

Inhoudsopgave ca nr 46

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
2	Hoe elementen ontstaan	6 v	Stoffen (anorganisch)	Atoombouw/periodiek systeem	informatie	Atoombouw, kernreacties
3	Waterstofbus verhit de gemoederen	5 h 5 v	Stoffen (anorganisch)	Toepassing stoffen	Informatie, taalvaardig	Waterstof, betoog, halfreacties, praktische opdracht
4	Douches zwembad vrijgegeven	5 v	redox	reacties	informatie	Halfreacties, oxidatorsterkte
5	TNO bedenkt biobatterij	5 v	redox	Redox als proces	informatie	Elektrochemische cel, biobatterij, halfreacties
25	Rioolwater produceert stroom/TNO bedenkt biobatterij	5,6 v	Redox	Redox als proces	Informatie	Brandstofcel, milieu, afvalwater
6	Ecopaint verwijders NOx	5 hv	koolstofchemie redox zuur-base	Synthetische polymeren Reacties Reacties	Informatie	Polymeer, naamgeving, halfreactie, calciumcarbonaat, salpeterzuur, NO _x
7	Giftige stof in Antwerpen	5v	redox	Reacties	informatie	Halfreacties, neutralisatie, oxidatorsterkte,
8	Wie mooi wil zijn	4-6 hv	vaardigheden	Informatie taalvaardig	Stoffen en materialen	Informatie verwerven en selecteren, cosmetica, brief schrijven
9	Zie ginds komt de stroomboot van IJsland	5,6 v s12	vaardigheden	informatie	redox	Informatie verwerven en selecteren, elektrochemische cel, flow-accu, vanadium
10	Elektriciteit tegen betoncorrosie	5,6 v s12	redox	Toepassing redox	informatie	Bestrijding roest, betonrot, kathodische bescherming
11	TL-buizen	3-6 hv	Chemische techniek	procesindustrie	informatie	Blokschema, tl-buizen, productieproces
12	Chemisch bad voor krijgers	5 v	koolstofchemie	Synthetische polymeren	informatie	Polymeer, polyester, HEMA, waterstofbruggen, ester
13	Gas rijdt schoonst I	3 mhv	Stoffen en materialen	verbranding	informatie	Verbrandingsproducten, milieu, CO ₂ , NO _x
13	Gas rijdt schoonst II	3 hv	Koolstofchemie	Brandstoffen	Informatie	LPG, diesel, benzine, CNG, milieu
14	Alcohol efficiënte bron van energie I	4 mhv	Stoffen en materialen	verbranding	Reken/wiskundig	Alternatieve brandstof, ethanol, brandstofcel

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
14	Alcohol efficiënte bron van energie II	5,6 v	Redox	Redox als proces	Informatie	Brandstofcel, alternatieve brandstof, bio-ethanol,
15	Kolenvergassers	4 mhv	Stoffen en materialen	Chemie en industrie	Reken/wiskundig	Kunstmestproductie, kolenvergassing
17	Wat is goede tattoo-inkt?	3 mhv	Stoffen en materialen	Gebruik van stoffen	Ontwerp	Kleurstof, tattoo, inkt
18	Aandacht voor kledingbrand	3 mhv	Stoffen en materialen	Verbranding	informatie	Kleding, brand, blussen, folder
19	Hard, harder, hardst	4,5 hv	Stoffen (anorganisch)	Reacties	Reken/wiskundig	Explosie, carbid, expansie
20	Waterstof uit water en alcohol	5,6 v	Koolstofchemie	Brandstoffen	Informatie	Alternatieve brandstof, waterstof, bio-ethanol, brandstofcel, milieu
22	Productie waterstof goedkoper	4,5 hv	Biochemie	Stofwisseling	Informatie	Fotosynthese, katalysator, waterstof
23	Brandstofcelcentrale	5,6 v	Redox	Redox als proces	Informatie	Brandstofcel, PEM, chloor, milieu, waterstof
24	Aspirine	5,6 v	Koolstofchemie	Reacties, structuur	Informatie	Ester, aspirine, medicijnen, historie
27	Ongelijkheid	3 hv	Vaardigheid	Onderzoek	Stoffen en materialen	Onderzoeksvraag, waxinelichtje, brandsnelheid, onderzoek
28	The road ahead for GTL	5,6 v	Koolstofchemie Chemische techniek	Brandstoffen Bulkproducten	Informatie	Brandstoffen, blokschema, GTL, Engelstalig artikel, SMDS, Shell,
30	Super-CO ₂ -zuiger	5 hv	Zuren en basen	Reacties	Informatie	Zuur-base reactie, scrubber, CO ₂ , milieu, CO ₂
31	Japanse PVC-berg opgelost	3,4 hv	Stoffen en materialen	Chemie en industrie	Informatie	Blokschema, PVC, recyclen, terugwinnen, milieu, scheidingsmethode

Van de redactie

Op deze plaats wil ik namens de redactie van Chemie Aktueel eenieder bedanken die ons gefeliciteerd heeft met het 15-jarig jubileum van het blad. Met name Fer Coenders en Harm Scholte voor hun artikel in NVOX. De redactie vond de subtitel "zonnetje in het scheikunde-onderwijs" een heel groot compliment.

Sinds kort is de website www.chemieaktueel.nl in de lucht. Op deze site kunt u de database (access 2000) van de inhoudsopgave downloaden. Mocht u met de redactie contact op willen nemen, dan vindt u daar (maar ook in de colofon) het emailadres.

In dit nummer weer een scala aan opdrachten voor klas 3 tot en met klas 6. Ofschoon het nog geen 5 december is "zie ginds komt de stroomboot .." (nee geen verschrijving). Wel eens gekeken naar het productieproces van TL-buizen? Met "wie mooi wil zijn" kunt u leerlingen eens kritisch laten kijken naar de ingrediënten van cosmetica. Voor leerlingen wellicht de toekomst: hun laptop op alcohol.

Komt u aardige (kranten)artikelen tegen of hebt u zelf een opgave gemaakt, schroom niet om het op te sturen naar het redactie-adres. Wij zijn er hel blij mee.

Ik wens u veel plezier met dit nummer van Chemie Aktueel.

Miek Scheffers-Sap

Veiligheid

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

Vaardigheidsvragen in Chemie Aktueel 46

Voor toelichting zie Chemie Aktueel nummer 37 of op de website www.chemieaktueel.nl (vaardigheidsvragen)

<i>Vraagtype</i>	<i>Titel van de opdracht uit Chemie Aktueel nummer 46</i>
<i>1 informatiebegripsvraag</i>	Alle opdrachten
<i>2 informatieselectievraag</i>	Giftige stof komt vrij in Antwerpen Wie mooi wil zijn Elektriciteit ingezet tegen betoncorrosie Kledingbrand
<i>3 informatiebewerkingsvraag</i>	Hoe elementen ontstaan TNO bedenkt biobatterij Ecopaint verwijdert NO _x uit de lucht Wie mooi wil zijn Zie ginds komt de stroomboot uit IJsland TL-buizen Kledingbrand The road ahead for GTL Japanse PVC-berg opgelost
<i>4 aanvaardbaarheidsvraag</i>	Rioolwater produceert stroom/TNO bedenkt biobatterij
<i>5 argumentenvraag</i>	Waterstofbus verhit de gemoederen Douches zwembad vrijgegeven Gas rijdt het schoonst II
<i>6 standpuntvraag</i>	Waterstofbus verhit de gemoederen Douches zwembad vrijgegeven Wie mooi wil zijn ... Super-CO ₂ -zuiger

<i>8 probleemstellingvraag</i>	Chemisch bad voor Chinese krijgers Wat is goede tattoo-inkt? Ongelijkheid
<i>9 werkplanvraag</i>	Wat is goede tattoo-inkt? Ongelijkheid
<i>10 conclusievraag</i>	Chemisch bad voor Chinese krijgers Ongelijkheid

HOE ELEMENTEN ONTSTAAN

In den beginne was er... niet veel anders dan waterstof en helium. Waar koolstof, zuurstof en uranium vandaan komen, staat in de sterren geschreven.

Tanja Verstelle

Waar komen de elementen vandaan? Dat is de vraag waar Leo Jenneskens, hoogleraar fysisch-organische chemie in Utrecht, steevast zijn eerstejaarscollege mee begint. Hij vindt het onbegrijpelijk dat veel chemici zich nooit afvragen waar al 'hun' elementen vandaan komen, of hoe het komt dat er zo veel koolstof, zuurstof en stikstof op aarde is. Jenneskens: "Ik moet ze altijd wakker schudden bij mijn eerste college. Er blijken steeds weer mensen te zijn die er nog nooit over hebben nagedacht."

KNALLEN. Momenteel denkt men dat het heelal is ontstaan met een oerknal. In de eerste seconden na de knal (de oernucleosynthese) ontstonden vooral kernen van waterstof (één proton) en helium-4 (twee protonen en twee neutronen). Daarnaast ontstond een heel klein beetje

deuterium, helium-3, beryllium en lithium. Omdat laatstgenoemde kernen veel minder stabiel zijn kwamen (en komen) ze veel minder voor.

Geleidelijk aan koelde het heelal af. Uit verdichtingen in de materie vormden zich de eerste sterren. Die waren heel groot en moesten een enorm hoge inwendige druk hebben, om te voorkomen dat ze zouden instorten als gevolg van hun eigen zwaartekracht. "Ze moesten daarom heel snel hun waterstof en ook het gevormde helium omzetten in zwaardere elementen", vertelt Jenneskens. "Uiteindelijk knalden ze uit elkaar en gooiden al die elementen het heelal in. Indrukwekkend."

Rondom de uitgestoten materie konden zich relatief gemakkelijk weer nieuwe sterren vormen. Geleidelijk werden dat minder grote sterren, zoals onze zon.

FUSIES. Er zijn verschillende mechanismen genoemd voor de kernreacties in het inwendige van sterren. Allereerst kan een willekeurige kern een neutron invangen. Dat maakt hem instabiel, met als gevolg dat hij 'vervalt'. Het neutron wordt hierbij omgezet in een proton, wat betekent dat de kern een plaatsje omhoog schuift in het periodiek systeem. Stap voor stap ontstaan zo steeds zwaardere elementen. Verder dan ijzer gaat het proces niet, omdat de vorming van een nog zwaardere kern

meer energie kost dan dat het oplevert.

Sommige kernen, zoals beryllium, zijn zo instabiel dat het niet vaak zal lukken om op deze manier door te reageren. Daarom neemt men aan dat een koolstofkern ook kan ontstaan door fusie van drie heliumkernen. De kans dat die tegelijk op elkaar botsen is relatief klein, maar er is een immense hoeveelheid helium beschikbaar en het proces mag miljarden jaren duren. En naarmate meer elementen beschikbaar komen, worden andere fusiereacties mogelijk. Zo kunnen helium en koolstof versmelten tot een zuurstofkern. Ook de zogeheten CNO-cyclus speelt een rol, waarbij de aanwezigheid van koolstof en zuurstof via een ingewikkeld proces de vorming van helium uit waterstof versnelt.

Al deze kernreacties zijn sterk afhankelijk van de toevallige omstandigheden in een ster. Druk, temperatuur, relatieve beschikbaarheid van elementen en de draaiing om de as spelen een grote rol.

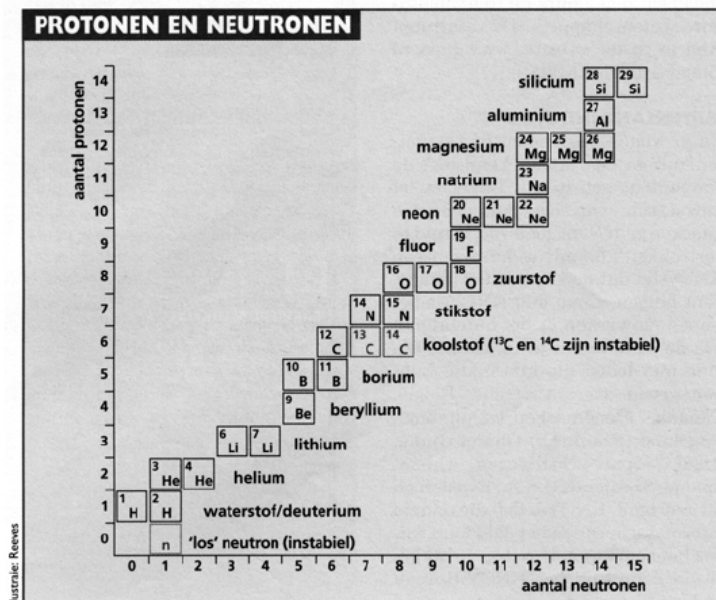
Als een zware ster tenslotte explodeert komt er zoveel energie vrij, dat ook zwaardere elementen zoals uranium kunnen ontstaan. Jenneskens: "Denk je eens in. Dan heb je zo'n supernova nodig gehad om een beetje van deze elementen te maken en dan heb je mensen die daarvan een kilo zomaar willen weggooien met een bom. Onbegrijpelijk."

RAADSELS. De recente ontdekking van de blauwe ster HE-0107-5240 biedt perspectief voor het nog beter begrijpen van de vroege ontwikkeling van het heelal en het ontstaan van de elementen daarin. HE-0107-5240 is ontdekt door spectra van vier miljoen sterren (!) te vergelijken. Hij is heel oud, maar niet groot: de massa wordt geschat op viervijfde van die van onze zon. Hij bevat heel weinig metalen en een hoger percentage koolstof dan alle tot nu toe bekende sterren. Vergeleken met de zon is de verhouding koolstof-ijzer tienduizend keer groter.

Dit is met de huidige kennis niet te verklaren. Het zou wel een aanwijzing kunnen zijn dat zware elementen (metalen) pas na 0,2-0,7 miljard jaar beginnen te ontstaan. Maar het kan natuurlijk ook zijn dat er foutjes in de metingen zitten. ●

Bronnen:

New Scientist, 28 juni 2003
S.V. Hawking, Het heelal: Verleden en toekomst van ruimte en tijd. Uitg. Bert Bakker (1988/1996).
Hubert Reeves, Evolutie van het heelal. Uitg. Van Gennep Amsterdam (1981/1984).
Govert Schilling, Evoluerend Heelal, de biografie van de kosmos. Uitg. Fontaine uitgevers (2003).



Professor Jenneskens vindt twee zaken onbegrijpelijk volgens het artikel.

1 Welke twee zaken zijn dat?

In het artikel staat dat in de eerste seconden na de oerknal er vooral kernen ontstonden van waterstof en van helium-4 en verder onder andere ook een klein beetje helium-3

2 Wat zijn helium-3 en helium-4 van elkaar?

3 Leid met behulp van gegevens uit het diagram af wat de kernsamenstelling is van helium-4 en helium-3.

In de eerste seconden na de oerknal worden ook kleine hoeveelheden van waterstof-2, ook wel deuterium genoemd, gevormd.

4 Bepaal met behulp van het diagram in het artikel hoeveel neutronen, protonen aanwezig zijn in de deuteriumkern. Geef tevens aan hoeveel elektronen in deuterium aanwezig zijn.

Helium-4 kun je ook weergeven als ${}^4_2\text{He}$.

5 Geef op dezelfde wijze deuterium weer.

6 Hoeveel procent van de waterstofatomen komt voor als deuterium? Gebruik hiervoor Binas tabel 25.

7 Leg uit of de gemiddelde massa van waterstof toeneemt of afneemt door de aanwezigheid van deuterium?

In het stukje fusies wordt een eenvoudig mechanisme genoemd hoe uit lichtere kernen zwaardere kernen gevormd kunnen worden

8 Omschrijf het mechanisme in je eigen woorden (maximaal 35 woorden).

9 Pas dit mechanisme toe op de vorming van boor-10 uit beryllium-9. Gebruik in je antwoord notaties zoals gebruikt in ${}^4_2\text{He}$.

Via dit mechanisme kunnen uit lichtere kernen steeds zwaardere kernen worden gevormd. Dit proces stopt bij het atoom ijzer.

10 Wat is hiervan de oorzaak?

11 Hoe kan het dan dat het veel zwaardere element uranium toch in het heelal wordt aangetroffen?

De atomen van zwaardere kernen kunnen ook worden gevormd door botsingen en versmelting van lichtere kernen.

12 Laat in een reactievergelijking zien met welk deeltje helium-4 moet botsen om boor-10 te verkrijgen. Gebruik in je antwoord notaties zoals gebruikt in ${}^4_2\text{He}$.

In het artikel staat hoe koolstof-12 uit helium-4 kan ontstaan.

13 Geef de reactievergelijking van het ontstaan van koolstof-12 uit helium-4. Gebruik in je antwoord notaties zoals gebruikt in ${}^4_2\text{He}$.

In het artikel wordt vermeld dat helium-4 met koolstof-12 kunnen versmelten tot zuurstof-16.

14 Geef de reactievergelijking. Gebruik in je antwoord notaties zoals gebruikt in ${}^4_2\text{He}$.

15 Met welk deeltje moet helium-3 versmelten om zuurstof-16 te verkrijgen?

Hoe elementen ontstaan ANTWOORDEN

1 Dat veel chemici zich nooit afvragen waar al 'hun' elementen vandaan komen en hoe het komt dat er zoveel koolstof, zuurstof en stikstof op aarde is.

2 Isotopen.

3 Helium-4: aantal protonen = 2 en aantal neutronen = 2; helium-3: aantal protonen = 2; aantal neutronen = 1.

4 Aantal protonen = 1; aantal neutronen = 1; aantal elektronen = 1.

5 ${}^2_1\text{D}$

6 0,015 %

7 De gemiddelde massa is toegenomen omdat ook een deeltje met een grotere massa dan waterstof-1 aanwezig is.

8 Een lichte kern vangt een neutron in die omgezet wordt in een proton. Hierdoor is een element gevormd die één positie hoger staat in het Periodiek Systeem.

9 ${}^9_4\text{Be} \rightarrow$ aantal protonen (p) = 4; aantal neutronen (n) = 5

${}^{p=4}_{n=5} +$ invangen neutron $\rightarrow {}^{p=4}_{n=6} +$ omzetten neutron in proton $\rightarrow {}^{p=5}_{n=5}$ dus ${}^{10}_5\text{X}$ en $\text{X} = {}^{10}_5\text{B}$ of Boor-10

10 Kost meer energie dan het oplevert.

11 Door grote hoeveelheid energie die vrijkomt bij het exploderen van een zware ster.

12 ${}^4_2\text{He} + {}^6_3\text{X} \rightarrow {}^{10}_5\text{B}$ en $\text{X} = {}^6_3\text{Li}$ of lithium-6

13 $3 {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C}$

14 ${}^4_2\text{He} + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{16}_8\text{O}$

15 ${}^3_2\text{He} + {}^{13}_6\text{X} \rightarrow {}^{16}_8\text{O}$ en $\text{X} = {}^{13}_6\text{C}$ of koolstof-13

de Volkskrant, 4 oktober 2003.

Het is ook nooit goed, zullen ze denken bij het Gemeentelijk Vervoerbedrijf Amsterdam (GVB). Vanaf het einde van dit jaar moeten er drie bussen op waterstof door de stad gaan rondrijden. Geen uitlaatgassen, geen kooldioxide, geen bijdrage aan het broeikas-effect, wat wil je nog meer? Meer veiligheid, dat willen omwonenden van het vulstation in Amsterdam-Noord.

Zij vrezen explosiegevaar. Een paar weken geleden meldde RTL dat de vergunningen van het station niet in orde zouden zijn. Op

Waterstofbus verhit de gemoederen

www.gvb.nl/projecten ontkent het GVB dat uitvoerig. Ook stelt de vervoersmaatschappij dat het vulstation gewoon veilig is. Ingenieursbureau DHV maakte een risicoanalyse van de installatie (www.dhv.nl).

Waterstof heeft een schizofreen karakter. Aan de ene kant is het groen, omdat bij verbranding of omzetting in een brandstofcel alleen water(damp) ontstaat. Aan de andere kant heeft het een aantal venijnige eigenschappen (www.hoekloos.nl). Het explodeert acht keer sneller dan aardgas en LPG.

Daarbij wordt altijd gewezen op de ramp met de zeppelin Hindenburg, die in 1937 bij de landing op de Amerikaanse basis Lakehurst in New Jersey vlam vatte (filmpje op www.vidicom-tv.com/tohiburg.htm). Het bijbehorende radioverslag, te beluisteren op www.hindenburg.net/disaster.htm, is klassiek geworden. 'Oh, the humanity', riep verslaggever Herbert Morrison ontzet uit toen het luchtschip neerstortte, onderwijl zijn ge-

luidsman aansporend om door te gaan met de opnamen.

De gepensioneerde NASA-wetenschapper Addison Bain concludeerde in 1997 dat niet waterstof de hoofdschuldige was voor het ongeluk (www.hydrogenus.com). De verf van de ballon, met aluminiumpoeder, zou door een vonkje zijn ontbrand, waarna de waterstofreservoirs lek raakten. De meeste slachtoffers kwamen om door de val, niet door de brand, zegt waterstoffan Bain.

De Amsterdamse waterstofbussen maken deel uit van het CUTE-project, wat staat voor schoon stedelijk transport voor Europa (www.fuel-cell-bus-club.com). Tien steden krijgen elk drie waterstofbussen. Een prototype heeft even rondgereden in het Canadese Vancouver.

De waterstof in Amsterdam wordt gemaakt door met elektriciteit water te ontleden. De Belgische fabrikant Vandenborre (www.hydrogensystems.com) heeft deze zomer met Shell (www.shell.com) een overeenkomst gesloten om dergelijke elektrolyse-apparaten ook voor particuliere bezitters van waterstofauto's te ontwikkelen, zodat in de toekomst thuis waterstof tanken mogelijk wordt.

Dan zou een utopische waterstofeconomie ontstaan, onder meer gepropageerd door de Nederlandse waterstofvereniging (www.waterstofvereniging.nl) en ook de EU (www.europa.eu.int).

Volgens onderzoekers van het Amerikaanse MIT zullen waterstofauto's tot 2020 echter niet schoner zijn dan wagens die een dieselmotor combineren met een elektromotor (lfee.mit.edu/publications). Dit omdat voor de productie van waterstof elektriciteit nodig is, die nog grotendeels afkomstig zal zijn van fossiele brandstoffen. De waterstof voor de Amsterdamse bussen wordt al wel met groene stroom geproduceerd.

Michael Persson

In het artikel wordt gesproken over het broeikas effect.

1 Leg uit wat hiermee bedoeld wordt.

2 Geef een drietal voorbeelden van gassen die worden aangeduid als broeikasgassen.

Waterstofgas heeft een "schizofreen karakter".

3 Wat bedoelt de schrijver van het artikel daarmee? Licht je antwoord duidelijk toe.

Op de website van de firma Hoekloos is informatie te vinden over diverse gassen.

4 Zoek op de website van de firma Hoekloos de explosiegrenzen op van waterstofgas. Doe dit ook voor ethaan en propaan, twee bestanddelen van LPG.

5 Leg, met behulp van die gegevens, uit dat waterstofgas gevaarlijker is dan LPG.

De motoren die in de bussen zitten zijn elektromotoren, die werken op brandstofcellen. De waterstof wordt dus niet verbrand om, met behulp van de drukgolf die bij explosieve verbranding van waterstof gepaard gaat, een motor aan te drijven, maar het waterstof wordt in brandstofcellen gebruikt om elektriciteit op te wekken.

6 Geef aan hoe je, met behulp van waterstofgas, elektriciteit op kunt wekken in een brandstofcel.

7 Geef de vergelijking van de reactie die in de brandstofcel optreedt.

8 Leg uit dat er bij het rijden op waterstofgas toch CO₂ in de atmosfeer terecht komt.

9 Geef ook aan waarom MIT zegt dat auto's die rijden op waterstofgas niet schoner zijn dan auto's die door een hybride motor worden aangedreven (een hybride auto is een auto die zowel een verbrandingsmotor als een elektromotor heeft om hem aan te drijven).

Bezoek de site van de GVB (ga naar www.gvb.nl/projecten en kijk bij techniek en veiligheid.). Vind jij het terecht dat de omwonenden vrezen voor explosiegevaar?

Zou jij het vervelend vinden als er een vulstation bij jou in de buurt geplaatst zou worden?

10 Schrijf een betoog waarin jij aangeeft waarom jij het wel, of juist niet vervelend zou vinden als er zo'n vulstation bij jouw in de buurt zou worden neergezet. Neem hierin ook mee, dat als je de bus op waterstofgas wil laten rijden, er ergens een vulstation zal moeten komen staan. Dus als je milieuvriendelijker openbaar vervoer wil, dan zit daar ook een keerzijde aan.

In het artikel wordt verwezen naar enkele waterstof 'fan' sites. Op een van die sites kun je de link vinden naar www.waterstof.info/. Bezoek die site eens.

11 Rechts bovenaan staat het geel/rood/blauwe logo van de waterstofvereniging. Leg uit waarom jij denkt dat ze voor dit logo hebben gekozen.

12 Wat zijn volgens die site de belangrijkste nadelen van waterstof? Zijn er oplossingen voor die nadelen?

Waterstofbus verhit de gemoederen ANTWOORDEN

1 Het broeikaseffect wordt veroorzaakt doordat broeikasgassen ervoor zorgen dat de aarde opwarmt, doordat ze de warmtestraling die de aarde uitzendt, terugsturen naar het aardoppervlak.

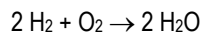
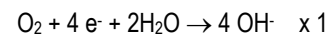
2 Enkele voorbeelden van broeikasgassen zijn: CO₂, CH₄, H₂O, CO

3 Aan de ene kant is het schoon en er ontstaan geen giftige gassen bij de verbranding ervan. Aan de andere kant is het wel gevaarlijk daar het erg explosief is.

4 De explosiegrenzen zijn veel groter voor waterstof dan voor butaan en propaan.

5 Dit betekent dat je waterstof in bijna elke verhouding met zuurstof (lucht) kunt mengen om het te laten exploderen.

6 Er vindt dan een redox reactie plaats waarbij aan de ene pool H₂ reageert en aan de andere pool O₂. De halfreacties die daar plaatsvinden zijn:



8 De elektriciteit die gebruikt wordt om het water om te zetten in waterstofgas, komt van elektriciteitscentrales die op hun beurt weer gestookt worden op fossiele brandstoffen. Dus voor het maken van waterstofgas is dus fossiele brandstof nodig en er wordt dus bij die productie CO₂ uitgestoten.

Doordat hybride motoren een veel hoger rendement hebben verbruiken dit soort auto's minder benzine en stoten ze dus netto minder CO₂ uit.

9 Het lijkt op een model voor waterstof. Een proton waarom een electron cirkelt.

10 Opslag is gevaarlijk en het heeft een laag 'ketenrendement'. (zie website)

Voor het opslagprobleem werken ze aan absorberen in metaal en aan verbeterde vloeibare opslag.

De kosten voor 1 kWh zijn drastisch verminderd.

Opmerking

Deze opdracht is niet geschikt als proefwerkopgave, maar wel als een praktische opdracht (3-5 uur).

Voordat u deze opdracht geeft, is het raadzaam de genoemde sites te controleren.

Indien u de opgave wilt gebruiken voor 5 h moet u de formulering voor vraag 7 wijzigen in "Geef de vergelijking van de reactie die in een brandstofcel optreedt."

Trefpunt Bunnik/Houten, 21 april 2004

Blygold behandelt leidingen De Wetering met hypochloriet

Douches zwembad De Wetering vrijgegeven

door Léon van Zijl

HOUTEN – Het Houtens bedrijf Blygold –gespecialiseerd in lucht- en watermanagement- heeft alle leidingen in zwembad De Wetering doorgespoeld en met hypochloriet behandeld. “Het zou te gek zijn geweest voor woorden als wij deze klus niet hadden kunnen uitvoeren”, zegt een trotse Operational Manager Jo Wolters. “Direct nadat we in het Trefpunt lazen dat er een legionellabesmetting in De Wetering was, hebben we contact opgenomen met de gemeente. “Zondag is het systeem losgekoppeld van de hoofdleiding, zodat we konden gaan schoonmaken. Dat is gelukt: een zogenoemde PCR-reactie wijst uit dat zich geen legionellabacteriën meer in de leidingen bevinden.”

Blygold heeft ruim twee jaar ervaring met het bestrijden van legionella. Daarnaast verricht de firma al vijftientwintig jaar werkzaamheden bij ‘waterzijdige’ installaties. Specifieke verontreinigingen, zoals zoutafzetting, ketelsteen, microbiologische vervuilingen en corrosie kunnen na verloop van tijd leiden tot rendementsverlies. In andere gevallen kan bacterievorming gevolgen hebben voor de

volksgezondheid. “Dat was in zwembad De Wetering beslist niet het geval”, verduidelijkt Wolters. “Het ging hier om een niet-ziekmakende variant van de legionella. Toch moet je snel ingrijpen, want als deze variant doorgroeit, kunnen er ook andere ontstaan.

Zondag is het watersysteem losgekoppeld en op ons watermanagementsysteem aangesloten. Daardoor krijgen we een leidingstelsel waarin het water rondstroomt. Bij het doorspoelen verwijderen we kalk en biofilm die zich aan de binnenkant van leidingen heeft afgezet: een groeibodem voor bijvoorbeeld legionella. Daarna is hypochloriet toegevoegd, dat alle aanwezige bacteriën doodt. Door afwisselend de tappunten open te zetten, maken we ook die schoon.

Maandagnacht is het hele systeem met daarin de hypochloriet wat wij noemen ‘ingeblokt’. Dan kunnen de chemicaliën in alle hoeken en gaatjes hun werk doen. Vanochtend (maandag; red.) is de doorspoeling weer opgestart en zijn we langzaam aan alle kranen gaan opendraaien. Zo kan er via de hoofdleiding weer vers water worden doorgevoerd. Door metingen kunnen we bepalen of alles weer schoon is, vrij van chemicaliën.”

Kweek

Jo Wolters legt uit dat daarna nog wel moet worden onderzocht of ook alle legionella verdwenen is. “We hebben contact gehad met het ministerie van Volksgezondheid om te vragen of we een PCR-reactie mochten uitvoeren. Daarmee krijg je binnen een dag uitslag. Een kweek duurt normaal zeventien tot acht dagen, maar met een PCR-reactie besparen we een hoop tijd. Is de uitslag negatief, dan zijn er geen legionellabacteriën meer. Is de uitslag positief, dan kunnen er nog wat dode restanten zijn achtergebleven en moeten we alsnog de kweek afwachten.”

Inmiddels heeft het gespecialiseerde laboratorium van het Radboud-ziekenhuis in Nijmegen laten weten dat de uitslag negatief is: de douches zijn sinds gistermiddag weer in gebruik.

Om het voorkomen van legionellabacteriën in De Wetering nog beter in te dammen, heeft Blygold advies uitgebracht over het leidingstelsel. Wolters: “We hebben enkele loze stukjes leiding geconstateerd, vooral naar slag/wartelkraantjes waarop bijvoorbeeld slangen kunnen worden aangesloten voor het aftappen van water. Die moeten worden ingekort. Stilstaand water is funest: het is een bron van ellende.”

In de waterleidingen van het zwembad was een legionella-besmetting aangetroffen.

- 1 Wat is een legionella-besmetting?
- 2 Welk gevaar was daardoor aanwezig?
- 3 Waardoor viel het gevaar nog wel mee?

De besmetting werd met hypochloriet bestreden. In tabel 103 A van Binas kun je de stofnaam hypochloriet niet opzoeken.

De stof heeft de (volledige) naam *natriumhypochloriet* en de formule NaClO. In zuur milieu reageert het ClO⁻ (hypochlorietion) tot HClO (hypochloorzuur).

Het artikel zegt: "... is hypochloriet toegevoegd, dat alle bacteriën doodt." Het doden van micro-organismen, zoals bacteriën, gebeurt vaak door oxidatie. Hypochloorzuur is een oxidator

De halfreactie van de oxidator is $2 \text{HClO} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (zie tabel 48 Binasboek)

- 4 Is hypochloriet een sterke of een zwakke oxidator?

Als hypochloorzuur reageert, ontstaat de oxidator Cl₂ die op zijn beurt ook weer kan reageren.

- 5 Schrijf hiervoor de halfreactie op.
- 6 Is deze stof een sterke, zwakkere oxidator dan hypochloorzuur of is hij even sterk? Licht je antwoord toe.

Om de installatie bacterievrij te maken moeten de chemicaliën "in alle hoeken en gaten hun werk doen".

- 7 Noem drie stadia in de behandeling van de installatie en geef aan wat er mee bereikt wordt.
- 8 Wat wordt na afloop van de behandeling eerst gedaan en waarom?
- 9 Met welke twee methoden kan na de behandeling worden onderzocht of alles weer bacterievrij is?
- 10 Noem een voordeel en een nadeel van de PCR-reactie.

Stel dat jij beheerder van het zwembad was, en je de installatie moest laten onderzoeken.

- 11 Zou je een van de methodes kiezen of beide? Geef de voor- en nadelen van je keuze.

Na het succesvol reinigen van de installatie werd nog een advies gegeven.

- 12 Welk advies heeft de firma Blygold aan het zwembad gegeven?
- 13 Welk argument werd hiervoor genoemd?

Douches zwembad De Wetering vrijgegeven ANTWOORDEN

- 1 Dan zijn er legionella-bacteriën aanwezig in de waterleidingen en waterreservoirs.
- 2 Gevaar voor de volksgezondheid: Bij het inademen van heel fijn verdeeld water met die bacteriën kun je een longziekte oplopen.
- 3 Het ging om een niet ziekmakende variant van de bacterie.
- 4 Een sterke oxidator want de halfreactie staat bijna bovenaan in de kolom met oxidatoren en dat betekent de oxidator sterk is.
- 5 $\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-$ (+ 1,36 V.)
- 6 Zwakker dan hypochloorzuur als je ervan uit gaat dat de concentraties en omstandigheden waaronder je werkt gelijk zijn.
- 7 1 Doorspoelen van het leidingstelsel (verwijderen van kalk en biofilm); 2 Hypochloriet toevoegen en afwisselend de tappunten openzetten (het hypochloriet kan dan overal komen); 3 Het hele systeem "inblokken" (dan kunnen de chemicaliën overal hun werk doen).
- 8 Met vers water doorspoelen tot alles weer vrij is van chemicaliën (en van de resten van de gedode bacteriën).
- 9 Door middel van een PCR-reactie of een kweek.
- 10 Voordeel: je hebt binnen een dag de uitslag. Nadeel: er kan een positieve uitslag (nog bacteriën aanwezig) ontstaan als restanten van de gedode bacteriën zijn achtergebleven.
- 11 Alleen PCR: snelle uitslag (1 dag), maar kans op positief resultaat. Alleen kweek: duurt veel langer (1 week). Beide: snel een eerste uitslag, die later nog eens wordt bevestigd. Het hangt af van de haast die je hebt om de uitslag te weten. Er zal verschil zijn in de kosten (zeker in het geval van de keuze: beide).
- 12 Inkorten van loze (niet noodzakelijke) stukjes leiding.
- 13 Argument: Omdat stilstaand water funest is (er kan daarin gemakkelijk een nieuwe besmetting ontstaan).

Technisch Weekblad, 6 februari 2004

TNO bedenkt biobatterij

Haarlem – Met een bak mest met daarin twee elektroden heeft TNO aangetoond dat het mogelijk is om met een rendement van negentig procent elektriciteit te produceren. Deze biobatterij bestaat uit twee compartimenten: een anaëroob gedeelte met bijvoorbeeld de mestslurry en een aëroob gedeelte met een waterige vloeistof. In beide compartimenten bevinden zich elektroden, gescheiden door een mem-

braan dat de passage van waterstofionen mogelijk maakt. Met dit principe is het mogelijk een biobrandstofcel te maken die een permanent toegevoerde voedingsstof verwerkt. TNO ziet zoveel perspectief in de vinding, dat er vervolgonderzoeken gestart zijn naar onder meer de meest geschikte voedingsstof en de materiaalkeuze voor de membranen en elektroden. (rk)

TNO heeft een nieuwe biobatterij bedacht.

1 Leg de term biobatterij uit.

Op een bijeenkomst ga jij namens TNO uitleg geven over de nieuwe biobatterij. Je gebruikt hiervoor een presentatie waarin je de tekening van de biobatterij opneemt.

2 Maak de tekening van deze biobatterij. In de tekening neem je op welke halfreactie aan elke elektrode optreedt, wat de positieve en negatieve elektrode is, hoe de elektronenstroom gaat en in welke richting de waterstofionen zich verplaatsen. Gebruik als algemene structuurformule voor organische mest $(CH_2O)_n$. Uit $(CH_2O)_n$ mest ontstaat in de halfreactie onder andere koolstofdioxidegas.

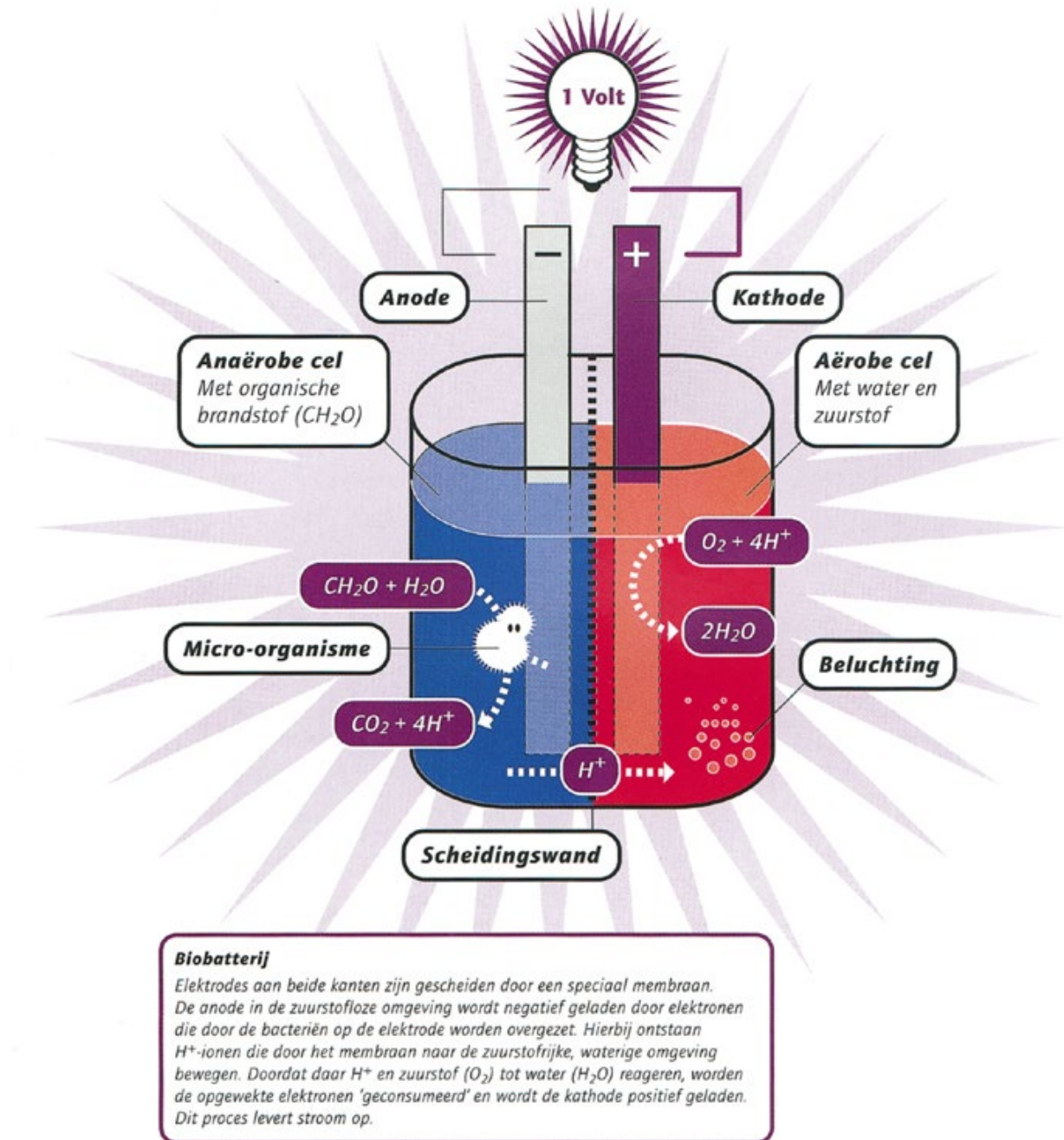
TNO bedenkt biobatterij ANTWOORDEN

1 Batterij een cel die stroom levert. Bio: met organisch materiaal

2 als voorbeeld de tekening van TNO: bron

<http://www.mep.tno.nl/DN->

[E/archief/DuurzaamNieuws_jaargang_9_nr_1_januari_2004/Biobatterij_stroom_mest.html](http://www.mep.tno.nl/DN-E/archief/DuurzaamNieuws_jaargang_9_nr_1_januari_2004/Biobatterij_stroom_mest.html)



Het idee van deze opgave kunt u ook gebruiken bij het artikel rioolwater produceert stroom uit De Ingenieur, 19 maart 2004 (zie de opdracht in dit nummer)

Technisch Weekblad, 12 maart 2004

Ecopaint verwijdt NO_x uit de lucht

CHEMIE De Britse firma Millenium Chemicals brengt deze maand in Europa verf op de markt die stikstofoxiden uit de lucht haalt. Ecopaint bevat minuscule deeltjes titaniumdioxide en calciumcarbonaat die NO_x absorberen.

Teake Zuidema

Pittsburgh – De landen van de Europese Unie moeten vanaf 2010 ervoor zorgen dat de gemiddelde niveaus van stikstofoxiden, de belangrijkste veroorzakers van smog, over een periode van 12 maanden niet boven de 21 ppb (parts per billion) komen. In de vervuilde lucht van veel steden kunnen deze niveaus nu nog flink boven de 200 ppb liggen. Naast schonnere motoren kunnen ook fotokatalytische materialen de concentraties verlagen.

Ecopaint bestaat uit een basis van het polymeer polysiloxaan waarin deeltjes titaniumdioxide en calciumcarbonaat van ongeveer 30 nanometer zijn verwerkt. De zeer reactieve titaniumdeeltjes zijn zo klein dat de verf transparant blijft. Toevoeging van een pigment maakt het polymeer wit. De basis is zo poreus dat het stikstofoxiden uit de lucht doorlaat, waarbij deze oxiden zich hechten aan de titaniumdioxide.

De titaniumdioxidedeeltjes absorberen ultraviolet licht uit het

zonlicht en gebruiken deze energie om de stikstofoxiden om te zetten in salpeterzuur. Salpeterzuur reageert vervolgens met het (alkalysche) calciumcarbonaat waarbij kooldioxide, water en calciumnitraat ontstaat.

Deze eindproducten worden door regen (of een schoonmaakbeurt) weer uit de verf gespoeld. In een laag Ecopaint van 0,3 mm zit volgens de firma Millenium Chemicals, de op één na grootste producent van titaniumdioxide in de wereld, voldoende calciumcarbonaat om vijf jaar lang stikstofoxiden op te nemen in een zwaar vervuilde omgeving.

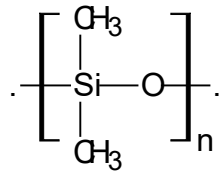
De Britse firma heeft octrooien aangevraagd op de Ecopaint. Robert McIntyre, een woordvoerder van het bedrijf, zegt in de New Scientist dat de verf mogelijk werd nadat men ontdekte dat polysiloxaan, in tegenstelling tot andere basismaterialen, niet werd aangetast door titaniumoxide. Ecopaint wordt momenteel in het lab getest als onderdeel van het door de EU gefinancierde Picada, Photocatalytic Innovative Coverings Applications for Depollution Assessment Programm.

Het bedrijf heeft nog niet bekend gemaakt hoe duur de Ecopaint wordt. De prijs van titaniumdioxide is de afgelopen jaren flink gestegen door de toenemende vraag. 

1 Waarom worden er materialen zoals Ecopaint ontwikkeld?

2 Leg met behulp van een eenvoudige tekening uit welke processen plaats vinden als ecopaint stikstofoxiden verwijderd.

Ecopaint bevat onder andere het polymeer polysiloxaan. In onderstaande tekening wordt een polysiloxaan weergegeven.



3 Geef de structuurformule van het monomeer van polysiloxaan.

4 Via wat voor type polymerisatiereactie wordt polysiloxaan uit het monomeer gevormd.

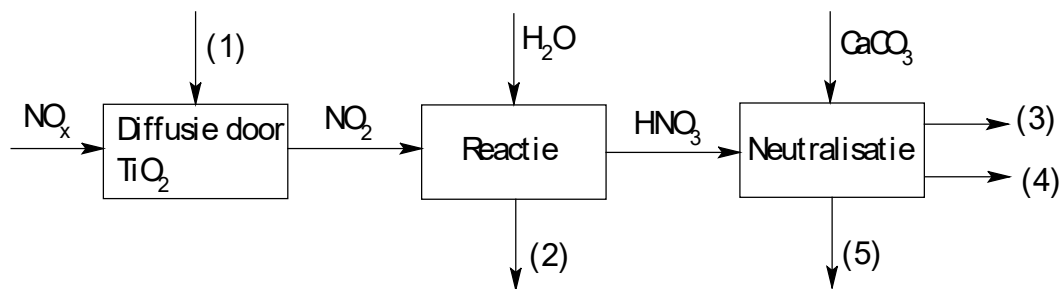
Men mengt titaandioxide met calciumcarbonaat en polysiloxaan met elkaar.

5 Leg uit waarover men zeker moet zijn als men deze stoffen mengt.

In het artikel spreekt men over titaandioxide. Dit is niet de juiste chemische naam.

6 Geef de chemisch juiste naam voor titaandioxide. Licht je antwoord toe.

7 Bestudeer de tekst en daarna het blokschema en noteer wat moet staan bij de nummers 1 tot en met 5.



De omzetting van NO₂ tot HNO₃ onder invloed van TiO₂ is een redoxreactie: distikstofoxide reageert met water tot salpeterzuur en stikstofmonooxide.

8 Wat is(zijn) de functie(s) van "titaandioxide"?

9 Geef de halfreacties en de vergelijkingen voor de totaalreactie voor de omzetting van NO₂ in HNO₃.

In het artikel staat (alkalysche) calciumcarbonaat. Alkalysch betekent basisch.

10 Leg uit waarom calciumcarbonaat basisch genoemd wordt.

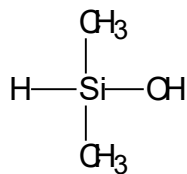
11 Geef de reactievergelijking tussen salpeterzuur en calciumcarbonaat.

12 Leg uit of door het gebruik van Ecopaint de vervuiling van de lucht tot het verleden behoort.

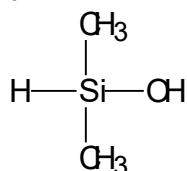
Ecopaint verwijdt NO_x uit de lucht ANTWOORDEN

1 Er is een afspraak om de hoeveelheid NO_x beneden een bepaald niveau te houden vanaf 2010.

2 Voorbeeld:



3

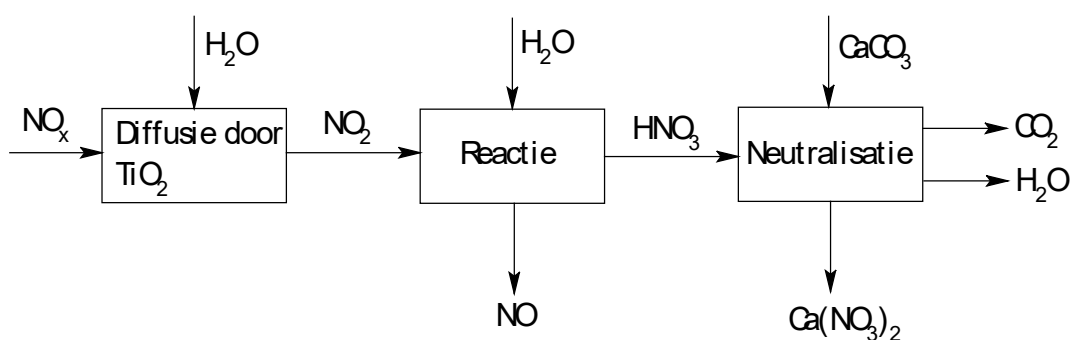


4 Polycondensatie

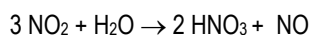
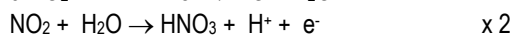
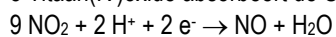
5 Dat deze stoffen niet met elkaar zullen reageren.

6 Titaan(IV)oxide. TiO_2 is een verbinding van een metaal en een niet-metaal, dus is een zout. De gebruikte naamgeving in het artikel is die van moleculaire stoffen.

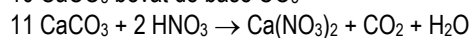
7



8 Titaan(IV)oxide absorbeert de UV-straling en is katalysator in de omzetting van NO_x in HNO_3



10 CaCO_3 bevat de base CO_3^{2-}



12 In plaats van NO_x komt er nu wel CO_2 in de lucht. Dat zorgt voor een bijdrage aan het versterkt broeikaseffect (zie volgende pagina).

Opmerking: indien u de opgave voor 5h wilt gebruiken moet u vraag 5 vervangen: "Bij de reactie van stikstofdioxide met water ontstaat salpeterzuur en stikstofmonoxide."

ANTISMOGVERF

Smog in stedelijke gebieden is effectief te bestrijden met een muurverf die stikstofoxiden afbreekt. Dat claimt Millennium Chemicals uit het Engelse Grimsby. De 'Ecopaint' bestaat uit polysiloxanen met bolvormige nanodeeltjes (diameter 30 nm), die zijn opgebouwd uit titaandioxide en calciumcarbonaat. Het idee is dat NO_x en water door de polysiloxanen diffunderen en zich aan het titaandioxide hechten. Die stof absorbeert tevens UV-straling uit zonlicht, en katalyseert dan de omzetting van NO_x in salpeter-

zuur. Voor zover dat zuur niet wegspoelt, wordt het geneutraliseerd door het calciumcarbonaat. Volgens Millennium Chemicals bevat een 0,3 mm dikke verflaag voldoende actieve stoffen voor minstens vijf jaar. De echte doorbraak schijnt te zitten in de ontwikkeling van een drager die zelf niet net zo hard door titaandioxide wordt afgebroken. De ontwikkelaars schijnen nog niet eens goed te begrijpen waarom de polysiloxanen het overleven. ●



www.millenniumchem.com

Giftige stof komt vrij in Antwerpen

| Van onze correspondent
| BRUSSEL

In de haven van Antwerpen is donderdag uit een gekantelde vrachtwagen het giftige broom ontsnapt. Honderdtwintig mensen kregen ademhalingsproblemen, 25 mensen moesten naar het ziekenhuis. De A 12 richting Nederlandse grens (A 4 in Nederland) werd afgesloten. Inwoners ten noorden van Antwerpen kregen het advies ramen en deuren gesloten te houden.

De Antwerpse wijk Schoonbroek, bedrijfsterreinen en een deel van de gemeente Ekeren werden ontruimd.

Bij huidcontact leidt broom tot ernstige brandwonden. De dam-

pen irriteren keel, neus en ogen. Broom werd vroeger gebruikt in loodhoudende benzine en nu nog in de fotografie. Sommige broomverbindingen zijn zeer giftig en werken als pesticide, fungicide en brandwerend product.

De hulpdiensten slaagden er niet in om vast te stellen welke variant het betreft. De hulp van de chemische industrie werd ingeroepen om middelen te vinden om het broom te neutraliseren.

De wind blies de schadelijke dampen richting Nederlandse grens. Bij metingen in Zeeuws-Vlaanderen werden geen gevaarlijke stoffen gesignaleerd. Een deel van de substantie is in de riolering en vervolgens in een beekje terecht gekomen.

Wanneer transportmiddelen gevaarlijke stoffen vervoeren, zijn ze duidelijk zichtbaar voorzien van een gevarensymbool (pictogram).

1 Teken het pictogram dat in ieder geval op de tankwagen zal hebben gestaan.

In broomverbindingen heeft men niet te maken met de stof broom maar het element broom

2 Leg uit of de klachten die volgens het artikel optreden horen bij de stof broom of bij het element broom, maak in je uitleg onder andere gebruik van gegevens uit je Binasboek.

In het artikel geeft de journalist aan dat men het broom wilde neutraliseren. In de scheikunde gebruikt men het begrip neutraliseren bij zuur-base reacties.

3 Leg uit dat het bij de 'neutralisatie van broom' niet om een zuur-base reactie kan gaan.

4 Leg uit wat in deze situatie met de term 'neutralisatie' wordt bedoeld.

In twee andere dagbladen ging men in op stoffen die men kon gebruiken voor de "neutralisatie".

Algemeen Dagblad, 5 maart 2004

..... Geen van de slachtoffers heeft een ernstige vergiftiging opgelopen. De autoriteiten hadden gisteravond nog geen idee hoe zij de riolen moesten ontdoen van het broom. Geprobeerd werd aan natriumhydroxide en natriumbisulfaat te komen, twee verbindingen die broom kunnen neutraliseren. Maar hoe de stoffen precies

moesten worden toegepast, was nog onbekend. De gemeente Antwerpen heeft chemische bedrijven in Nederland te hulp geroepen

De Stentor, Apeldoornsche Courant, 4 maart 2004

.....Een extra probleem is dat een deel van de giftige stof in het riool is gelopen, zodat het zich over de hele wijk kan verspreiden. De brandweer spuit daarom natriumhydroxide in het riool om het goedje te neutraliseren. Om diezelfde reden voegt de brandweer ook natriumbisulfiet toe.....

Als men aan broom natriumhydroxide-oplossing toevoegt, treedt een redoxreactie op.

5 Geef de halfreacties die optreden en leid hieruit de vergelijking voor de reactie af.

6 Leg aan de hand van je antwoord op vraag 5 uit of natriumhydroxide een geschikt middel is om te 'neutraliseren'.

In het Algemeen Dagblad is sprake van het gebruik van natriumbisulfaat, terwijl De Stentor het gebruik van natriumbisulfiet noemt.

7 Zoek in je Binasboek de rationele namen voor bisulfaat en bisulfiet op en geef de formules van natriumbisulfaat en natriumbisulfiet.

8 Leg uit dat natriumbisulfaat niet geschikt is als middel om broom te laten reageren. Maak hierbij gebruik van een gegeven uit tabel 48.

Natriumbisulfiet is wel geschikt om broom op te ruimen.

9 Geef de halfreacties die optreden en leid hieruit de vergelijking voor de reactie af.

Giftige stof komt vrij in Antwerpen ANTWOORDEN

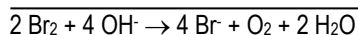
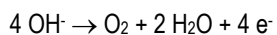
1



2 Bij de stof broom zie tabel 101 A. Als het over een broomverbinding gaat moet je eerst weten om welke stof het gaat voordat je uitspreken kunt doen over de stoffeigenschappen.

3 Broom (Br_2) kan niet reageren als zuur of als base.

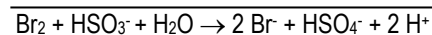
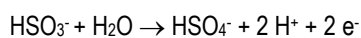
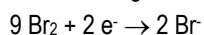
4 Dat de stof broom is weg gereageerd.



6 De producten bromide-ionen (natriumbromide), zuurstof en water zijn minder gevaarlijk dan broom.

7 Natriumbisulfaat/natriumwaterstofsulfaat: NaHSO_4 ; natriumbisulfiet/natriumwaterstofsulfiet: NaHSO_3 .

8 Broom reageert als oxidator. HSO_4^- reageert ook als oxidator (0,22 V of - 0,09 V)



Cosmetica met een luchtje

Wie mooi wil zijn...



Wilt u zich ook mooi, jong en aantrekkelijk voelen? Neem een douche met petroleum en smeer uw huid in met een lotion die uwe hormoonbalans verstoort. En als u onverhoopt gaat zweten, was u dan lekker met een mix van magnesium chloride, triclosan, methylchloro-iostiazolinone en wat we nog meer aan onnatuurlijke combi's hebben uitgedokterd.

Achter de slimme en agressieve reclamecampagnes voor schoonheidsproducten zoals shampoo, gaat een waslijst aan chemische stoffen schuil die allesbehalve glanzend schoon zijn. In veel producten die prat gaan op hun 'natuurlijke bestanddelen' zitten gevaarlijke synthetische en petrochemische substanties. Slechts twee procent van de honderdduizenden chemische stoffen is tot nu toe onderzocht, waardoor er nauwelijks iets bekend is over de wisselwerking tussen de verschillende stoffen. Producten met een geurtje bevatten bijvoorbeeld bestanddelen waarvan bekend is dat ze huidallergieën teweeg brengen en prikkeling van het ademhalingstelsel veroorzaken, alsook huidirritaties. Andere stoffen dringen de huid binnen en worden aangetroffen in vetweefsel, bloedvetten en moedermelk, en vinden hun weg naar ongeboren en pasgeboren kinderen. Naar schatting bevinden zich in ons lichaam tussen de 300 en 500 lichaamsvreemde stoffen die van grote invloed zijn op de gezondheid van de mens, maar die ons organisme niet kwijt kan.

Lichaamsvet

Omdat het van oudsher altijd vrouwen zijn geweest die producten kochten met een lekker geurtje, worden zij ook het meest blootgesteld aan producten waar 'een luchtje aan zit', zoals producten voor de persoonlijke verzorging en van schoonmaakmiddelen. Vorig jaar werd dit gegeven bevestigd door een onderzoek in Californië dat leidde tot een rapport getiteld: 'Bestrijding van de vervuiling van onze leefgemeenschappen door gifstoffen: de gezondheid van vrouwen en de toekomst van Californië.' Het rapport maakt gewag van het feit dat vrouwen, die tot wel tien procent meer lichaamsvet bezitten dan mannen, meer in vet oplosbare gifstoffen kunnen opslaan in hun vetweefsel.

*'Schoon' wordt
vereenzelvigd met
'geurig'*

Er zijn aanwijzingen dat deze gifstoffen in verband kunnen worden gebracht met borstkanker en verstoring van de hormoonbalans.

De reclamepraktijken dragen bij aan de misvatting dat een geurtje onontbeerlijk is voor alle producten die we gebruiken. Onze kleren moeten dagenlang fris blijven ruiken, ons huis moet geuren alsof het een veld met bloemen zou zijn en 'schoon' wordt vereenzelvigd met 'geurig'. De industrie speelt in op de onzekerheid die vrouwen aan de dag leggen met betrekking tot hun uiterlijke verschijning en lichaamsgeur om zo producten te slijten die op zijn best totaal overbodig zijn en op z'n slechtst in verband worden gebracht met allerlei gezondheidsproblemen.

Weloverwogen beslissingen

Het is van het grootste belang dat vrouwen goed geïnformeerd zijn, zodat zij weloverwogen beslissingen kunnen nemen op grond van feiten en niet onder invloed van een reclamecampagne. Vrouwen zouden zich geen zorgen moeten maken over het al dan niet veilig zijn van schoonmaakmiddelen en cosmetica en gewoon moeten kunnen kiezen voor veilige producten zonder gevaarlijke chemische stoffen. Zoals het er nu voorstaat is dat moeilijk, omdat het niet meevalt informatie boven tafel te krijgen. Fabrikanten zouden etiketten overzichtelijker moeten maken en meer onderzoek moeten doen naar de bestanddelen in hun producten en geen bestanddelen gebruiken waarvan al bekend is dat ze schadelijk zouden kunnen zijn. Er zijn voldoende veilige, natuurlijke inhoudsstoffen beschikbaar die de synthetische componenten kunnen vervangen.

Dwingende wetgeving

De EU houdt zich op het ogenblik bezig met een herziening van de wetgeving op chemicaliën. Zij zou fabrikanten kunnen



Veel cosmetica bevat chemische stoffen die slecht zijn voor de gezondheid

dwingen op te houden met de huidige praktijk ten aanzien van het gebruik van gevaarlijke inhoudstoffen in schoonheidsproducten door het afkondigen van een algeheel verbod op alle inhoudstoffen die gevaar kunnen opleveren voor de vruchtbaarheid en de ontwikkeling van de mens en die giftige of kankerverwekkende eigenschappen bezitten. Vervolgens zou er wetgeving moeten worden gemaakt die dwingend voorschrijft dat alle componenten die een product bevat, duidelijk vermeld worden op het etiket, en dat deze wetgeving voor chemische stoffen ook van toepassing wordt verklaard op cosmetica. We zijn nu in het stadium waarin de Europese Commissie haar ontwerp aanbevelingen van wetgeving heeft gemaakt en openstaat voor commentaar van de bevolking alvorens het voorstel wordt gepresenteerd aan het Europese Parlement en de Raad. Het is uiterst noodzakelijk dat vrouwen van hun inspraakrecht gebruik maken, want de industrie zelf heeft erg weinig belang bij een strengere wetgeving en werkt deze dan ook hard tegen.

Schrijf een brief

Vrouwen in Europa voor een Gemeenschappelijke Toekomst (WECF) is een internationaal netwerk wat initiatieven samenbrengt van vrouwen uit verschillende delen van Europa in gezamenlijke projecten voor duurzame ontwikkeling, armoedebestrijding, milieu, gezondheid, sociale rechtvaardigheid en democratie. Deze organisatie heeft een voorbeeldbrief aan eurocommissarissen opgesteld die vrouwen naar de Europese Commissie kunnen sturen om van hun ongerustheid over chemische stoffen in verzorgings- en schoonmaakartikelen blijk te geven. U kunt de brief vinden op de Engelstalige website www.wecf.org. Voor Nederlandstalige voorbeeldbrieven en meer informatie kunt u terecht bij WCEF, (030) 231 03 00. WCEF kan desgewenst ook afdelingsavonden verzorgen over gifstoffen in cosmetica. ♦

Margreet Hogeterp

1 Verklaar de uitspraak 'Cosmetica met een luchtje'.

Een Onderzoek in Californië leidde tot een rapport met de titel "Bestrijding van de vervuiling en de toekomst van Californië".

2 Wat was de conclusie van dit rapport.

In een groep van vier leerlingen voer je de volgende opdracht uit.

Kies ieder twee 'schoonheids'producten die je zelf gebruikt en noteer de namen van alle stoffen die erin zitten. Let op de productinformatie is vaak in het Engels.

Kies als groep acht ingrediënten van al jullie producten uit en ga met behulp van drie verschillende bronnen (waarvan slechts twee internetbronnen) na of die ingrediënten gevaar opleveren voor de gezondheid. Maak bijvoorbeeld ook gebruik van "cosmetica: een wetenschap op zich" een uitgave van de Nederlandse Cosmetica Vereniging (NCV).

Stel een brief op voor de fabrikanten van verzorgingsproducten waarin jullie bevindingen (positieve en negatieve) staan, zet hierbij alle gegevens in een overzichtelijke tabel.

Noteer op een extra blad:

- de verdeling van het werk
- wie wat heeft gedaan
- noteer precies uit welke bron welk gegeven komt.

Wie mooi wil zijn ANTWOORDEN

Mogelijke bronnen

'Cosmetica: een wetenschap op zich' uitgave van de NCV (ongeveer € 13,- , Postbus 914, 3700 AX Zeist, tel. 030-6049480)

<http://www.cosmetica.nl>

<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/dutch.html>

<http://www.cdc.gov/niosh/ipcsndut/>

De beoordeling kunt u doen via 'rubrics': zie H. Schoot, Rubrics, om vaardigheden aan te leren en te beoordelen', Impuls (uitgave APS), pagina 15-17, april 2004.

De officiële (Amerikaanse) site voor rubrics is: <http://rubistar.4teachers.org/index.php>

U kunt hier na aanmelding een hoop voorbeelden zien, zelf (in het Nederlands) rubrics maken.

Motief, februari/maart 2004

Wat zit er in mijn cosmetica?

Hieronder vindt u een lijst met namen van giftige stoffen die in uw cosmetica kunnen voorkomen.

◆ Kleurstoffen, CL 17200, CL 15510,
CL60730, CL 42053

◆ Diazolidinyl urea

◆ Sodiumchloride

◆ Cocamidopropyl betaine

◆ Methyl/propylparabeen

◆ Cocamide mea

◆ Bezoic acid

◆ Dmdm hydantoine

◆ Propyleenglycol

◆ Tetrasodium edta

◆ Sodium laureth/lauryl sulfaat (sles/sls)

◆ Parfum/geurstoffen

Brabants Dagblad, 14 februari 2004

Zie ginds komt de stroomboot van IJsland

Stroom kan nu ook per schip worden vervoerd. Een sprookje? Nee, het kan ècht, verzekert onderzoeksinstituut TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie uit Apeldoorn. Straks vaart de stroomboot tussen IJsland en Nederland.

Apeldoorn Stroomboot

door Chris van Alem

Kun je stroom opslaan? Niet een klein beetje in een batterij, maar genoeg stroom om een hele stad te verlichten? Duizenden deskundigen hebben hun hersens vergeefs gepijnigd over die vraag. Het antwoord komt, uit Apeldoorn, van onderzoeksinstituut TNO MEP (Milieu, Energie en Procesinnovatie). „Het kan”, zegt ir. Petra de Boer, projectleider van het onderzoek. Wellicht pendelt de stroomboot eerdaags tussen IJsland en Nederland. Alle klassieke gedachten over elektrotechniek moeten overboord, want hier gaat het over elektrochemie en flow-accu's. Stroom wordt elektrochemisch in gigantische accu's opgeslagen in elektrolyt. Dat is een vloeistof die energie kan 'vasthouden'. Het elektrolyt wordt in een grote tanker geladen en per schip naar Nederland vervoerd. Daar wordt in eenzelfde accu als in IJsland het elektrolyt weer ontladen waarbij stroom vrijkomt. Voordeel is de energiewaarde van 'vloeibare stroom' nauwelijks afneemt tijdens transport of opslag.

Goedkope stroom

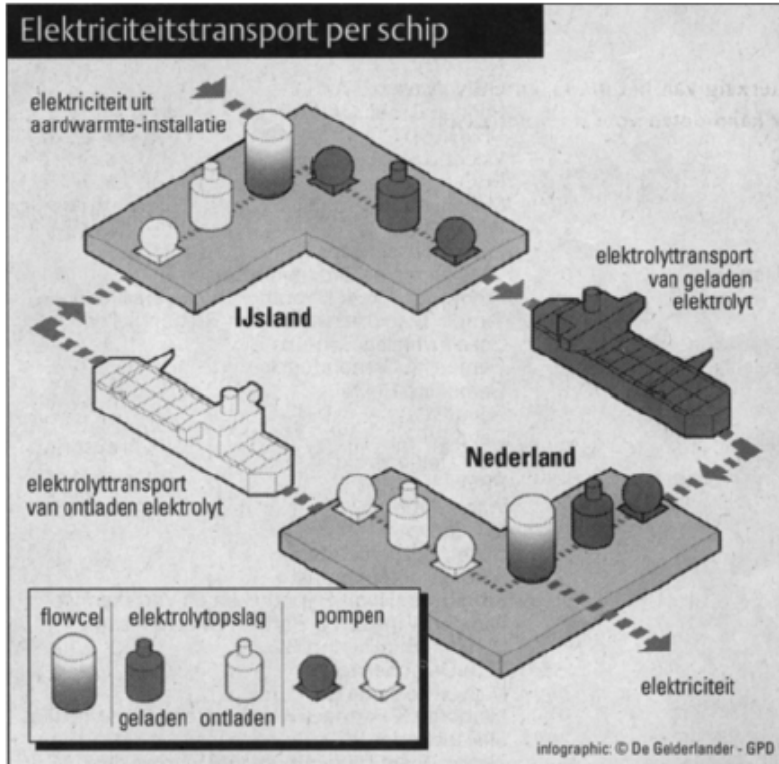
IJsland is uitgekozen omdat daar grote hoeveelheden goedkope stroom uit aardwarmte worden opgewekt. Bovendien

is er veel overcapaciteit. Ooit lagen er plannen om via een kabel over de zeebodem IJslandse stroom naar Nederland te halen. Maar dat is technisch ingewikkeld en daarom erg duur.

Bij 'vloeibare stroom' beperken de investeringen zich tot de bouw van grote flowaccu's (ter grootte van een olie-opslag-tank) in IJsland en Nederland en voor het vervoer aangepaste tankers. Volgens De Boer is het rendabel om 'vloeibare stroom' zo ver van huis te halen. TNO

MEP wil de stroom inzetten voor de piekvraag in Nederland.

Dat zijn de momenten dat de meeste stroom wordt verbruikt, bijvoorbeeld in lunchtijd of aan het eind van de middag. Dan is de stroom erg duur. „Als we de prijzen van de afgelopen twee jaar op de piekmarkt bekijken, dan is ons plan haalbaar,” zegt De Boer. Sindsdien zijn de piektarieven alleen maar gestegen. Het rendement van vloeibare stroom wordt sterk bepaald door de kwaliteit van de elektrolyt. TNO MEP heeft al met de energiebedrijven gesproken over de 'vloeibare stroom'. Volgens Petra de Boer zijn ze geïnteresseerd. „Nu bespeur je een afwachting houding. Ze vinden dat het allemaal nog teveel in het beginstadium verkeert.”



Neem aan dat het hier gaat om een "vanadium flow battery".

1 Ga aan de hand van de onderstaande bronnen na welke stoffen aanwezig zijn in de "vanadium flow battery", hoe de werking is, wat de schematische weergave van de flow-accu is en welke halfreacties aan de positieve en negatieve elektrode een rol spelen bij het maken van de geladen en ontladen elektrolytoplossing

<http://www.ceic.unsw.edu.au/centers/vrb/>

<http://www.ceic.unsw.edu.au/centers/vrb/overview.htm>

<http://www.ceic.unsw.edu.au/centers/vrb/vanart2a.htm>

<http://www.ceic.unsw.edu.au/centers/vrb/eec94a.htm>

http://www.electricitystorage.org/pubs/2001/IEEE_PES_Summer2001/Miyake.pdf

<http://www.chalmers.se/~bertilh/StJ/SESJ/report1/9.1.html>

<http://personal.cityu.edu.hk/~bhtan/tuc2000/modernbatteries/Modern%20batteries.ppt>

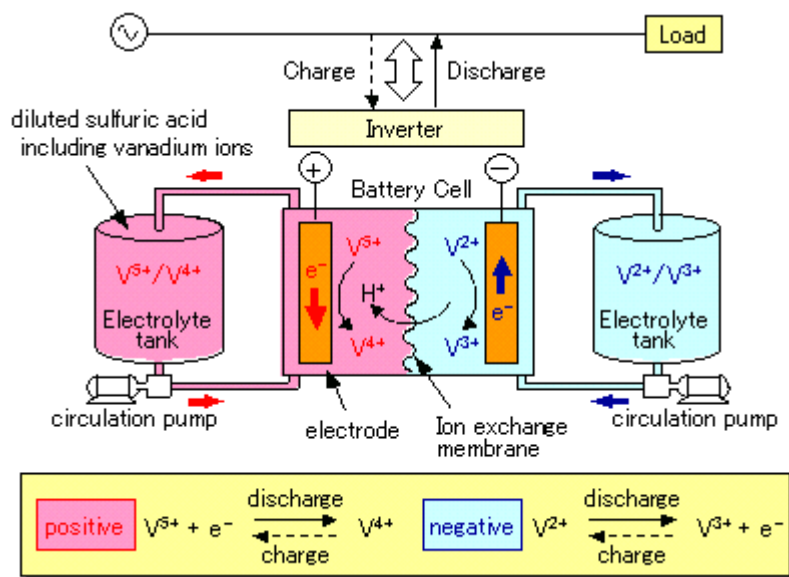
TNO MEP vraagt jou om een presentatie verzorgen op een congres voor scheikundeleraren.

2 Maak hiervoor een sheet met een tekening van de schematische bouw van het systeem, de werking en een sheet waarop puntsgewijs de theorie van de energieopslag en levering aan bod komt. Je mag in je presentatie geen tekeningen gebruiken met toelichting in het Engels.

3 Presenteer je werk voor minimaal 5 leerlingen. Zij letten bij de beoordeling op:

- chemische correctheid
- duidelijkheid uitleg
- vormgeving
- levendigheid presentatie

Zie ginds komt de stroomboot ANTWOORDEN



Bij deze opdracht kunt u ook een beoordelingsmodel maken m.b.v. rubrics (zie docentenhandleiding opdracht 'wie mooi wil zijn ...').

Technisch Weekblad, 19 januari 2004

Elektriciteit ingezet tegen betoncorrosie

Bart Stam

Babberich – In Babberich (Gelderland) werkt het bedrijf Leggedoor Beton- en Vochtbeschermingstechniek aan een nieuwe vorm van corrosiebescherming. Bij de restauratie van een bestaande brug over de Nederrijn tussen Lobith en Babberich werkt het bedrijf uit Gasselternijveen (Drenthe) met koolstofnetten die op de brugliggers worden aangebracht ter bescherming tegen corrosie. 'We werken al vijftien jaar aan kathodische technieken', zegt projectleider Roel Themme van Leggedoor, 'maar de combinatie met koolstofnetten is nieuw.'

De koolstofnetten staan onder een spanning van twee tot drie Volt, waardoor oxidatie tegengegaan wordt. De Carbo-Cath net-



Vidiphot

In Babberich wordt een viaduct onder stroom gezet

ten worden geleverd door de Noorse firma Optiroc. De werkzaamheden in Babberich zullen volgens Themme waarschijnlijk begin februari ten einde lopen.

Leggedoor Beton- en Vochtbeschermingstechniek werd opgericht in 1984 en telt inmiddels zo'n 45 medewerkers, ver-

deeld over drie dochterondernemingen. Ze houden zich bezig met betonreparaties en -conservering, kunststofvloeren en vochtwering. Het Drentse bedrijf heeft sinds 1996 een samenwerkingsverband met TNO Bouw voor de kathodische bescherming van betonconstructies. **TW**

Wat is betoncorrosie eigenlijk? Betoncorrosie wordt ook wel betonrot genoemd. Onderstaande bron levert informatie over betonrot

<http://www.bouwtechnokeuring.nl/kwaaitaal.htm>

Betonrot is het verschijnsel dat de ijzeren wapening in beton gaat roesten (corroderen). Er ontstaan stoffen die een groter volume innemen met als gevolg barsten in het beton.

Beton heeft een zeer alkalisch (basisch) milieu, te vergelijken met opgeloste soda. Door dit alkalisch milieu ontstaat er op de wapening een zeer dun en beschermend huidje. Dit huidje wordt de passiveringslaag genoemd en is stabiel in een hoog alkalisch milieu. Deze passiveringslaag beschermt de wapening tegen corrosie. Deze passiveringslaag kan verloren gaan als de pH van het beton daalt. Dit gebeurt door het indringen in het poreuze beton van kooldioxide uit de lucht. De hieraan gekoppelde chemische reacties in het beton verlagen de pH tot een zodanig niveau dat de wapening niet langer wordt beschermd en kan gaan corroderen. Voor corrosie zijn 3 componenten nodig: ijzer, zuurstof en water.

IJzer en zuurstof vormen samen het ijzeroxide wat een veel groter volume inneemt dan het oorspronkelijke ijzer en daardoor het beton uit elkaar drukt en het water is nodig voor het transport van de ionen. Chloride heeft het vermogen om zich door de passiveringslaag heen te vreten en hierdoor ontstaat de zo bekende corrosie en dus betonrot. Het relatieve vochtgehalte in kruipruimte is vaak erg hoog, en door condensatie aan de onderzijde van de vloer zal er altijd voldoende vocht aanwezig zijn om het proces gaande te houden. Ook zuurstof is in voldoende mate aanwezig.

Het roesten

In het beton is een stalen wapening (een groot netwerk van "ijzeren" draden) aanwezig. Staal (dat voor het grootste deel uit ijzer bestaat) roest in een zuurstofhoudende vochtige omgeving. Hierbij reageert Fe tot Fe^{2+} .

1 Geef de twee halfreacties die verlopen bij het roesten van ijzer en leid hieruit de reactievergelijking af voor het roesten van ijzer.

2 Leg uit waardoor het volume toeneemt als bijvoorbeeld ijzeroxide (of ijzerhydroxide) ontstaat

3 Leg met behulp van reactievergelijking uit dat kooldioxide (koolstofdioxide) in een vochtig milieu zorgt voor de verlaging van de pH.

4 Leg met behulp van Binas tabel 48 uit waarom bij een lagere pH een sterkere aantasting van het ijzer kan worden verwacht.

De kathodische bescherming

In het artikel is sprake van het aanleggen van een spanning bij koolstofnetten waardoor kathodische bescherming van het ijzer mogelijk is. Kathodische bescherming wil zeggen: maak het te beschermen metaal overal negatief. Je maakt in principe gebruik van een elektrolyseproces met een onaantastbare elektrode en het betonijzer als de andere elektrode. De nieuwe methode maakt voor de onaantastbare elektrode gebruik van koolstofnetten.

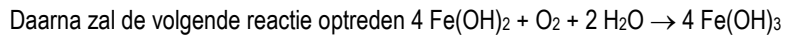
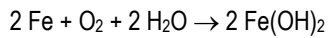
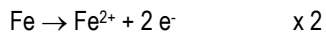
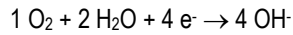
5 Welke eigenschap moeten de koolstofnetten in ieder geval hebben?

6 Maak een schematische tekening van de gebruikte opstelling

7 Geef de halfreactie die aan elk van de elektroden optreedt als er een spanning wordt aangelegd.

8 Leg uit hoe het komt dat de kathodische bescherming betonrot tegen gaat.

Elektriciteit ingezet tegen betoncorrosie ANTWOORDEN



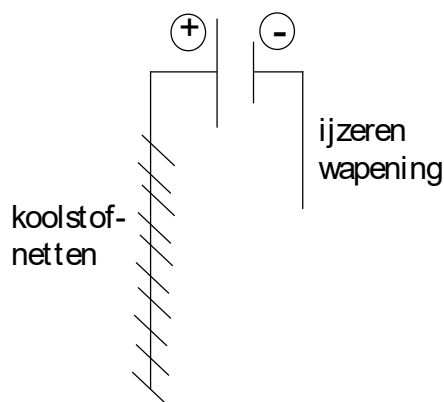
2 Voor de aantasting was er een bepaalde ruimte beschikbaar per ijzeratoom. Door de reactie is naast elk Fe^{2+} ion ook plaats nodig voor 2 OH^- ionen. Hierdoor neemt het volume sterk toe.

3 $\text{CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$. Door het oplossen van CO_2 ontstaan H_3O^+ ionen waardoor de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ groter wordt en dus de pH lager.

4 In een zuur milieu is zuurstof een sterkere oxidator: $\text{O}_2 + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ (+ 1,23 V) dan in neutraal milieu $\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 4 \text{ OH}^-$ (0,40 V).

5 Ze moeten de elektrische stroom kunnen geleiden. Onaantastbaar zijn

6

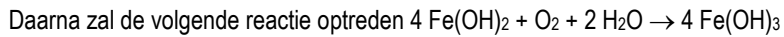
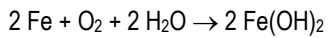
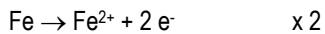
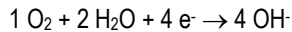


7 Negatieve elektrode: bij basisch of neutraal milieu $2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{ OH}^-$. Positieve elektrode: bij basisch milieu $4 \text{ OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^-$.

8 Beton is onder normale omstandigheden basisch, als betonrot optreedt is het minder basisch geworden. Kathodische bescherming zorgt voor de aanwezigheid van vrije elektronen in het ijzer en dan is de reactie

$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2 \text{ e}^-$ onwaarschijnlijk.

Elektriciteit ingezet tegen betoncorrosie



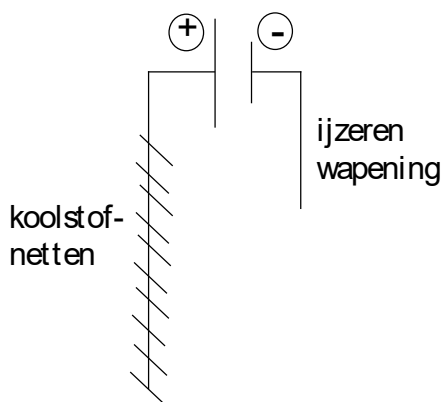
2 Voor de aantasting was er een bepaalde ruimte beschikbaar per ijzeratoom. Door de reactie is naast elk Fe^{2+} ion ook plaats nodig voor 2 OH^- ionen. Hierdoor neemt het volume sterk toe.

3 $\text{CO}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$. Door het oplossen van CO_2 ontstaan H_3O^+ ionen waardoor de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ groter wordt en dus de pH lager.

4 In een zuur milieu is zuurstof een sterkere oxidator: $\text{O}_2 + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^- \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O}$ (+ 1,23 V) dan in neutraal milieu $\text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^- \rightarrow 4 \text{ OH}^-$ (0,40 V).

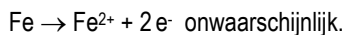
5 Ze moeten de elektrische stroom kunnen geleiden. Onaantastbaar zijn

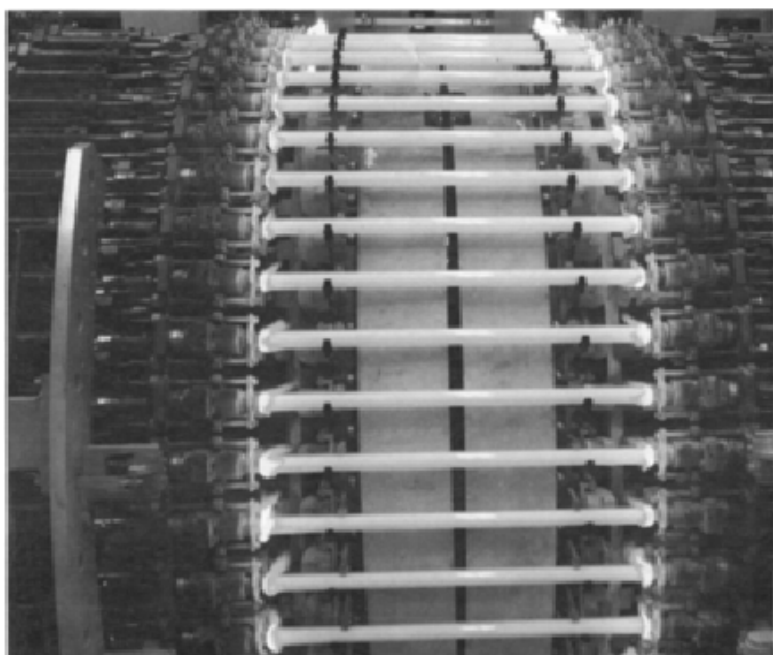
6



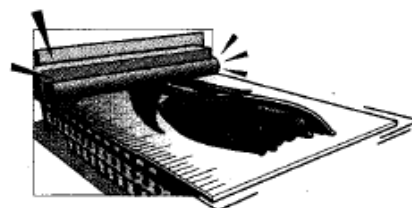
7 Negatieve elektrode: bij basisch of neutraal milieu $2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{ OH}^-$. Positieve elektrode: bij basisch milieu $4 \text{ OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ e}^-$.

8 Beton is onder normale omstandigheden basisch, als betonrot optreedt is het minder basisch geworden. Kathodische bescherming zorgt voor de aanwezigheid van vrije elektronen in het ijzer en dan is de reactie





De twee productielijnen voor TL-buizen in Roosendaal maken elk zeventuizend stuks per uur



produceren in Nederland

plaats en gaan de buizen naar de lampenfabriek, die zich in hetzelfde gebouw bevindt.

De kale glasbuis uit de glasfabriek krijgt eerst een mengsel van vloeistof en fluorescentiepoeder aan de binnenkant. Na verhitting, waarbij het fluorescentiepoeder aan de binnenkant van de glasbuis hecht, volgt het insmelten van het 'stel'. Dit bestaat uit een glazen houder, waaraan een metalen ring, een spiraal, de elektriciteitsdraden en een pompstengel vastzit, alsmede de glazen kwikpil. Na het insmelten zuigt een pomp de buis via de pompstengel vacuüm. Na het vullen van de buis met een bepaalde hoeveelheid edelgas smelt een brander de stengel af, waardoor de buis luchtdicht is afgesloten. Door de kwikpil te bekogelen met hoogfrequente straling komt kwikdamp in de buis vrij. Na het monteren van lampvoeten en het testen van elke lamp is deze klaar voor verzending.

Naast TL-buizen maakt Philips Lighting op aparte machines speciale lampen, bijvoorbeeld voor kopieermachines en medische toepassingen. Deze machines werken volgens het verticale principe, waarbij eerst een uiteinde van de buis een bewerking ondergaat. Na omkering van de buis volgt de bewerking van de andere kant. Een andere machine produceert spaarlampen.

(...)

TL-buizen

Rijkert Knoppers

Zeventuizend TL-buizen per uur, zo veel kan elk van de twee productielijnen van de Philips Lighting lampenfabriek in Roosendaal produceren. Het gaat hierbij om lage-druk-kwikgas-ontladingslampen.

Het volledig geautomatiseerde fabricageproces van de TL-buis begint bij de glasfabriek, een lange hal waar zich op zo'n tien meter hoogte een oven van 48 vierkante meter bevindt, die 24 uur per dag voor de twee productielijnen glazen buizen met een oneindige lengte produceert. De aanvoer, het wegen, mengen en transport van de benodigde grondstoffen voor het glas, waaronder zand, soda en chemicaliën, gebeurt automatisch. In de oven smelten de grondstoffen bij een temperatuur van ruim 1.500 graden Celsius. Aan het einde van de oven bevindt zich een trekpen, een

grote holle cilinder, die langzaam om zijn eigen as draait. Het vloeibare glasmengsel, inmiddels afgekoeld tot 850 graden Celsius, stroomt over de draaiende cilinder en zakt door een opening uit de oven.

Doordat er in de trekpen lucht onder druk stroomt, ontstaat een holle glazen buis. De hoeveelheid ingeblazen lucht en de snelheid van de trekmachine bepalen de diameter en de wanddikte van de buis. Vanuit een verticale positie buigt de nog flexibele glazen buis naar een horizontale trekbaan, waar de nog kwetsbare glazen buis in eerste instantie op een luchtkussen overheen zoekt. Onderweg krijgt het glas een aantal bewerkingen, totdat een watergekoeld steentje de buis aan het einde van de 120 meter lange trekbaan ruwweg los tikt. Een machine snijdt vervolgens de buis op maat. Hierna vindt de afwerking van de ruwe uiteinden

Versie I

Een tl-buis bestaat uit metaal, glas, kwik en een poeder.

Maak een PowerPoint presentatie over de productie van tl-buizen. De presentatie moet het gehele proces in een soort blokschema volgen. Voordat je begint met PowerPoint kun je het best eerst het hele proces in een blokschema zetten.

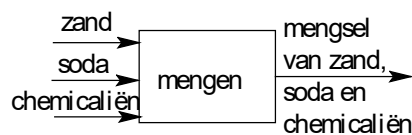
Indien je nog niet goed met PowerPoint kunt werken: vraag een instructiepapier aan je docent.

Waar wordt op gelet (waar krijg je punten voor):

-per dia niet meer dan één proces.

-op de dia moet de **titel van de dia** staan en er moet duidelijk zijn wat **het proces** is en wat de **stoffen** zijn **die in het proces gaan of die na het proces zijn ontstaan**

Bijvoorbeeld:	Mengen (= de titel van de dia)	
Tekst op de dia:	Stoffen er in:	zand, soda, chemicaliën
	Het proces:	mengen
	Stoffen er uit:	gemengde stoffen



Nadat je de tekst op de dia 's hebt gezet begin je pas aan verfraaiingen.

Verplicht zijn: Achtergrond en Dia overgang

Beschikbare tijd: 1 lesuur + 1 lesuur eigen tijd.

De beste presentatie wordt vertoond.

Versie II

In het artikel staat het productieproces van een tl-buis weergegeven. Geef dit productieproces in een blokschema weer.

TI-buizen ANTWOORDEN

Versie I

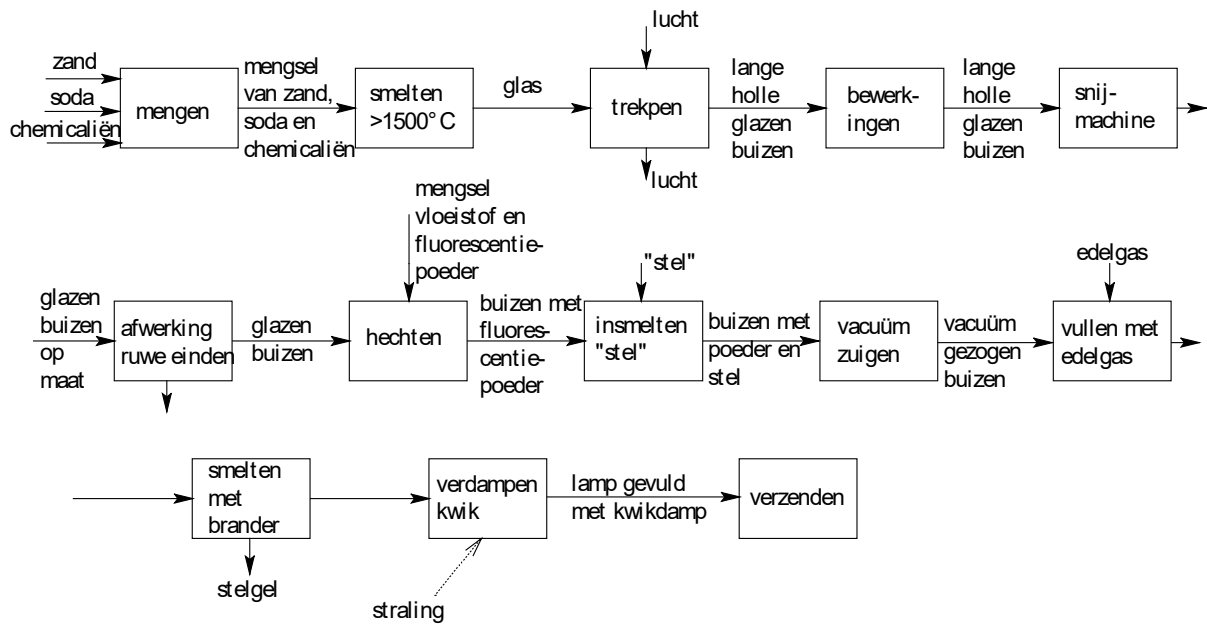
Zie voor de verschillende dia's het schema bij versie II

Zie ook: Chemie Aktueel nummer 43: Creatief met afval met als thema de recycling van tl-buizen. Voor instructies met betrekking tot de PowerPoint-presentatie zie de docentenhandleiding van Creatief met afval (Chemie Aktueel nummer 43)

Versie II

U kunt de opdracht als groepswerk laten doen. Het ene duo laat u de eerste helft van het proces in beeld brengen, het andere duo de tweede helft. De duo's geven hun resultaat vervolgens aan elkaar en controleren of het klopt (werkvorm 'rondje schrijven')

U kunt de leerlingen ook nog laten bekijken of het een continu of batchproces is.



NRC Handelsblad, 4 januari 2004

Chemisch bad laat Chinese krijgers hun kleur behouden

Een chemische behandeling kan voorkomen dat nieuw opgegraven beelden van het beroemde keizerlijke terracotta leger, dat in 1974 in de Chinese stad Xi'an werd ontdekt, hun oorspronkelijke kleur verliezen. Tot nu toe was het onmogelijk de beelden in hun oorspronkelijke staat te conserveren. Bijna direct nadat de grond er omheen is verwijderd, schilfert de op het terracotta aangebrachte laklaag samen met de daarop aangebrachte verf af. Scheikundigen van de universiteit van München hebben nu een methode ontwikkeld om de buitenste lagen stevig vast te lijmen op de ondergrond (*Angewandte*

Chemie, 27 november).

De duizenden beelden van paarden en krijgers werden in 210 voor Christus begraven in het mausoleum van de eerste Chinese keizer Qin Shihuangdi. Al snel daarna werd het graf geplunderd, waarna het dak instortte en de beelden bedolven raakten onder een dikke laag vochtige aarde. Als die nu wordt verwijderd, droogt de op het terracotta aangebrachte natuurlijke laklaag – die als gevolg van vele honderden jaren onder de grond van chemische samenstelling is veranderd – snel uit, waarna deze losraakt. Normale conserveringsmethoden die ge-

bruik maken van impregnatie met een polymeeroplossing voldoen in dit geval niet, omdat de poriën in de laklaag zo klein zijn dat de grote polymere moleculen daar niet in kunnen doordringen. Daarom impregneren Heinz Langhals en zijn collega's de beelden in een oplossing van hydroxyethyl methacrylaat (Hema), een molecuul dat wel klein genoeg is om tot in de kleinste poriën door te dringen. Vervolgens worden de afzonderlijke Hema-moleculen chemisch met elkaar verbonden tot lange polymeerketens. Daarvoor wordt het beeld blootgesteld aan een elektronenbombardement, afkomstig van een speciale versneller die in de nabijgelegen stad Lintong werd geïnstalleerd. De elektronen veranderen het Hema in een stevig plastic dat de fragiele buitenlaag stevig vastlijmt op de terracotta ondergrond. Voorlopig is de methode eerst toegepast op scherven van zo'n vijftien centimeter die na een behandeling in alle rust in elkaar gepuzzeld kunnen worden. In de afgelopen jaren is de methode uitgebreid getest om te bepalen hoe stabiel de hechting is en ook of er geen nadelige gevolgen zijn van de impregnatie. Dat blijkt niet het geval te zijn. Conservering is eens te meer noodzakelijk geworden nu in de buurt van de oorspronkelijke vindplaats nieuwe legers gevonden zijn, met zelfs meer beelden dan er tot nu toe al gevonden waren.



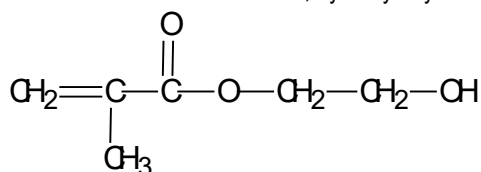
♦ Het terracottaleger van Xi'an. Een nieuwe conserveringsmethode moet de fragiele laklaag op de beelden beschermen.

Rob van den Berg

Terracotta is een bepaald soort aardewerk (gebakken klei).

- 1 Wat hadden de Chinese kunstenaars daarop aangebracht?
- 2 Waarom wil men de beelden van het terracotta leger behandelen?
- 3 Waardoor voldeed impregnatie met een polymeeroplossing niet?
- 4 Wat was de onderzoeksvraag die Heinz Langhals en zijn medewerkers hadden.
- 5 Beschrijf welk onderzoek ze hebben gedaan.
- 6 Formuleer de conclusie van hun onderzoek.

De structuurformule van HEMA, hydroxyethylmethacrylaat



- 7 Leg uit dat deze verbinding een ester is.
- 8 Leg aan de hand van de structuurformule de naam hydroxyethylmethacrylaat uit. Tip maak gebruik van tabel 103 A van je Binasboek.

HEMA-moleculen vormen een polymeer als ze gebombardeerd worden met elektronen.

- 9 Teken een stukje van het polymeer, gebruik minimaal drie monomeereenheden.
- 10 Welke binding zal zorgen voor de hechting tussen het polymeer en de terracotta ondergrond?

Chemisch bad voor Chinese krijgers ANTWOORDEN

1 Een (natuurlijke) laklaag en daarop verf.

2 Omdat de natuurlijke laklaag uitdroogt en daardoor losraakt.

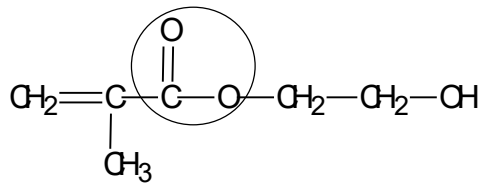
3 Omdat polymeermoleculen te groot zijn via de kleine poriën in de laklaag om in de terracotta door te dringen.

4 Hoe kunnen we een polymeer in de beelden krijgen die goed hecht en geen nadelige gevolgen heeft.

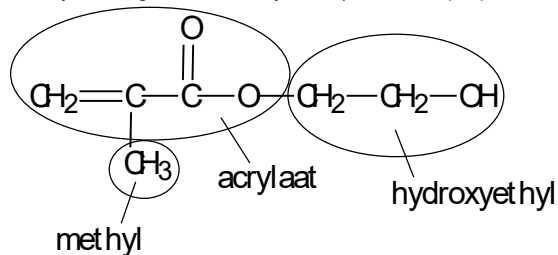
5 Ze hebben onderzocht of ze een monomeer (kleinere moleculen) wel konden laten doordringen en pas daarna de moleculen laten polymeriseren. Ze hebben daartoe een oplossing van HEMA in de beelden gebracht (beelden geïmpregneerd) en deze bestraald zodat een polymerisatiereactie optrad.

6 Conservering van beschilderd terracotta met een polymerisatie van een tevoren aangebrachte HEMA-oplossing is mogelijk.

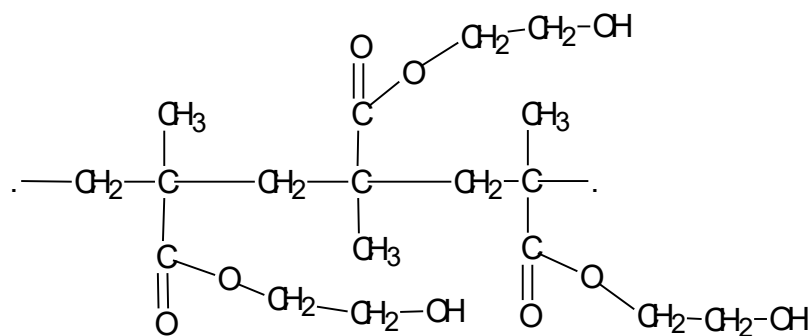
7 Kenmerkende groep voor een ester is aanwezig:



8 Acrylaat: afgeleid van acrylzuur (tabel 101: propeenzuur)



9



10 Waterstofbrug vanuit de $-\text{OH}$ groep.

11 Voor: door de behandeling blijven de beelden intact. Tegen: ze zijn nu niet meer geheel 'authentiek'.

Opmerking: voor de havo is alleen opgave 1 t/m 7 en 10,11 geschikt.

De Ingenieur, 6 februari 2004

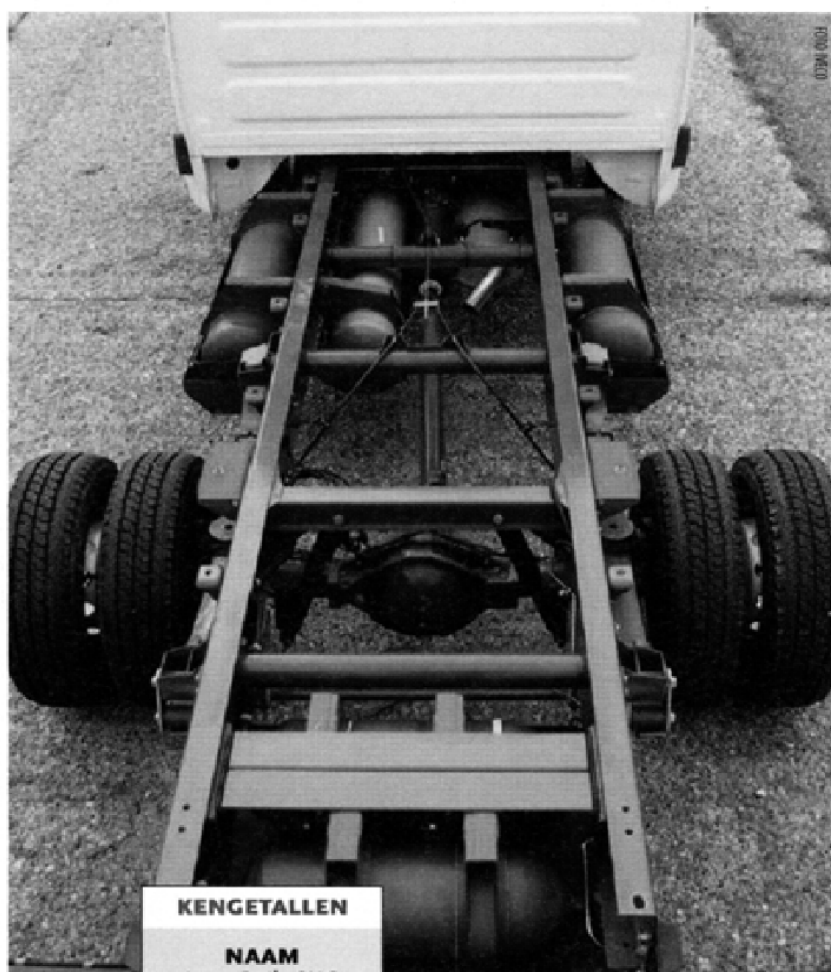
ENERGIETECHNIEK

GAS RIJDT SCHOONST

Auto's op lpg of aardgas produceren minder schadelijke stoffen dan die op benzine of diesel. Dit blijkt uit een onderzoek door TNO.

Aardgas geeft de laagste emissies aan de uitlaatpijp, gevolgd door lpg. Beide gasvormige brandstoffen zijn schoner dan benzine. Diesel scoort vooral slecht op twee erkende zwakke plekken: NO_x en fijn stof. Stofdeeltjes kleiner dan 10 micrometer schaden de gezondheid en stikstofoxiden dragen bij aan smog en verzuring. Diesels zijn wel zuiniger en produceren minder CO₂.

TNO, dat het onderzoek uitvoerde in opdracht van het ministerie van VROM, de Dutch LPG Association en NVG-Holland, testte zeven personenauto's en een bestelbusje in vergelijkbare uitvoeringen op benzine, diesel en lpg. Er waren ook drie auto's op *compressed natural gas* (CNG of aardgas) beschikbaar. Gas is weliswaar schoner dan diesel, maar er is relatief weinig vraag naar. Het marktaandeel van lpg daalt de laatste jaren juist. Dit komt deels doordat de techniek nog niet optimaal is: een lpg-auto gebruikt bij een koude start benzine en de gastanks zijn



KENGETALLEN	
NAAM	Iveco Daily CNG
MOTOR	2,8 l 4 cilinder
VERMOGEN	78 kW (106 pk)
BRANDSTOF	220-270 liter CNG
TOTALE MASSA	3500-6500 kg

De Iveco Daily CNG rijdt uitsluitend op aardgas. De gascilinders zijn zichtbaar juist achter de cabine.

zwaar en groot. CNG heeft weer het nadeel dat het vrijwel nergens te krijgen is. Aardgas leent zich daardoor alleen voor bussen en vuilniswagens in de binnensteden. Ook is er onzekerheid over de prijs. Niemand weet of de lage accijnzen op lpg en aardgas gehandhaafd blijven.

1 Zet de conclusies uit het artikel in een overzicht bij elkaar.

Vul in de tabel een --, -, + of een ++ in. Gebruik voor

Vervuiling het minst --

Vervuiling minder dan benzine -

Vervuiling meer dan benzine +

Vervuiling veel meer dan benzine ++

Brandstof	CO ₂	NO _x	Fijn stof (koolstof)
Diesel			
Aardgas (CNG)			
LPG			

LPG bestaat onder andere uit propaan, C₃H₈

2 Geef de reactievergelijking van de verbranding van propaan

Doordat diesel (bevat onder andere C₁₅H₃₂) vaak onvolledig verbrandt, ontstaat ook veel koolstof in plaats van koolstofdioxide.

3 Geef de reactievergelijking van het ontstaan van koolstof bij de onvolledige verbranding van diesel.

4 Vul in onderstaande tabel in welke milieuproblemen erger worden als de stof die in de uitlaatgassen zit meer in de lucht komt:

Stof die in de uitlaatgassen zit:	Milieuprobleem dat erger wordt:
Stikstofoxiden (NO _x)	
Koolstofdioxide	
Fijn stof (koolstof)	

5 Zet alle in het artikel genoemde nadelen (in vergelijking met benzine) van onderstaande brandstoffen in de tabel.

Brandstof:	Nadelen:
Diesel	
LPG	
Aardgas (CNG)	

6 Ben je het eens met de titel van het artikel. Licht je antwoord toe

Versie II

In het artikel wordt een aantal brandstoffen met elkaar vergeleken.

1 Welke brandstoffen worden er genoemd in het artikel?

Elke brandstof heeft, vergeleken met benzine, zijn voor- en nadelen.

2 Geef, vergeleken met benzine, de opgesomde voor- en nadelen.

Jij wordt gevraagd een advies uit te brengen aan het Ministerie over het gebruik van autobrandstoffen in de toekomst.

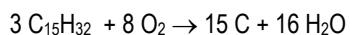
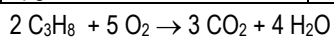
3 Hoe luidt je advies? Onderbouw je advies met feiten. Gebruik ook andere informatiebronnen.

Gas rijdt schoonst ANTWOORDEN

Versie I

1

Brandstof	CO ₂	NO _x	Fijn stof (koolstof)
Diesel	+	--	--
Aardgas (CNG)	++	++	++
Lpg	+	+	+



4

Stof die in de uitlaatgassen zit:	Milieuprobleem dat erger wordt:
Stikstofoxiden (NO _x)	verzuring, smog
Koolstofdioxide	broeikaseneffect
Fijn stof (koolstof)	schadelijk voor de gezondheid

5

Brandstof:	Nadelen:
Diesel	veel stikstofoxiden en stofdeeltjes
LPG	lpg auto gebruikt ook benzine, gastanks zwaar en groot, blijft accijns zo laag, blijft de prijs laag?
Aardgas (CNG)	vrijwel nergens te krijgen, blijft accijns zo laag, blijft de prijs laag?

6 -

Versie II

1 LPG, aardgas, benzine, diesel.

2 LPG: voordeel lagere emissie vervuilende stoffen; nadeel: gastank neemt veel ruimte in.

CNG: voordeel lagere emissie van vervuilende stoffen; nadeel: vrijwel nergens te krijgen, gastank neemt veel ruimte in.

Diesel: voordeel zuiniger en minder uitstoot koolstofdioxide; nadeel: uitstoot stikstofoxiden en fijn stof.

3 Eigen onderbouwd advies van leerling, gebaseerd op antwoord van vraag 2.

de Volkskrant, 14 februari 2004

Alcohol efficiënte bron van energie

Laptops die lopen op alcohol, zijn al jaren in ontwikkeling, maar vaak hebben de apparaten moeite met de warmte die door deze energievoorziening ontstaat. In *Science* (13 februari) beschrijven Amerikaanse en Griekse wetenschappers deze week een techniek waarbij juist genoeg warmte vrijkomt om de reactie op gang te houden.

In het proces wordt de alcohol (ethanol) eerst omgezet in koolmonoxide en waterstof. In de volgende stappen reageert het ene verder tot kooldioxide, en het andere in een brandstofcel met zuurstof tot water en elektriciteit.

De nieuwe techniek is interessant, omdat ethanol kan worden gedestilleerd uit landbouwproducten als maïs, suikerbieten en soja, en dus een groene brandstof is.

Rechtstreekse omzetting van ethanol in een brandstofcel is ook mogelijk, maar veel minder efficiënt, schrijven de onderzoekers in het *Science*-artikel.

Bij hun 'zelfwarmende omzetting'

wordt zo'n 95 procent van alle waterstofatomen uit het oorspronkelijke ethanol gebruikt. 'Een mooi percentage', zegt drs. Ronald Mallant, programmaleider brandstofceltechnologie bij energie-onderzoekscentrum ECN in Petten. Maar geen revolutie, volgens hem. ECN heeft voor dergelijke omzettingen ook een proefreactor op zijn terrein staan, en haalt vergelijkbare percentages. 'Het is niet zo dat we hierop zaten te wachten.' Mallant betwijfelt of bio-ethanol ooit in zulke grote mate voorradig zal zijn, dat de transportsector er genoeg aan zal hebben.

De onderzoekers vestigen hun hoop dan ook vooral op 'kleine, draagbare toepassingen' waarin de brandstofcel 'simpel en robuust' moet zijn. Ze rekenen voor dat een gemiddelde laptopcomputer in principe tien uur kan draaien op één mol ethanol. Dat komt overeen met bijna zestig kubieke centimeter. Twee flinke borrelglazen.

Versie I

- 1 Voor welk probleem hebben de onderzoekers een oplossing gezocht?
- 2 Geef de formules van de stoffen waar alcohol, C_2H_6O , eerst in wordt omgezet

In de tekst staat: "In de volgende stappen reageert **het ene** verder tot koolstofdioxide, .."

- 3 Geef de naam van die "ene" stof
- 4 Geef de vergelijking van de reactie in de brandstofcel
- 5 Welke stof wordt eigenlijk gebruikt bij de energievoorziening van de laptop?
- 6 Welke stof is een afvalproduct bij de energievoorziening van een laptop?

"Ethanol kan worden gedestilleerd uit landbouwproducten". Voordat er gedestilleerd kan worden, moeten er eerst stoffen uit de landbouwproducten worden vergist.

- 7 Geef de vergelijking van de reactie waarbij glucose, $C_6H_{12}O_6$, wordt vergist tot alcohol en koolstofdioxide.
- 8 Zijn de onderzoekers van het ECN in Petten positiever of negatiever over de nieuwe techniek? Je antwoord moet er zo uitzien: Positiever/negatiever, want
- 9 Bereken de molecuulmassa van ethanol (C_2H_6O).
Een "mol ethanol" heeft ongeveer een massa van 46 gram.
- 10 Bereken of een mol ethanol inderdaad evenveel is als "Twee flinke borrelglazen" (Zoek eerst in je Binasboekje de dichtheid van alcohol op).
- 11 Bereken hoeveel alcohol een laptop gedurende een lesuur gebruikt.

Versie II

Er zijn al laptops die ethanol, C_2H_6O , als brandstof gebruiken in een brandstofcel.

- 1 Welk probleem treedt op bij deze laptops?

Amrikaanse en Griekse wetenschappers hebben een techniek ontwikkeld om dit probleem te ondervangen.

- 2 Wat hebben zij ontwikkeld?
- 3 Geef de vergelijking van de reacties/halfreacties die achtereenvolgens optreden.
- 4 Geef ook de totaalvergelijking.

Ethanol kan volgens het artikel gedestilleerd worden uit landbouwproducten.

- 5 Leg uit dat dit als chemisch gezien een onjuiste uitspraak is: leg uit dat dit proces onmogelijk is.

Wat men waarschijnlijk bedoelt, is dat door fermentatie van suikers in de landbouwproducten ethanol ontstaat.

- 6 Geef de fermentatie (vergisting) van glucose weer. Er ontstaat ook koolstofdioxide.

Men noemt deze ethanol een groene brandstof.

- 7 Licht deze term toe.

Een gemiddelde laptop kan 10 uur werken op één mol ethanol.

- 8 Laat via een berekening zien dat dit overeenkomt met bijna 60 cm^3 ethanol.

Alcohol efficiënte bron van energie ANTWOORDEN

Versie I

1 De grote warmteontwikkeling als alcohol rechtstreeks wordt omgezet in een brandstofcel.

2 CO en H₂

3 Koolstofmonoxide

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

5 Waterstof voor de energievoorziening.

6 Koolstofmonoxide (koolstofdioxide) is een afvalproduct.

7 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

8 Negatiever, want: "Geen revolutie – We halen vergelijkbare percentages – Het is niet zo dat we hier op zaten te wachten"

9 molecuulmassa = 24,0 + 6,0 + 16,0 u = 46,0 u

10 Dichtheid is 0,80 gram per cm³, dus 60 cm³ heeft een massa van 48 gram, dus dat klopt ongeveer

11 46 gram komt overeen met 10 uur (600 minuten). Dus Bij een lesuur van 50 minuten $50/600 \times 46,0 = 3,83$ gram. Bij een lesuur van 45 minuten $45/600 \times 46,0 = 3,45$ gram alcohol

Versie II

1 Dergelijke laptops produceren veel warmte.

2 Zij hebben een techniek ontwikkeld die veel minder juist voldoende warmte laat vrijkomen om de reactie op gang te houden.

3 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CO} + 4 \text{H}_2$; $2 \text{CO} + \text{O}_2 \pm 2 \text{CO}_2$ of $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (shiftreactie).

In de brandstofcel halfreacties: $2 \text{H}_2 \rightarrow 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$; $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

Som van de twee halfreacties: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

4 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$.

5 Destillatie is een scheidingsmethode. Er zou dan al alcohol in de plant zitten en dat is niet juist.

6 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 2 \text{CO}_2$.

7 Het belast het milieu bij verbranden niet omdat de vrijkomende koolstofdioxide geen toename veroorzaakt. Deze hoeveelheid koolstofdioxide was in een eerder stadium door de plant gebonden.

8 Eén mol ethanol $\equiv 46,07$ g. De dichtheid is $0,80 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} = 0,80 \text{ g cm}^{-3}$. Dus $46,07 \text{ g} \equiv 46,07/0,80 = 58 \text{ cm}^3$.

KOLENVERGASSING OPGAVEN

Shell Venster, januari/februari 2004

KOLENVERGASSING EEN INGEWIKKELD PROCES

Het Shell Coal Gasification Process onderscheidt zich van andere kolenvergassingstechnologie vooral omdat het wordt gevoed met droge poederkool. Piet Zuideveld van Shell Global Solutions: "Onze twee concurrenten mengen de steenkool met water, waarna die waterslurry de vergasser wordt ingepompt. Dat vermindert de energie-efficiëntie aanzienlijk. Ons systeem verbruikt 10 procent minder kolen en 20 procent minder zuurstof. Dat is een belangrijke reden voor ons succes."

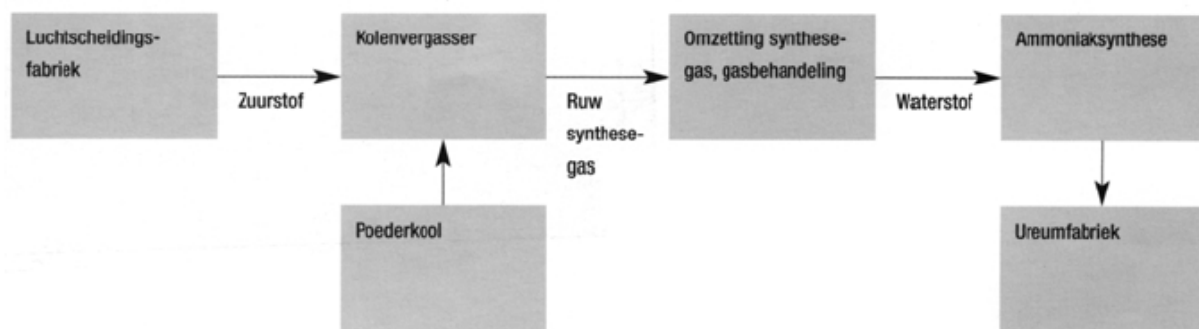
Onder toevoeging van een ondermaat zuurstof worden de kolen bij een druk van 20 tot 40 bar omgezet bij meer dan 1.500 graden.

(...)

"Alles bij elkaar is kolenvergassing een ingewikkeld proces", constateert Zuideveld, "dat zich afspeelt onder zware condities die je ook nog eens heel precies moet kunnen sturen. De verhouding tussen zuurstof en kolen moet tot op 1 à 2 procent nauwkeurig worden geregeld. Daar komen heel ontwikkelde meetsystemen aan te pas en ook in het voedingssysteem is veel kennis geïnvesteerd. Het resultaat mag er zijn: in het syngas zit 80 procent van de calorische waarde van de kolen, terwijl 16 procent eruit gaat als hogedrukstoom die je elders in het proces kunt gebruiken. Je komt dus uit op een totaal omzettingsrendement van 96 procent, en dat is erg hoog."

(...)

Schema kolenvergassing voor kunstmestproductie



Bekijk het "Schema kolenvergassing voor kunstmestproductie"

Bij de luchtscheidingsfabriek staat in het schema één product vermeld. Als voornaamste producten komen echter twee gassen vrij

1 Geef de naam van het andere gas.

2 Geef de formules van de twee gassen die als voornaamste producten uit de luchtscheidingsfabriek zullen komen

In de kolenvergasser reageert koolstof met weinig zuurstof. Er ontstaat koolstofmonooxide

3 Geef de reactievergelijking van dit proces

Vervolgens reageert de koolstofmonooxide met water (stoom) waarbij waterstof en koolstofdioxide ontstaat

4 Als men 100 liter (100 kg) water laat reageren, bereken dan hoeveel kg waterstof ontstaat

De waterstof laat men reageren tot ammoniak, NH_3

5 Geef de formule van het gas dat met waterstof moet reageren tot ammoniak

6 Bij welke stap in het schema heeft men dit gas gekregen?

Een formule voor ureum is: NH_2CONH_2 . Ureum kan worden gebruikt als kunstmest omdat er stikstof in zit.

7 Bereken het massapercentage stikstof in ureum.

Kolenvergassing ANTWOORDEN

1 Stikstof

2 O₂ en N₂

3 $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$

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

18	2
100	11,1

Antwoord: 11,1 kg waterstofgas.

5 N₂

6 Bij stap 1 in de luchtscheidingsfabriek.

7 $\frac{\text{massa N}_2}{\text{massa N}_2\text{H}_4\text{CO}} \times 100\% = \frac{28}{60} \times 100\% = 46,7\%$

WAT IS GOEDE TATTOOINKT? OPGAVEN

Quest, mei 2004

Wat is goede tattooinkt?

Van Klengeren, Amsterdam

Vraag de tattoo-specialist naar de ingrediënten van zijn inkt, en er volgt een geheimzinnige stilte. Want de samenstelling van de inkt is bepalend voor de kwaliteit en is dus het geheim van de chef. Toch mogen we enige openheid van zaken verwachten: er is een wet van kracht ter preventie van infecties en ziekten als gevolg van tatoeages. Wat we wel weten?

De basis van elke kleur is anders. Zwart wordt gemaakt van koolstof, veel bruine en rode kleuren van ijzeroxide. De kleurstof wordt vermengd met water, een desinfecterend middel als alcohol en een verdikkingsmiddel om de inkt compacter te maken. De enige in Nederland en België goedgekeurde inkt komt van fabrikant CTS (www.custom-tattoo.com)



Lees eerst het artikel door.

- 1 Welke kleurstof zit in zwarte tattooinkt?
- 2 Welke kleurstof kan worden gebruikt om rode en bruine inkt te maken?
- 3 Waarmee moet je de kleurstoffen mengen om bruikbare tattooinkt te krijgen?
- 4 Van welke fabrikant mogen de tattoo-eerders alleen maar hun inkt kopen?

Lees onderstaand stukje

Nieuwe wetgeving.

Vanaf maart 2004 gaat de Europese wetgeving in voor de tattoo branche. Vanaf die tijd mag de keuringsdienst van waren onverwachte controle's uitvoeren.

- Een studio mag alleen nog maar gebruik maken van gecertificeerde kleurstoffen. Nog maar enkele leveranciers mogen deze kleurstoffen aan studio's leveren. Bij de geleverde kleuren zit een certificaat die bij eventuele controle door de keuringsdienst van waren of bijvoorbeeld de GG&GD getoond moeten kunnen worden. Ook zullen deze instellingen steekproefsgewijs enkele controle's uit kunnen gaan voeren wanneer er twijfel is.

Uit: <http://www.tattoorichard.nl/nieuwewet.htm>

- 5 Waarom mogen tattoo-eerders hun inkt alleen nog maar kopen bij fabrikant CTS?

Practicum

TIJD: Een / Twee lesuren Groepjes van twee leerlingen

- 1 Eén leerling maakt eerst een fraaie tekening die jullie als tattoo zou willen gebruiken.

Ben je niet zo creatief vraag dan voorbeelden aan je docent

- 2 In het artikel staan stoffen die je kunt gebruiken om tattooinkt te maken.

Je moet met deze stoffen verschillende kleuren tattooinkt maken.

Je hebt daarvoor in ieder geval nodig: mortier met stamper, petrischaaltjes of andere schaaltes of potjes waarin je de stoffen kunt mengen, roerstaafjes, trechter, filterpapier.

Gebruik steeds heel weinig vloeistof. Gebruik druppelpipetjes

- 3 Welke stoffen moet je bij elkaar doen om de volgende inkten te krijgen?

A zwarte inkt: + ...water... + ...alcohol...

B bruine inkt: + +
C rode inkt: + +
D blauwe inkt: ijzer(III)chloride + "kaliumnogwat" + water+ alcohol

los 2,5 gram ijzer(III)chloride op in 6 ml water, doe er 1 gram "kaliumnogwat" bij

4 Waarom moeten de kleurstoffen heel erg fijn vermalen worden?

5 Verf je tattoo-tekening op paier

Als je nog meer wil weten over tatoeëren kijk dan op de site die in het artikel wordt genoemd.

Wat is goede tattoo-inkt? ANTWOORDEN

1 Koolstof

2 ijzeroxide

3 Water, alcohol, verdikkingsmiddel

4 CTS

5 Vanwege de nieuwe wetgeving

Opmerkingen

a Voor niet zo creatieve leerlingen kun je een aantal voorbeelden van te voren drukken of ze (thuis eerst) naar voorbeelden laten zoeken op:

http://www.mariebelle.nl/nl/dept_341.html of op: <http://www.roy-flash.com/main.swf> Klik op: Galerie

of voor henna-op-je-hand voorbeelden: <http://www.roy-flash.com/main.swf>

NB Als ze zelf zoeken komen ze nog al snel op sites waar ze beter niet kunnen komen...

b Gebruik spiritus als je alcohol te duur vindt

c Uitgebreide uitleg over het maken van Pruisisch blauw (Geschikt voor VWO6):

<http://members.lycos.nl/rherold/science/synthese/pruisischblauw.htm> (interessante site !). Volgens dat voorschrift gaat dat als volgt: Maak een verzadigde oplossing van ijzer(III)chloride door 2.3 g op te lossen in 3 mL demi-water. Maak een andere verzadigde oplossing door 0,9 g kaliumhexacyanoferraat ("kaliumnogwat") ($K_4[Fe(CN)_6] \cdot xH_2O$) op te lossen in 3 mL demi-water.

d Vroeger werd van de rook van brandende pinda's zwarte inkt gemaakt. De roet werd gemengd met pure alcohol. In Japan gebruiken ze sterk walmend kaarsvet.

Thee met ijzer(III) ionen mengen en indampen geeft ook zwarte inkt

KLEDINGBRAND OPGAVEN
FOLDER



I De website bestuderen

1 Lees het bovenstaande stukje uit de folder: "Aandacht voor kledingbrand"

2 Ga naar de site: www.veiligheid.nl. Als er niets gebeurt moet je onderstaande site intypen: <http://www.veiligheid.nl/csi/websiteveiligheid.nsf/wwwCampagneContent?readform&interactief&c=brandveiligheid>

3 Klik op: **Interactieve checklist 'Kleding en vuur'** (Zie onder:)



Checklist 'Kleding en vuur'

Interactieve checklist 'Kleding en vuur'

Met deze checklist komt u er snel achter of u wel of niet veilig bezig bent op het gebied van vuur en uw kleding.

Check het nu!

4 Vul de vragenlijst die je krijgt helemaal in. Vul de vragen eerlijk in, vul nooit n.v.t. in maar kies altijd ja of nee. Wat was je uitslag? Schrijf in het kort op waar je op moet letten.

5 Doe de checklist nogmaals, vul bij vraag 7 en 9 "nee" in, vul bij de rest "ja" in.

a Wat moet je doen bij "vlam in de pan"

b Waar moet je bij je kleding op letten als je aan het barbecuen bent?

II Een folder maken over kleding en vuur.

Opdracht: Maak een folder over kleding en vuur.
 Grootte: Neem een A4 blad en vouw deze in drie stukken van ± 10 cm bij ± 20 cm zodat je een soort boekje krijgt.
 Op de computer doe je dat in WORD als volgt:
 Bestand – pagina-instelling –

Inhoud: Voorkant. Moet de aandacht trekken. Het moet duidelijk zijn waar de folder over gaat.
 Binnenin: Vertel in het kort waar je bij je kleding e vuur op moet letten. Gebruik daarvoor de antwoorden op de checklist Zie vraag 4 hierboven.
 Bekijk ook de rest van de site om er achter te komen of er nog meer folder kan.



nuttigs op je

Een belangrijk punt dat ook in de folder moet komen is: Wat te doen als het toch misgaat. Lees daarvoor onderstaand stukje.
 Er staan acht belangrijke punten in. Kies er daarvan 5 uit die jij het belangrijkste vindt en neem die over.

WAT TE DOEN ALS HET TOCH MISGAAT?

Wanneer uzelf of een ander in brand staat, probeer dan nooit in paniek te raken, hoe moeilijk dit ook is. Blijf kalm en ga nooit rennen, want dat wakkert de vlammen alleen maar aan.

Wat u verder wel en niet moet doen:

- Doof de vlammen. Dit kan met water, door over de grond te rollen of met een blusdeken (te koop bij doe-het-zelfzaken).
Scherm meteen het gezicht van het slachtoffer af!
- Begin direct met het koelen van de wond.
Koel bij voorkeur met zacht stromend en lauw kraanwater.
Als dit niet bij de hand is, kunt u ook koelen met slootwater of natte doeken. Het is altijd beter iets dan niets te koelen.
- Koel ten minste vijf minuten. Langer is beter, maar let wel op onderkoeling.
- Verwijder tijdens het koelen alleen die kleding die niet aan de huid is gekleefd.
- Waarschuw onmiddellijk een arts als er blaren zijn of als de huid er aangetast uitziet.
- Bedek de brandwonden met steriel verband.
Bij grotere brandwonden met een schone doek of een schoon laken.
- Smeer nooit iets op de brandwond.
- Zorg dat het slachtoffer zittend wordt vervoerd.
Het hoofd moet altijd hoger zijn dan de rest van het lichaam in verband met mogelijke vochtophoping.

Kledingbrand ANTWOORDEN

Op onderstaande site kun je de volledige folder downloaden:

[http://www.veiligheid.nl/csi/websiteveiligheid.nsf/wwwAssets/folder-kleding-en-vuur.PDF/\\$file/folder-kleding-en-vuur.PDF](http://www.veiligheid.nl/csi/websiteveiligheid.nsf/wwwAssets/folder-kleding-en-vuur.PDF/$file/folder-kleding-en-vuur.PDF)

HARD, HARDER, HARDST OPGAVEN

Agrarisch Dagblad, 3 januari 2004



Hard, harder, hardst

Pesse – Het moet harder kunnen, dachten de jongeren uit het Drentse Pesse. Zij ontwikkelden een variant op de aloude melkbus met carbid. Op het land van boer Wesseling bouwden ze een giertank om tot een reus-

achtige carbidbus. Voor ieder schot hadden zij vier kilo carbid nodig. Per uur haalden ze drie schoten die tot in de wijde omtrek te horen waren. Het deksel vloog met gemak honderd meter weg. Foto Jacob Melissen

Om het deksel van de melkbus te kunnen afschieten, moet de bus eerst worden 'geladen' met carbid.

Carbid heeft als belangrijkste bestanddeel calciumcarbide, CaC_2 . In Binas kun je hiervan de systematische naam vinden.

1 Geef de systematische naam van CaC_2 .

Als carbid in aanraking komt met vocht, ontstaan het zeer explosieve gas ethyn, C_2H_2 , en calciumhydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

2 Noteer de vergelijking van de opgetreden reactie.

3 Bereken hoeveel dm^3 ethyngas er maximaal kan ontstaan per schot. Gegeven: 1 mol gas heeft een volume van 24 dm^3 .

4 Bereken hoeveel liter water er tenminste moet worden toegevoegd.

Bij het aansteken van het ethyn-lucht mengsel treedt een explosie op.

5 Wat is een explosie?

6 Waaruit valt in het artikel af te leiden dat er een explosie optreedt bij het aansteken?

7 Geef de vergelijking van de explosiereactie.

8 Bereken hoeveel dm^3 lucht er voor de explosie nodig is.

Er treedt bij een explosie altijd een geweldige expansie op. Deze expansie is bij de bovenstaande reactie niet te verklaren door de toename van de hoeveelheid gas bij de explosie.

9 Geef wel een mogelijke verklaring voor de expansie.

Hard, harder, hardest ANTWOORDEN

1 Calciumacetylide.

2 $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$.

3 Bij ieder schot gebruikt men $4 \text{ kg} = 4000 \text{ g}$ carbid. $4000 \text{ g} \equiv 4000/64,1 = 62,4 \text{ mol}$. Hieruit ontstaat $62,4 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_2 \equiv 62,4 \times 24,0 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2$.

4 $62,4 \text{ mol } \text{CaC}_2 \equiv 2 \times 62,4 \text{ mol } \text{H}_2\text{O} \equiv 124,8 \times 18,02 = 2,25 \cdot 10^3 \text{ g } \text{H}_2\text{O} \equiv 2,25 \cdot 10^3 / 0,998 \cdot 10^3 = 2,25 \text{ L } \text{H}_2\text{O}$

5 Een supersnelle verbranding.

6 Je ziet een steekvlam uit de gierton te voorschijn komen; het deksel vloog honderd meter weg.

7 $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

8 $1,5 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ C}_2\text{H}_2 \equiv 5/2 \times 1,5 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 \equiv 100/21 \times 5/2 \times 1,5 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ lucht} = 17,9 \cdot 10^3 \text{ dm}^3 \text{ lucht}$

9 Er komt bij de explosie zoveel energie vrij dat de temperatuur sterk stijgt en dus de gassen sterk uitzetten.

Opmerking: tegenwoordig wordt bij het schieten met een melkbus niet meer de deksel gebruikt maar een bal.

Nieuw reactieproces produceert waterstof uit water en alcohol

Een alcohol-watermengsel is in een eenvoudige zelfstokende reactor efficiënt om te zetten in waterstof en koolstofdioxide, melden Amerikaanse en Griekse onderzoekers van de universiteiten van Minnesota en Patras (*Science*, 13 febr).

Het proces biedt zicht op economisch rendabele en tegelijk duurzame waterstofproductie uit hernieuwbare, plantaardige grondstoffen. Uit plantensuikers kan door fermentatie ethanol ontstaan, een proces waaraan ook bier, wijn en wodka hun alcoholinhoud danken. Nu al rijden er auto's op zulke bio-ethanol, vermengd met benzine. Maar de omzetting in waterstof, voor gebruik in elektriciteitsproducerende brandstofcellen is energiezuiniger, en levert geen vervuiling op in de vorm van roet en koolmonoxide. Bovendien biedt het een mogelijke uitweg voor twee problemen van de veelgevoerde waterstofeconomie. Nu wordt waterstof vaak bereid uit fossiele brandstoffen. Die raken daardoor nog net zo hard op als in de olie-economie, en er komt net zo veel broeikasgas uit de productie van de brandstof als uit de productie van de brandstof. Bij het gebruik van bio-ethanol gebeurt dat laatste weliswaar ook, maar voorafgaand aan de productie van de brandstof is een gelijke hoeveelheid koolstofdioxide uit de atmosfeer opgenomen in de gebruikte gewassen.

Daarnaast is puur waterstof alleen in hogedruktanks praktisch te transporteren, wat de distributie en mobiele toepassingen lastig maakt. Ethanol is daarentegen te vervoeren in gewone tanks, en lang niet zo giftig als het verwante methanol, waaruit ook waterstof bereid kan worden.

Normaal gesproken kost het omzetten van alcohol en water in waterstof energie, waardoor de reactor extra gestookt moet worden. De oplossing van de Amerikanen is om nog meer water toe te voegen, en drie verschillende chemische reacties tegelijk te laten verlopen. Twee daarvan leveren waterstof en koolmonoxide op, maar kosten energie. De derde, de zogeheten 'water gas shift'-reactie, verbruikt juist koolmonoxide en levert energie op. Netto blijft er dan een energetisch gunstige waterstofproductie over.

Een sproeier verspreidt het water-alcoholmengsel in kleine druppeltjes, die vervolgens snel verdampen door verhitting. Samen met bijgemengde lucht loopt het reactiegas vervolgens snel door een poreuze katalysator van rhodium met ceriumoxide op 700 graden. Daarbinnen ontstaat de waterstof, waarbij genoeg warmte vrijkomt om de katalysator op temperatuur te houden.

De reactor is gemakkelijk kleinschalig of mobiel uit te voeren, denken de onderzoekers, zodat eerste toepassingen mogelijk

in afgelegen gebieden zonder stroom zullen zijn. De prijs van de geleverde energie is onder ideale omstandigheden vier dollarcent per kilowattuur, vergelijkbaar met marktprijzen.

Doordat ook een restje koolmonoxide de reactor verlaat, kan het afgetapte waterstof echter niet meteen gebruikt worden in de populaire PEM-brandstofcellen (polymeer elektrolyt membranen). Dit type brandstofcellen, veel gebruikt in mobiele toepassingen als waterstofauto's, is zeer gevoelig voor koolmonoxide. Een extra zuiveringsstap of een ander type brandstofcel zou dit probleem kunnen omzeilen, stellen de onderzoekers.

Bruno van Wayenburg



● De FCX, de commercieel verkrijgbare waterstofcelauto van Honda.

Uit plantensuikers kan door fermentatie alcohol ontstaan.

- 1 Hoe ontstaan plantensuikers, zoals glucose, in planten?
- 2 Geef de reactievergelijking voor de vorming van glucose in planten.

Fermentatie is een proces waarbij uit bijvoorbeeld glucose door ontleding ethanol en koolstofdioxide ontstaan.

- 3 Geef de reactievergelijking van het fermentatieproces van glucose.
- 4 Leg uit dat de alcohol die zo geproduceerd wordt, bij verbranding niet bijdraagt aan het versterkte broeikas effect.

Ethanol en waterstof kunnen beide als brandstof toegepast worden in auto's.

- 5 Noem een aantal voor- en nadelen van beide brandstoffen.

In het nieuwe proces verlopen meerdere processen tegelijk, zowel endo- als exotherme processen.

- 6 Geef van zowel de endotherme als de exotherme reactie de vergelijking.
- 7 Geef ook de totaalvergelijking.

Lees de eerste zin van het artikel.

- 8 Klopt dit met de uitkomst van vraag 6 en 7? Licht je antwoord toe.

Waterstof kan als brandstof ook in een brandstofcel gebruikt worden.

- 9 Geef de totaalvergelijking van de reactie die in de brandstofcel optreedt.
- 10 Wat is het grote voordeel om waterstof in een brandstofcel te laten reageren in plaats van rechtstreeks te verbranden?

Waterstof uit water en ethanol ANTWOORDEN

1 De fotosynthese (zorgt voor de aanmaak van plantensuikers).

2 $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.

3 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 2 \text{ C}_2\text{H}_6\text{O}$.

4 De alcohol is gevormd uit plantensuikers. Bij de fotosynthese is koolstofdioxide omgezet in suikers. De totale hoeveelheid koolstofdioxide verandert hierdoor niet.

5 Ethanol kan als vloeistof makkelijk vervoerd en getankt worden (voordeel). Ethanol moet in de brandstofcel wel eerst omgezet worden (nadeel). Waterstof kan in zuivere vorm alleen in hogedruktanks vervoerd worden (nadeel). Ook het tanken van waterstof is een stuk lastiger dan het tanken van ethanol (nadeel).

6 Endo: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ CO} + 4 \text{ H}_2$. Exo: $2 \text{ CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2$

7 Totaal: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2$.

8 Nee, want daar staat dat een alcohol-watermengsel omgezet wordt in waterstof en koolstofdioxide. Uit de reactie blijkt dat ook zuurstof(lucht) nodig is.

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

10 Er wordt elektriciteit gemaakt (die een elektromotor kan aandrijven). Er is nauwelijks warmteverlies.

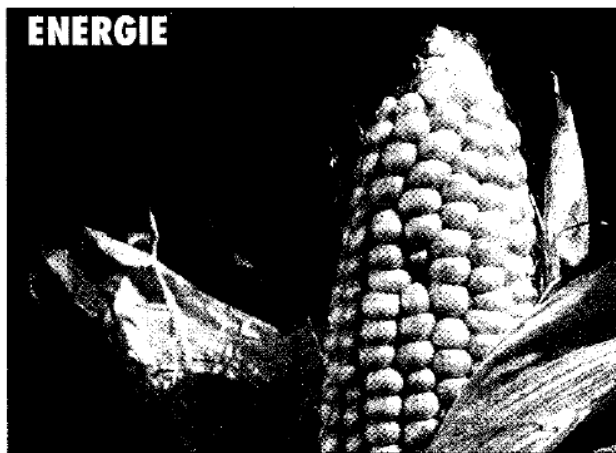
Chemisch2Weekblad, 28 februari 2004

WATERSTOF UIT MAÏS

Wetenschappers uit de Amerikaanse staat Minnesota hebben een reactor ontwikkeld waarin een mengsel van lucht en een water-ethanolmengsel bij 700 °C over een rhodiumkatalysator wordt geperst. Er komt een mengsel uit van waterstof en kooldioxide, waarmee je elektriciteit kunt opwekken in een brandstofcel. Voor de meeste brandstofceltypen is het gas te onzuiver, maar met een vast-oxidecel (SOFC) zou het net goed moeten gaan.

De ethanol wordt geproduceerd door biomassa, zoals maïs, te vergisten. In Minnesota gebeurt dit al. Tot nu toe wordt die bio-ethanol aan autobenzine toegevoegd om de verbranding 'schoner' te maken. Het nieuwe waterstofproces belooft een hoger energetisch rendement. Volgens de onderzoekers

is zestig procent haalbaar, omdat ethanol niet meer hoeft te worden ontwaterd. Ze hopen dat dit de kosten genoeg reduceert om elektriciteit uit biomassa te laten concurreren met conventionele stroomopwekking. ●



BRANDSTOF

PRODUCTIE WATERSTOF GOEDKOPER

Waterstof als goedkope en schone brandstof komt een stapje dichterbij. Onderzoekers van Imperial College in Londen hebben ontdekt hoe planten watermoleculen splitsen in waterstof en zuurstof. Door in de toekomst dit mechanisme na te bootsen kan wellicht op een goedkope manier waterstof geproduceerd worden.

Bij fotosynthese in planten, sommige bacteriën en algen worden water en koolstofdioxide omgezet in organisch materiaal en zuurstof. Hierbij wordt onder invloed van licht water gesplitst. Er was al eerder bekend dat de katalysator waarin dit gebeurt, bestaat uit vier mangaanatomen.

De Britse wetenschappers onderzochten het fotosynthesecentrum van de

cyanobacterie *Thermosynechococcus elongatus*. Ze waren in staat om met behulp van röntgenkristallografie de structuur van het watersplitsingssysteem met een resolutie van 0,35 nanometer in kaart te brengen. De katalysator blijkt te bestaan uit een kubus van drie mangaanatomen, een calciumatoom en vier zuurstofatomen, die een stabiel centrum vormt. Het vierde mangaanatoom doet het meeste werk en zit slechts vast aan een van de zuurstofatomen van de kubus. Nu de structuur van het systeem bekend is, kan ook duidelijk worden hoe het mechanisme precies werkt. Tot nu toe wordt water gesplitst met behulp van elektrolyse. Dit is echter erg inefficiënt.

- 1 Wat is fotosynthese bij planten?
- 2 Geef de reactievergelijking die tijdens de fotosynthese optreedt.

Planten blijken tijdens de fotosynthese ook waterstof te produceren. Het water dat bij de fotosynthese ontstaat, kan onder invloed van licht worden gesplitst.

- 3 Welke reactieproducten ontstaan daarbij?
- 4 Geef de reactievergelijking.
- 5 Geef in dit verband een betere chemische omschrijving voor de term 'splitsen'.

Voor de splitsing is een heel speciale katalysator nodig. De katalysator blijkt te bestaan uit een stabiel centrum in de vorm van een kubus met op de hoekpunten atomen. De atomen zijn op een speciale manier gerangschikt.

6 Maak een tekening van de kubus. Zorg ervoor dat de vier zuurstofatomen zover mogelijk uit elkaar staan.

7 Hoe wordt het vierde mangaanatoom geplaatst?

Men spreekt van atomen als men het over de katalysator heeft.

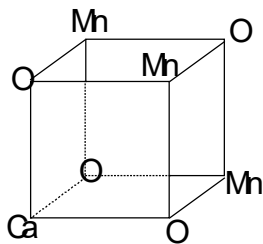
8 Zijn het (ongeladen) atomen? Licht toe.

Het nieuwe procédé moet een ander procédé gaan vervangen.

- 9 Hoe wordt tot nu toe water gesplitst?
- 10 Waarom is dat procédé erg inefficiënt?

Productie waterstof goedkoper ANTWOORDEN

- 1 De vorming van plantensuikers uit koolstofdioxide en water. Daarbij ontstaat ook zuurstof.
- 2 $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.
- 3 Waterstof en zuurstof.
- 4 $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$.
- 5 Betere term is ontleden.
- 6



- 7 Het vierde mangaanatoom zit vast aan één van de zuurstofatomen en zit buiten de kubus.
- 8 Het is een verbinding van metaal- en niet-metaalatomen, dus een zout. Het zijn dus ionen.
- 9 Tot nu toe via elektrolyse.
- 10 Elektrolyse kost heel veel energie. Het kost zoveel energie dat het niet echt rendabel is om op die manier waterstof te produceren.

Akzo Nobel maakt plannen voor grootste brandstofcelcentrale

ENERGIETECHNIEK Akzo Nobel overweegt de bouw van een elektriciteitscentrale met een brandstofcel. De installatie van 200 MW zou in zijn soort de grootste ter wereld zijn.

Rijkert Knoppers

Amersfoort – Akzo Nobel gaat samen met de in Arnhem gevestigde brandstofcelfabrikant NedStack de haalbaarheid van een elektriciteitscentrale op basis van brandstofcellen onderzoeken. De elektriciteitscentrale zou in de Botlek naast een bestaande chloor-elektrolysefabriek komen te staan. Deze fabriek maakt als hoofdproduct chloor en gebruikt daarvoor een vermogen van 200 MW.

Als bijproduct maakt de fabriek waterstof. De verbrandingswaarde van het waterstof komt overeen met ruim 80 MW. Hiermee kunnen de brandstofcellen 50 MW gelijkstroom produceren. De opgewekte stroom gaat terug naar de chloor-elektrolysefabriek. 'De brandstofcel draait bij 50

MW op deellast, maar de installatie is zo snel schakelbaar dat deze binnen 0,2 sec een piekvermogen van 200 MW kan leveren. Dit extra vermogen van 150 MW kan dienen om het elektriciteitsnet te stabiliseren', verduidelijkt Erik Middelma, directeur van NedStack. 'Wij gaan de installatie ook gebruiken om de stacks te kunnen testen voor gebruik in stadsbussen. Dat betekent dat de cellen 40.000 uur onderhoudsvrij moeten kunnen draaien. Dat is op ons laboratorium moeilijk uit te proberen.'

De centrale werkt met de zogenaamde Proton Exchange Membrane (PEM) brandstofcel, en bestaat uit 2.000 stacks die bij een werkt temperatuur van 75 graden een elektrisch rendement van zestig procent leveren. De geplande installatie is de grootste ter wereld. Het verschil met de op één na grootste brandstofcelcentrale is groot: het Canadese bedrijf Fuel Cell Energy produceert een brandstofcel met een vermogen van 2 MW. Het ministerie van Economische Zaken ondersteunt het onderzoek. Over twee jaar valt de beslissing of de bouw doorgaat. **TW**

CHLOOR UIT BRANDSTOFCEL

Akzo Nobel onderzoekt of het haalbaar is om brandstofcellen te plaatsen bij de chloorfabriek in de Botlek. Ze zouden de waterstof moeten hergebruiken die vrijkomt bij de elektrolytische productie van chloor en natronloog uit keukenzout en water. De geproduceerde stroom kan rechtstreeks terug naar het proces. Als piekvermogen wordt 200 MW opgegeven, waarmee het de grootste brandstofcelinstallatie ter wereld zou worden.

Het onderzoek wordt gedaan door de business units Energy en Base Chemicals. Partner is NedStack in Arnhem, een bedrijf dat in 1998 van Akzo Nobel is afgesplitst om het brandstofcelonderzoek van het concern voort te zetten. Uiterlijk op 1 januari 2007 valt de beslissing of de bouw doorgaat. ●

Chloor kan gevormd worden door elektrolyse van pekkel, een keukenzoutoplossing.

1 Geef de beide halfreacties die optreden tijdens de elektrolyse.

Als bijproduct ontstaat volgens het artikel waterstof. Maar er ontstaat nog een ander bijproduct.

2 Waarom spreekt men over bijproducten?

3 Welk ander bijproduct wordt er bedoeld?

De vrijkomende waterstof kan in een brandstofcel gebruikt worden.

4 Wat is een brandstofcel?

De centrale werkt met de PEM-brandstofcel. Aan de ene elektrode reageert waterstof, aan de andere elektrode zuurstof.

5 Waar staat de afkorting PEM voor?

6 Wat wordt er door het membraan getransporteerd?

7 Geef de beide halfreacties die in de PEM brandstofcel optreden.

NedStack ziet nog een ander voordeel.

8 Welk ander voordeel?

Brandstofcelcentrale ANTWOORDEN

1 $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$; $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$.

3 Het zijn bijproducten omdat chloor het belangrijkste (economische) product is. Men voert het proces uit om chloor te produceren.

4 Natronloog: de gevormde hydroxide-ionen vormen met de al aanwezige natriumionen natronloog.

5 Een elektrochemische cel die een brandstof bij lage temperatuur op afstand verbrandt. Hierbij wordt elektrische energie geproduceerd met een hoog rendement.

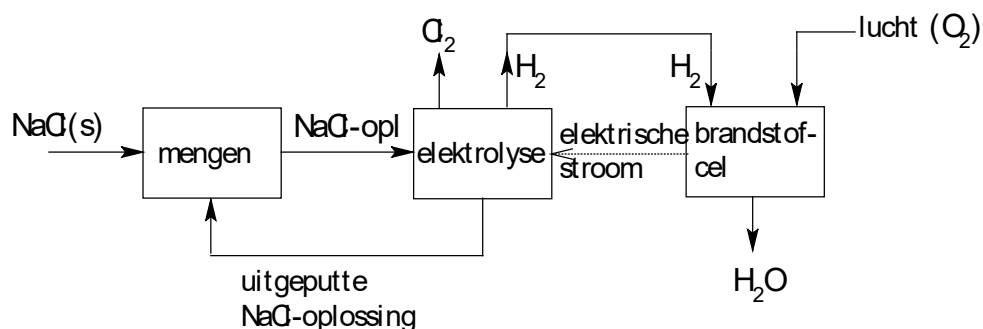
6 Proton Exchange Membrane.

7 Waterstofionen.

8 $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$; $4 \text{H}^+ + \text{O}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

9 NedStack ziet het als mogelijkheid om stacks te testen die op een later tijdstip in stadsbussen toegepast kunnen worden.

Ter verduidelijking kunt u onderstaand blokschema voor de leerlingen gebruiken.



In het persbericht dat Akzo Nobel uitgaf, staat een link naar een site van de Wisconsin University:

scifun.chem.wisc.edu/chemweek/. Hier staat veel informatie over het elektrolyseproces van zout en de producten Cl₂, NaOH en H₂.



Aspirine, de pil tegen pijn, koorts en ontstekingen werd begin vorige eeuw ontdekt door de scheikundige Felix Hoffmann.

Aspirine

Medische vindingen

Eeuwenlang moest de gezondheidszorg het stellen zonder een aantal medische vindingen die vandaag de dag als vanzelfsprekend worden gezien. Wie waren de bedenkers en hoe verging het hun vinding?

Door **MARTEN DOOPER**

De Duitse fabrikant Hoffmann wordt, zo rond 1895, dagelijks gekweld door hevige reumatische pijnen. De meest doeltreffende pijnstillers in die tijd is salicylzuur, een middel dat al eeuwenlang gewonnen wordt uit wilgenbast of de moerasspirea. Vanaf halverwege de 19e eeuw kan salicylzuur - afgeleid van *Salix*, de wetenschappelijke naam voor de wilg - ook in het laboratorium worden gemaakt. Er kleefte wel een nadeel aan het medicijn. Het is niet alleen erg bitter, de zure stof veroorzaakt bij langdurig gebruik bovendien levensgevaarlijke maagbloedingen. Hoffmann heeft echter geluk. Zijn zoon Felix (1868 - 1946) is scheikundige en sinds

1894 in dienst van *Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co.* Deze kleurstoffenfabriek legt zich sinds enige jaren toe op het fabrieksmatig maken van medicijnen. De jonge Felix heeft met zijn vader te doen en experimenteert om het salicylzuur zodanig te veranderen dat het beter te verdragen is. Op 10 augustus 1897 vermeldt hij in zijn labjournaal dat hij salicylzuur heeft voorzien van een zogeheeten acetylgroep. Het blijkt een schot in de roos. Acetylsalicylzuur, in 1899 gepatenteerd onder de naam Aspirine, kan aan zijn wereldwijde zegetocht beginnen.

Aldus de romantische lezing van de firma Bayer over de geboorte van het meest succesvolle medicijn aller tijden. Enkele jaren geleden stuitte de Britse wetenschaps-historicus *Walter Sneader* echter op een brief van ene *Arthur Eichengrün*, in 1897 de chef van *Felix Hoffmann*. In zijn brief, ge-

schreven in het concentratiekamp *Theresienstadt* waar *Eichengrün* als jood in 1944 was beland, stelt *Eichengrün* dat hij het was die *Hoffmann* destijds opdracht gaf acetylsalicylzuur (en enkele andere salicylzuurverbindingen) te maken. Bovendien zou aspirine zonder *Eichengrüns* inspanning niet verder gekomen zou zijn dan de laboratoriumtafel van *Felix Hoffmann*. De baas van de afdeling die het middel in de praktijk moest testen, *Heinrich Dreser*, zag er namelijk niets in. Hij vreesde dat het middel hartklachten zou veroorzaken.

Dreser wilde liever aan de slag met een andere door *Hoffmann* gemaakte stof: diacetylmorfine, tegenwoordig bekend onder de naam heroïne. *Eichengrün* om-



zeilde *Dreser*, schrijft hij in zijn brief, en benaderde op eigen houtje artsen om aspirine te testen als pijnstillend en koortswerend middel. Die waren al snel enthousiast over de werking. Nadat een van hen een lovende brief stuurde naar Bayer, greep het management in. Aspirine werd alsnog door *Dreser* getest en kwam op de markt. Dat de naam *Eichengrün* in de geschiedenis van aspirine werd weggemoffeld, wijt *Sneader* aan het opkomend antisemitisme in Duitsland in de eerste helft van de 20e eeuw. Hoe het ook zij, aspirine blijft tot ver in de 20e eeuw het belangrijkste middel tegen pijn, koorts en ontstekingen. Toch is het middel nog steeds niet ideaal. Het risico op maagbloedingen is weliswaar minder geworden, maar nog niet verdwenen. En dus wordt het middel vanaf de jaren zeventig gepasseerd door nieuwe pijnstillers als paracetamol en ibuprofen die geen maagklachten veroorzaken.

Aspirine komt echter sterk terug. In lage hoeveelheden blijkt het te beschermen tegen een (tweede) hartinfarct, tegen hersenbloedingen en mogelijk ook tegen (darm)kanker.



1 Hoe kwam men voordat acetylsalicylzuur in het laboratorium kon worden gemaakt aan salicylzuur.

Salicylzuur is een organisch zuur.

2 Zoek de systematische naam in Binas op. Noteer deze naam.

3 Teken de structuurformule van salicylzuur.

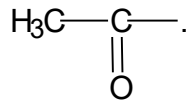
Salicylzuur werd in de 19^e eeuw als pijnstiller gebruikt.

4 Welke nadelen had het gebruik van salicylzuur?

Felix Hoffmann had een heel speciale reden om een verbeterde pijnstiller te maken.

5 Welke speciale reden had hij?

Felix Hoffmann maakte van salicylzuur acetylsalicylzuur. Dat kan door verestering van de hydroxylgroep in salicylzuur. Acetyl als zijketen is



6 Teken de structuurformule van acetylsalicylzuur.

7 Welke stof heb je nodig om van salicylzuur acetylsalicylzuur te maken?

8 Geef de reactievergelijking van de verestering.

De romantische lezing van de firma Bayer over het ontstaan van aspirine staat volgens de Britse wetenschapshistoricus Walter Sneader onder druk.

9 Welke lezing van het verhaal geeft Walter Sneader?

10 Waarom is deze lezing van het verhaal waarschijnlijk op de achtergrond geraakt?

Aspirine is in de jaren zeventig gepasseerd door nieuwe pijnstillers.

11 Welke worden er genoemd?

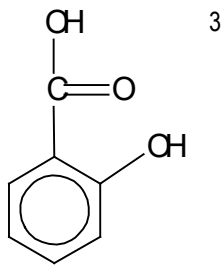
Toch komt aspirine daarna sterk terug.

12 Waardoor wordt aspirine weer meer toegepast?

Aspirine ANTWOORDEN

1 Het werd gewonnen uit berkenbast.

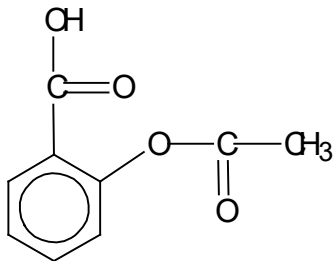
2 2-hydroxybenzeencarbonzuur.



4 Het is bitter, en de zure stof veroorzaakt bij langdurig gebruik maagbloedingen die levensgevaarlijk kunnen zijn.

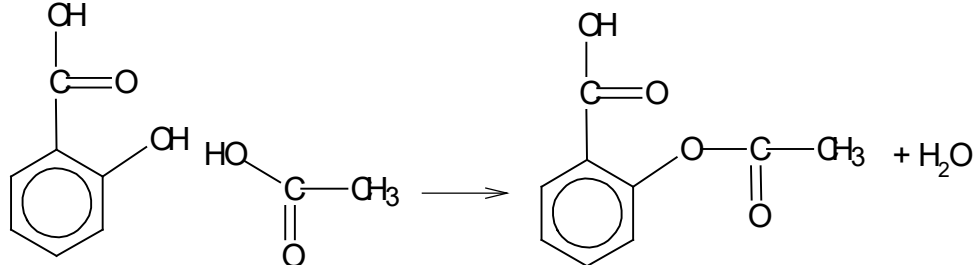
5 Zijn vader heeft hevige reumatische pijnen en Felix wil zijn vader helpen door salicylzuur zo te veranderen dat het beter verdraagbaar is.

6



7 Er is azijnzuur nodig.

8



9 De jood Eichengrün, de chef van Felix Hoffmann, had Hoffmann opdracht gegeven om acetylsalicylzuur te maken.

Eichengrün omzeilde de baas van de afdeling die er niets in zag door het middel op eigen houtje door artsen te laten testen.

10 Eichengrün was een jood en joden werden dat was in Nazi-Duitsland geen goede referentie.

11 Paracetamol en ibuprofen.

12 In lage hoeveelheden blijkt aspirine te beschermen tegen een (tweede) hartinfarct, tegen hersenbloedingen en mogelijk ook tegen (darm)kanker.

WATERZUIVERING

RIOOLWATER PRODUCEERT STROOM

Bruce Logan, hoogleraar milieutechniek aan Penn State University in Pennsylvania, heeft een microbiologische brandstofcel gebouwd die stroom levert uit rioolwater. De testopstelling is een 15 cm lang buisje, waardoor afvalwater langs grafietanodes stroomt. De kathode in het midden van het vat is omgeven door een membraan dat alleen protonen doorlaat.

Bacteriën, die aanwezig zijn in het water, voeden zich met het organisch afval. Onder zuurstofarme condities staan ze elektronen af aan de anode. De protonen trekken naar de koolstof/platinakathode en reageren daar met zuurstof tot water. De opstelling levert tussen de 10 en 50 mW per m² elektrodeoppervlak. Het rioolwater wordt voor 80 % gezuiverd.

TNO bedenkt biobatterij

Haarlem – Met een bak mest met daarin twee elektroden heeft TNO aangetoond dat het mogelijk is om met een rendement van negentig procent elektriciteit te produceren. Deze biobatterij bestaat uit twee compartimenten: een anaëroob gedeelte met bijvoorbeeld de mestslurry en een aëroob gedeelte met een waterige vloeistof. In beide compartimenten bevinden zich elektroden, gescheiden door een membraan dat de passage van waterstofionen mogelijk maakt.

Met dit principe is het mogelijk een biobrandstofcel te maken die een permanent toegevoerde voedingsstof verwerkt. TNO ziet zoveel perspectief in de vinding, dat er vervolgonderzoeken gestart zijn naar onder meer de meest geschikte voedingsstof en de materiaalkeuze voor de membranen en elektroden. (rk)

Twee artikelen, twee situaties, één principe?

1 Beschrijven beide artikelen hetzelfde principe? Licht toe.

Het doel dat men wil bereiken, is in beide artikelen in ieder geval verschillend.

2 Waar zit dat verschil in?

Zowel in de mestslurry als in rioolwater zitten organische stoffen.

3 Geef de halfreactie die optreedt in het zuurstofarme milieu. Neem als organische stof glucose. Bij deze halfreactie wordt ook koolstofdioxide gevormd.

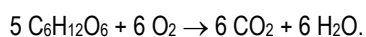
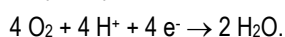
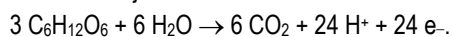
4 Geef de halfreactie die optreedt in het zuurstofrijke milieu.

5 Geef ook de totaalvergelijking.

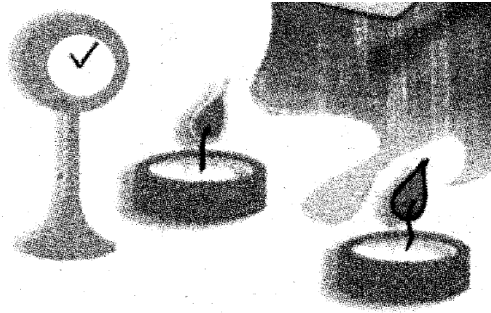
Rioolwater produceert stroom/TNO bedenkt biobatterij ANTWOORDEN

1 Ja, in beide gevallen worden door middel van een brandstofcel/biobatterij organische verbindingen omgezet in water en koolstofdioxide.

2 Bij de waterzuivering is het de bedoeling om stroom op te wekken door organische afval in een brandstofcel om te zetten. De biobatterij van TNO is bedoeld om afval te reinigen waarbij dan ook stroom vrijkomt.



De verbranding van glucose.



Ongelijkheid

Ik heb twee identieke waxinekaarsjes. Zelfs de lontjes zijn precies gelijk. Toch brandt soms de ene kaars twintig minuten langer dan de andere. Hoe kan dat?

Lalaz, Zwolle

■ Natuurlijk gelijk geprobeerd, met een paar waxinelichtjes die over waren van Kerstmis, in precies dezelfde houders. Ik kom op een maximumverschil van tien minuten. Maar waarschijnlijk loopt het verschil op als de omstandigheden veranderen. 'Als een kaarsje op de tocht staat, speelt dat een rol', schrijft Mariella Mascini (Abcoude). Ik heb het een paar minuten met een föhn geprobeerd, waaruit bleek dat de vlam groter en geler wordt. Er wordt minder volledig verbrand, waardoor de brandstof sneller opraakt. 'Afhankelijk van het feit of het cupje wel of niet strak omsloten is, brandt de kaars sneller', aldus Mascini. Bij mij ging een lichtje dat strakker was opgesloten, korter mee. De vlam wordt wat groter, de grotere hitte leidt ertoe dat er meer brandstof op gaat.

De vraag van Lalaz prikkelt de nieuwsgierigheid van een onderzoeker.

1 Bedenk, mede aan de hand van het artikel, welke factoren een rol spelen bij de brandsnelheid van een waxinelichtje.

2 Beschrijf een onderzoek waarmee je één van die factoren wilt gaan onderzoeken.

3 Voer je onderzoek uit.

4 Maak een verslag waarin ook je conclusies naar voren komen.

Ongelijkheid ANTWOORDEN

1 Kaarsje wel of niet op de tocht, met een föhn erover heen blazen, hoe strak de cup eromheen zit, kaarsjes wel of niet dicht bij elkaar, dicht bij het raam of ver van het raam af.

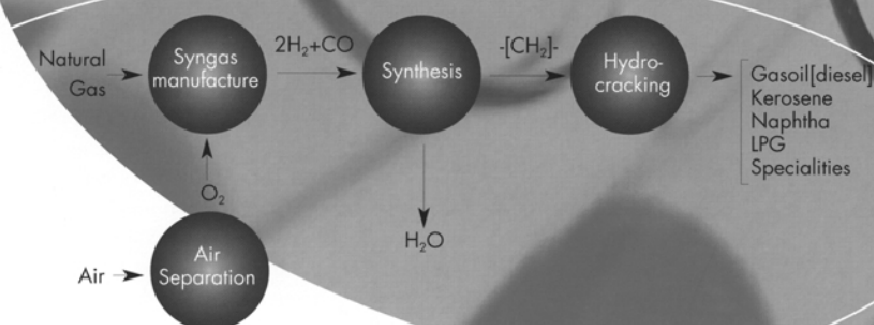
2 Het onderzoek moet op een eerlijke vergelijking gaan: zorg ervoor dat telkens slechts op één verschil in de proefomstandigheden gemeten wordt.

3/4

Als u elke groepje een andere factor laat onderzoeken, kunt u de onderzoeksresultaten aan elkaar laten presenteren. Een deel van de opdracht kan ook als huiswerkopdracht worden uitgevoerd.

Zie Chemie Aktueel nummer 12 "theelichtje".

THE ROAD AHEAD FOR GTL



The first ever world-scale Gas to Liquids (GTL) plant, producing 140,000 barrels per day of fuels and other liquids, will come on stream in 2008/9 to commercialise some of gas-rich Qatar's massive reserves. The environmental, commercial and strategic benefits of this undertaking are considerable (see feature on page 8). How are they achieved?

GTL is an umbrella term for a group of technologies that create liquid fuels from a variety of feedstocks: coal, natural gas, biomass, and many more. Shell GTL products are mainly ultra-clean transport fuel and naphtha, a feedstock for chemicals ranging from automobile plastics to man-made carpet fibres.

The underlying technology is called the Fischer-Tropsch (FT) process. It was pioneered in 1920s Germany, where there was a shortage of petroleum but ample reserves of coal.

Though not economically competitive with refining crude oil, FT technology has been useful over the last 80 years when imported liquid fuel was unobtainable: for example, in World War II Germany.

In the GTL process, catalytic reactions turn simple organic chemicals into complex hydrocarbons. So, for example, natural gas can be turned into middle distillates such as gasoil, kerosene and naphtha.

There are two categories of GTL technology. The high-temperature version uses an iron-based catalyst. It produces fuels, such as petrol and gasoil, similar to those from conventional crude oil refining; they are sulphur-free but do contain aromatic compounds. The low-temperature version of GTL technology, which Shell employs, typically uses a cobalt-based catalyst to produce ultra-clean synthetic fuel that is virtually free of sulphur

The Shell Middle Distillate Synthesis Process has three stages. In the first stage, synthesis gas is obtained by partial oxidation of natural gas using pure oxygen. In the next stage, the synthesis gas is converted into liquid hydrocarbons using a modernised version of the classical Fischer-Tropsch synthesis. In the final stage these liquid hydrocarbons are converted and fractionated into high quality products.

and aromatics, in a process that is itself extremely clean.

Shell's proprietary GTL technology is called Shell Middle Distillate Synthesis (SMDS). One of several low-temperature FT technologies, it uses a much more active and selective catalyst than earlier processes. This enables the production of a range of finely tailored liquid fuels in a fully commercialised system.

Shell GTL can produce speciality chemicals such as waxes, normal paraffins, detergent feedstock and lubricant baseoils. Shell's Bintulu plant in Malaysia produces wax so pure that the U.S. Food and Drug administration has approved it for use in the international food packaging industry.

Shell is a world leader in both the development and the application of GTL technology, in the face of competition from virtually all the industry's major players.

The Bintulu plant was the world's first to produce ultra-clean GTL products, using the low-temperature FT process, on a commercial scale; it gave Shell the experience and confidence to co-develop the first world-scale plant in Qatar.

Gas is lastiger te vervoeren dan vloeistof. Met grotere koolwaterstofmoleculen in de vloeistoffase kun je veel meer doen dan met kleine moleculen in de gasfase. Het omzetten van kleine moleculen (gas) in grote moleculen (vloeistof) is daarom heel nuttig.

1 Waar staat de afkorting GTL voor?

Er worden in het artikel twee manieren beschreven om GTL uit te voeren.

2 Welke twee manieren worden er beschreven?

3 Welke voordelen heeft de Shell-methode boven de andere manier?

Het chemisch proces heeft als technologische achtergrond het Fischer-Tropschproces.

4 Leg uit waarom dit proces in de jaren twintig van de vorige eeuw in Duitsland ontwikkeld is.

Je kunt uit de tekening een blokschema afleiden.

5 Maak een blokschema van het totale proces. Vertaal de Engelse termen in het Nederlands. Natural gas is aardgas.

Er vinden diverse processen plaats. Bij de stap "synthesis" ontstaan polymeren met algemene formule $(CH_2)_n$.

6 Laat met een reactievergelijking zien wat er bij de stap "synthesis" plaatsvindt.

7 Leg in woorden uit wat er tijdens de stap "hydrocracking" plaatsvindt.

8 Vat het hele proces in drie stappen samen.

The road ahead for GTL ANTWOORDEN

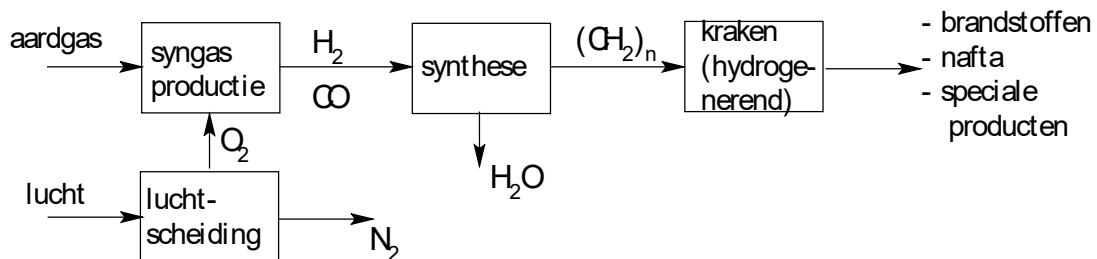
1 Gas To Liquid.

2 Bij de ene manier vindt bij hoge temperatuur en met behulp van een katalysator gebaseerd op ijzer de omzetting plaats. Bij de Shell-methode wordt de omzetting bij lage temperatuur uitgevoerd met behulp van een katalysator gebaseerd op kobalt.

3 Het proces vindt plaats bij een veel lagere temperatuur. Er wordt een brandstof gevormd zonder aromaten.

4 In die tijd, zo vlak na de Eerste Wereldoorlog, was er in Duitsland een tekort aan aardolie, maar er was meer dan voldoende steenkool.

5



6 Reactie: $2n H_2 + n CO \rightarrow (CH_2)_n + n H_2O$.

7 Bij hydrocracking worden te grote moleculen afgebroken (gekraakt) bij hoge temperatuur de polymeren afgebroken waarbij de verschillende soorten brandstof (diesel, kerosine, LPG) en de nafta voor de petrochemische industrie ontstaan.

SUPER-CO₂-ZUIGER

Twee bedrijven in Tucson, Arizona, willen een wind scrubber bouwen die de atmosfeer ontdoet van kooldioxide. In een speciaal filter moet de buitenlucht in contact worden gebracht met natronloog of een ander hydroxide, dat met de aanwezige CO₂ reageert tot carbonaat. Het grote voordeel zou moeten zijn dat zo'n installatie op een willekeurige plek kan worden neergezet. Alle tot nu toe ontwikkelde CO₂-scrubbers doen het alleen als ze worden ingebouwd in een schoorsteen.

De details van het proces moeten nog worden uitgewerkt. Volgens Allen Wright van Global Research Technologies en zijn broer Burton Wright van ingenieursbureau Kelly, Wright Associates zit de uitdaging in het ont-

werpen van een filter dat zorgt voor een voldoende groot contactoppervlak tussen lucht en loog. Een ander probleem is het hergebruik van het carbonaat. Het liefst zouden de broers het als CO₂ verkopen aan oliemaatschappijen. Die kunnen het gebruiken bij *enhanced oil recovery*, een techniek om de laatste olie uit een veld te extraheren. Maar waarschijnlijk kost het te veel energie om carbonaat weer in CO₂ om te zetten.

Intussen rijst de vraag of het hele proces niet zoveel energie vreet dat de totale hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer erdoor toeneemt. Het wachten is op een *life cycle analysis*. ●



www.grestech.com

Ofschoon er weinig koolstofdioxide in de lucht zit, zijn er toch Amerikanen die er brood in zien om koolstofdioxide uit de lucht te halen.

Men spreekt in het artikel over een scrubber.

1 Verklaar dit woord in het Nederlands.

2 Wat moet de scrubber gaan doen?

De CO₂ uit de lucht wordt in contact gebracht met natronloog.

3 Wat is natronloog?

4 Geef de vergelijking van de optredende reactie.

Details van het proces moeten nog worden uitgewerkt.

5 Welke problemen moeten nog worden opgelost?

Men zou het liefst het ontstane carbonaat weer in CO₂ omzetten en het dan verkopen.

6 Hoe zou carbonaat in CO₂ omgezet kunnen worden?

7 Geef de vergelijking van de daarbij optredende reactie.

Als laatste stelt men in het artikel een kritische vraag.

8 Welke vraag stelt men?

9 Wat is jouw mening als je kijkt naar die vraag?

Super-CO₂-zuiger ANTWOORDEN

1 Schrobber, er vanaf borstelen/schrobben. Wasser, het gas eruit wassen

2 De scrubber moet de atmosfeer ontdoen van koolstofdioxide.

3 Natriumhydroxide-oplossing.

4 $\text{CO}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$.

5 Er moet een filter ontworpen worden dat voor een voldoende groot aanrakingsoppervlak tussen lucht en natronloog zorgt; het vinden van hergebruik voor het gevormde carbonaat.

6 Voeg een zure oplossing aan het carbonaat toe. Daarbij ontstaat koolstofdioxide en water.

7 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

8 Men vraagt zich af of het hele proces niet zoveel energie kost dat de totale hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer erdoor toeneemt.

9 -

JAPANESE PVC-BERG OPGELOST

Solvay gaat in de Japanse provincie Chiba een fabriek bouwen om pvc-houdend afval te recyclen. Daartoe is het Belgische chemieconcern een joint venture aangegaan met het Japanse milieubedrijf Kobelco Eco-Solutions. Vanaf eind 2005 moet de fabriek 12.000 ton 'schone' pvc per jaar kunnen produceren.

Het wordt de tweede grootschalig toepassing van Solvays Vinyloop-proces, dat geschikt is om de pvc-isolatie van elektrische bekabeling af te krijgen. De eerste Vinyloop-fabriek, met een capaciteit van 8.500 ton per jaar, draait sinds twee jaar in het Noord-Italiaanse Ferrara. Het idee is een zorgvuldig gekozen organisch oplosmiddel toe te voegen, waar de pvc-fractie gemakkelijk in oplost en de rest van het afval niet. Na filtratie injecteert men stoom in het oplosmiddel, dat daardoor verdampt. Pvc is niet oplosbaar in water, slaat neer als vaste stof en is klaar voor hergebruik. De oplosmiddeldamp wordt opgevangen en eveneens opnieuw gebruikt. ● *www.vinyloop.com*

Solvay gaat in Japan een recyclingfabriek voor PVC bouwen.

1 Waarom is het belangrijk dat PVC hergebruikt wordt? Noem twee redenen.

2 Beschrijf het proces van de recycling in woorden.

3 Maak een blokschema van het totale proces. Neem ook de recyclingstromen op in het schema.

4 Leg uit op welk principe de scheiding van PVC van het overige afval berust?

Men injecteert stoom in de PVC-oplossing waardoor het oplosmiddel verdampt.

5 Leg uit wat dit zegt over het kookpunt van het oplosmiddel?

De titel van het artikel kun je op twee manieren lezen.

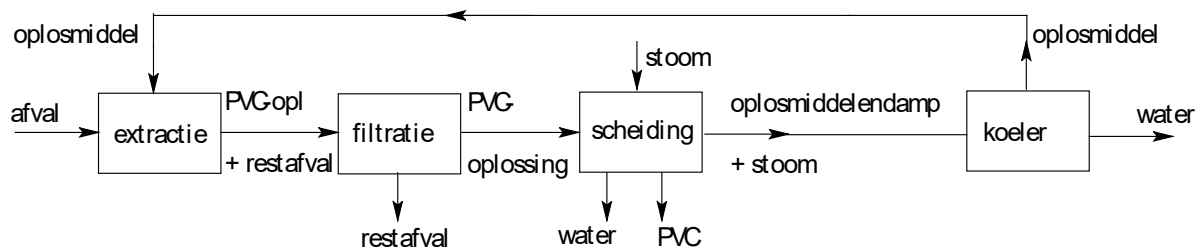
6 Welke twee manieren zullen bedoeld worden?

Japanse PVC-berg opgelost ANTWOORDEN

1 PVC kan bij verbranding zeer giftige stoffen opleveren. Hergebruik is belangrijk om de grondstoffenvoorraad (aardolie) te sparen.

2 Aan het afval wordt een organische oplosmiddel toegevoegd waarin alleen het PVC oplost. In deze oplossing wordt stoom geblazen waardoor het oplosmiddel verdampt en het PVC neerslaat.

3



4 Berust op verschil in oplosbaarheid: alleen het PVC uit het afval lost op.

5 Het kookpunt zal onder de temperatuur van de gebruikte stoom liggen.

6 Opgelost dat het ook letterlijk in het organisch oplosmiddel oplost. Opgelost dat het probleem van het PVC in de afvalberg opgelost is.