzers van de klok mee, door aan degene die naast je zit.

Leerling 3

Lees het antwoord van leerling 1 en 2. Schrijf op of je het eens of oneens bent met de uitleg en schrijf ook op waarom. Geef tips ter verbetering, stel vragen ter toelichting.

Commentaar

Geef het blad, met de wijzers van de klok mee, door aan degene die naast je zit.

Leerling 4

Lees het antwoord van leerling 1, 2 en 3. Schrijf op of je het eens of oneens bent met de uitleg en schrijf ook op waarom. Geef tips ter verbetering, stel vragen ter toelichting.

Commentaar

Geef het blad door aan leerling 1.

Leerling 1

Lees het commentaar. Schrijf op of je van gedachte bent veranderd. Leg uit waarom wel of niet. Geef weer met een cijfer aan hoe zeker je bent van je antwoord.

Commentaar

Geef het blad door aan leerling 1.

B

Leerling 2

In het artikel is sprake van twee hypothesen. Geef deze twee hypothesen weer.

C

Leerling 3

Geef de resultaten van het onderzoek weer.

D

Leerling 4

Formuleer de conclusie van het onderzoek.

Periodiek systeem houdt stand ANTWOORDEN

Versie I

1 Probleemstelling: is het periodiek systeem nog wel geldig voor de elementen?

2 Hypothesen: - de rangschikking van de allermoeiaste elementen weerspiegelt niet de overeenkomst in hun chemische eigenschappen met de lichtere elementen,

- BhO_3Cl is minder vluchtig dan soortgelijke verbindingen met Re en Tc.

3 Uitgevoerde experiment: begint met: 'Vorig jaar werd gedurende een ' en eindigt met: '..... En bij vijftienveertig geen enkel'. (Let op: de erop volgende zin in het artikel is een conclusie.)

4 Resultaten van het onderzoek: Uit die zes meetpunten kon een idee worden verkregen van de vluchtigheid van BhO_3Cl .

5 Conclusie: - Deze hypothese (de tweede, zie hierboven) werd door het gedrag van de zes moleculen bevestigd, of

- uit die vergelijking blijkt dat de ordeningsregels zoals die ooit door Mendelejev in 1869 werden opgesteld ook daar nog steeds gelden, of

- het periodiek systeem geldt ook voor de superzware elementen.

Versie II

In principe is de opdracht gelijk aan versie II. De leerlingen maken bij de verwerking nu gebruik van de samenwerkingsvorm: 'denken, delen, uitwisselen'. U maakt groepjes van vier leerlingen. Elke leerling krijgt een eigen opgavenblad (leerling 1 in een groepje krijgt blad A, leerling 2 blad B, leerling 3 blad C en leerling 4 blad D). Bij de opgave staat het blad voor A helemaal uitgeschreven. Om de bladen B, C en D te maken (zie einde voorbeeldmateriaal A) moet u de eerste zin in blad A na de eerste 'leerling 1' vervangen door de zin die bij respectievelijk B, C en D hoort en de nummering van de leerlingen in het hele blad steeds aanpassen (steeds met een ophogen ten opzichte van het vorige bladnummer).

Elke leerling uit een groep beantwoord nu eerst zijn eigen vraag. Na een tijd geeft u aan dat de bladen moeten worden doorgeschoven. Dit gaat zo door totdat elke leerling uiteindelijk zijn eigen blad weer terug heeft.

Uiteindelijk kunnen de leerlingen in de groep de antwoorden met elkaar bespreken.

Mocht u het geheel uiteindelijk klassikaal willen bespreken, dan kunt u vooraf zeggen dat elke leerling in een groep uiteindelijk antwoord moet kunnen geven op elke vraag. Dat u tijdens de bespreking niet het juiste antwoord geeft, maar de leerlingen commentaar laat geven op elkaars antwoorden.

Onmogelijke stroom

GELEIDENDE PLASTICS OPENEN WEG NAAR
WEGWERP-ELEKTRONICA

Rob van den Berg

WIE VIJFENTWINTIG jaar geleden zou hebben voorspeld dat er een kunststof op komt was die elektrische stroom even goed geleidt als koper, zou voor gek zijn verklaard: plastics worden immers veelvuldig gebruikt als isolatiemateriaal. Toch kregen de Amerikaanse scheikundigen Alan MacDiarmid en Alan Heeger en hun Japanse collega Hideki Shirakawa afgelopen dinsdag de Nobelprijs voor 'de ontdekking en ontwikkeling van geleidende polymeren'. Met de toekenning erkent het Nobelcomité de pioniersrol die deze drie onderzoekers hebben gespeeld. Hun werk opende aan het eind van de jaren zeventig een nieuw onderzoeksgebied dat vooral de laatste paar jaar vruchten begint af te werpen.

Geleidende polymeren kunnen snel en goedkoop worden geproduceerd en vinden op grote schaal toepassing, bijvoorbeeld als anti-statisch verpakkingsmateriaal. Sommige geleidende plastics geven licht, waardoor ze uitermate geschikt zijn in displays en LEDs (licht emitterende diodes). Ook ligt het in de verwachting dat binnen afzienbare tijd elektronische componenten op de markt verschijnen die volledig zijn opgebouwd uit plastics, onder andere als 'wegwerpelektronica'.

En dat allemaal door een ongelukje. Een student van Shirakawa probeerde in het begin van de jaren zeventig om het polymeer polyacetyleen te maken uit acetyleen, een gas dat gebruikt wordt bij het lassen. Bij deze reactie worden duizenden acetyleenmoleculen als kralen aan een ketting aaneengeregen. Om ze daarbij een handje te helpen wordt een katalysator toegevoegd. Per ongeluk gebruikte de student daarvan duizend keer meer dan nodig was. Resultaat was een dun, zilverachtig filmpje aan de binnenkant van het reactievat. Shirakawa had de tegenwoordigheid van geest om uit te zoeken wat er gebeurd was: de afzonderlijke moleculen bleken op een volmaakt regelmatige manier in de keten te zijn ingebouwd, iets wat tot dan toe nog nie-



Geleidende polymeren in oplossing (flesjes) en toegepast in displays.

FOTO PHILIPS RESEARCH

mand gelukt was. Toen hij in een kofiepauze tijdens een conferentie MacDiarmid over zijn ontdekking vertelde, nodigde deze hem direct uit naar zijn laboratorium te komen. Zelf was de Amerikaan ook al een tijdje op zoek naar 'synthetische metalen', en het zilverachtige polyacetyleen leek een veelbelovende kandidaat. Samen probeerden ze de stof chemisch te veranderen, door onder andere jodium toe te voegen. Alan Heeger werd erbij gehaald om de eigenschappen van het product te bepalen. Hij was het die ontdekte dat door deze behandeling het geleidingsvermogen bijna miljardvoudig was toegenomen.

Sindsdien zijn vele andere geleidende polymeren ontdekt. Twee eigenschappen hebben ze gemeen: de koolstofketen (de ruggengraat van het polymeer) bestaat uit een opeenvolging van enkele en dubbele koolstofbindingen, en er zijn elektronen aan het polymeer toegevoegd (of juist onttrokken), bijvoorbeeld met behulp van jodium. Ook (zon-)licht kan hier overigens voor worden gebruikt, zodat geleidende polymeren sterk in de belangstelling staan bij ontwerpers van zonnecellen.

Het precieze mechanisme van de geleiding bij polymeren houdt theoretici nog altijd bezig. Sterk vereenvoudigd komt het erop neer dat de plek die beschikbaar is gekomen door het verdwijnen van een elektron in de keten (een *gat*) kan worden opgevuld door een naburig elektron. Die verschaft op zijn

NOBEL PRIJZEN

IN ZUIVERE

POLYMEREN SPRINGEN

DE ELEKTRONEN

NETJES OVER

beurt weer ruimte aan zijn burens, etc. De geleidbaarheid van het kunststof materiaal wordt echter beperkt door dat de elektronen ook af en toe van de ene naar de andere keten moeten overspringen, hetgeen veel lastiger is. Het is daarom gunstig om de ketens zo netjes mogelijk te ordenen. Inmiddels zijn allerlei slimme trucs verzonnen om de synthese van materialen te verbeteren.

Niet alleen komen ze in veel zuiverder vorm beschikbaar, ook de verdere verwerking is vereenvoudigd. Hoewel maar weinig nieuw-ontwikkelde geleidende polymeren het geleidingsvermogen van polyacetyleen overtreffen, bleek deze stof dermate gevoelig voor zuurstof en vocht in de lucht dat hij in de praktijk nauwelijks commercieel toepasbaar is. Polythiofeen en polyaniline zijn dat wel.

PLASTIC TRANSISTORS

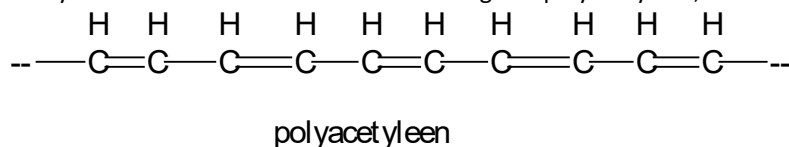
Naarmate geleidende polymeren in steeds zuiverder vorm beschikbaar kwamen, konden ook hun eigenschappen als halfgeleiders worden benut. In de jaren negentig verschenen de eerste berichten over plastic transistors en zelfs flexibele LEDs op basis van bijvoorbeeld poly(phenyleen-vinyleen)

(PPV). Richard Friend van de universiteit van Cambridge ontdekte dat dit polymeer geelgroen licht uitzendt zodra er een elektrische spanning overheen wordt gezet. Deze *elektroluminescentie* maakt in de toekomst wellicht platte en oprolbare displays mogelijk. Het was opnieuw Heeger die nauw bij deze ontwikkelingen betrokken was. Het bedrijf dat hij in 1990 oprichtte om de in zijn laboratorium gedane ontdekkingen te commercialiseren, UNIAx, werd begin dit jaar opgekocht door chemiereus DuPont.

Ook Philips heeft zich inmiddels een belangrijke positie binnen het onderzoek naar geleidende polymeren weten te verwerven. Zo kwam het als eerste met een volledig plastic chip, en werd onlangs een grote stap gezet in de richting van een volledig plastic display.

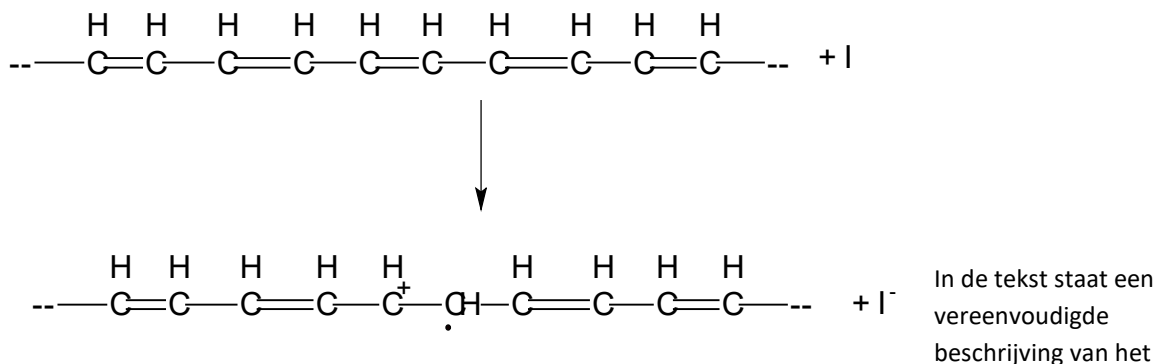
- 1 Geef de titel van het onderzoek waarvoor in 2000 de Nobelprijs voor scheikunde werd toegekend.
- 2 Leg uit hoe de stroomgeleiding in een metaal mogelijk is.
- 3 Leg op basis van de structuur of het rooster van plastics uit waarom je hier geen stroomgeleiding verwacht.
- 4 Zoek in je Binasboek de systematische naam van de stof acetyleen op.
- 5 Teken de structuurformule van acetyleen.

Acetyleen is het monomeer voor de vorming van polyacetyleen, dat de volgende structuurformule heeft



- 6 Door welk type polymerisatie is polyacetyleen ontstaan. Licht je antwoord toe.
- 7 Leg uit dat polyacetyleen een isolator is.

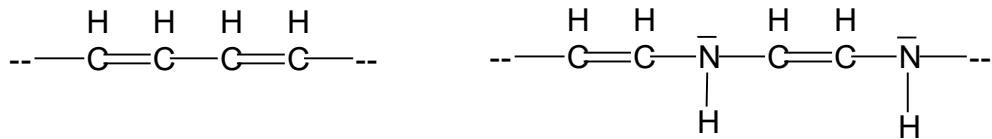
MacDiarmid en Shirakawa voegden jodium (jood) toe aan polyacetyleen. Er treedt dan de volgende reactie op:



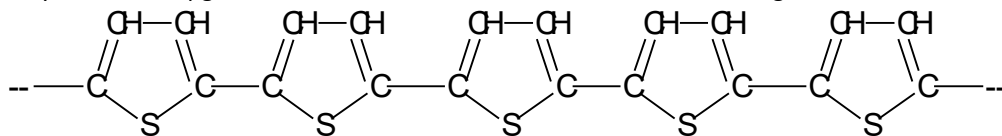
mechanisme van de stroomgeleiding.

- 8 Laat aan de hand van tekeningen zien hoe stroomgeleiding mogelijk is in het gevormde polymeer..
- 9 Waarom gebruikt men polyacetyleen nauwelijks commercieel?

Stroomgeleiding zoals in polyacetyleen is mogelijk als je in een molecuul zogenaamde geconjugeerde dubbele bindingen: afwisselend een dubbele en een enkele binding. Dit verschijnsel treedt ook op als naast een dubbele binding op een nabuurtroom een vrij elektronenpaar aanwezig is.

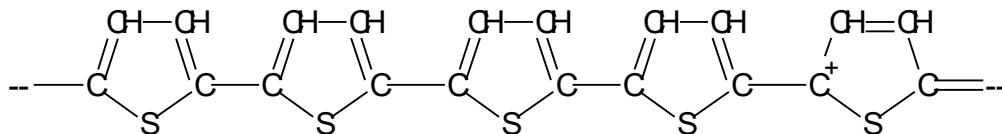


Polythiofeen is opgebouwd uit het monomeer thiofeen en heeft de volgende structuurformule



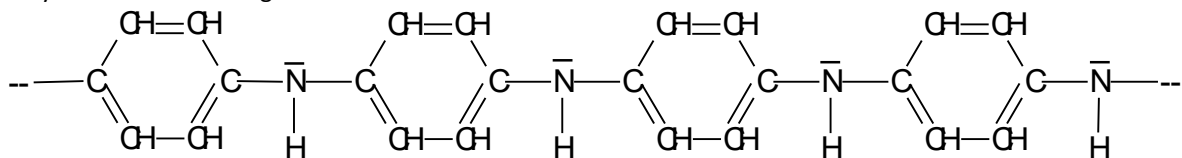
polythiofeen

Bij polythiofeen zorgt men ervoor dat er een positieve lading in het molecuul geïntroduceerd wordt. Daarna is stroomgeleiding mogelijk.

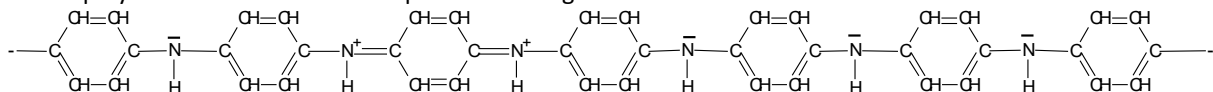


10 Leg aan de hand van tekeningen waarin je uitgaat van de bovenstaande structuurformule uit, hoe stroomgeleiding in polythiofeen mogelijk is.

Polyaniline heeft de volgende structuurformule:



Ook in polyaniline introduceert men positieve ladingen.



11 Leg aan de hand van een tekening met de structuurformule uit hoe stroomgeleiding in polyaniline mogelijk is.

1 De ontdekking en de ontwikkeling van geleidende polymeren.

3 Plastics zijn opgebouwd uit niet-metaalatomen: moleculaire stoffen: molecuulrooster. Hierin treedt geen stroomgeleiding op. Er zijn geen vrije geladen deeltjes aanwezig in het plastic.

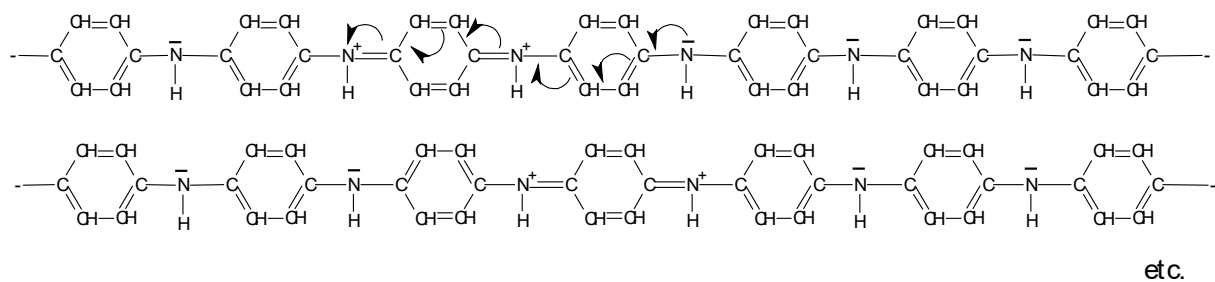
5 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

6 Polyadditie. De 'dubbele'binding van ethyn springt open en de monomeermoleculen koppelen aan elkaar.

8


$$\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}^+}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{---}$$


11



Zie ook: Chemie Aktueel nummer 7 (Offset) en Chemie Aktueel nummer 28 (Stroom door plastic).

de Volkskrant, 25 november 2000

Sensor meet zwaveldioxide

Onderzoekers van de Universiteit Utrecht hebben een sensor ontwikkeld waarmee ze de concentratie zwaveldioxidegas (SO_2) in de atmosfeer kunnen meten. De basis van de sensor is een organisch molecuul dat op atomair niveau iets weg heeft van een tang. In de bek daarvan kan een platina-atoom worden geklemd. Het gecombineerde molecuul dat zo ontstaat, is in staat zwaveldioxide uit de lucht te vangen.

Bij die koppeling kleurt het kleurloze molecuul oranje. De intensiteit van de kleur is een maat voor de hoeveelheid SO_2 in de atmosfeer, zegt onderzoeker dr. Martin Albrecht van het Debye-instituut van de universiteit. Hij promoveerde afgelopen vrijdag op het onderzoek aan het tangmolecuul.

Neemt de concentratie af, dan laat het molecuul het zwaveldioxidegas weer geleidelijk los. De kleur verandert dan weer van donker naar licht oranje en uiteindelijk naar kleurloos.

Met de sensor kan een SO_2 -concentratie in de lucht van enkele ppm's (delen zwaveldioxide per miljoen deeltjes lucht) worden gemeten.

Het voordeel van deze nieuwe vaststofsensoren is volgens Albrecht de omkeerbaarheid: de nieuwe stof kan zwaveldioxidegas opzuigen en weer afgeven zonder dat die zelf schade daarvan ondervindt. De huidige sensoren reageren met zwaveldioxide, raken na verloop van tijd beschadigd en moeten worden vervangen.

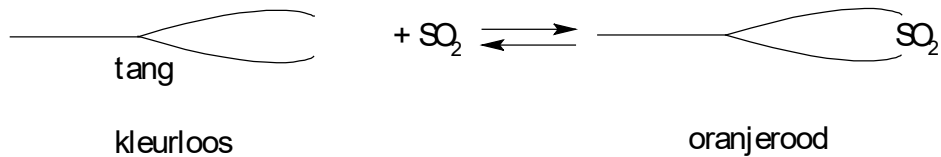
- 1 Waarom is het belangrijk om de hoeveelheid SO_2 in de lucht te meten?
- 2 Wat is het voordeel van deze sensor t.o.v. oude zwaveldioxidesensoren?
- 3 Geef in één vergelijking de opname van en het afstaan van zwaveldioxide weer. Je mag het 'tang'-molecuul schematisch weergeven. Zet onder de verbindingen de juiste kleuren.
- 4 Leg in je eigen woorden het principe van de zwaveldioxidemeting uit.
- 5 Leg met behulp van de evenwichtsvoorwaarde van het evenwicht uit dat wanneer de zwaveldioxideconcentratie afneemt, het tangmolecuul het zwaveldioxide geleidelijk weer los laat.

Sensor meet zwaveldioxide ANTWOORDEN

1 Zwaveldioxide draagt bij aan zure regen.

2 De sensor wordt niet beschadigd door zwaveldioxide en kan daardoor steeds opnieuw gebruikt worden.

3 $\text{tang} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{tang-SO}_2$



4 Zodra SO₂ in de lucht zit wordt de kleur van de sensor rood. Door de intensiteit van de kleur te meten, weet je hoeveel SO₂ er in de lucht aanwezig is.

5

$$K = \frac{[\text{tang}][\text{SO}_2]}{[\text{tang-SO}_2]}$$

[SO₂] kleiner, dan wordt concentratiebreuk groter. Deze moet weer kleiner worden om gelijk te zijn aan K. Dus minder tang-SO₂ en meer tang + SO₂

Provincie geeft opdracht proefproject broeikasgas

Proef met handel milieurechten CO₂

Van een verslaggever

DEN BOSCH – De provincie wil in Brabant gaan experimenteren met het verhandelen van milieurechten voor de uitstoot van kooldioxide (CO₂). Gedeputeerde Staten hebben de hoogleraar R. in 't Veld opdracht gegeven om voor 122.000 gulden een proefproject op te zetten om de vervuiling van de atmosfeer met dit broeikasgas op provinciale schaal terug te dringen.

„Met het verhandelen van milieurechten willen wij bereiken dat bedrijven die het gebruik van CO₂ weten terug te dringen, daarvoor worden beloond. Zoals bijvoorbeeld West-Brabantse glastuinders die restwarmte van de Amercentrale gebruiken”, verklaart milieugedeputeerde L. Verheijen.

Dwingen

Deze verdiende milieurechten kunnen volgens Verheijen dan worden doorverkocht aan ondernemers die meer broeikasgas willen uitstoten. „Omdat deze bedrijven daarmee

financieel worden bestraft, hopen wij ze te dwingen tot zuiniger energieverbruik.” De milieugedeputeerde wil de proef richten op alle sectoren die broeikasgas uitstoten, zoals verkeer en vervoer en energieproducenten, maar ook op individuele burgers. Volgens Verheijen is uit voorbesprekingen gebleken dat het Brabantse bedrijfsleven belangstelling heeft voor het CO₂-project. „Maar omdat het hier gaat om een uiterst ingewikkelde materie, hebben wij In 't Veld gevraagd om de zaak in overleg met allerlei

betrokkenen en deskundigen grondig voor te bereiden.”

Weinig steun

De provincie heeft met haar plan tot dusver weinig steun gekregen van het ministerie van VROM. Verheijen: „Minister Pronk heeft op dit terrein een commissie aan het werk gezet onder leiding van oud-Shelldirecteur Vogtlander, die het CO₂-probleem vooral internationaal wil aanpakken. De recente klimaatconferentie in Den Haag heeft bewezen hoe moeizaam dat gaat. Daarom is het belangrijk dat wij niet met de armen over elkaar gaan zitten tot er wereldwijd iets gebeurt. Wij hopen met ons proefproject te bewijzen dat dit probleem ook heel goed op kleinere schaal kan worden aangepakt”, meent de gedeputeerde.

1 Leg in je eigen woorden uit hoe de provincie Brabant het broeikasgas terug wil dringen.

Mensen, bijvoorbeeld leden van milieugroeperingen, kunnen een actie opzetten om er voor te zorgen dat er minder koolstofdioxide in de lucht komt op basis van dit project.

2 Leg uit wat men zou kunnen doen.

3 Bedenk een cartoon of een titel voor de actie die jij voorstelt.

CO₂-handel is on line

Tot woede van sommige milieu-activisten, die liever zien dat de rijke industrielanden hun eigen uitstoot nog verder beperken, is tijdens de klimaatconferentie in Den Haag de eerste wereldwijde elektronische marktplaats voor CO₂-emissies ten doop gehouden. CO2e.com is het resultaat van een samenwerking tussen PricewaterhouseCoopers (PwC) en het New Yorkse makelaarskantoor Cantor Fitzgerald.

De initiatiefnemers verwachten dat CO₂ op termijn een van de meest verhandelde 'commodities' ter wereld wordt. Hart van de nieuwe marktplaats is dan ook een elektronische beursvloer, waar nu al kan worden gespeculeerd in emissie-opties. Maar CO2e.com moet tevens een informatiebron voor de industrie worden. Er zit een nieuwsdienst aan vast, een CO₂-zoekmachine en een register van dienstverleners. Volgens Steve Drummond van PwC heeft CO2e.com zelfs een opvoedende taak: deelnemers zullen zich bewust worden van hun verantwoordelijkheden.

Helaas is nog niet duidelijk in hoeverre de politiek deze beurs serieus zal nemen. In de Kyoto-akkoorden van 1997 is wel vastgelegd dat er zoiets als CO₂-emissiehandel moet komen. De achterliggende gedachte is dat de Westerse milieubudgetten beter kunnen worden uitgegeven in - bijvoorbeeld - Oost-Europa, waar met weinig geld nog grote emissiereducties zijn te boeken. De Nederlandse regering heeft zich al voorgenomen de helft van haar CO₂-reductie in het buitenland te realiseren, maar lang niet iedereen is daar even enthousiast over. De bedoeling was dat hier in Den Haag definitieve afspraken over zouden worden gemaakt. Bij het ter perse gaan van dit nummer op 22 november zag het er niet naar uit dat dit zou lukken.

<http://www.co2e.com>

Behalve in de provincie Noord-Brabant staat de CO₂-handel wereldwijd in het daglicht.

4 Leg uit waarom sommige milieu-activisten boos zijn.

5 Wat is de achterliggende gedachte van de CO₂-emissiehandel?

6 Leg uit of jij een voor-of tegenstander bent van de voorgestelde CO₂-emissiehandel.

Milieurechten CO₂ ANTWOORDEN

1 'Bedrijven' mogen een bepaalde hoeveelheid CO₂ uitstoten. Als zij minder dan hun maximum uitstoten kunnen zij hun overschot aan CO₂-rechten verkopen aan 'bedrijven' die minder milieu-vriendelijk werken.

2 Door CO₂ rechten op te kopen zonder ze te gebruiken.

3 –

4 Deze handel levert geen beperking van de CO₂ uitstoot op. Milieu-activisten willen liever een beperking

5 Westerse milieubudgetten kunnen beter worden uitgegeven in landen waar men met weinig geld nog grote emissiereducties kan boeken.

6 -

Zie ook: Chemie Aktueel nummer 26 opdracht 'Cleaner air apparent'.

MAAGWEEK OPGAVEN

Versie I

De Brug, 13 november 2000

Versie I

De Brug, 13 november 2000

*Verantwoord omgaan met
maagklachten en maagmiddelen*

Maagweek in uw apotheek: 13-17 nov.

Wat te doen bij zure oprispingen of maagpijn? Uitzoeken wat de oorzaak is? Een maagmiddel nemen? Anders eten? Een goed begin is: informatie halen bij de apotheek.



Practicum

Je krijgt zuur maagsap van de docent. De persoon waarvan dit maagsap is heeft de avond tevoren nog rode kool gegeten. Daarom is het maagsap roze. Rode koolsap wordt roze in een zure oplossing.

1 Doe in zes reageerbuizen twee vingers hoog het maagsap uit het bekeerglas. Zet vier reageerbuizen naast elkaar. Zet de andere twee apart, je kunt ze gebruiken als je een proefje opnieuw wilt doen.

Onderzoek eerst wat de kleur wordt van rode koolsap als het minder zuur wordt.

2 Doe daarom een paar korreltjes soda in buis 1, want soda werkt tegen een zuur.

Vraag: Wat zie je als je er een paar korreltjes soda bij doet: de kleur wordt:.....

3 Doe meer soda in buis 1.

De kleur wordt nu:.....

Wat zie je nog meer gebeuren als je soda in een zure oplossing doet?

Nu weten we de kleuren van zuur maagsap met daarin rode koolsap:

Zure kleur van rode koolsap is:.....

Neutrale kleur van rode koolsap is: *paars*

Niet meer zure kleur (=basisch) is:.....

Op het plaatje zie je een tafel met een aantal stoffen er op. Er staat een pot honing bij.

Test met rode koolsap of honing maagzuur echt minder zuur maakt. Gebruik buis 2.

4 Wat heb je gedaan om daar achter te komen?.....

.....

5 Is honing geschikt om de maag minder zuur te maken? Ja/nee, want

.....

Er staat ook een pot met "Maagtablet" er op. Hierin zit een mengsel van magnesiumoxide en aluminiumoxide, dat zit vaak in maagtabletten. Test of 'maagtablet' goed werkt. Gebruik buis 3.

6 Wat heb je gedaan om daar achter te komen?

7 Is het mengsel geschikt om de maaginhoud minder zuur te maken? Ja/nee, want

Er zijn leraren die zeggen dat ze genoeg krijt binnen krijgen zodat ze nooit last van brandend maagzuur hebben.

8 Test met een krijtje of die bewering klopt. Gebruik buis 4. Wat heb je gedaan om daar achter te komen?

9 Is krijt geschikt om de maag minder zuur te maken? Ja/nee, want

10 Conclusie: Wat we nu weten gaan we verwerken in een tabel. Welke stof(fen) is (zijn) geschikt om maagsap minder zuur te maken? Kies uit de onderstaande stoffen. Zet erachter waarom je vindt dat ze geschikt zijn of niet geschikt zijn.

Stof	Geschikt of ongeschikt, want:
------	-------------------------------

Soda	
------	--

Honing	
--------	--

Maagtablet	
------------	--

Krijt	
-------	--

Versie II

De Brug, 13 november 2000

*Verantwoord omgaan met
maagklachten en maagmiddelen*

**Maagweek in uw
apotheek: 13-17 nov.**

Wat te doen bij zure oprispingen of maagpijn? Uitzoeken wat de oorzaak is? Een maagmiddel nemen? Anders eten? Een goed begin is: informatie halen bij de apotheek.

Wie meer wil weten over brandend maagzuur en maagmiddelen, wie last heeft van maagpijn of van een 'luie maag', wie maagklachten wil voorkomen, kan altijd terecht bij de apotheek voor informatie en advies. Om dit nog eens extra te benadrukken, organiseren de Nederlandse apothekers de Maagweek: van 13 tot en met 17 november 2000.

Als het verstandig is om een tijdje een eenvoudig maagmiddel zonder recept te gebruiken, dan zijn er verschillende mogelijkheden: bijvoorbeeld een middel dat het maagzuur minder zuur maakt of een middel dat de bewegingen van maag en darmen bevordert, zodat de doorstroming beter wordt.

Meer weten? Stap eens binnen bij uw apotheek!



In het artikel wordt als een van de mogelijke oplossingen antizuurmiddelen genoemd. Je krijgt de opdracht om een vergelijkend onderzoek te doen naar deze tabletten, zoals de Consumentenbond wel doet. Verder moet je uitleggen welk tablet jij zou gebruiken.

Versie A

Noteer welke gegevens jij gaat verzamelen over deze antizuurmiddelen om een vergelijkend onderzoek te kunnen uitvoeren. Let hierbij ook op de chemische reacties die bij de verschillende tabletten kunnen optreden.

Overleg met je docent over je aanpak.

Voer je vergelijkend onderzoek uit.

Verwerk je resultaten in een tabel (tip: kijk eens naar een tabel in de Consumentengids). Licht toe met reactievergelijkingen. Licht je keuze voor eigen gebruik toe.

Versie B

Ga na, bijvoorbeeld bij een drogist, welke anti-zuur-middelen er zijn. Noteer de samenstelling zodat je kunt nagaan welk bestanddeel het maagzuur kan tegen gaan, noteer de prijs en het aantal tabletten. Bekijk welke reactie optreedt en bekijk welke 'stoffen' ontstaan waar je eventueel last van kunt hebben.

Maagweek ANTWOORDEN

Versie I

2 Paarser

3 Groen, belletjes (gasontwikkeling)

Nu weten we de kleuren van zuur maagsap met daarin rode koolsap:

Zure kleur van rode koolsap is: roze

Neutrale kleur van rode koolsap is: paars

Niet meer zure kleur (=basisch) is: groen

4 Honing bij het sap gedaan.

5 Nee, verkleurt niet.

6 Mengseltje bij sap.

7 Ja, verkleurt.

8 Krijt bij sap.

9 Ja, verkleurt.

10

Stof **Geschikt of ongeschikt, want:**

Soda (niet) geschikt: wordt wel minder zuur, maar het smaakt vies en er staat een X op het etiket

Honing niet geschikt, werkt niet, wordt niet minder zuur

Maagtablet geschikt, want het wordt minder zuur

Krijt - geschikt, want wordt minder zuur (misschien vinden leerlingen krijt vies)

- ongeschikt, er gebeurt niets

Opmerking: er zijn krijtjes die voornamelijk uit calciumsulfaat bestaan en waarmee dus niets gebeurt. Indien u krijtjes heeft met calciumcarbonaat treedt wel reactie op.

<http://www.apotheekvanderneut.nl/zelfzorg/maag.html>

<http://www.bional.nl> (magonal)

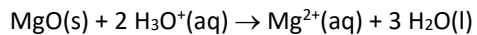
Versie II

U kunt leerlingen eventueel onderstaande tabel (gemaakt: januari 2001) geven. Indien ze zelf bij een drogist/ apotheek op zoek gaan: geef hen de volgende tip 'vertel in de winkel waarom je wat komt doen'.

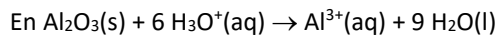
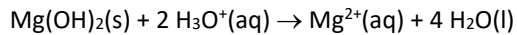
<i>Merk maagtablet</i>	<i>werkzaam bestanddeel (aantal gram per tablet aanwezig)</i>	<i>prijs per verpakking (aantal tabletten)</i>
Risp	Magnesiumoxide (100 mg)	f7,95 (32)
Maalox	Magnesiumhydroxide (200 mg) en Aluminiumoxide (100 mg)	f14,75 (50)
Roter, Maagoblong	Magnesiumbicarbonaat (400 mg) Natriumbicarbonaat (200 mg)	f6,55 (20)
Rennie	Magnesiumcarbonaat (80 mg) en Calciumcarbonaat (680 mg)	f4,95 (24)
Zuiveringszout	Natriumbicarbonaat (100 %)	f3,95 (125 gram)
Gaviscon	Aluminiumhydroxide (50 mg) Natriumbicarbonaat (85 mg) Natriumsilicaat (12,5 mg)	f8,95 (24)
Regla pH	Magnesiumcarbonaat (450 mg)	f12,45 (60)

Reactievergelijkingen

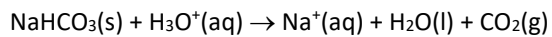
Risp:



Maalox:

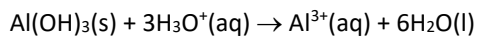


Zuiveringszout, Gaviscon, Roter

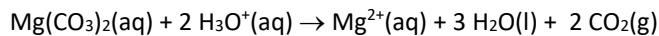


Door CO₂ ontwikkeling: last van oprispingen.

Gaviscon

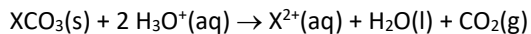


Roter



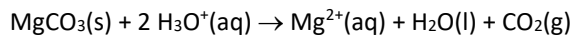
Door CO₂ ontwikkeling: last van oprispingen.

Rennie (X is of magnesium- of calciumion):



Door CO₂ ontwikkeling: last van oprispingen.

Regla pH



Door CO₂ ontwikkeling: last van oprispingen.

Achtergrondinformatie: Consumentengids maart 1995

handboek milieu plastic kleren

De meeste mensen willen graag goed zijn voor het milieu. Maar vaak blijft het bij mooie voornemens. Zo is de belangstelling voor biologische katoen een modegril gebleken. Kunststof is een goed alternatief.

ANNIE M.G. SCHMIDT had een vooruitziende blik. In haar boek *Pluk van de Petteflet* krijgt Aagje Helderder, het vriendinnetje van Pluk, een schoonmaakbeurt in de stomerij. Daarna wordt ze bespoten met een roze kunststof: haar nieuwe jurk. Die kan er ook zo weer worden afgestoomd en worden vervangen door een nieuwe laag plastic. Kinderen lachen om die absurde fantasie uit de jaren zestig. Maar volwassenen voeren haar uit.

Sinds 1993 bestaat er een textielvezel die volledig wordt gemaakt uit gebruikte frisdrankflessen. Die vezel heet *Ecospun*. In de Verenigde Staten wordt er de zogeheten *soda bottle fashion* van gemaakt: limonadeflessenmode. Vooral de duurdere merken buitensportkleding zoals Polartec en Patagonia gebruiken het materiaal voor warme, zachte, waterafstotende truien en jacks van fleece.

Gewone fleece bestaat uit opgeruwd polyester dat is gefabriceerd uit hagemieuwe grondstoffen

uit de chemische industrie. De winkels in Nederland hangen er vol mee, maar alleen de Amerikaanse hergebruiktruien komen in aanmerking voor een groen labeltje.

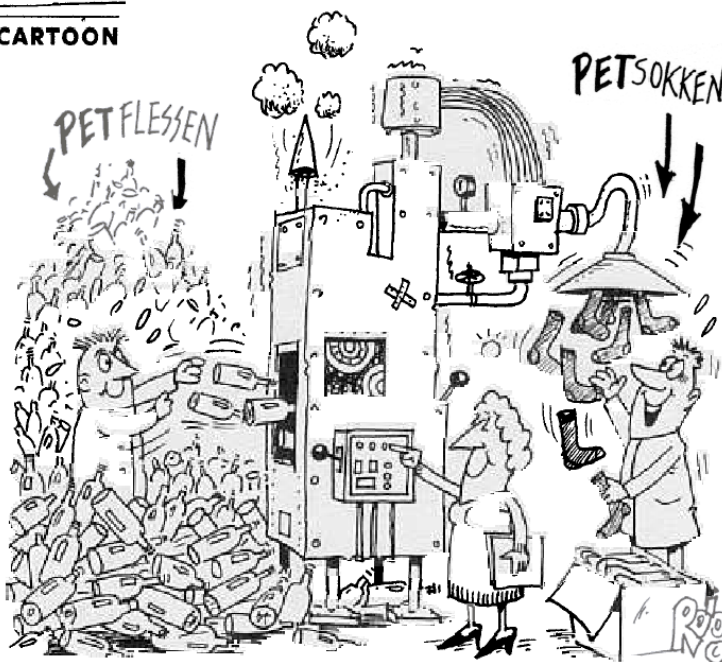
In elk exemplaar zijn gemiddeld 25 kleine wegwerp limonadeflesjes verwerkt. Dat is goed voor het milieu, vooral in Amerika waar vrijwel al het huishoudelijk afval op de vuilnisbelt terecht komt en er normaal gesproken niets nuttigs mee gebeurt.

Uiteraard is het beter om afval te verbranden en daar energie uit te halen. En het is nóg beter om plastic flessen te recyclen, zoals met de meeste Nederlandse petflessen gebeurt. Het ideaalst zou echter zijn, ook de versleten trui van Ecospun om te smelten en er een nieuw jack van te maken. Voor Aagje.

Technisch is dat geen probleem, want synthetische garens laten zich vrijwel eindeloos opnieuw gebruiken. Bovendien veroorzaakt de productie van die garens relatief weinig vervuiling en kost ze weinig energie. Voor groene consumenten is het wennen, maar uit het oogpunt van het milieu is er weinig mis met kunstvezels als polyester, acryl en polyamide. (...)

NRK Netwerk, okt/nov 2000

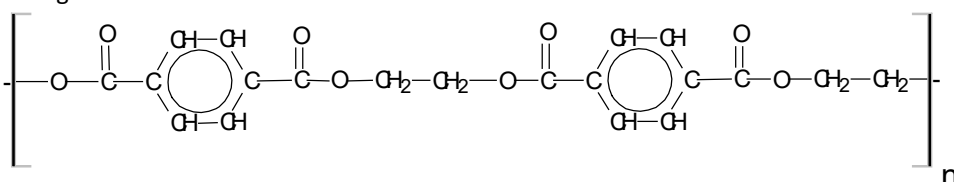
CARTOON



Doe eens hip, draag ook limonadeflessenmode!

Versie I

PET-flessen zijn gemaakt van polyetheenterephthalaat (PET). Het polymeer is een zogenaamd copolymeer met de volgende structuurformule:



- 1 Zoek in je Binasboek op door welke aanduiding je PET kunt herkennen. Geef het symbool weer.
- 2 Wat voor type polymeer is polyetheenterephthalaat?
- 3 Geef de structuurformules en de namen van de twee monomeren waaruit het polymeer is opgebouwd.

Polymere kun je onderverdelen in thermoplasten en thermoharders.

- 4 Leg uit tot welke groep PET hoort.

Het artikel geeft toelichting waarom je synthetische garens steeds opnieuw kunt gebruiken.

- 5 Geef aan welke aspecten uit de toelichting je terugziet in de cartoon.

Versie II



De meeste mensen willen graag goed zijn voor het milieu. Maar vaak blijft het bij mooie voornemens. Zo is de belangstelling voor biologische katoen een modegril gebleken. Kunststof is een goed alternatief.

ANNIE M.G. SCHMIDT had een vooruitziende blik. In haar boek *Pluk van de Petteflet* krijgt Aagje Helderder, het vriendinnetje van Pluk, een schoonmaakbeurt in de stomerij. Daarna wordt ze bespoten met een roze kunststof: haar nieuwe jurk. Die kan er ook zo weer worden afgestoomd en worden vervangen door een nieuwe laag plastic. Kinderen lachen om die absurde fantasie uit de jaren zestig. Maar volwassenen voeren haar uit.

Sinds 1993 bestaat er een textielvezel die volledig wordt gemaakt uit gebruikte frisdrankflessen. Die vezel heet *Ecospun*. In de Verenigde Staten wordt er de zogeheten *soda bottle fashion* van gemaakt: limonadeflessenmode. Vooral de duurdere merken buitensportkleding zoals Polartec en Patagonia gebruiken het materiaal voor warme, zachte, waterafstotende truien en jacks van fleec.

Gewone fleec bestaat uit opgeruwd polyester dat is gefabriceerd uit hage nieuwe grondstoffen

uit de chemische industrie. De winkels in Nederland hangen er vol mee, maar alleen de Amerikaanse hergebruiktruien komen in aanmerking voor een groen labeltje.

In elk exemplaar zijn gemiddeld 25 kleine wegwerp limonadeflessen verwerkt. Dat is goed voor het milieu, vooral in Amerika waar vrijwel al het huishoudelijk afval op de vuilnisbelt terecht komt en er normaal gesproken niets nuttigs mee gebeurt.

Uiteraard is het beter om afval te verbranden en daar energie uit te halen. En het is nog beter om plastic flessen te recyclen, zoals met de meeste Nederlandse petflessen gebeurt. Het ideaalst zou echter zijn, ook de versleten trui van Ecospun om te smelten en er een nieuw jack van te maken. Voor Aagje.

Technisch is dat geen probleem, want synthetische garens laten zich vrijwel eendeloos opnieuw gebruiken. Bovendien veroorzaakt de productie van die garens relatief weinig vervuiling en kost ze weinig energie. Voor groene consumenten is het wennen, maar uit het oogpunt van het milieu is er weinig mis met kunstvezels als polyester, acryl en polyamide.

Ze zijn in elk geval een stuk beter dan katoen, het 'natuurlijke' materiaal waar een enorme hoeveelheid onzichtbare vervuiling aan hangt. 40 Procent van de textielvezels is van katoen. Wereldwijd gaat het om 20 miljoen ton.

Bij de teelt van katoen worden veel bestrijdingsmiddelen en water gebruikt. Het hele Aralmeer, op de grens van Kazachstan en Oezbekistan, is er binnen vijftig jaar door leeggezogen. De Amerikaanse katoenindustrie vervuilt de Golf van Mexico en in India worden miljarden kilo's pesticiden gebruikt, terwijl driekwart van die bestrijdingsmiddelen vanwege de schadelijkheid voor mens, dier en ecosysteem in het Westen is verboden.

Er bestaat weliswaar biologisch geproduceerd katoen, maar dat heeft een piepklein marktaandeel: over de hele wereld slechts achtduizend ton, 0,04 procent van de katoenproductie. Vijf jaar geleden was dat nog de helft méér, maar consumenten en producenten lijken nauwelijks nog in milieuvriendelijk katoen geïnteresseerd.

De prijs kan het beletsel niet zijn. Biologisch geproduceerd katoen is iets duurder, maar de kostprijs van (merk)kleding staat in geen verhouding tot de verkoopprijs. Ook de milieuvoordelen van het Amerikaanse eco-fleec zijn tegenwoordig geen verkoopargument meer, zegt de Nederlandse

importeur. 'Vijf jaar geleden had je de *eco look*-mode. We hingen toen kartonnetjes aan die truien waar de milieuvoordelen op stonden. Maar de fabrikant levert ze niet meer, en we missen ze ook niet. Vreemd eigenlijk.'

Het milieu is een kwestie van mode. Op die vluchtige golf laat de consument zich leiden door verouderde ideeën over wat natuurlijk of milieuvriendelijk is. Of over hoe de kringloop van materialen precies in elkaar steekt.

Kunstvezels kunnen nu al worden gemaakt van in Nederland ingezamelde petflessen. Die komen weliswaar niet in de Amerikaanse hergebruiktruinen terecht, maar gaan deels als bulk-pet de grens over naar China en India. Daar worden er garens van gesponnen. Een Indiase of Chinese textielfabriek weeft er vervolgens zomerjurken van. En die belanden dan weer in de Nederlandse klerenkast.

Een overvolle kast is dat. Jaarlijks kopen de Nederlanders voor een kleine 20 miljard gulden een berg van 180 miljoen kilo textiel, schat het ministerie van VROM. Dat zijn 480 miljoen kledingstukken: twaalf kilo per persoon. Slechts drie

kilo daarvan wordt geretourneerd via de inzameling van gebruikte kleding. De rest verdwijnt afgedragen, vies of versleten in de vuilnisbak.

Het ministerie wil het aandeel ingezamelde kleding verhogen naar minstens vijf kilo per persoon, maar daar voelen de inzamelaars weinig voor. Zij willen eigenlijk alleen goede kleding die een normaal mens niet eens zou weggooien. Die kleding begint nu een tweede leven in Afrika of elders.

Van de rest is 5 procent afval en wordt 20 procent verwerkt tot poetslappen, zegt de Vereniging Herwinning Textiel uit Woerden. Bij 10 á 15 procent is werkelijk sprake van recycling. Daarvoor gaat de kleding naar fabrieken in Marokko en India, waar er een samengestelde textielvezel van wordt gemaakt. Of naar een Engelse fabriek, die het pluist en perst tot een viltsoort waarmee de kofferbak van nieuwe auto's wordt bekleed. Bij de sloop van de auto kan dat weer worden teruggewonnen. Het systeem werkt nog lang niet optimaal, maar in principe kunnen textiel en synthetische materialen eindeloos worden gerecycled.

Jeroen Trommelen

1 Hoe heet de vezel die van gebruikte frisdrankflessen wordt gemaakt?

2 Hoe maakt men fleece?

In het artikel wordt gesproken over goed-beter-best voor wat betreft de verwerking van de frisdrankflessen.

3 Neem het schema over en vul het verder in:

Het slechtst:	Frisdrank in PETflesjes kopen waar geen statiegeld op zit en ze gewoon weggooien
Beter:	
Nog beter:	
Het best:	

In het artikel worden voor- en nadelen genoemd van natuurlijke vezels, zoals katoen en kunstvezels zoals polyester, acryl en polyamide.

4 Welke vezels zijn volgens het artikel milieuvriendelijker, natuurlijke vezels of kunstvezels?

5 Noem twee argumenten die in het artikel genoemd worden voor de keuze die je hebt gemaakt in vraag 5

Er bestaat ook "biologisch" geproduceerd katoen.

6 Alle katoenplanten groeien natuurlijk "biologisch" maar wat denk je dat ze er hier mee bedoelen?

7 Kost kleding meer als biologisch geproduceerd katoen wordt gebruikt? Schrijf ook op hoe je aan die mening komt. (Antwoord: Ja/Nee, want.....)

8 Waar gaan de Nederlandse Petflessen naar toe?

9 Noem een nadeel van het transporteren van de Petflessen in verre landen.

We gaan uit van 15 miljoen Nederlanders

10 Voor hoeveel geld kopen we textiel per persoon?

11 Hoeveel procent textiel wordt ingezameld?

12 Waar kun je textiel inleveren om het te recycleren?

De inzamelaars willen eigenlijk nog goede kleding.

13 Wat doen ze met die goede kleding?

Een gedeelte van de ingezamelde kleding wordt echt gerecycled

Echt gerecycled wil zeggen, dat van de textielvezels een iets wordt gemaakt, dat dat weer wordt ingezameld en er daarna weer textielvezels van worden gemaakt. Je hebt dan een cirkel (een cycle). De stoffen worden dan steeds hergebruikt.

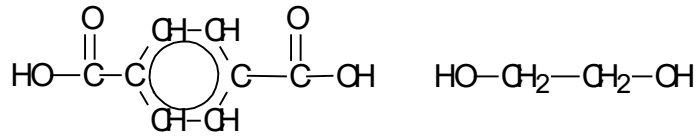
14 Leg uit dat de kleding die naar Marokko, India en Engeland gaan echt gerecycled wordt.

Plastic kleren ANTWOORDEN

Versie I

1 Zie tabel 101 D

2



1,4-benzeëndicarbonsuur

1,2-ethaandiol

3 Polyester

4 Thermoplast, men kan het polymeer hergebruiken (omsmelten) en nieuwe garens spinnen.

5 Je ziet dat de PET-flessen tot kleine stukjes worden 'gemalen', door het 'schoorsteentje' kun je de conclusie trekken dat er iets verwarmd wordt, uit de machine komen garens, die verwerkt worden tot sokken. De mensen staan er zonder veel bescherming bij en je ziet geen afval: weinig milieuvervuiling. Door het zonnetje kun je het geheel ook positief bekijken. Dat het weinig energie kost is in de cartoon niet terug te herkennen.

Achtergrondinformatie: 'de PET-fles', Chemische Feitelijkheden nr. 111, december 1994.

Versie II

1 Ecospun

2 Polyester moet je ruw maken.

3 Het slechtst: Frisdrank in PET-flesjes kopen waar geen statiegeld op zit en ze gewoon weggooien

Beter: Afval verbranden en daar energie uithalen

Nog beter: De plastic flessen recycleren (opnieuw gebruiken)

Het best: Van de petflessen vezels maken, daar kleding van maken en deze kleding weer te recycleren.

4 Kunstvezels

5 Voor katoen zijn veel bestrijdingsmiddelen en water nodig.

6 Dat de katoen met weinig of geen bestrijdingsmiddelen zijn verbouwd.

7 Nee. In het artikel staat: "De prijs kan het beletsel niet zijn. Biologisch geproduceerde katoen is iets duurder, maar de kostprijs van (merk)kleding staat in geen verhouding tot de verkoopprijs"

8 China en India

9 Voor transport zijn brandstoffen nodig. Dat is verspilling en er ontstaan afvalstoffen.

10 f133,33 per persoon per jaar

11 $3:12 \times 100 = 25\%$

12 Bij rommelwinkels, de Vincentiusvereniging, het Leger des Heils, de milieustraat en bij voddenkopers.

13 De goede kleding gaan naar armere landen in Afrika en elders

14 Van de kleding maakt men textielvezels, die weer opnieuw gebruikt worden om kleding van te maken Waar weer textielvezels van gemaakt kunnen worden enzovoorts en vilt voor de kofferbak van een auto waarbij het weer kan worden teruggewonnen. (men kan beter praten over 'downcycling' dan over 'recycling')

TINATOMEN DANSEN OVER KOPERPLAAT EN LATEN BRONSSPOOR ACHTER

Brons is een legering van koper en tin, die ook spontaan kan ontstaan. Normaal gesproken kost het moeite om de veel grotere tinatomen in een koperrooster te krijgen. Aan het oppervlak gaat dat gemakkelijker. Als een tinatoom zich naar binnen dringt kunnen de koperatomen zich eenvoudig herschikken, omdat ze een uitwijkmogelijkheid hebben naar buiten. Natuurkundigen van het Sandia National Laboratory zijn er nu in geslaagd het mechanisme op te helderen waarmee deze oeroude legering aldus gevormd wordt. De oppervlaktele-

ringen zijn van groot belang bij de ontwikkeling van nieuwe magnetische materialen voor data-opslag (*Science*, 24 nov.). De onderzoekers brachten in een ultrahoog vacuüm een kleine hoeveelheid tin aan op een koperoppervlak. Al snel vormden zich kleine eilandjes bestaande uit zo'n honderdduizend tinatomen. Overal waar zo'n tineilandje met het koperoppervlak in contact kwam, vond uitwisseling plaats van atomen en werd brons gevormd. Als er zich voldoende tinatomen in het koper hadden gedrongen, stootten deze het erboven liggende eilandje af, een gevolg van de hoge oppervlaktespanning. Het eilandje wordt zo voortdurend gedwongen nog onbetreden stukjes van het koperoppervlak te vinden en laat daarbij een spoor van brons achter totdat de tinatomen waar het oorspronkelijk uit bestond op zijn. (...)

- 1 Wat is een legering?
- 2 Waar willen ze het brons dat volgens het artikel gevormd wordt voor gebruiken?
- 3 Noem twee dingen die van brons gemaakt zijn.

In het artikel wordt gekeken naar **atomen** tin en koper die gaan mengen. Dit is niet nieuw want brons wordt al eeuwen gemaakt.

- 4 Hoe zal men vroeger brons gemaakt hebben van tin en koper?
- 5 Hoe hebben de onderzoekers van het Sandia National Laboratory nu tin en koper gemengd?
- 6 Hoe zou je kunnen onderzoeken of je een plaat brons hebt die gemaakt is door de onderzoekers of die gemaakt is op de ouderwetse manier?
- 7 Noem een apparaat of onderdeel van een apparaat waarvoor dataopslag zeer belangrijk is.

Tinatomen OPGAVEN

1 Een mengsel van twee verschillende metalen.

2 Magnetische materialen voor data-opslag.

3 Beelden, medailles, stuivers.

4 Verhitten, tin en koper smelten dan samen tot brons

5 In een ultrahoog vacuüm brachten ze een kleine hoeveelheid tin aan op een koperoppervlak.

6 Als je de plaat doorzaagt (of kijkt aan de zijkant/onderkant) dan zal de ouderwetse plaat helemaal brons zijn (helemaal geel/bruin zijn) en de nieuwe plaat heeft alleen een bronslaagje aan de bovenkant.

7 Computer

Verdere informatie:

Diamagnetisme: Een stof die een heel klein beetje magnetisch wordt.

Magnetisch veld wordt gevormd. In het brons anders (meer weerstand) dan in koper (kleinere weerstand)

<http://www.execpc.com> Cool experiments with magnets Diamagnetism

<http://www.exploratorium.edu> Snacks Diamagnetism

de Volkskrant, 14 oktober 2000

Goud maakt glas rood

Goud wordt al eeuwen gebruikt om glas rood te kleuren. Die roodkleuring ontstaat alleen wanneer glas, gemengd met goudkorrels, enige tijd op 500 tot 700 graden Celsius wordt gehouden, en dus niet snel van de smelttemperatuur van zo'n 1400 graden Celsius naar kamertemperatuur wordt afgekoeld, zoals bij glasproductie gebruikelijk is. Een snelle afkoeling maakt glas juist transparant.

Dit heeft te maken met de zogeheten valentie van het goud in het glas, stellen enkele Duitse, Engelse en Italiaanse onderzoekers in een brief aan het wetenschappelijk tijdschrift *Nature* van deze week (12 oktober).

In transparant glas is het goud eenwaardig, ofwel eenwaardig do-

sitief geladen, hebben de onderzoekers aangetoond met behulp van zogeheten Mössbauer-spectroscopie. De eenwaardige goudionen vormen bindingen met twee omringende zuurstofionen.

In rood glas, dat dus een speciale temperatuurbehandeling heeft ondergaan, zijn de gouddeeltjes ongeladen. Ze zitten, fijnverdeeld in het glas.

(...)

Er zijn fraaie voorbeelden van dieproodglas uit de Romeinse tijd. Het British Museum heeft enkele drinkbekers uit die tijd in zijn bezit. In de zeventiende eeuw is goud eveneens veelvuldig gebruikt om glas met een dieprode kleur te maken.

Glas bestaat uit een netwerk van siliciumatomen, zuurstofatomen en zuurstofionen. In dat netwerk kunnen allerlei mataalionen een plaats krijgen.

Gouddeeltjes kunnen de volgende formules hebben:

A Au

B Au^+

C Au^{3+}

1 Wat is de formule van de gouddeeltjes in transparant (doorzichtig) glas?

2 Wat is de formule van de gouddeeltjes in rood glas?

3 Geef de formule van het zout dat is opgebouwd uit Au^+ ionen en O^{2-} ionen.

4 Verbeter de volgende zin uit het artikel: "De eenwaardige goudionen vormen bindingen met twee omringende zuurstofionen".

5 Hoe zorgen glasmakers er voor dat ze rood glas krijgen in plaats van doorzichtig glas?

Enkele Duitse, Engelse en Italiaanse onderzoekers hebben een brief aan het wetenschappelijke tijdschrift *Nature* gestuurd.

6 Wat hebben de onderzoekers ontdekt?

Goud is een edel metaal en dat betekent dat het niet of nauwelijks reageert.

7 In dit artikel zien we dat goud wel kan reageren onder bepaalde omstandigheden. Leg dat uit.

Goud maakt glas rood ANTWOORDEN

1 B Au^+

2 A Au

3 $\text{Au}^+_2\text{O}^{2-}$

4 "Twee eenwaardige goudionen vormen bindingen met *een* zuurstofion".

5 Ze mengen glas met goudkorrels en zorgen dat bij het afkoelen van het glas de temperatuur een tijdje tussen de 500 en 700 graden Celsius blijft.

6 De onderzoekers ontdekten, dat de valentie van het goud in het glas bepaalt of glas rood wordt of niet.

7 Het goud reageert met zuurstof (bij hoge temperaturen).

Brabants Dagblad, 24 oktober 2000

Twee doden door lek zoutzuur Gentse haven

GENT/BRUSSEL – Een ontsnapping van zoutzuur in de haven van Gent heeft gisteren het leven geëist van twee werknemers van het chemisch bedrijf Kronos Europe. De gifwolk zou Nederland niet hebben bereikt.

Bij onderhoudswerkzaamheden van twee controleurs van een tank gevuld met titaantetrachloride, ontsnapte een wolk gas. Titaantetrachloride wordt, bij contact met vocht, omgezet in zoutzuur. Twee brandweerlieden raakten bevangen door de chloordampen en moesten naar het ziekenhuis.

Er heeft volgens het artikel een ontsnapping van zoutzuur plaatsgevonden.

1 Wat is zoutzuur?

2 Is er zoutzuur vrijgekomen? Licht toe.

Er ontsnapte een wolk gas bij onderhoudswerkzaamheden aan een tank met titaantetrachloride.

3 Geef de formule van titaantetrachloride.

Tintetrachloride heet volgens de officiële scheikundige afspraken titaan(IV)chloride.

4 Leg uit waarom de naam voor TiCl_4 titaan(IV)chloride moet zijn en niet titaantetrachloride.

Tintetrachloride heeft een smeltpunt van $-24\text{ }^\circ\text{C}$ en een kookpunt van $136\text{ }^\circ\text{C}$.

5 Leg uit dat 'de wolk gas' niet titaan(IV)chloride is.

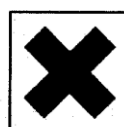
Titaan(IV)chloride reageert heftig met water waarbij er onder meer 'zoutzuur' vrijkomt.

6 Geef de optredende reactievergelijking.

Twee brandweerlieden raakten bevangen door de chloordampen volgens het artikel.

7 Leg uit waarom er geen sprake kan zijn van 'chloordampen'.

8 Welke van onderstaande etiketten (pictogrammen) moet op een vat met titaan(IV)chloride staan? Leg ook uit waarom je dat denkt.



Twee doden door lek zoutzuur. ANTWOORDEN

1 Een waterstofchloride-oplossing.

2 Nee, er zal waterstofchloride, HCl(g) , vrijgekomen zijn.

3 TiCl_4 .

4 De verbinding is opgebouwd uit een metaal en een niet-metaal, dus een zout. De naam tintetrachloride hoort bij een stof die is opgebouwd uit moleculen (molecuul: verbinding van niet-metalen).

5 Titaantetrachloride kookt pas bij 136°C , dus zal niet als gas vrijkomen. (Opmerking: beter is het om te praten over 'nevel')

6 $\text{TiCl}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 + 4 \text{HCl}$

7 Er is geen chloor vrijgekomen maar waterstofchloride, een chloorverbinding.

8 Het pictogram voor giftig: er ontstaat waterstofchloride.

De Volkskrant, 9 december 2000

Naaldbos pikt ammoniak uit de lucht

De moderne stal levert weinig reductie op in de ammoniakuitstoot van de veehouderij. Dat is slecht nieuws voor de bosbodem, vooral die onder naaldbomen, en de grondwaterwinning.

SINDS JAAR en dag betreft de gemeente Ede haar drinkwater uit een grondwaterreservoir onder het Edense bos. Op vijftig meter diepte is dat water zo schoon dat het zonder verdere bewerking de waterleiding in kan. De komende tien jaar blijft dat zo, maar daarna? Zelfs diep onder de Veluwe, onder een schoon sparrenbos en een schoon zandpakket van vijftig meter, slaat de vermisting van Nederland genadeloos toe.

Juist onder die Veluwe bossen, blijkt deze week uit metingen van nutsbedrijf Nuon en de Universiteit van Amsterdam, wordt het schone grondwater sterker bedreigd dan elders. Het idee dat bossen de regen kunnen 'zuiveren' was altijd al onzin. Maar het onderzoek in Ede laat zien dat de situatie zelfs eerder omgekeerd ligt.

Bomen pikken de vervuiling op uit de lucht, waarna die via de regen naar de bodem wegspoelt. Naaldbomen doen dat twee keer zo efficiënt als loofbomen, blijkt uit de meting. Met hun altijd groene naalden hebben ze een relatief groot bladoppervlak, waardoor er meer stofdeeltjes aan blijven kleven dan aan de bladeren van loofbomen.

Op die manier halen ze een overmaat aan stikstof binnen, die via de bosbodem terecht komt in het grondwater. Onder veel naaldbossen wordt op anderhalve meter diepte de drinkwater-norm voor nitraat (een stikstofverbinding) al ruimschoots overschreden. In Ede op een enkele plek zelfs zes keer.

Groot nieuws is dat trouwens niet. De vermisting van Nederland is al ruim dertig jaar gaande, en zowel oorzaak als oplossing zijn bekend. Rond de Veluwe is ruwweg tachtig procent van de stikstof in de buitenlucht afkomstig uit de intensieve veehouderij. Boeren brengen veel méér stikstof in bodem en lucht dan daar op natuurlijke wijze kan worden afgebroken. Binnen twintig jaar zullen de drinkwaterbronnen van Ede, net als op veel andere plaatsen in Nederland, te vervuild zijn om rechtstreeks uit te drinken.

En de kans dat het zover komt, is groot. Het probleem van de vermisting mag bij de gemiddelde Nederlander niet hoog scoren; in de praktijk is het één van de grootste milieuproblemen van ons land en wordt het maar mondjesmaat bestreden. Zo luidt althans de analyse van voormalig mestonderzoeker van het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) dr. Jan Willem Erisman in zijn boek *De Vliegende Geest* (f 49,50, Betatext Bergen) dat deze maand is verschenen.

Bij het RIVM heeft Erisman zich tien jaar met stikstofproblemen beziggehouden. Zijn *Vliegende Geest* (de oude naam voor ammoniak) is een overzicht van historische- en recente praktijk-kennis over stikstof en landbouw, dat uitmondt in enkele weinig bemoedigende conclusies.

Oplossingen, zegt de onderzoeker die thans hoofd is van de afdeling Lucht-kwaliteit van het Energie Onderzoek Centrum (ECN) in Petten, worden nog steeds gezocht in technische maatregelen. Terwijl de effectiviteit daarvan sterk wordt overschat. Alleen een grondige reorganisatie van de landbouw lost het mestprobleem op.

Het probleem met stikstof (en verbindingen als ammoniak, nitriet en fosfaat) is dat er simpelweg te veel van is op het kleine Nederland. Ten behoeve van de veeteelt wordt jaarlijks bijna een half miljoen ton stikstof ingevoerd via plant-aardige producten als soja en cassave.

In het buitenland wordt vier miljoen hectare grond gebruikt om die gewassen te laten groeien. Na de consumptie ervan door 20 miljoen grote en 400 miljoen kleine dieren komt de stikstof terecht op nog geen anderhalf miljoen hectare Nederlandse agrarische grond.

Zolang deze scheikundige balans verstoord is, kan er eindeloos worden gediscussieerd over technische maatregelen zonder dat er iets verandert. Maar politiek en landbouwsector zijn er onvoldoende van doordrongen. Zij propageren bijvoorbeeld de bouw van zogeheten *Groen Label*-stallen, terwijl die volgens Erisman weinig bijdragen aan de beperking van ammoniak in de buitenlucht. En dat is toch precies waar ze eigenlijk voor zijn bedoeld.

In Groen-Labelstallen wordt de emissie van stikstof naar de buitenlucht bemoeilijkt, om te voorkomen dat die via de lucht de bossen in dwarrelt en de bodem vervuult. De stallen hebben filters en de mest wordt afgedekt. Bij het uitrijden van de mest over het land wordt hij door een zodenbemester direct in de grond geïnjecteerd.

Per kilo mest scheelt dat 20 milligram ammoniak die niet direct de lucht in wordt geblazen, rekent Erisman voor. Maar een 'significant deel' daarvan komt via opname door planten, die het meteen weer afstaan aan de buitenlucht, daar uiteindelijk toch gewoon in terecht. De methode voorkomt niets, maar levert alleen een beetje uitstel op.

Ironisch? De onderzoeker zelf blijft er laconiek onder. Hij blikt in de verre toekomst en ziet een agrarisch Nederland waar lokale mestoverschotten en mesttekorten netjes met elkaar worden verrekend. Waar veel minder kunstmest wordt gebruikt dan nu. En waar naast extensieve landbouw ook een 'duurzame bio-industrie' ontstaat, met grote agro-complexen waar de kringloop van mest en voedsel prima is geregeld. Maar die utopie, erkent hij, is nog ver weg.

Jeroen Trommelen

Bomen pikken de vervuiling op uit de lucht. Naaldbomen doen dat zelfs heel efficiënt.

1 Welke verklaring wordt daarvoor gegeven?

De ammoniak die op de bodem terecht komt, wordt in de bodem door bacteriën omgezet in salpeterzuur en één andere stof. Voor dit proces is ook zuurstof nodig.

2 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.

3 Hoe komt het dat het gevormde nitraat zo makkelijk de bodem indringt?

Het probleem met stikstof is dat er teveel van is in het kleine Nederland. Maar er kan toch nooit meer stikstof ontstaan dan er al is?

4 Welke oorzaak van dat teveel aan stikstof wordt in het artikel genoemd?

Na de consumptie door 20 miljoen grote en 400 miljoen kleine dieren in Nederland komt de stikstof terecht op de aanwezige Nederlandse agrarische grond.

5 Welke kleine en grote dieren zullen er bedoeld worden?

Een Groen Labelstal zou wellicht een oplossing kunnen bieden.

6 Wat is een Groen Labelstal?

7 Waarom biedt een Groen Labelstal volgens Erisman, hoofd afdeling Luchtkwaliteit van het ECN te Petten, toch geen oplossing voor de verzuring van de bodem?

8 Wat ziet Erisman wel als een adequate oplossing?

Het woord 'stikstof' wordt in het artikel op verschillende manieren gebruikt.

9 Zoek op welke betekenissen in het artikel worden gebruikt. Geef bij elke betekenis aan over welke 'verbinding' het gaat.

Naaldbos en ammoniak ANTWOORDEN

1 Naaldbomen hebben altijd groene naalden en daardoor een groot bladoppervlak waardoor meer stofdeeltjes er aan blijven kleven en dus ook meer vervuilende stoffen.

2 Reactie: $\text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

3 Nitraationen slaan met geen enkel positief ion neer, het blijft altijd in oplossing.

4 Er wordt jaarlijks bijna een half miljoen ton stikstof ingevoerd vanuit andere landen in de vorm van plantaardige producten zoals soja en cassave.

5 Grote dieren: koeien en varkens; kleine dieren: kippen.

6 Een stal die de uitstoot van vervuilende stoffen zoals ammoniak sterk terugdringt.

7 Uiteindelijk komt de stikstof toch op het land terecht want de totale hoeveelheid stikstof verandert niet.

8 Lokale mestoverschotten en mesttekorten in Nederland zelf oplossen. Niet meer stikstof van buiten Nederland invoeren.

9 Een verontreinigende stof in de lucht (ammoniak), een verontreinigende stof in het grondwater (nitraat) en bestanddeel van plantaardige producten (in eiwitten).

Agrarisch Dagblad, 7 oktober 2000

NMV eist rectificatie van publicaties over ammoniak

OOSTEIND - De Nederlandse Melkveehouders Vakbond (NMV) eist rectificatie van alle publicaties waarbij ammoniak in verband wordt gebracht met het begrip verzuring.

De rectificatie is geëist bij de ministeries van Vrom, landbouw en onderwijs, alsmede het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Centraal Bureau voor de Statistiek en de Stichting Natuur en Milieu.

De NMV vindt dat publicaties misleidend zijn, als ammoniak daarin wordt aangeduid als zure depositie, omgekeerd wordt in zuur-equivalenten of aangeduid wordt als

potentieel zuur. Het gevolg hiervan is volgens de bond een negatieve beeldvorming van de veehouderij.

De eis tot rectificatie volgt op een NMV-debat vorige maand in Den Haag. Daaruit kan volgens de bond onder meer geconcludeerd worden dat verzuring van de lucht bijvoorbeeld juist wordt verminderd door reactie van ammoniak met salpeter- en zwavelzuur. Verzuring van de bodem wordt in de optiek van de bond veroorzaakt door zwaveldepositie en in mindere mate door stikstofdepositie.

Het ministerie van landbouw kan nog niet melden of de eis wordt ingewilligd.

Volgens de NMV vermindert de aanwezigheid van ammoniak de verzuring van de lucht. Hierin hebben ze gelijk want ammoniak reageert als base met de zuren die in de lucht aanwezig zijn. Maar ... als de dan gevormde stoffen, ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat, op de bodem terechtkomen, treedt er een reactie op waarbij zuur ontstaat. In de bodem worden ammoniumionen namelijk door bacteriën omgezet in salpeterzuur. (Bij deze reactie is ook zuurstof nodig.) Verzuring treedt dus zowel op bij ammoniumnitraat als bij ammoniumsulfaat.

Dat "stikstofdepositie" in mindere mate verzuurt dan "zwaveldepositie" wordt door de redenering van de NMV niet verklaard en door het bovenstaande ook niet ondersteund. Misschien speelt de achtergrond van de genoemde vakbond hier wel een rol!

Opdracht:

Schrijf een brief aan de NMV waarin je uitlegt waarom je het niet eens bent met hun standpunt. Laat in de brief de chemische aspecten, dus ook de optredende chemische reacties, duidelijk naar voren komen. Je kunt daarbij denken aan

- de vergelijkingen van de optredende reacties;
- de uitleg waarom de omzetting van het ene zuur (ammonium) in het andere zuur (salpeterzuur) de grond zuurder maakt;
- de uitleg dat zwavel- en stikstofdepositie beide de grond verzuren.

Maak de brief niet langer dan een pagina (A-4).

Pas de regels toe voor het schrijven van een brief zoals je die bij Nederlands hebt geleerd.

NMV en ammoniak ANTWOORDEN

In elke methode Nederlands is wel te vinden hoe een brief opgesteld dient te worden. Verwijs de leerling hiernaar of laat de leerling dat aan de docent Nederlands vragen.

Chemische facetten in de brief: Ammoniak is een base. Reactie met salpeterzuur: $\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$. Reactie met zwavelzuur: $2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Reactie: $\text{NH}_4^+ + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$. Uit het zwakke zuur NH_4^+ ontstaat het sterke zuur HNO_3 dat voor relatief meer vrije H^+ ionen zorgt, verder komt bij de omzetting extra H^+ vrij. Ammoniak heeft de mogelijkheid om een zuur te worden: in de bodem wordt ammoniak omgezet in salpeterzuur.

Brief leerling: hierin moet duidelijk worden dat de ammoniak uiteindelijk in de bodem omgezet wordt in salpeterzuur en dus voor de bodem een verzuurder is.

Agrarisch Dagblad, 1 december 2000

Ook verzuring schaadt de Nederlandse heide

NIJMEGEN – Ook verzuring schaadt de Nederlandse heide. Dat concludeert ecologe Maaike de Graaf in haar proefschrift waarop zijn is gepromoveerd aan de Katholieke Universiteit Nijmegen. Tot voor kort werd de achteruitgang van heide geheel toegeschreven aan het vermestende effect van stikstofhoudende neerslag. Verzuring zou in heide geen rol spelen. De Graaf toont aan dat verzuring wel degelijk het verdwijnen van bepaalde types heide versnelt. Een bemesting met kalk kan die bodemverzuring tegengaan.

De achteruitgang van de Nederlandse heide wordt toegeschreven aan het vermestende effect van stikstofhoudende neerslag.

- 1 Wat zegt dit over de mestbehoefte van heide?
- 2 Welke stikstofhoudende neerslag zou er bedoeld kunnen worden?
- 3 Leg uit dat stikstofhoudende neerslag vaak ook een verzurend effect oplevert.

Bemesting met kalk kan de bodemverzuring tegengaan. Gebruik voor kalk: calciumcarbonaat.

- 4 Hoe gaat kalk de bodemverzuring tegen?
- 5 Geef de vergelijking van de optredende reactie als kalk gestrooid wordt op verzuurde grond.
- 6 Wat zou een betere aanpak zijn dan de genoemde bemesting met kalk? Licht toe.

Er wordt gesproken over bemesting met kalk.

- 7 Welk bemestend effect heeft kalk?
- 8 Is dit (bemesting met kalk) niet in tegenspraak met het antwoord op vraag 1?

Verzuring Nederlandse heide ANTWOORDEN

- 1 Heide heeft maar heel weinig voedingsstoffen nodig.
- 2 Dat kunnen verschillende stoffen zijn die als stof of opgelost in water op de bodem terecht komen: stikstofoxiden, ammoniak, salpeterzuur, ammoniumnitraat, ammoniumsulfaat.
- 3 Er zitten zure stoffen tussen zoals salpeterzuur. Maar in de bodem vinden nog reacties plaats waarbij bijvoorbeeld ammoniak en ammonium omgezet worden in salpeterzuur.
- 4 Kalk, calciumcarbonaat: bevat een base (CO_3^{2-}) die met zuren in de bodem reageert.
- 5 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 6 Aanpak bij de bron: aanpak van de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak.
- 7 Kalk bevat calciumionen die bevorderlijk zijn voor de groei van planten.
- 8 Het gaat om het tegengaan van de verzuring niet om het terugdringen van vermestende stoffen.

Jet 5 toegelaten als desinfectiemiddel

MAARSEN – Het desinfectiemiddel Jet 5 heeft een toelating voor gebruik als algicide en desinfectiemiddel in praktisch alle toepassingen in de land- en tuinbouw. Vooral in de periode waar op veel glastuinbouwbedrijven van teelt wordt gewisseld, is er behoefte aan milieuvriendelijke middelen tegen schimmels, virussen en bacteriën. Dat meldt fabrikant ProAgro uit Maarssen.

Met de teeltwisseling voor de deur bieden milieuvriendelijke middelen een uitkomst om resten van schadelijke organismen uit de teeltruimte op te ruimen. Volgens de fabrikant is het middel Jet 5 gebaseerd op perazijnzuur. Behalve vijf pro-

cent perazijnzuur bevat het een twintig procent waterstofperoxide. Deze combinatie van stoffen werkt al in een relatief lage concentratie.

Poriën

Voor een betere werking op verschillende materialen zijn oppervlakte-actieve stoffen toegevoegd. Daardoor dringt het middel diep door in poriën en kieren. Na het toepassen blijft een azijnlucht over, maar dit is onschadelijk voor (en verdwijnt vanzelf, eventueel na afluchten van) de teeltruimte. De azijnlucht, ook die van overgevaarde spuitnevel, veroorzaakt geen schade aan jonge planten. Na het gebruik van

Jet 5 blijft alleen water, zuurstof en azijnzuur over. Dit zijn natuurlijke en voor het milieu onschadelijke stoffen.

Volgens een woordvoerder van ProAgro ligt de nadruk in de moderne land- en tuinbouw steeds meer op het voorkomen van infecties. Tijdens de teeltwisseling is en blijft een stringente hygiëne belangrijk en kan een aanvullende bespuiting met Jet 5 de ziektedruk in een nieuwe teelt tot een minimum beperken.

Bovendien zijn er supermarkten in Engeland die hun glastuinders adviseren of zelfs van hen eisen in de teeltwisseling het middel Jet 5 te gebruiken.

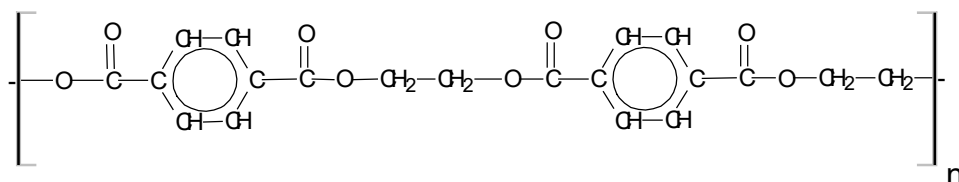
Jet 5 wordt in de tuinbouw gebruikt als desinfectiemiddel

- 1 Wat moet een desinfectiemiddel doen?
- 2 Wanneer wordt het middel Jet5 gebruikt?

In de tekst wordt Jet 5 een milieuvriendelijk middel genoemd.

- 3 Geef twee redenen uit de tekst waaruit blijkt dat Jet 5 inderdaad een milieuvriendelijk middel is.

Volgens de fabrikant is Jet 5 gebaseerd op perazijnzuur. Perazijnzuur heeft de volgende structuurformule:



Jet 5 bevat ook waterstofperoxide, H_2O_2 .

- 4 Geef de structuurformule van waterstofperoxide.
- 5 Welk bijzonder kenmerk hebben beide structuurformules?

Waterstofperoxide en perazijnzuur lossen beide uitstekend in water op.

- 6 Geef hiervoor een verklaring.

Bij de werking van Jet 5 wordt perazijnzuur in zuur milieu (waar perazijnzuur ook zelf voor zorgt) als oxidator omgezet in azijnzuur en water. Waterstofperoxide treedt hierbij op als reductor.

- 7 Stel de halfreactie op van de omzetting van perazijnzuur.
- 8 Geef de halfreactie van waterstofperoxide als reductor.
- 9 Stel aan de hand van de halfreacties de totaalvergelijking op.

Er staat in het artikel dat er water, zuurstof en azijnzuur overblijft na afloop.

- 10 Is dit juist? Licht toe.

Jet 5 ANTWOORDEN

1 Een desinfectiemiddel moet desinfecteren, dus virussen en bacteriën doden.

2 Bij veel wisseling van teelt.

3 - 'na toepsassen blijft azijnlucht over, maar dit is onschadelijk voor de teeltruimte',

- 'na het gebruik van Jet 5 blijft alleen water, zuurstof en azijnzuur over. Dit zijn natuurlijke en voor het milieu onschadelijke stoffen'.

4 H-O-O-H.

5 Ze hebben beide een O-O binding in de structuur, een peroxidebinding.

6 Ze hebben beide OH-groepen en kunnen dus met water H-bruggen vormen.

7 Halfreactie: $\text{CH}_3\text{COOOH} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

8 Halfreactie: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

9 Totaalvergelijking: $\text{CH}_3\text{COOOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

10 Het zijn precies de reactieproducten uit de reactie (zie antwoord bij 9), dus het klopt.

Elektra uit brandstofcel

NIEUWE TECHNIEK SNEL IN COMMERCIËLE FASE

door DICK HUSSAARTS

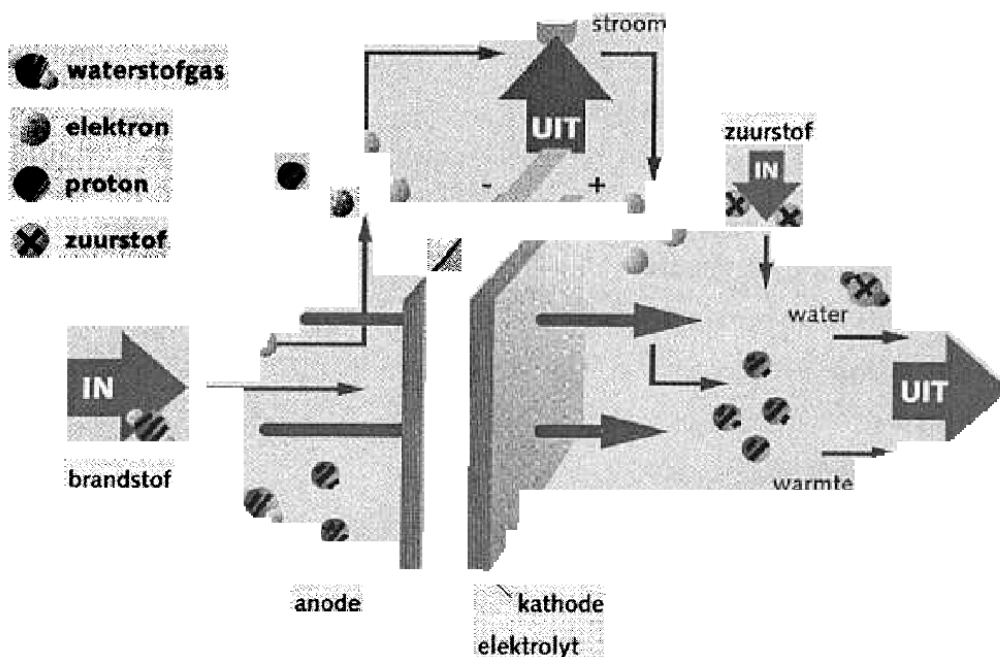
PITTSBURGH — Het principe van de brandstofcel is al geruime tijd bekend, maar tot nu toe waren de kosten voor de opwekking van elektriciteit met deze technologie nog altijd veel te hoog.

is een gezamenlijk initiatief Nederlandse distributiebedrijven. Deze brandstofcellen kunnen energie opwekken.

Over de euro

- Sinds 1 januari 1999 worden de koersen in euro's genoteerd.
- U kunt uw koop- en verkoopopdrachten in euro's of guldens doorgeven.
- Op uw bankafschriften t.b.v. beleggingsfondsen vindt u de waarden in guldens en euro's
- € 1 (EUR) is f 2,20371 (NLG); bij omrekening kunnen afrondingsverschillen ontstaan.

Wat is een brandstofcel?



In een brandstofcel reageert zuurstof uit de lucht op elektrochemische wijze met waterstofgas en produceert zo elektriciteit en water. Toepassing van de brandstofcel in auto's is veelbelovend. Diverse autofabrikanten werken er hard aan binnen afzienbare tijd een model op de markt te brengen.

Bekijk de tekening goed. De verschillende stoffen zoals waterstof en zuurstof worden niet correct weergegeven terwijl ook de verhoudingen in atoomgrootte volledig fout zijn weergegeven.

1 Wat is er fout aan de weergave van waterstof? Geef een juiste structuur van waterstof met behulp van de symbolen in de tekening.

2 En wat is er fout aan de weergave van zuurstof?

3 Hoe moeten de verhoudingen in atoomgrootte zijn om een realistisch beeld te geven?

Waterstof reageert aan de anode.

4 Geef de halfreactie die aan de anode plaatsvindt.

De protonen gaan door het elektrolyt naar de kathode en reageren daar met zuurstof.

5 Wat is de functie van het elektrolyt?

6 Welke soort deeltjes zijn in het elektrolyt aanwezig?

7 Geef de halfreactie die aan de kathode plaatsvindt.

8 Stel de totaalvergelijking op aan de hand van de twee halfreacties. Laat zien hoe je aan de totaalvergelijking komt.

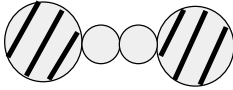
9 Is de kathode de positieve of de negatieve elektrode? Licht toe.

10 Wat is het grote voordeel van een brandstofcel vergeleken met de normale verbranding van waterstofgas?

Brandstofcel ANTWOORDEN

1 Waterstof heeft de formule H_2 . De twee waterstofatomen worden bijeengehouden door een gemeenschappelijk elektronenpaar. In de tekening wordt een waterstofatoom weergegeven met aan beide uiteinden een ongebonden elektron en dat is niet juist.

De juiste tekening is:



2 Zuurstof is O_2 terwijl in de tekening een enkel zuurstofatoom getekend staat.

3 Een zuurstofatoom is groter dan een waterstofatoom. Een elektron is vele malen kleiner dan een atoom. Een proton is ook vele malen kleiner dan een atoom.

4 Halfreactie: $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$.

5 Een elektrolyt moet ervoor zorgen dat er stroomgeleiding kan plaatsvinden.

6 Het elektrolyt moet vrij bewegende geladen deeltjes, ionen, bevatten.

7 Halfreactie: $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$.

8 Halfreactie: $< O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O > \times 1$

Halfreactie: $< H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^- > \times 2$

Totaalvergelijking: $O_2 + 2 H_2 \rightarrow 2 H_2O$.

9 De positieve elektrode want hier reageert de oxidator.

10 De 'verbranding' in een brandstofcel vindt bij kamertemperatuur plaats waardoor er vrijwel geen warmteverlies optreedt. Het rendement van de verbranding in een brandstofcel is veel hoger dan bij de normale verbranding.

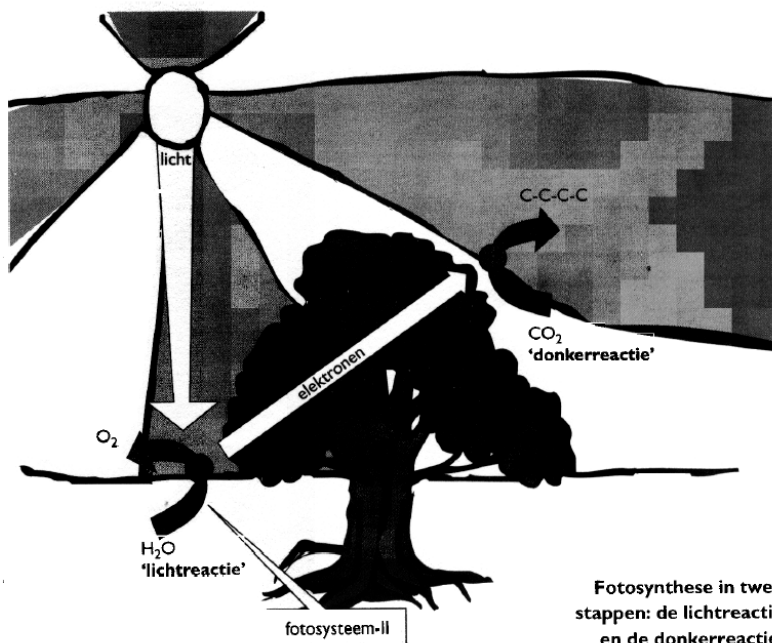
Chemisch2Weekblad, 21 oktober 2000

HOE LICHT ZUURSTOF MAAKT

(...)

FOTOSYSTEEM-II. Het fotosyntheseproces vindt in twee stappen plaats. Eerst de lichtreactie: onder invloed van zonlicht splitsen planten water in zuurstof, protonen en elektronen. Bij de volgende stap, de donkerreactie, nemen planten koolstofdioxide uit de lucht op en worden de tijdens de lichtreactie vrijgekomen elektronen gebruikt bij de omzetting naar bouw- en groeistoffen. De lichtreactie vindt plaats in chloroplasten, organellen in de cellen van plantenbladeren. Het fotosynthetische membraan van een chloroplast bevat onder meer een groot membraanewitcomplex: fotosysteem-II. In fotosysteem-II is een aantal chlorofylmoleculen aanwezig. Deze geven de plant haar groene kleur, doordat zij rood licht absorberen. Lange tijd was onduidelijk hoe een chlorofylmolecuul een zeer hoge redoxpotentiaal kan handhaven, nádat het licht heeft geabsorbeerd en een elektron heeft gemitteerd, wat nodig is om water te oxideren en zuurstof te vormen.

(...)



Fotosynthese in twee stappen: de lichtreactie en de donkerreactie.

De fotosynthese valt uiteen in twee stappen. Als eerste vindt de lichtreactie plaats.

- 1 Wat gebeurt er bij de lichtreactie?
- 2 Geef de halfreactie van de lichtreactie (tip: een proton is H⁺).

Daarna volgt de donkerreactie.

- 3 Wat gebeurt er de donkerreactie?
- 4 Geef de halfreactie van de donkerreactie. Hint: totaal moet het de fotosynthesereactie worden.
- 5 Leid uit de twee halfreacties de totaalreactie van de fotosynthese af. Laat zien hoe je aan de totaalvergelijking komt.

In een reactie met elektronenoverdracht heb je te maken met een oxidator en een reductor.

- 6 Welke stof is de oxidator en welke stof is de reductor? Licht je antwoord toe.

- 7 Bij welke golflengte vindt de fotosynthese plaats? Licht je antwoord toe. (Tip: maak gebruik van je Binasboek).

Hoe licht zuurstof maakt ANTWOORDEN

1 Onder invloed van zonlicht splitsen planten water in zuurstof, protonen en elektronen.

2 Halfreactie: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$

3 Planten nemen koolstofdioxide uit de lucht op en worden de bij de lichtreactie vrijgekomen elektronen gebruikt bij de omzetting naar bouw- en groeistoffen.

4 Halfreactie: $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}^+ + 12 \text{e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 3 \text{O}_2$

5 Halfreactie: $< 6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}^+ + 12 \text{e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 3 \text{O}_2 > \times 1$

Halfreactie: $< 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- > \times 3$

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

6 Koolstofdioxide, CO_2 , neemt elektronen op en is dus de oxidator. Water, H_2O , staat elektronen af en is de reductor.

7 Groene planten absorberen rood licht. Rood licht heeft een golflengte van ca 700 nm.

VAN GAS TOT WAS

Het Shell Middle Distillate Synthesis proces bestaat uit drie hoofdfasen.

De eerste stap is het maken van synthesegas (een mengsel van waterstof en koolmonoxide) door het verbranden van aardgas onder toevoeging van zuivere zuurstof. Dit is een bekende procesgang. In Bintulu is aardgas de grondstof, maar in feite kunnen alle koolwaterstoffen gebruikt worden.

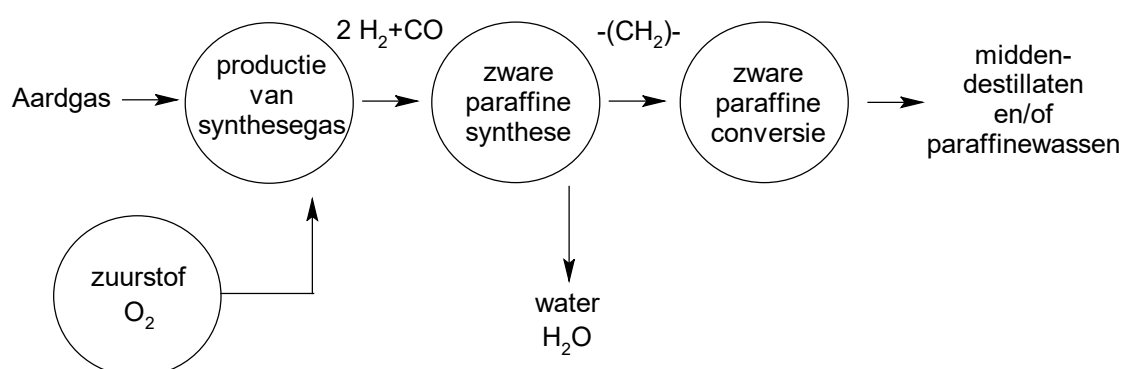
In de tweede stap wordt het synthesegas omgezet in vloeibare koolwaterstoffen. Het gebeurt met een moderne versie van het al voor de Tweede Wereldoorlog uitgevonden Fischer Tropsch proces. De Duitsers maakten zo in de oorlog uit steenkool benzine en diesel. De omzetting vindt plaats door het synthesegas met een speciale katalysator in contact te brengen. Deze stap wordt bij SMDS de Zware Paraffine Synthese Stap genoemd. Naast het paraffinisch product ontstaat een ongeveer even grote hoeveelheid water. (Een dergelijke fabriek zou dus heel

mooi passen in een droog gebied, het water kan namelijk geschikt worden gemaakt voor landbouwirrigatie.)

Stap drie is het omzetten (ook weer met inzet van een zeer speciale katalysator) van die vloeibare koolwaterstoffen in kwalitatief hoogwaardige olieproducten. Dit is de Zware Paraffine Conversie. Deze conversie kan worden gestuurd naar soorten olieproducten.

De SMDS-fabriek in Bintulu zet in een etmaal ongeveer 2,8 miljoen kubieke meter gas om in 12.500 vaten olieproducten. Bij een 'tweede generatie' GTL-fabriek gaat het om zo'n 17 miljoen kubieke meter per dag voor 70.000 vaten olieproducten. Zo'n fabriek gebruikt rond een kwart van de in de vorm van aardgas ingenomen energie voor het totale omzettingsproces. Met dit energierendement komt een GTL-fabriek overeen met een LNG-fabriek waar aardgas vloeibaar wordt gemaakt.

SMDS - processchema



Uit aardgas kunnen olieproducten worden gemaakt die bijzonder zuiver zijn. Bij het SMDS proces van Shell gebeurt dit in drie stappen.

In de eerste stap wordt aardgas (methaan) omgezet in synthesesgas.

1 Wat is synthesesgas?

2 Geef de vergelijking van deze reactie.

Je zou deze eerste stap kunnen opvatten als onvolledige verbranding van aardgas.

3 Licht dit toe.

4 Bereken de reactiewarmte van de reactie waarbij methaan omgezet wordt in synthesesgas. Gebruik vormingsenergieën.

Tijdens de tweede stap wordt synthesesgas omgezet in grote koolwaterstofmoleculen (paraffinen, $-(CH_2)_n-$) en water.

5 Geef de vergelijking van deze reactie.

Er ontstaat naast de paraffine en ongeveer even grote hoeveelheid water volgens de tekst.

6 Klopt deze bewering als je kijkt naar massahoeveelheden? Licht je antwoord toe met een berekening.

In de olie-industrie praat men meestal over vaten: een volumemaat.

7 Klopt deze bewering als je kijkt naar volumehoeveelheden? Licht je antwoord toe met een berekening (gebruik voor de dichtheid van olie $0,80 \text{ kg L}^{-1}$)

Bij de tweede stap wordt een katalysator gebruikt.

8 Wat is de functie van een katalysator in het algemeen?

9 Welke functie heeft de speciale katalysator in dit proces?

Daarna volgt nog een derde stap, ook met behulp van een speciale katalysator.

10 Wat gebeurt er in bij die derde stap?

De SMDS-fabriek in Bintulu zet in en etmaal ongeveer $2,8 \text{ miljoen m}^3$ aardgas om in 12.500 vaten olie.

Gegevens: aardgas bevat 80 volumeprocent methaan; $T = 273 \text{ K}$, $p = p_0$; één vat heeft een volume van 159 L (one barrel); olie heeft een (gemiddelde) dichtheid van $0,80 \text{ kg L}^{-1}$.

11 Laat met behulp van al deze gegevens via een berekening zien dat de totale massa van de koolstofverbindingen vrijwel hetzelfde blijft.

Van gas tot was ANTWOORDEN

1 Een mengsel van waterstof en koolstofmono-oxide.

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

3 Het is een verbranding want het is een reactie met zuurstof. Het is een onvolledige verbranding want de reactieproducten (CO en H_2) kunnen nog verder verbrand worden.

4 Er wordt 2 mol methaan ontleed: $2 \times +0,76 \cdot 10^5 \text{ J}$

Er wordt 2 mol CO gevormd: $2 \times -1,105 \cdot 10^5 \text{ J}$

Dus de reactiewarmte is $-0,69 \cdot 10^5 \text{ J}$ per 2 mol methaan.

5 Reactie: $n \text{CO} + 2n \text{H}_2 \rightarrow -(\text{CH}_2)_n + n \text{H}_2\text{O}$.

6 Er ontstaat $-(\text{CH}_2)_n$ en $n \text{H}_2\text{O}$. De massa van $-(\text{CH}_2)_n$ is $14n$ terwijl de massa van $n \text{H}_2\text{O}$ $18n$ is. Als je ongeveer heel ruim neemt dan klopt deze bewering wel maar eigenlijk ontstaat er meer water dan paraffine.

7 Algemeen: een katalysator versnelt een reactie zonder daarbij verbruikt te worden.

8 Specifiek: de gebruikte katalysator zorgt ervoor dat slechts een bepaalde reactie kan/zal verlopen met een voldoende hoge snelheid.

9 De omzetting van vloeibare koolwaterstoffen in hoogwaardige olieproducten.

10 Er wordt $2,8 \text{ miljoen m}^3 = 2,8 \cdot 10^9 \text{ dm}^3$ aardgas per etmaal verbruikt. Dit bevat $2,24 \cdot 10^9 \text{ dm}^3$ methaan. Met een molair volume van $22,4 \text{ L}$ betekent dat $1,00 \cdot 10^8 \text{ mol CH}_4 = 1,6 \cdot 10^9 \text{ g}$.

12.500 vaten komt overeen met $12.500 \times 159 = 2,0 \cdot 10^6 \text{ L} = 2,0 \cdot 10^6 \times 0,80 \text{ kg} = 1,6 \cdot 10^6 \text{ kg} = 1,6 \cdot 10^9 \text{ kg}$. Conclusie: de massa komt overeen.

Amine tegen zure regen

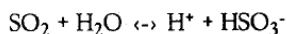
Canadees proces voor SO₂-verwijdering zoekt toepassingen

Processen om zwaveldioxide uit afgassen te halen zijn er genoeg, maar ze zijn allemaal synoniem met flinke investeringen. Cansolv Technologies uit Montreal, Quebec, beweert dat het een stuk goedkoper kan, hoewel niet helemaal duidelijk is hoeveel goedkoper. Zeker is dat het 'Cansolv System', een regeneratief absorptieproces op aminebasis, de SO₂-concentratie kan terugbrengen tot maximaal een paar ppm. Bovendien levert het proces als bijproduct geen waardeloos gips of iets dergelijks op maar pure SO₂, klaar om te worden hergebruikt. Raffinaderijen en papierfabrieken gelden als de belangrijkste potentiële klanten.

Verschoven evenwichten

Het Cansolv systeem maakt handig gebruik van zogeheten evenwichtsreacties. Dat zijn chemische reacties die slechts verlopen tot - eenvoudig gezegd - de concentraties van de stoffen links van de pijltjes in evenwicht zijn met die aan de rechterkant. Waar het evenwicht ligt is onder meer afhankelijk van de temperatuur en de zuurgraad [pH].

SO₂-absorptieprocessen draaien om het oplossen van het gas in water:

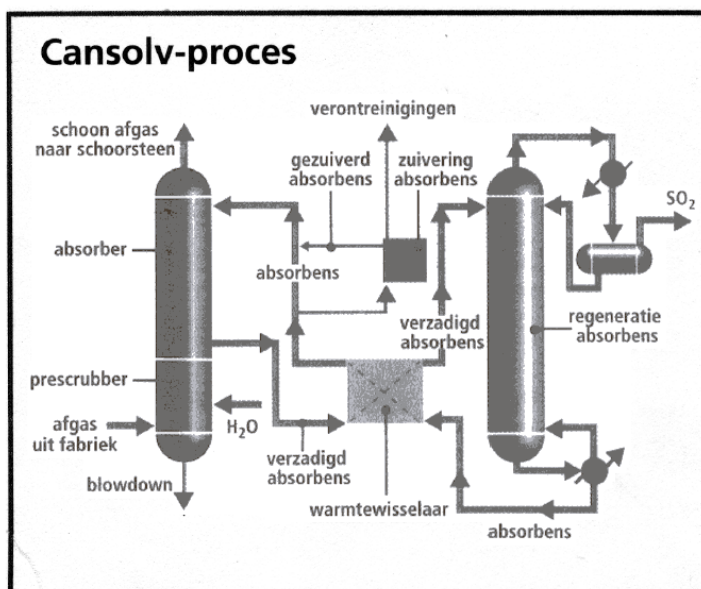


De bedoeling is uiteraard dat dit evenwicht tijdens het absorberen aan de rechterkant ligt. Het met SO₂ verzadigde water gaat vervolgens naar een regeneratiekolom, waar de temperatuur hoger is. Het even-

wicht verschuift dan naar links; de SO₂ wordt als het ware uitgekookt.

Puur water neemt op deze manier onvoldoende SO₂ op. Vandaar dat een amine wordt toegevoegd dat H⁺ aan zich bindt en zo het evenwicht naar de goede kant trekt. De kunst is nu een amine uit te kiezen dat die H⁺ in de regeneratiekolom ook weer los wenst te laten. Cansolv gebruikt hiervoor een bijzondere groep organische diamines (US Patent 5 019 361). Elk molecuul ervan kan twee H⁺-protonen binden, waarvan in de regeneratiekolom maar één weer vrijkomt. Het voordeel is dat de aminemoleculen permanent worden omgezet in positieve ionen, die niet uit het water kunnen verdampen.

In werkelijkheid is de chemie van het proces een stuk ingewikkelder. Zo worden ook zwavelzuur- en zoutzuurdampen perfect geabsorbeerd. Omdat de regeneratiekolom zulke sterke zuren er niet uitkrijgt, moet in de installatie een elektrolyse-apparaat worden opgenomen.



Arjen Dijkgraaf

<http://www.cansolv.com>

Dat er een amine gebruikt wordt om verzuring tegen te gaan is niet zo vreemd.

1 Licht dit toe.

In het Cansolvsysteem gaat het om het verwijderen van zwaveldioxide uit rookgassen.

Als zwaveldioxide in water oplost, stelt zich een evenwicht in.

2 Geef het bedoelde evenwicht in een vergelijking weer.

3 Geef de evenwichtsvoorwaarde van dit evenwicht.

4 Hoe wordt in het nieuwe proces er voor gezorgd dat dit evenwicht (verder) naar rechts verschuift?

5 Welke reactie treedt daarbij op? Geef de vergelijking van de optredende reactie. Noteer het diamine als $\text{H}_2\text{N-R-NH}_2$.

Bij hogere temperatuur ligt het evenwicht meer naar links. Dit heeft te maken met de oplosbaarheid van zwaveldioxide bij hogere temperatuur.

6 Licht dit toe.

7 Waarom verdwijnen de diaminedeeltjes bij die hogere temperatuur niet uit de oplossing?

Amine tegen zure regen ANTWOORDEN

1 Een amine is een base die het zuur kan neutraliseren.

2 Evenwicht: $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HSO}_3^-$.

$$3 K_z = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{SO}_2]}$$

4 Er wordt een diamine-oplossing toegevoegd die met H_3O^+ uit het evenwicht reageert.

5 $\text{H}_2\text{N-R-NH}_2 + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{N}^+\text{-R-NH}_3^+ + 2 \text{H}_2\text{O}$.

6 Bij een hogere temperatuur is de oplosbaarheid van zwaveldioxide in water kleiner (zie Binasboek). Hierdoor daalt de $[\text{SO}_2]$ en de ligging van het evenwicht komt meer naar links, zodat er opnieuw evenwicht is.

7 Het worden positieve ionen in de oplossing, dus bestanddelen van een zout. Zouten hebben zeer hoge kookpunten.

Intermediair, 14 september 2000

Dennenbomen zijn dol op vervuilde lucht

Dat kooldioxide, dat door verbranding van fossiele brandstoffen in de atmosfeer terechtkomt, slechts is voor - onder meer - het plantenrijk, is een lang gehuldigde theorie. Onderzoekers van Duke University in North Carolina zijn evenwel al vier jaar bezig om deze theorie aan de werkelijk-

KORT

heid te toetsen. In een naburig bos hebben ze rond een perceel bomen een netwerk van pijpleidingen aangelegd die ervoor zorgen dat het betreffende stukje bos onafgebroken een hoge dosis kooldioxide krijgt toegediend. En wat blijkt? De dennenbomen in het gebied groeien een stuk sneller dan de buren die gewoon lucht

krijgen en vormen ook veel meer dennenappels, wat goed is voor de voortplanting. Ook loofbomen in het perceel doen het beter.

De onderzoekers waarschuwen ervoor dat het nog maar afwachten is of de versnelde groei ook in de loop van verdere jaren aanhoudt. En ze willen al helemaal niet aan het idee dat CO₂ dus goed zou zijn voor het milieu. Want dat bestaat uit meer dan alleen bomen. ■

Bekijk de titel van het artikel

1 Wat wordt hier bedoeld met 'vervuilde lucht'?

De koolstof die in fossiele brandstof aanwezig is, is al jaren geleden onttrokken aan de koolstofkringloop.

2 Leg uit dat door de verbranding van fossiele brandstoffen de totale hoeveelheid koolstof in de koolstofkringloop stijgt.

Uit het experiment blijkt: dennenbomen groeien sneller en vormen meer dennenappels als ze een hoge dosis kooldioxide krijgen.

3 Bij welk proces hebben de bomen kooldioxide nodig?

4 Geef de vergelijking van de optredende reactievergelijking tijdens dat proces.

5 Verander je hierdoor het probleem dat ontstaat door verbranding van fossiele brandstoffen? Licht je antwoord toe.

Vervuilde lucht ANTWOORDEN

1 Lucht met een hoger gehalte koolstofdioxide dan normaal.

2 De koolstof die in fossiele brandstoffen zit is miljoenen jaren geleden onttrokken aan de koolstofkringloop. In de koolstofkringloop is alleen de koolstof in levende organismen en koolstofdioxide betrokken, niet de koolstof die vastligt in bijvoorbeeld fossiele brandstoffen.

3 Het fotosyntheseprocess.

4 Reactievergelijking: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$

5 Ja want je legt (een gedeelte van) de extra koolstofdioxide vast in bomen.

Nee, want de hoeveelheid koolstof in de koolstofkringloop is gestegen en uiteindelijk komt ook die extra koolstof weer als koolstofdioxide in de atmosfeer terecht, bijvoorbeeld als de boom verbrand wordt of verrot.

Vermindering lukt alleen als je blijvend een veel groter deel van de aarde met bossen bedekt en bedekt houdt.

Bossche(70) vindt brandende schelp

VLIELAND – De oesterschelp die een 70-jarige Bossche op Vlieland had gevonden, vloog gisteren spontaan in brand. Dit gebeurde nadat zij de schelp op haar hotelkamer had schoongespoeld. Op de schelp zat fosfor, afkomstig van een scheepswrak. De VVV op Vlieland waarschuwt toeristen nu voor fosfor op het strand. De chemische stof ontvlamt zodra ze met zuurstof in aanraking komt.

De gevonden oesterschelp had wel een heel speciale verrassing in petto.

1 Waardoor vloog de schelp (spontaan) in brand?

2 Welke eigenschap van fosfor kun je aan de hand van de gegevens in het bericht opschrijven?

De fosfor was gaan branden.

3 Geef het reactieschema in woorden en in symbolen.

Er wordt gesproken over 'De chemische stof'.

4 Waarom staat de aanduiding chemisch erbij? Is deze extra aanduiding noodzakelijk? Licht je antwoord toe.

Brandende schelp ANTWOORDEN

1 Er zat fosfor aan vast die spontaan ging branden toen het met de lucht in aanraking kwam.

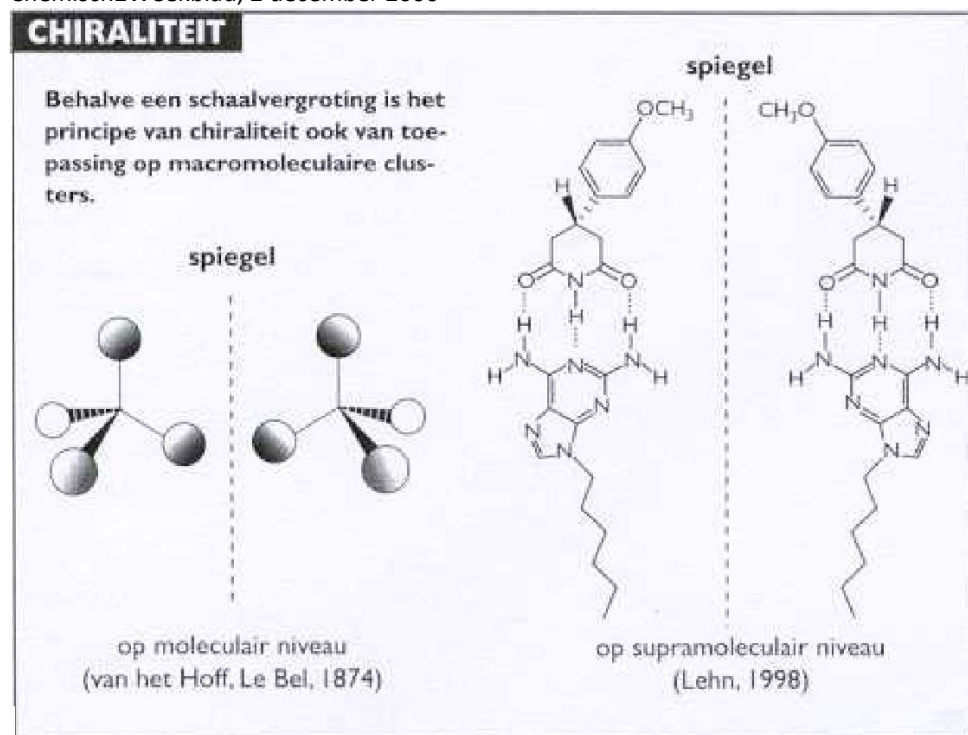
2 De ontbrandingstemperatuur van fosfor is nog lager dan kamertemperatuur. nog lager dan kamertemperatuur.

3 Fosfor + zuurstof $\rightarrow$ fosforoxide; $P + O \rightarrow P_2O_5$.

4 Die aanduiding staat er waarschijnlijk bij om aan te geven dat het gevaar oplevert. Chemisch wordt nog maar al te vaak met gevaarlijk in verband gebracht. Deze aanduiding is niet nodig want in principe is elke stof een chemische stof.

CHIRALITEIT OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 2 december 2000



Chiraliteit wordt ook wel spiegelbeeldisomerie genoemd. Bij spiegelbeeldisomerie heb je te maken met een asymmetrisch molecuul. Daarin heb je dan vaak een koolstofatoom met vier verschillende groepen.

1 Bekijk het model van Van het Hoff. Bedenk een organisch molecuul dat chiraliteit oplevert. Geef de structuurformule van dat molecuul.

Het is echter niet altijd nodig om bij chiraliteit ook een asymmetrisch koolstofatoom te hebben. Bekijk het voorbeeld van het molecuul op supramoleculair niveau.

2 Waarom is hier, ondanks de afwezigheid van een asymmetrisch koolstofatoom, toch sprake van optische activiteit?

Naast atoombindingen komen in de getekende structuur ook waterstofbruggen voor.

3 Tussen welke groepen komen normaal gesproken waterstofbruggen voor.

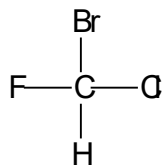
4 Geef aan tussen welke atomen (teken ook de atoombindingen erbij) in deze structuur ook nog waterstofbruggen gevormd zijn.

Als je alle bindingen bekijkt (dus ook de waterstofbruggen), dan kun je wel aantonen dat er een asymmetrisch koolstofatoom voorkomt.

5 Licht dit toe.

Chiraliteit ANTWOORDEN

1 Bijvoorbeeld broomchloorfluormethaan



2 Er is geen inwendig spiegelvlak, dus het molecuul is asymmetrisch en heeft dan een spiegelbeeldisomeer.

3 Als er in het molecuul OH- en/of NH-groepen aanwezig zijn kunnen er H-bruggen gevormd worden.

4 O=, -N=

5 Als je de H-bruggen meeneemt, kijk je naar het 'hele molecuul'. Dan heeft het bovenste koolstofatoom van de zesring met stikstof vier verschillende groepen.

DE ONTDEKKING VAN TEFLON

Teflon is in 1938 per toeval ontdekt. Wetenschappers bij Du Pont probeerden nieuwe chloorfluorkoolwaterstof (CFK) verbindingen te maken. CFK's stonden bekend als niet-giftige, niet-reactieve, dus veilige chemicaliën en werden vooral gebruikt als koelmedium in koelkasten. Een van de meest gebruikte CFK's eind jaren dertig was tetrafluordichloorethaan. Dit was een zeer effectief koelmiddel, maar lastig om te maken. Daarom werd gezocht naar alternatieve verbindingen of naar nieuwe manieren van synthese.

Du Pont medewerker Roy Plunkett probeerde het door tetrafluoretheen (TFE) met waterstofchloride te laten reageren. TFE was nogal duur en om te zorgen dat hij genoeg had voor zijn experiment vulde hij een aantal metalen vaten met de verbinding en zette ze op droogijs, zodat het TFE vloeibaar zou worden. Een paar dagen later startte Plunkett en zijn assistent John Rebok het experiment. Ze plaatsten de vaten in een gas-kamer gevuld met HCL-gas en openden de ventielen van de vaten. Maar er gebeurde helemaal niets, er kwam geen TFE-gas uit de vaten. Toch kon er niets uit de vaten weggelekt zijn, omdat ze nog hetzelfde wogen als vlak na het vullen. Plunkett en zijn assistent opende een van de vaten en zagen tot hun verbazing dat zich een witte, vlokke stof had gevormd. Teleurgesteld concludeerde Plunkett dat het gas was gepolymeriseerd en stuurde het voor analyse naar het Du Pont onderzoekslaboratorium. Maar de merkwaardige verbinding bleek nergens mee te reageren.

Verder onderzoek naar het polymeer was waarschijnlijk uitgebleven, maar met het uitbreken van de Tweede

Wereldoorlog bleek de verbinding alsnog zeer interessant.

Voor de atoombommen was uranium nodig, dat men produceerde uit uranium hexafluoride. Die verbinding is zeer giftig en uiterst corrosief en het inerte PTFE leek hiervoor een uitstekende oplossing.

In het artikel staat: 'een van de meest gebruikte CFK's eind jaren dertig was tetrafluordichloorethaan'. Deze naam is niet volledig en er zit een fout in.

- 1 Wat mis je in de naam? Licht je antwoord toe.
- 2 Wat is er fout in de naam?

Roy Plunkett wilde de genoemde CFK op een nieuwe manier maken.

- 3 Welke stoffen liet hij met elkaar reageren?
- 4 Geef de vergelijking van de reactie die hij verwachtte in een vergelijking met structuurformules weer.
- 5 Waarom kan op deze manier nooit tetrafluordichloorethaan ontstaan?
- 6 Hoe zou jij de reactie uitvoeren zodat wel het juiste reactieproduct ontstaat?

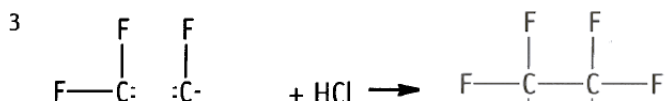
In werkelijkheid gebeurde er iets anders. In het voorraadvat met TFE dat enige dagen op een zeer lage temperatuur was gehouden, bleek een reactie plaatsgevonden te hebben.

- 7 Wat voor reactie had in het vat plaatsgevonden?
- 8 Geef de vergelijking van deze reactie in structuurformules weer.
- 9 Welke eigenschap van Teflon wordt in het artikel genoemd? Geef ook een toepassing met betrekking tot die eigenschap.

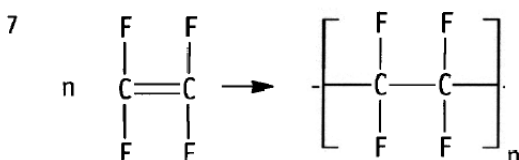
Teflon ANTWOORDEN

Teflon

- 1 De nummeraanduiding voor de plaatsbepaling van de fluor- en chlooratomen. De twee chlooratomen kunnen aan hetzelfde koolstofatoom zitten maar eventueel ook aan twee verschillende koolstofatomen.
- 2 Er is geen alfabetische volgorde van de groepen aangehouden. De juiste benaming zal moeten zijn: 1,2-dichloor-1,1,2,2-tetrafluorethaan.
- 3 Hij wilde tetrafluoretheen, TFE, en waterstofchloride, HCl, met elkaar laten reageren.



- 4 Bij de additiereactie van TFE met HCl ontstaat er chloortetrafluorethaan.
- 5 Een additiereactie uitvoeren tussen TFE en chloor. Daarbij kan wel het beoogde reactieproduct ontstaan.
- 6 Een polymerisatiereactie.



- 8 Teflon bleek nergens mee te reageren. Teflon kon gebruikt worden voor de opslag van het corrosieve uraniumhexafluoride (waaruit men uranium produceerde).

Opmerking: In Chemisch2Weekblad van 18 november 2000 staan diverse internetsites vermeld die met Teflon te maken hebben.

POLYTETRAFLUORETHEEN

Teflon: de grootste toevallige uitvinding van de eeuw. Nog steeds worden nieuwe toepassingsmogelijkheden voor deze wonderstof gevonden. Op pg 6 een bericht over een nieuwe verwerkingswijze van gesmolten PTFE.

Als je op internet op zoek bent naar een onderwerp, is er meestal wel een website met dezelfde naam. Zo ook voor teflon. Je wordt vervolgens wel doorgestuurd naar de Teflon-site van DuPont, een van de grootste PTFE-producenten. Je kunt hier werkelijk alles vinden over Teflon.
www.teflon.com

Een slimme lezer vraagt zich natuurlijk af hoe het komt dat hoewel niets aan de anti-aanbaklaag blijft plakken, deze laag toch niet uit de pan valt als je deze omdraait. Om een antwoord te krijgen op deze vraag moet je zeker op de site van 'Useless Information' kijken.
home.nycap.rr.com/useless/teflon/teflon.html

Dat Teflon niet meer weg te denken is in onze maatschappij, blijkt wel uit het feit dat het woord tegenwoordig gebruikt wordt voor de beschrijving van een persoonseigenschap. Gouverneur –of toch president?– George W. Bush, wordt in de titel van dit artikel omschreven als de 'Teflon governor'.
www.salonmag.com/news/feature/1999/09/16/truth

Een voor het voortgezet onderwijs geschikte site komt van de Amerikaanse Universiteit van Zuid-Mississippi. Met reactievergelijkingen en 3D molecuulmodellen (plug-in Chime noodzakelijk) worden onder andere de eigenschappen van dit polymeer beschreven.
www.psrc.usm.edu/macrog/pdfe.htm

Dat Teflon niet de enige naam is voor PTFE blijkt wel op onderstaande site. Je vindt er ook een aantal ander polyfluorproducten. Om alvast een aantal namen te noemen: kylar, neoflon, fluon, tefzel en hostaflon.
www.priborlab.ru/products/fluoroplasts.htm

Tom van Galen

de Bossche Omroep, 7 januari 2001

's-HERTOGENBOSCH - Om een lekkere maaltijdsaus te kunnen maken heb je stukjes tomaat en tomatenpuree nodig. Voor het eigen gezin valt de hoeveelheid die naar huis wordt vervoerd nog wel mee en kunnen de ingrediënten makkelijk in de boodschappen-tas. Een fabriek in maaltijdsauzen heeft duizenden liters tomatenpuree en -stukjes nodig. Die enorme hoeveelheden kunnen alleen maar vervoerd worden in grote verpakkingen, zoals metalen vaten. 210 Liter in één keer kan er in. Vroeger werd zo'n vat leeggestort en weggegooid, tegenwoordig neemt de leverancier het vat weer mee en vult het op-nieuw. Hij kan het vat drie jaar lang telkens opnieuw gebruiken. Veel producten kunnen alleen maar in een verpakking vervoerd worden. Soep of tomatenpuree is zonder verpakking niet te vervoeren. Het zou een enorm geklieder worden en waarschijnlijk zou het merendeel op weg naar huis verloren gaan. Verpakken is dus hoogst noodzakelijk en er zijn dan ook veel soorten verpakkingsmateriaal, waaronder glas, papier, karton en metaal.

Helaas hebben verpakkingsmaterialen als nare bijkomstigheid dat ze vaak niet erg vriendelijk zijn voor het milieu. Ook metaal heeft dat nadeel. Om staal of aluminium te maken is veel energie nodig. De overheid en het bedrijfsleven hebben daarom afspraken gemaakt over wat er met lege blikjes en dergelijke moet gebeuren. Deze afspraken zijn vastgelegd in het Convenant Verpakkingen II. In het Convenant staat onder andere dat we in het jaar 2001 tachtig procent van al onze metalen verpakkingen moeten hergebruiken.

Magneet

Om dat doel te bereiken zijn er manieren bedacht om al dat metaal te verzamelen. Al jaren wordt de consument gevraagd glas en papier gescheiden in te leveren. Blikjes, deksels en andere metalen verpakkingen kunnen echter gewoon in de grij-

Meer verpakken met minder blik



ze container. Ze worden samen met het andere huisvuil naar verbrandingsinstallaties gebracht. Daar gaat, in de meeste gevallen, alles tegelijk de oven in. Nadat de resten (slakken) uit de oven enigszins afgekoeld zijn worden ze op een band gegooid. De blikjes en deksels zijn weliswaar gesmolten maar het is nog steeds metaal. En dus kan het uit de slakken worden gevestig met grote magneten.

De stalen delen worden naar de magneet togetrokken en blijven kleven. Ook aluminium wordt er met een ingewikkelde techniek uitgehaald. Uiteindelijk worden de verzamelde metalen delen weer opnieuw gesmolten en tot platen geperst. Hiervan worden nieuwe deksels en blikjes maar ook autos of vliegtuigen geproduceerd.

In Nederland kan dus overal gewoon het blik in de grijze container gegooid worden behalve in Limburg omdat daar — het afval voorlopig niet verbrand maar gestort wordt. Mensen in Limburg wordt daarom gevraagd om metalen verpakkingen naar de blikcontainer te brengen.

Honingraatblik

Een andere manier om metaal minder belastend voor het milieu te laten zijn is door er minder van te gebruiken. Zo hebben we al jaren conservenblikken met ribbels. Die ribbels zijn nodig om het metaal in combinatie met de dikte van het staal of aluminium voldoende stevigheid te geven. Op een gegeven moment bleek echter bij proeven dat een zeshoekige structuur in de wand, het blikje veel sterker maakt. Daardoor kon diezelfde wand enkele honderdsten van millimeters dunner worden gemaakt. Dit lijkt niet veel. Maar in Nederland werden bijvoorbeeld in 1994 729 miljoen blikjes gebruikt. Daar is heel veel staal voor nodig. Een paar millimeter kan dan erg veel bezuiniging opleveren en dus zal binnenkort het oude vertrouwde blikje voorzien zijn van een honingraatstructuur in plaats van ribbels. Ook schijnbaar kleine veranderingen zoals een iets andere vorm van de opening van een glazen pot, leveren grote besparingen op van de hoeveelheid metaal die nodig is voor de deksels op die potten. Allemaal maatregelen die leiden tot een beter gebruik van metaal als verpakking.

1 Hoeveel vaten moet een fabriek in maaltijdsauzen bestellen als hij 1000 liter tomaten-puree nodig heeft?

Rond af op een heel aantal vaten.

2 Noem de naam van een fabriek die maaltijdsauzen maakt.

3 Wat moet een fabrikant allemaal doen met een teruggebracht vat voordat hij het opnieuw kan vullen? Geef dat ook verontreiniging van het milieu? Neem de tabel over en vul je antwoord daarna in:

Wat moet er gebeuren zodat een vat opnieuw gebruikt kan worden:	Problemen die daardoor in het milieu kunnen ontstaan
transport vat van sauzenfabrikant naar pureefabriek	

4 Noem een aantal producten die alleen maar in een verpakking naar huis vervoerd kunnen worden.

Van de fabrikant naar de winkel worden ook veel producten verpakt vervoerd. Sommige producten worden in hele grote verpakkingen vervoerd, en daarna in de winkel in grote bakken gedaan.

5 Geef een voorbeeld van een product dat in winkels in bakken staat waar je zelf uit mag scheppen.

6 Noem vier soorten verpakkingsmateriaal.

7 Voor welk(e) soort(en) verpakkingsmateriaal is veel energie nodig?

8 Noem een vorm van een energie die nodig is om metaal te smelten.

Een Convenant is een afspraak tussen in dit geval de Minister en de Fabrikanten.

9 Welke afspraken staan er in het 'Convenant verpakkingen II' ?

Allerlei verpakkingsmaterialen worden door onszelf apart ingeleverd.

10 Hoe doe je dat met glas? En met papier? En met blikjes?

11 Wat doe je met plastic verpakkingen?

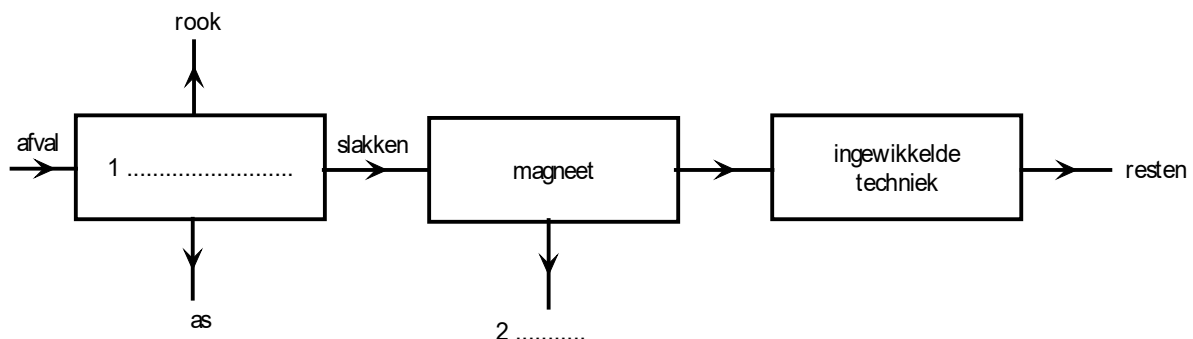
12 Welke bak hebben veel mensen ook nog thuis staan voor een soort afval die in het artikel niet wordt genoemd.

13 Welke soorten verpakkingen verbranden en welke niet?

14 Wat ontstaat er als je verpakkingen verbrandt?

15 Waarom halen ze wel met een magneet ijzer uit het afval maar geen aluminium?

16 Hieronder zie je een blokschema. In de rechthoeken zet je wat er **gebeurt**, bij de **pijlen** zet je wat er **ontstaat**. Neem de nummers 1 en 2 uit de tekening over en vul in wat er op de stippeltjes moet staan.



17 Welke twee manieren worden in het artikel genoemd om per blikje minder metaal te gebruiken?

De 'wand wordt enkele hondersten van millimeters dunner'. Daardoor wordt het blikje maar heel erg weinig lichter van gewicht.

18 Waarom is het toch belangrijk om de blikjes dunner te maken?

19 Als elk blikje 1 gram lichter zou worden hoeveel kg metaal zou er dan in 1994 minder gebruikt hoeven worden?

20 Wat kun je doen aan de opening van een glazen pot zodat er minder metaal nodig is voor het deksel? Waar moet je dan wel op letten als je dat doet?

Meer verpakken met minder blik ANTWOORDEN

1 $1000 : 210 = 4,8$ vat dus 5 vaten.

2 Bijvoorbeeld: Heinz.

3

Wat moet er gebeuren zodat een vat opnieuw gebruikt kan worden:	Problemen die daardoor in het milieu kunnen ontstaan
transport vat van sauzenfabrikant naar pureefabriek schoonspoelen met water zeep erin of ander schoonmaakmiddel ...	lawaaï, uitlaatgassen resten van de tomaten in het afvalwater zeepresten in het afvalwater ...

4 Soep, tomatenpuree.

5 Snoep

6 Glas, papier, karton, metaal.

7 Metaal

8 Warmteenergie

9 Wat er met blikjes en dergelijke moet gebeuren. Tachtig procent van al onze metalen verpakkingen moeten hergebruikt worden.

10 Glas in de glasbak - en nog kleur bij kleur. Papier wordt in aparte bakken verzameld en bij de weg gezet.

Blikjes kunnen in een blikcontainer of naar een oudijzerman maar meestal gooi je ze in de afvallemmer.

11 Plastic gaat de afvallemmer in.

12 GFT: Groente-, fruit-, tuinafval.

13 Papier en karton (en kunststof) verbranden, glas en metaal niet.

14 Rook en as. Of: Koolstofdioxide, koolstofmono-oxide, koolstof (roet) en waarschijnlijk nog andere stoffen want de verf verbrandt ook.

15 Aluminium is niet magnetisch.

16 1 verbranden, 2 ijzer.

17 Ribbels en zeshoekige structuren in de wand.

18 Er worden miljoenen blikjes gebruikt; als die allemaal iets lichter worden scheelt dat toch een heleboel.

19 $729\,000\,000 \times 1\text{ gram} = 729\,000\,000\text{ gram} = 729\,000\text{ kg}$

20 De opening kleiner maken. Je moet er wel op letten dat je de inhoud nog uit de pot krijgt.

Waterstof biologisch geproduceerd

RESEARCH Micro-organismen kunnen waterstof produceren uit biomassa. Research daarnaar krijgt EET-subsidie.

PETER BAETEN

DEN HAAG - Onlangs zijn 17 nieuwe projecten voor het subsidieprogramma EET (Economie, Ecologie en Technologie) gehonoreerd (zie ook Technisch Weekblad, vorige week). Eén van de projecten betreft biologische waterstofproductie. De productie van waterstof is interessant omdat het als een belangrijke brandstof voor de toekomst wordt gezien.

De conversie van waterstof in brandstofcellen heeft een hoog energetisch rendement en als eindproduct wordt alleen

water gevormd. Op dit moment wordt waterstof echter nog voornamelijk geproduceerd uit fossiele brandstoffen en bij die processen komt CO₂ vrij. Daarom is een aantal nieuwe technologieën in ontwikkeling die CO₂-neutraal zijn.

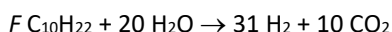
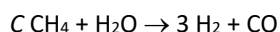
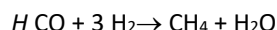
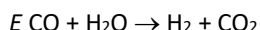
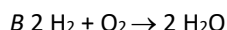
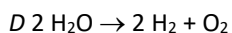
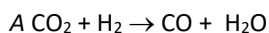
Eén van die technieken is de productie van waterstof uit biomassa met behulp van micro-organismen. In een eerder project heeft penvoerder ATO (Agro Technologisch Onderzoek) uit Wageningen al met andere partijen een schatting gemaakt van de productiekosten van deze techniek.

Uitgaande van een kleinschalig proces is berekend dat die kostprijs net iets lager ligt dan die van waterstof gemaakt in andere kleinschalige processen. Dit project wil op deze re-

sultaten voortbouwen. Biologische waterstofproductie, dus de vorming van waterstof uit biomassa door micro-organismen, is op zich een bekend verschijnsel. In moerassen en in de magen van koeien, maar ook in biogastanks, wordt onder zuurstofloze omstandigheden waterstof uit organisch materiaal gevormd. Bij deze 'systemen' is het waterstof echter niet terug te winnen omdat methaanvormende micro-organismen het waterstof direct benutten voor de productie van methaan. Het gevolg is dat methaan het eindproduct is en niet waterstof. De kern van het EET-project is dan ook het loskoppelen van de waterstof- en methaanproductie.

www.eet.nl

Eerst een aantal vergelijkingen van reacties waarbij waterstof wordt gevormd of gebruikt:



1 Waarom is de productie van waterstof interessant?

"Als waterstof in brandstofcellen wordt gebruikt ontstaat alleen water."

2 Wat is de vergelijking voor deze reactie? Kies uit A tot en met H.

In het artikel staat, dat waterstof wordt geproduceerd uit fossiele brandstoffen.

3 Welk probleem ontstaat door waterstof op die manier te produceren?

4 Wat kan een vergelijking zijn voor deze reactie? Kies uit A tot en met H.

5 Wat kan er allemaal in biomassa zitten? Geef een voorbeeld.

6 Waar vindt nu ook al biologische waterstofproductie plaats?

Bij de biologische waterstofproductie ontstaat wel waterstof, maar deze kan niet worden gebruikt.

7 Leg uit hoe dat komt.

8 Bij welke van de hier bovenstaande reactievergelijkingen wordt uit waterstof methaan gevormd?

Het methaan dat wordt gevormd zou overigens ook gebruikt kunnen worden om waterstof te vormen.

9 Geef de naam van de stof waarmee methaan moet reageren om waterstof te vormen. (Tip: kijk bij de reactievergelijkingen A tot en met H.)

Waterstof biologisch geproduceerd ANTWOORDEN

1 Waterstof is een belangrijke brandstof in de toekomst.

2 B

3 Er ontstaat koolstofdioxide (en dat versterkt het broeikaseffect).

4 F (C)

5 Bijvoorbeeld groenteafval, hout, snoeiafval, papier.

6 In moerassen, in de magen van koeien en in biogastanks.

7 De methaanvormende micro-organismen gebruiken de waterstof voor de productie van methaan.

8 H

9 Water of stoom.

Zie ook: www.eet.nl/projecten/index.htm, kies: meerjarig en daarvan Biologische Waterstof Productie

CHEMISCH PROFIEL VERRAADT DE HERKOMST VAN COCAÏNEMONSTERS

Forensische wetenschappers in drugbestrijdingsteams hebben een nieuw wapen in handen gekregen. Onderzoekers van de universiteit van Utah en van de Drug Enforcement Agency van het Amerikaanse ministerie van Justitie zijn erin geslaagd via chemische analyse van cocaïne met 96 procent betrouwbaarheid de geografische herkomst van het witte poeder te achterhalen. De chemische handtekening is van grote waarde bij het blootleggen van cocaïneproductienetwerken (*Nature*, 16 nov.).

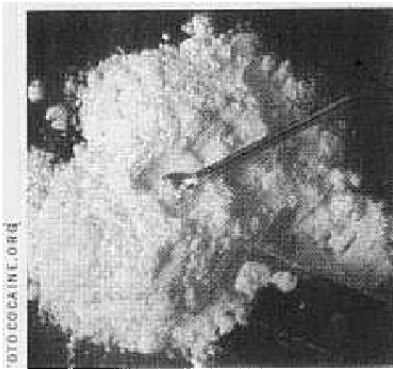
De onderzoekers baseren hun nieuwe analysemethode op de verhouding van de

stabiele koolstof- en stikstofisotopen (^{13}C en ^{15}N) in cocaïnepoeder. Die blijkt heel karakteristiek voor het gebied waar de coca-bladeren zijn geteeld. De chemici onderzochten tweehonderd cocaïnemonsters uit diverse Zuid-Amerikaanse teeltgebieden: de Chapare-vallei in Bolivia, de Huallaga- en Ucayali-valleien en de Apurimacvallei in Peru, en de Putumayo-, Caqueta- en Guaviare-streek in Colombia.

Cocabladeren afkomstig uit de Putumayo en de Caqueta zijn duidelijk van elkaar te onderscheiden aan de hand van de hoeveelheid ^{13}C die erin voorkomt. Cocabladeren uit Bolivia bevatten consistent minder ^{15}N dan materiaal uit Peru. De isotopenmeting leverde in negentig procent van de gevallen het goede antwoord op de vraag uit welk gebied een monster afkomstig was.

Maar de onderzoekers gingen verder. Bepaling van het gehalte aan de alkaloiden

truxilline en trimethoxycocaïne gaf de extra resolutie die nodig was om afzonderlijke productiegebieden in Colombia, Peru en Bolivia duidelijk uit elkaar te houden. De Amerikanen ontdekten dat het truxilline-gehalte vaak gelijk opging met het ^{15}N ge-



halte en dat de gehalten aan ^{13}C en trimethoxycocaïne juist negatief correleerden. Dat maakte het mogelijk een combinatiegrafiek te maken, waaruit bleek dat de cocaïnemonsters samenklonterden tot dichte puntenwolken naar gelang het gebied waar ze vandaan kwamen. Nu was zelfs met 96 procent zekerheid het land van herkomst te achterhalen.

Het verschil in gehalte aan stabiele isotopen en alkaloiden heeft een biologische achtergrond. Verschillen in bodemsamenstelling bepalen het gehalte aan ^{15}N en variaties in vochtigheid en de lengte van het regenseizoen bepalen het ^{13}C -gehalte. De onderzoekers spreken aan het eind van hun artikel de hoop uit dat hun methode zal helpen de distributie van illegale drugs bloot te leggen en ook vroegtijdig nieuwe coca-producerende streken kan identificeren, zodat meteen kan worden ingegrepen.

(SANDER VOORMOLEN)

Isotopen verraden herkomst cocaïne

De herkomst van cocaïne is te achterhalen met geavanceerde analysetechnieken, stellen Amerikaanse onderzoekers – onder meer van de Drug Enforcement Administration (DEA) – in *Nature* van 16 november. De onderzoekers keken naar de verhoudingen tussen twee koolstofisotopen en tussen twee stikstofisotopen in de cocaïne, in feite een mengsel van chemische stoffen.

In het ene deel van een land blijkt de verhouding tussen de koolstofisotopen C-13 en C-12 iets anders dan in een ander deel. Datzelfde geldt voor de stikstofisotopen N-15 en N-14. De onderzoekers verzamelden cocaïnebladeren uit vijf regio's in Peru, Colombia en Bolivia, de bekende herkomstlanden van cocaïne. Daarvan bepaalden ze de isotopenverhoudingen. Ze vonden 25,3 tot 32,4 promille C-13-isotopen ten opzichte van de totale hoeveelheid aanwezige koolstofatomen en 0,1 tot 13 promille N-15-isotopen van de totale hoeveelheid stikstof.

Een verschil in isotopenverhouding heeft alles te maken met de natuurlijke bemesting van de bodem waar de cocaplanten opgegroeid zijn. Ook spelen de vochtigheidsgraad en het aantal vochtige dagen in het groeiseizoen een rol. In 90 procent van de gevallen konden de onderzoekers de herkomst van tweehonderd cocabladeren, verzameld in de vijf groeigebieden, eenduidig vaststellen. Door ook te kijken naar twee kenmerkende chemische stoffen, truxilline en trimethoxycocaïne, konden ze het succespercentage opvoeren tot 96.

Men heeft uit verschillende gebieden cocabladeren verzameld. Van die cocabladeren heeft men de isotopenverhouding bepaald en de gehalten van de alkaloiden. Met behulp van deze meetgegevens heeft men een uitspraak kunnen doen over de bruikbaarheid van de meetmethode.

1 Licht toe dat de methode bruikbaar is.

De analysemethode die gebruikt werd, heeft te maken met de aanwezigheid van bepaalde isotopen.

2 Wat zijn isotopen?

3 Welke isotopen worden genoemd?

In Binas tabel 25 staan de isotopenverdelingen van atoomkernen.

4 Is deze isotopenverdeling overal ter wereld hetzelfde? Licht toe met gegevens uit het artikel.

Er werd niet alleen naar de isotopenverhoudingen gekeken.

5 Waar werd ook naar gekeken? En wat is het verband daarmee met de isotopenverhoudingen?

6 Leg uit hoe je volgens de onderzoekers aan de hand van een monster cocaïne kan bepalen waar die cocaïne hoogstwaarschijnlijk vandaan komt.

Chemisch profiel ANTWOORDEN

1 Als er meetbare verschillen zijn tussen de cocaïnemonsters uit de verschillende gebieden en of de metingen reproduceerbaar zijn. Pas dan is de analysemethode bruikbaar.

2 Isotopen zijn atomen die alleen verschillen in het aantal neutronen in de kern.

3 De isotopen ^{13}C en ^{15}N worden genoemd.

4 Nee, want dan zou er met de gebruikte meetmethode geen verschil zijn gevonden. En er wordt juist aangegeven dat er wel een verschil is in de hoeveelheid isotopen.

5 De gehalten aan de alkaloïden truxilline en trimethoxycocaïne werden ook bepaald. Het truxillinegehalte bleek gelijk op te gaan met het ^{15}N -gehalte, terwijl de gehalten ^{13}C en trimethoxycocaïne juist negatief correleerden (omgekeerd verband: als ^{13}C stijgt dan daalt trimethoxycocaïne en omgekeerd).

6 Allereerst worden de isotoopverhoudingen $^{12}\text{C} : ^{13}\text{C}$ en $^{14}\text{N} : ^{15}\text{N}$ bepaald. Daarna worden ook nog de gehalten truxilline en trimethoxycocaïne bepaald. Het geheel wordt vergeleken met al eerder vastgestelde meetwaardes. Zo kan met 96% zekerheid aangegeven worden waar de cocaïne vandaan komt.