

Inhoudsopgave ca45

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
1	Oceaan verzuurt	5hv	Zuren en basen	reacties	Informatie reken	Koolstofdioxide, pH, calciumcarbonaat, evenwicht
2	Zelfreinigend drinkwater	6v s2	Redox	Toepassing redox	informatie	Elektrolyse, waterleiding, natriumchloride
3	Cafeïnevrije koffie	3 mhv	Stoffen en materialen	Chemie en industrie	informatie	Scheidingsmethoden, cafeïnevrije koffie, blokschema
4	Bacteriebatterij	5,6 v	redox	Toepassing redox	informatie	Elektrochemische cel, glucose, brandstofcel, bacteriebatterij
6	Geen regenjas, maar regenwater	3-6	vaardigheden	ontwerp	Stoffen en materialen	Omgekeerd ontwerpen, scheidingsmethoden, waterzuivering
7	Ananas	5 h 5,6 v	vaardigheden	vaardigheden	biochemie	Enzymen, praktische opdracht, profielwerkstuk
	Kiwi	5,6 v	vaardigheden	onderzoek	Chemische techniek	Gaschromatografie, etheen, rijpen, profielwerksstuk
8	PC-brandstofcel	5,6 v	vaardigheden	informatie	redox	Brandstofcel, presentatie, methanol, profielwerkstuk
9	Mobiel aan de drank I	5,6 v	redox	Toepassing redox	informatie	Brandstofcel, halfreacties, methanol
9	Mobiel aan de drank II	5 hv ,6v	vaardigheden	onderzoek	redox	Brandstofcel, stroomsterkte, vermogen
9	Mobiel aan de drank III	5 v	redox	Toepassing redox	informatie	Brandstofcel, symbolen, lezen halfreacties, elektrode
10	Geen water na lozing DSM	4 hv	Stoffen en materialen	milieu	rekenen	Detectie, concentratie, kosten
11	Voeding	ANW	vaardigheden	informatie	biochemie	Voeding, bestanddelen, werking, verontreiniging
12	Snelle recycling van edelmetaal	4 mhv	Stoffen en materialen	milieu	informatie	Palladium, edel metaal
13	Waterstof uit aardgas I	4 mhv	Stoffen en materialen	Milieu verbranding	informatie	Verbranding, formules, waterstof
13	Waterstof uit aardgas II	4m, 5 hv	Stoffen(anorganisch)	Reacties	Informatie	Waterstof, synthesegas, katalysator, chemische industrie
14	Titan	4 mhv	Stoffen en materialen	Naam en formule	Informatie	Formules, koolwaterstoffen, verbranding
17	Braziliaanse auto	4 mhv	Stoffen en materialen	verbranding	Informatie	Reactievergelijkingen, verbranding, koolstofkringloop

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
29	Motor verbrandt alles	3,4 hv	Stoffen en materialen	Verbranding	Informatie	Automotor, benzine, ethanol
18	Bestrating zuivert lucht	4 mhv	Stoffen en materialen	milieu	informatie	Titaandioxide, katalysator, naamgeving, reactievergelijkingen
19	Vermalen cadmiumkratten	3v, 4 mh	Stoffen en materialen	Gebruik van stoffen	Informatie	Scheidingsmethoden, extraheren, cadmium
20	Omzetting methaan in synthesegas I	4 mhv	Stoffen en materialen	verbranding	Informatie	Reactievergelijking, ammoniak, synthesegas
20	Omzetting methaan in synthesegas II	5 hv	Stoffen(anorganisch)	Reacties	Informatie	Waterstof, synthesegas, katalysator
22	Vochtopnemer	2 mhv	vaardigheden	onderzoek	Stoffen en materialen	Onderzoeksvraag, werkplan, verslag, vochtopnemer, calciumchloride
23	Gemanipuleerd gewas	4,5 hv ANW	Vaardigheden	Informatie	Biochemie	Biotechnologie, genetische manipulatie, transgene teelt
24	Suikergehalte	4,5 hv	Biochemie	Toepassing stoffen	Informatie	Fotosynthese, Suiker, suikerbiet, percentage
25	Kopergehalte in varkensvoer	3 hv	Stoffen en materialen	Gebruik van stoffen	Informatie	Element, verbinding, varkensvoer, koper, spooelement
26	Onderzoek opslag koolstofdioxide	4 hv	Stoffen (anorganisch)	Toepassing stoffen	Informatie	Fotosynthese, koolstofdioxide, glastuinbouw,
27	Beregenen met kalk	4 hv	Zuren en basen	Toepassing stoffen	Informatie	Reacties, kalk, pH, landbouw, schimmel
28	Bio-ethanol	4,5 hv, ANW	Biochemie	Toepassing stoffen	Informatie	Bio-ethanol, milieu, brandstof, koolstofdioxide
30	Suikerproductie	3 hv, ANW	Chemische techniek	Scheiden/zuiveren	Informatie	Suikerbiet, suikerwinning, CSM, blokschema
31	Betrouwbare datering	5,6 v	Chemische techniek	Analyse	Informatie	C14-methode, ouderdomsbepaling, vetten, aardewerk
32	Aldehyden	5 v	Koolstofchemie	Reacties	Informatie	Alcohol, aldehyde, oxidatie, katalysator
33	Gevaarlijke damp	5 hv	Redox	reacties	informatie	Halfreacties, salpeterzuuroplossing, aluminium
36	Zonnecellen met hibiscusthee	6 v	vaardigheden	informatie	redox	Grätzelcel, hibiscusthee, organische zonnecel,
37	Nobelprijsposter	5h, 6v	Biochemie	stofwisseling	informatie	Nobelprijs 2003, waterkanalen, eiwit, ionen

Van de redactie

15 jaar Chemie Aktueel! Een felicitatie waard! Voor u als abonnee, die op deze wijze al lange tijd gebruik kan maken van contextrijke opgaven. En uit reacties die vooral op studiedagen bij ons terecht komen, blijkt steeds weer dat het blad door u gewaardeerd wordt. Voor de redactie is dat heel prettig, want voor ons is het in principe "liefdewerk-oud papier". Een felicitatie aan de redactie is dan ook wel op zijn plaats. Zij maken voor u de opdrachten en zorgen er daarnaast ook nog voor dat het blad voor u betaalbaar blijft door te zoeken naar sponsors. Op deze plaats wil ik ook alle mensen die nog meer achter de schermen werken - opmaak, abonneeadministratie, financiën, drukken, verzenden en de coördinatie - voor het blad even in het zonnetje zetten door hen te bedanken dat het blad er altijd goed verzorgd uit ziet en steeds weer op tijd bij u in de bus valt.

Bij een verjaardag hoort een traktatie. En die is meestal zoet. Het lijkt wel alsof de makers van de opgaven daar rekening mee hebben gehouden. Een deel van het nummer is in ieder geval zoet met opdrachten over suiker als basis voor bioethanol, de suikerproductie, het suikergehalte van bieten en een Braziliaanse auto die (in twee verschillende artikelen) rijdt op bioethanol gemaakt uit suikerbieten. Alcohol is iets dat ook vaak bij een verjaardag hoort; ook dat zit veel in dit nummer: ethanol wordt van allerlei kanten bekeken.

Weer een opgave met betrekking tot omgekeerd ontwerpen en de productie van schoon water. Als u alle opgaven over de productie van schoon water die op deze leest geschoeid zijn uit de oudere nummers erbij neemt, kunt u een klas opsplitsen in groepen. U geeft elke groep een eigen schoonwaterproject, laat hen dat verwerken en daarna laten behandelen in de klas. Afronden met een discussie met als onderwerp: wat is de beste drinkwaterinstallatie voor een bepaalde situatie.

De stichting C₃ heeft de redactie van Chemie Aktueel gevraagd een opdracht te maken bij de poster van de Nobelprijs van 2003. U treft de opgave als laatste aan zonder een artikel. U heeft namelijk, als het goed is, de poster intussen in huis.

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

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 45

Voor toelichting zie Chemie Aktueel nummer 37.

<i>Vraagtype</i>	<i>Titel van de opdracht uit Chemie Aktueel nummer 45</i>
<i>1 informatiebegripsvraag</i>	Alle opdrachten
<i>2 informatieselectievraag</i>	Zelfreinigend drinkwater Voeding Gemanipuleerd gewas
<i>3 informatiebewerkingsvraag</i>	Zelfreinigend drinkwater Cafeïnevrije koffie Bacteriebatterij PC-brandstofcel Mobiël aan de drank Omzetting methaan in synthesegas Suikerproductie
<i>4 aanvaardbaarheidsvraag</i>	Snelle recycling voor edelmetaal
<i>5 argumentenvraag</i>	Gemanipuleerd gewas Bioethanol
<i>6 standpuntvraag</i>	Gemanipuleerd gewas Bioethanol

<i>8 probleemstellingvraag</i>	Geen regenjas, maar regenwater Ananas Kiwi PC-brandstofcel Mobiël aan de drank Zonnecellen met hibiscusthee
<i>9 werkplanvraag</i>	Ananas Kiwi PC-brandstofcel Mobiël aan de drank Vochtopnemer Zonnecellen met hibiscusthee
<i>10 conclusievraag</i>	Vochtopnemer

OCEAAN VERZUURT

De stijgende CO_2 -uitstoot verstoort de chemie van de oceanen, zo waarschuwen Amerikaanse wetenschappers in het blad *New Scientist*. Als de CO_2 -concentratie in de lucht oploopt, stijgt tevens de evenwichtskoncentratie in het oppervlaktewater. Hierdoor daalt uiteraard de pH. Dit effect is nu al meetbaar. Vlak na de laatste ijstijd schijnt de pH van de oceanen 8,3 te zijn geweest. Vlak voor de industriële revolutie was het 8,2 en inmiddels zitten we op 8,1. Uit een recente publicatie van Ken Caldeira (Lawrence Livermore National Laboratory) in *Nature* blijkt dat de pH zou kunnen dalen tot 7,4 in het jaar 2300.

Niemand weet wat precies de gevolgen zijn. Maar het ligt voor de hand dat dieren met een uitwendig skelet van calciumcarbonaat, zoals koralen, het eerst een probleem krijgen. ●

De stijgende koolstofdioxide-uitstoot verstoort de chemie van de oceanen.

1 Wat is de oorzaak van de stijgende CO_2 -uitstoot?

Als de CO_2 -concentratie in de lucht oploopt, stijgt tevens de concentratie CO_2 in het oppervlaktewater.

2 Welk evenwicht wordt hiermee bedoeld? Geef de reactievergelijking.

CO_2 vormt in water H_2CO_3 . H_2CO_3 is een zuur.

3 Geef de definitie van een zuur.

4 Licht met een reactievergelijking toe dat CO_2 in water voor een zure oplossing zorgt.

5 Leg uit dat door het oplossen van CO_2 in de oceanen de pH daalt.

6 Bereken $[\text{OH}^-]$ in de oceanen bij een pH van 8,1.

De oceanen bevatten ongeveer $1,37 \cdot 10^{24}$ L water.

7 Bereken hoeveel mol H^+ ionen in de oceanen zijn opgenomen zodat de pH is gedaald van 8,3 naar 8,1.

8 Leg aan de hand van een reactievergelijking uit waarom dieren met een uitwendig skelet van calciumcarbonaat door een zuur milieu in de problemen komen.

9 Is het reëel dat dit probleem optreedt als de pH daalt tot 7,4?

Oceaan verzuurt ANTWOORDEN

1 De toegenomen verbranding van fossiele brandstoffen veroorzaakt een extra uitstoot van CO_2 .

2 Het evenwicht tussen de CO_2 in de atmosfeer en de CO_2 in het water: $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$.

3 Deeltje dat H^+ kan afstaan.

4 $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$; $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ of $\text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^-$; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$;

5 Bij de reactie komen $\text{H}^+/\text{H}_3\text{O}^+$ ionen vrij, een grotere $[\text{H}^+]/[\text{H}_3\text{O}^+]$ betekent een lagere pH

of, de ionen die ontstaan reageren met de aanwezige base, waardoor de $[\text{base}]$ daalt dus de pH lager wordt.

6 $[\text{OH}^-]_{\text{oud}} = 10^{-(14,0-8,1)} = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ M}$

7 $[\text{OH}^-]_{\text{nieuw}} - [\text{OH}^-]_{\text{oud}} = 2 \cdot 10^{-6} - 1,3 \cdot 10^{-6} = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ minder, 1 mol OH^- reageert met 1 mol H_3O^+ , dus in de oceaan: $1,37 \cdot 10^{24} \times 0,7 \cdot 10^{-6} = 9,6 \cdot 10^{19} \text{ mol H}_3\text{O}^+$ opgenomen..

8 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$; $\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$. Er treedt een zuur-base reactie op waarbij het calciumcarbonaat weg reageert.

9 Nee, want je hebt nog steeds een licht basisch milieu.

Technisch Weekblad, 3 oktober 2003

Zelfreinigend drinkwater

INNOVATIE De Turbokiller van Jan Tholen, een apparaat dat energie uit drinkwater haalt om dat te reinigen, is een van de kanshebbers op de prijs voor uitvinding van het jaar.

Patrick Marx

Haarlem – Met chloor kun je bacteriën in drinkwater doden en chloor kun je maken door middel van elektrolyse van keukenzout. Naast water en zout is er nog één ingrediënt nodig: elektriciteit. Die kun je met behulp van stromend water maken. Zie hier de Turbokiller, een geheel zelfvoorzienende elektrolyse unit die drinkwater ontsmet. De Bussumse ingenieur Jan Tholen bedacht dit nieuwe wapen in de strijd tegen legio-

nella. De Turbokiller dingt mee naar de titel uitvinding van het jaar.

Een kleine turbine, ingebouwd in de waterleiding, gaat draaien zodra er water stroomt. Die elektriciteit is voldoende om de juiste hoeveelheid keukenzout om te zetten in chloor en natronloog. Uitvinder Jan Tholen: 'Een paar promille van het water stroomt via een bypass leiding door een zoutvatje en vervolgens via de elektrolysecel terug in de hoofdstroom. De Turbokiller is zelf doserend. Naarmate het water sneller stroomt, produceert de turbine meer elektriciteit en de elektrolysecel meer chloor. De chloorconcentratie ligt tussen 0,3 en 0,5 mg/l, de hoeveelheid die ook de drinkwaterbedrijven in hun water stoppen als er bacteriën in zitten.'

Het vers gemaakte chloor beïnvloedt de smaak en geur van het water niet. 'De typische geur ontstaat als het chloor de tijd krijgt om riekende verbindingen te vormen', aldus de uitvinder.

De Turbokiller is geschikt voor landen waar het drinkwater een bedenkelijke kwaliteit heeft of waar de warmwatertemperatuur onvoldoende hoog is om de groei van Legionella bacteriën tegen te gaan. Tholen: 'Door de Turbokiller voor de warmwatervoorziening te plaatsen ontsmet je meteen het hele leidingstelsel.'

Of de Turbokiller de prijs voor uitvinding van het jaar wint, weet Tholen op 29 oktober. Samen met de uitvindingsorganisatie ID-NL zoekt hij inmiddels naar partners die de Turbokiller willen produceren. **tw**

Jan Tholen heeft een apparaat ontwikkeld (de Turbokiller) dat energie uit stromend drinkwater haalt om datzelfde drinkwater vervolgens te zuiveren. De tekst beschrijft de uitvinding in woorden.

1 Geef in een schematische tekening weer hoe de Turbokiller in de waterleiding wordt aangebracht. Benoem alle onderdelen die je hebt getekend.

Je moet een presentatie over dit systeem verzorgen. In de presentatie moet je de bereiding van chloor door middel van elektrolyse uit leggen aan de hand van een tekening van de elektrolyse-opstelling.

2 Maak de tekening van de elektrolyse-opstelling, benoem de verschillende onderdelen.

Ga ervan uit dat het systeem of belucht water (met zuurstof) of onbelucht water kan bevatten

3 Geef de vergelijking(en) van de halfreactie(s) die in de elektrolyse-opstelling optreden aan respectievelijk de positieve en negatieve pool.

4 Schrijf de tekst (maximaal 100 woorden) op die jij zou gebruiken bij de toelichting van je tekening van vraag 3.

5 Welke stof die volgens de reactievergelijkingen in vraag 3 ook ontstaat als je onbelucht water hebt, wordt in het artikel **niet** genoemd.

6 Hoe kijk jij tegen de uitvinding van Jan Tholen aan gezien je antwoord op vraag 5? Leg uit of jij vindt dat hij een prijs verdiend of dat hij zijn ontwerp moet nog aanpassen?

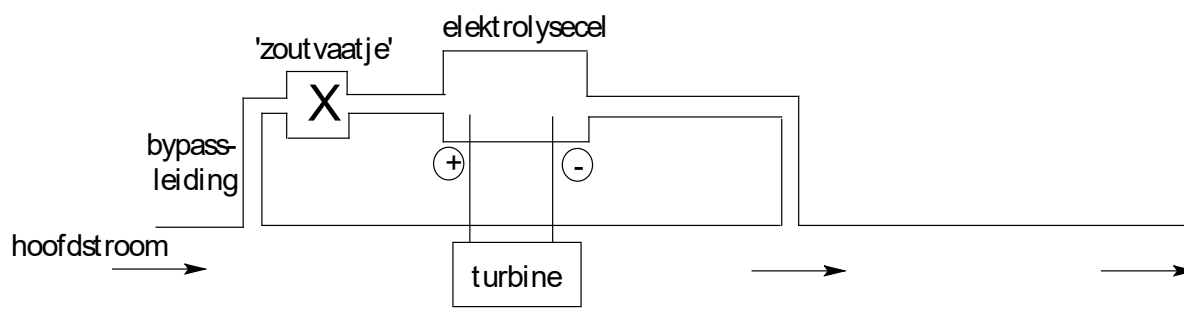
In het artikel is sprake van een benodigde chloorconcentratie van 0,3 tot 0,5 mg/L.

7 Bereken hoeveel mg natriumchloride per liter water moet worden opgelost om het niveau van 0,3 mg chloor/L te krijgen.

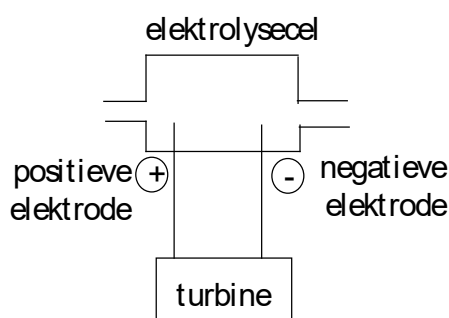
In de eerste zin van het artikel "met chloor kun je keukenzout" staat chemisch gezien een onjuistheid.

8 Verander de zin zo dat hij chemisch juist is.

1



2



3 Positieve pool: $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$; negatieve pool: onbelucht water $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$, belucht water $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$

4 Een elektrolyse-opstelling is opgebouwd uit een gelijkspanningsbron (in het ontwerp zorgt een turbine voor de benodigde elektriciteit), een vloeistof die vrije ionen bevat (het water met het keukenzout), en twee elektroden. Aan de elektroden vinden de reacties plaats. Aan de negatieve pool worden elektronen geleverd aan de oxidator die zich in de vloeistof bevindt, de oxidator is hier water. Aan de positieve pool reageert de reductor waarbij deze elektronen afstaat aan de positieve pool.

Of: Het water in de waterleiding stroomt door een kleine turbine. Deze levert een gelijkspanning. Water met opgelost keukenzout stroomt in de elektrolysecel langs de elektroden. Aan de negatieve elektrode nemen water (en zuurstof) elektronen op waarbij hydroxide-ionen ontstaan. Aan de positieve elektrode staan chloride-ionen elektronen af, waarbij chloor ontstaat dat in water oplost. Het water met chloor verlaat de elektrolysecel en komt weer in de waterleiding terecht.

5 Waterstof.

6 Waterstofgas lost slecht op in water, het zal ontsnappen. Aangezien waterstof met zuurstof een explosief mengsel vormt, kan dit gevaar opleveren.

Of: Er wordt ook waterstof gevormd: $4,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol H}_2$ (zie vraag 7) $\equiv 4,2 \cdot 10^{-5} \times 24,0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ L H}_2$ per liter water. De gevormde hoeveelheid H_2 zal in de oplossing blijven want volgens tabel 44 is de oplosbaarheid van H_2 in water $0,187 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \equiv 19,6 \text{ mL H}_2$ per liter water.

7 $3 \cdot 10^{-3} \text{ g Cl}_2 \equiv 3 \cdot 10^{-3} / 70,90 = 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol Cl}_2 \equiv 2 \times 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol NaCl} \equiv 8,5 \cdot 10^{-5} \times 58,44 = 5 \text{ mg NaCl/L}$

8 Met chloor kun je een oplossing van keukenzout

Bij vraag 3 kan het ontstane chloor nog reageren met de gevormde OH^- : $\text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$.

Indien u bij vraag 6 wilt sturen in de richting van het tweede antwoord, kunt u de aanwijzing opnemen om gebruik te maken van tabel 44 en moet u de vragen 5/6 en 7 omdraaien

Ook het onderstaande artikel kunt U gebruiken, wel moet dan vraag 7 vervallen.

Voor vraag 8 kunt u gebruik maken van de zin " Door zout elektrisch te ontleden....."

Waterleiding desinfecteert zijn eigen water

Het grootste deel van de wereld heeft geen betrouwbaar leidingwater. Een natuurkundige uit Bussum ontwikkelde een waterleiding die zichzelf desinfecteert. Eens in de paar maanden een kilo zout toevoegen is voldoende. DOOR MARK MIERAS

Bacteriën zijn gek op waterleidingen. In Zuid-Europa kijkt niemand daarvan op. Drinken uit de kraan is vragen om problemen. Maar ook in noordelijke streken zorgen bacteriën als legionella regelmatig voor opschudding. In sportdouches en sauna's bijvoorbeeld. Natuurkundige Jan Tholen bedacht een waterleiding die zichzelf chloreert. Eens in de paar maanden een zak keukenzout toevoegen is voldoende om het systeem draaiende te houden. In zout zit chloor. Voor de elektrolyse, nodig om het zout te splitsen, gebruikt de waterleiding zijn eigen waterkracht. Tholens bedrijf ontwikkelt systemen voor de reiniging van zwembadwater. Al jaren maken veel zwembaden gebruik van installaties die draaien op keukenzout. Door het zout elektrisch te ontleiden produceert de installatie zijn eigen chloor om het water mee te desinfecteren. Goedkoop én veilig want keukenzout laat zich zonder risico opslaan.

Waarom met hetzelfde principe niet ook de douche van de voetbalclub en de sauna ontsmetten?

Of de waterkwaliteit in de Griekse vakantieungalow veiligstellen? In 2000 ontwerpt Tholen daarvoor een verrassend eenvoudig en compact systeem. Een elektrische voeding is niet nodig. Voor de elektrolyse wekt de waterleiding zijn eigen stroompje op, via een kleine generator die door het leidingwater in beweging wordt gezet. Die vondst maakt gelijk ook een complex doseersysteem overbodig. Hoe meer douches er in de sauna open gaan, hoe harder het water in de leiding stroomt, hoe groter de elektrische stroom die het generatortje opwekt, hoe meer elektrolyse er plaatsvindt en hoe hoger de chloorafgifte. Het werkt helemaal vanzelf.

Bij de bouw van zijn eerste prototype in 2001 veronderstelt Tholen dat er van nature voldoende zout in leidingwater zit om het systeem te laten werken. Hij hoeft het chloor alleen maar uit dat zout te bevrijden om het water te desinfecteren. Dat blijkt een verkeerde veronderstelling wanneer Tholen zijn prototype laat testen in de laboratoria van onderzoeks-

HET PRODUCT

Waterleiding die zichzelf chloreert

BEDRIJF:
Tholen Ingenieursbureau
voor membraantechnologie

ONTWIKKELTIJD:
één mensjaar

VERWACHTING:
'De markt is gigantisch'

instituut KIWA. Eén op de tien bacteriën zwemt onaangedaan door Tholens systeem. Tholen lacht: 'Bacteriologisch is dat heel erg veel.'

Tholen monteert in prototype 2 een reservoir dat hij vult met zout. Vanuit de waterleiding maakt een kleine zijstroom een korte omweg en voert uit het reservoir een geringe hoeveelheid zout mee voor de elektrolyse. Tholen maakt daarbij handig gebruik van het drukverschil in de waterleiding voor en achter de generator. Het water wordt vanzelf langs het zoutreservoir gezogen. Tholen: 'Het ligt eigenlijk allemaal zo voor de hand dat ik dacht dat het idee allang beschermd zou zijn, maar na een internationaal onderzoek bleek er nog geen enkel patent op te bestaan.' Inmiddels is Tholen met een werkend prototype en twee eigen patenten op zak op zoek naar een producent. 'De internationale markt voor dit product is gigantisch.'

Reageren?

redactie@intermediair.nl



Brabants Dagblad, 5 november 2003

Hoe wordt cafeïnevrije koffie gemaakt?

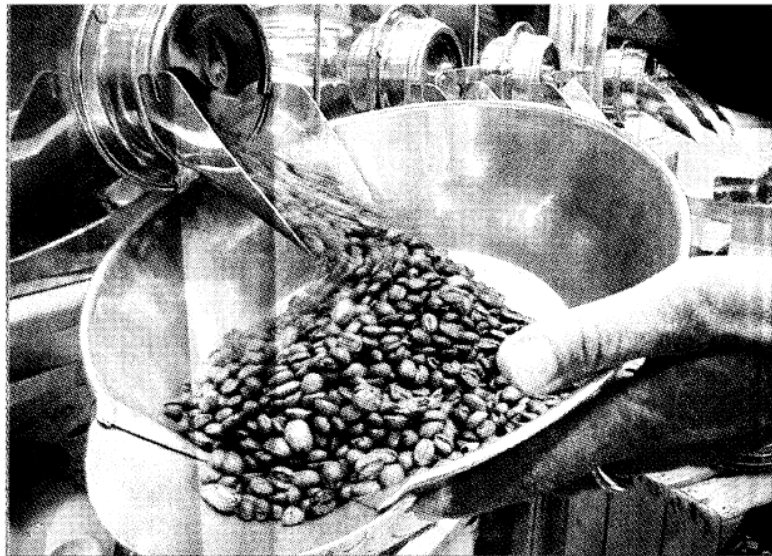
**J.C. van der Linden,
Eindhoven**

Cafeïne is de werkzame, opwekkende stof in koffie, net zoals alcohol de werkzame stof is in bier. Oorspronkelijk werden koffie en bier juist gedronken vanwege de werking van cafeïne en alcohol op het menselijk gestel. Dat er op een zeker ogenblik vraag ontstond naar cafeïnevrije koffie en alcoholvrij bier, is op zichzelf dan ook best merkwaardig.

Die vraag ontstond, althans waar het de koffie betreft, zo'n twintig jaar geleden, vertelt Viola Peulen namens 's lands grootste koffieproducent, Douwe Egberts. Koffiedrinkers begonnen het toen lastig te vinden dat ze na het nuttigen van een paar bakkies zo moeizaam in slaap vielen. „We zijn begonnen met het maken van koffie zonder cafeïne in 1983”, weet de DE-woordvoester.

Douwe Egberts haalt de cafeïne niet zelf uit de koffie, legt ze uit. „Dat werk wordt uitbesteed. Er wordt gebruik gemaakt van een stof die alleen de cafeïne aan zich bindt, en niet de geur- en smaakstoffen die de koffie zijn typische aroma en smaak geven.”

„De meest gebruikte methode is die waarbij de 'groene' (ongebrode) koffiebonen een half uur



worden geweekt in een oplossing van dichloormethaan (DCM, chemische formule: CH_2Cl_2). Dat proces wordt herhaald tot alle cafeïne zich heeft gebonden aan het dichloormethaan. De bonen worden vervolgens uit het DCM-bad gehaald en gestoomd om de laatste restjes dichloormethaan te verwijderen.”

De aldus behandelde koffiebonen bevatten nog alle andere geur- en smaakstoffen en worden op de normale manier gebrand en eventueel gemalen om tenslotte als cafeïnevrije koffie op de markt te verschijnen. Een minder gebruikte methode maakt volgens Peulen gebruik van 'actieve' koolstof. Daarbij worden de ongebrode bonen geweekt in heet water om de cafeïne eruit te

verwijderen.

Het proces is iets omslachtiger dan de DCM-methode omdat het water na dit proces niet alleen cafeïne bevat, maar ook geur- en smaakstoffen die de fabrikant liever niet met het oploswater wil weggooien. Daarom wordt de oplossing door een bed van zuivere houtskool geleid, dat de cafeïne eruit filtert. Het water met de overgebleven geur- en smaakstoffen wordt weer aan de bonen toegevoegd die worden gedroogd en tenslotte weer als gewone koffiebonen worden gebrand.

Als het goed is, smaakt de cafeïnevrije koffie na zo'n behandeling nog net als het oorspronkelijke product. Je slaapt na het nuttigen ervan alleen wat gemakkelijker in.

Versie voor vmbo, mavo, havo

De verslaggever vindt, dat het “merkwaardig” is dat er vraag kwam naar cafeïnevrije koffie en alcoholvrij bier.

1 Waarom vind de verslaggever dat?

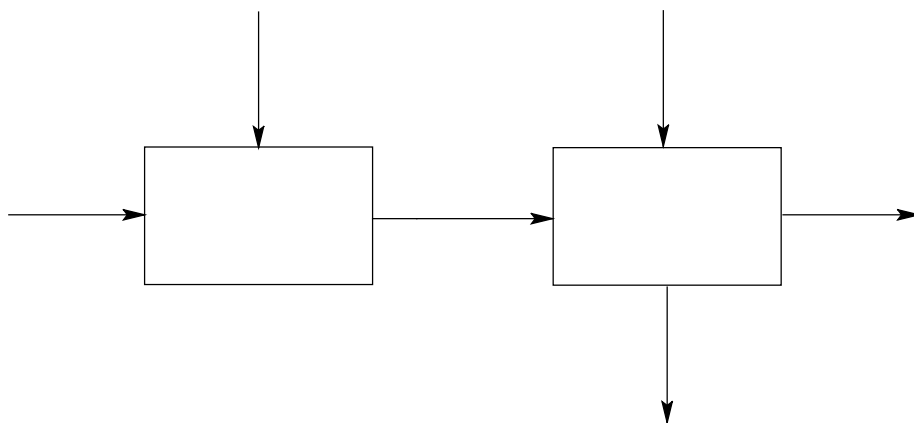
2 Waarom is Douwe Egberts er toch mee begonnen om cafeïnevrije koffie te maken?

3 Beschrijf de meest gebruikte methode om cafeïnevrije koffie te maken.

4 Hieronder staan vier scheidingsmethoden genoemd. Wat is de naam van de scheidingsmethode die bij de meest gebruikte methode hierbij wordt gebruikt? Kies uit:

- A adsorberen
- B destilleren
- C extraheren
- D filtreren

5 Hieronder staat een leeg blokschema van de “minder gebruikte methode” om cafeïne uit koffie te halen. Neem het blokschema over en vul de stoffen/materialen en de processen in.



Versie voor havo, vwo

De verslaggever vindt, dat het “merkwaardig” is dat er vraag kwam naar cafeïnevrije koffie en alcoholvrij bier.

1 Waarom heeft men cafeïnevrije koffie gemaakt?

In de meest gebruikte methode worden volgens het artikel "groene koffiebonen een half uur geweekt".

2 Welke scheidingsmethode past men hier toe?

3 Op welk principe berust deze scheidingsmethode?

In het artikel wordt een tweede methode beschreven om cafeïnevrije koffie te krijgen door onder andere gebruik te maken van actieve kool (ofwel norit).

4 Welke scheidingsmethode past men toe als men actieve kool toe voegt aan een oplossing?

5 Op welk principe berust deze scheidingsmethode?

In het stukje " Een minder gebruikte methode maakt volgens Peulen....." tot aan " weer als gewone koffiebonen gebrand" staat het proces om cafeïne vrije koffie te maken beschreven.

6 Geef dit proces in een blokschema weer en zet daar de namen van de processen en de stoffen in.

In de meest en minst gebruikte methode worden verschillende oplosmiddelen gebruikt: dichloormethaan (DCM) en water.

7 In welk oplosmiddel lossen de geur- en smaakstoffen het beste op? Licht je antwoord toe.

Cafeïnevrije koffie ANTWOORDEN

Vmbo, mavo, havo

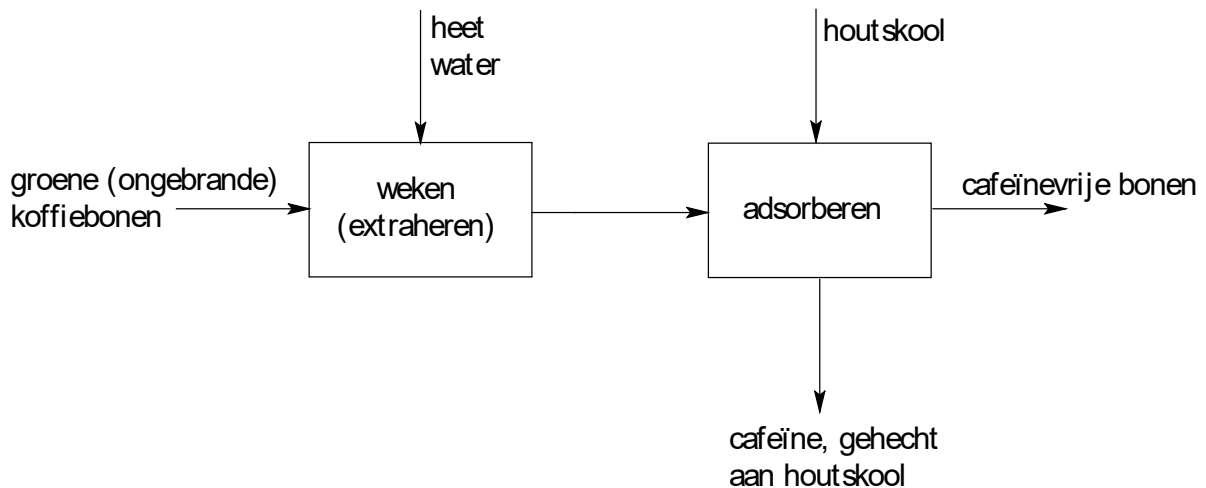
1 Oorspronkelijk werden koffie en alcohol juist gedronken omdat die stoffen er in zitten.

2 Omdat koffiedrinkers moeilijk in slaap vielen na het drinken van koffie.

3 De groene koffiebonen worden een half uur geweekt in een oplossing van dichloormethaan. Daarna haalt men de bonen er uit en wordt gestoomd om de laatste restjes dichloormethaan te verwijderen.

4 C

5



Havo, vwo

1 Economisch: er was vraag naar, mensen konden door het drinken van koffie met cafeïne niet meer goed slapen.

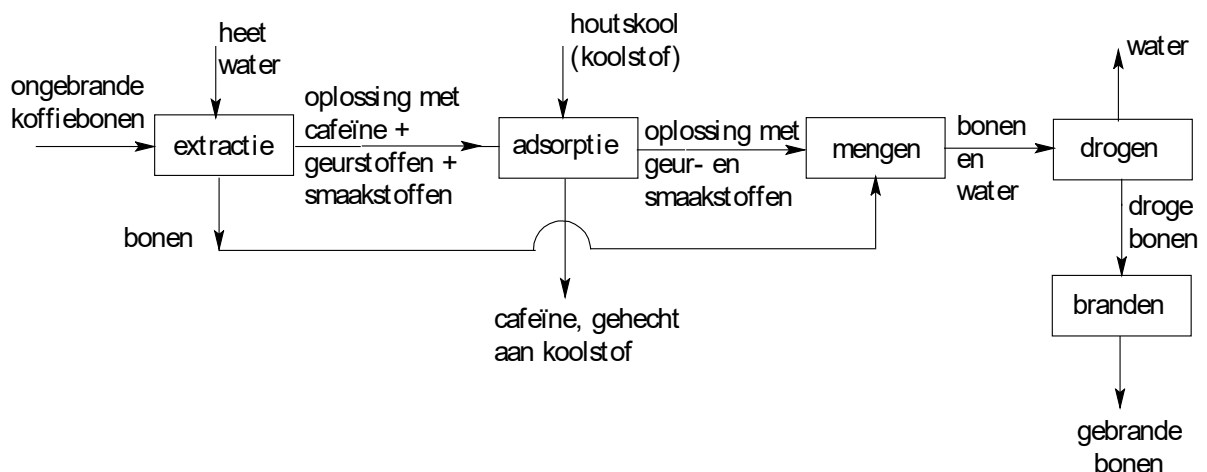
2 Extraheren.

3 Op verschil in oplosbaarheid.

4 Adsorberen.

5 Op verschil in aanhechtingsvermogen

6



7 De geur- en smaakstoffen lossen beter op in water. Want na extractie met heet water krijg je een oplossing met cafeïne, geur- en smaakstoffen, terwijl als je weekt in DCM, je de bonen (met geur- en smaakstoffen) alleen maar hoeft te drogen en dat betekent dat ze dus niet in de DCM aanwezig zijn.

Bacteriebatterij laat een fietslampje branden op suiker

Een nieuwe brandstofcel op basis van de bacterie *Rhodospirillum rubrum* zet direct suikers efficiënt om in stroom. De bacterie oxideert onder zuurstofloze omstandigheden glucose tot koolstofdioxide, waarbij per molecuul glucose 24 elektronen vrijkomen. Microbiologen Swades Chaudhuri en Derek Lovley van de University of Massachusetts in Amherst ontdekten dat ruim tachtig procent van die elektronen zijn te 'oogsten', als de bacterie in een vloeistofgevulde batterij met grafiet elektrodes kan groeien (*Nature biotechnology*, okt.).

Al sinds de jaren tachtig proberen microbiologen brandstofcellen te maken op basis van bacteriën. Maar tot nog toe was het resultaat bedroevend. De meeste eerder gebruikte bacteriesoorten breken de brandstof niet volledig af, of staan de vrijgekomen elektronen niet efficiënt af aan de elektrode. Als gevolg daarvan kwam de elektronenopbrengst niet hoger uit dan vijftig procent van het theoretisch haalbare.

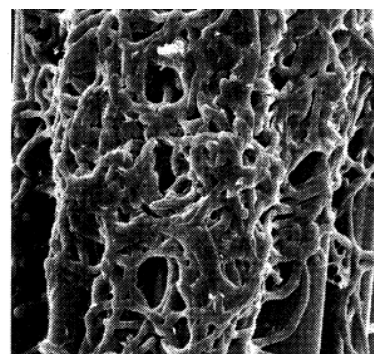
De Amerikaanse microbiologen isoleerden *Rhodospirillum rubrum* een jaar geleden uit het bodemsediment van Oyster Bay in de Amerikaanse staat Virginia, en beschreven hem als een nieuwe soort. De bacterie voorziet

onder zuurstofloze omstandigheden in zijn energie door suikers te 'verbranden' met behulp van driewaardig ijzer. De suikers worden daarbij volledig afgebroken tot koolzuurgas. Dat maakt de bacterie een ideale kandidaat voor de biobatterij. Chaudhuri en Lovley beschrijven nu een eerste prototype van de *Rhodospirillum rubrum*-energiebron. De bacteriën blijken zich te hechten aan de grafietelektrode van de anode. Met een weerstand van 1000 Ohm geschakeld tussen de plus- en minpool leverde de batterij 0,2 mA stroom bij een spanning van 265 mV. Dat is net genoeg om een fietslampje te laten branden, maar de onderzoekers verwachten dat de stroomopbrengst eenvoudig verder verbeterd kan worden door andere elektroden te gebruiken.

In plaats van staafjes grafiet experimenteerden zij ook met geweven grafietkoord en grafietstroom als elektroden. Die simpele verbetering leverde bijna drie keer meer stroom op (0,57 mA, 620 mV), te danken aan het feit dat zich meer bacteriën aan het oppervlak van de elektrode konden hechten.

Metalen brandstofcellen zijn weliswaar efficiënter in de stroomopwekking, maar hebben als nadeel dat zij alleen ethanol of waterstof als brandstof accepteren. Het is duur en technisch ingewikkeld om organisch materiaal om te zetten in ethanol of waterstofgas.

Rhodospirillum rubrum is niet kieskeurig in wat hij als brandstof accepteert: behalve op glu-



● Elektronenmicroscopische opname van *Rhodospirillum rubrum* bacteriën die zich aan het oppervlak van de grafietelektrode hechten.

FOTO DEREK LOVLEY/UMASS

cose werkt de batterij even goed op andere suikers als sucrose, fructose en xylose. Die flexibiliteit belooft wat voor toekomstige toepassingen. De brandstof zou bijvoorbeeld geleverd kunnen worden door eenvoudige fermentatie van organisch afval. Een grasmaaimachine zou dan bijvoorbeeld kunnen werken op de suikers uit het gefermenteerde maaisel van de vorige week. Dat heeft al veel weg van de scène in de film 'Back to the future' waarin Doc Brown bananenschillen, koffieprut en verschaald bier gebruikt als brandstof voor de tijdmachineauto.

Sander Voormolen

Bacterie zet suiker om in stroom

ENERGIE De bodembacterie *Rhodospirillum rubrum* is in staat om bij kamertemperatuur glucose te oxideren en daarbij een grote hoeveelheid elektronen af te geven.

Stef Stienstra

Massachusetts – De microbiologen Swades Chaudhuri en Derek Lovley van de Universiteit van Massachusetts (VS) hebben in de anaerobe ondergrondse lagen van de Oyster Bay in Virginia de bacterie *Rhodospirillum rubrum* gevonden, die driewaardige ijzeratomen kan reduceren. Zij publiceren daarover in *Nature Biotechnology* van september 2003. Bij de chemische reactie oxideren suikers in de aanwezigheid van water tot koolstofdioxide en waterstofionen. Hierbij reduceert het driewaardige ijzerion tot een tweewaardig ijzerion.

In plaats van de reductie van ijzerionen kan de bacterie de bij de oxidatie vrijkomende elektronen ook direct afgeven aan een grafiet-elektrode. Daarbij komen per glucosemolecuul vierentwintig elektronen vrij.

Het proces blijkt zichzelf in stand te houden doordat de vrijkomende energie bij de elektronentransfer naar de grafietstaaf voldoende is voor de bacterie om te overleven en te groeien. Theoretisch kan men een langdurige stroomafgifte verwachten en zou de bacterie geschikt zijn voor mobiele telefoon en laptopcomputer.

De bacterie blijkt te kunnen groeien (en stroom op te kunnen wekken) tussen de 4 en 30 °C. Onder primitieve laboratoriumomstandigheden leverde de bacterie een glucose oxidatie rendement van 83 procent en leverde daarbij 31 mA/m² stroom (0.20 mA; 265 mV). 

Een winterdag. Als je je fiets pakt is het nog donker. Je doet een glucose-tabletje in je bacterie-batterij en klikt hem aan je stuur. Goed verlicht fiets je naar school, dankzij de ontelbare Rhodofex-jes die voor je werken. Ze snoepen van de glucose en leveren daarbij de elektronen die als stroom door je lamp gaan.

Hoe krijgen die bacteriën dat voor elkaar? Lees beide artikelen en beantwoord de vragen.

De Rhodofex-bacterie kan suikers ‘verbranden’. Als suiker wordt hier glucose genoemd.

1 Geef de molecuulformule van glucose.

2 Waarom is ‘verbranden’ geen geschikt woord om aan te geven wat de bacteriën doen? Noem een woord dat in dit geval beter is.

3 Beschrijf in woorden wat de bacteriën doen.

4 Geef de beschrijving uit vraag 3 in een halfreactie weer.

Met de vrijkomende elektronen kan ook nog iets anders gebeuren, ontdekten de micro-biologen van de University of Massachusetts.

5 Wat ontdekten die micro-biologen?

6 Welke voorwaarde is nodig om het ontdekte te laten gebeuren?

7 Welke drie namen gebruikt het artikel voor de ‘batterij’?

8 Maak een schematische tekening van de beschreven bacteriebatterij.

Aan de andere elektrode van de batterij moet natuurlijk ook een reactie verlopen, anders is er geen stroomkring en kan er geen elektrische stroom lopen.

9 Geef de vergelijking van de halfreactie die in deze (zuurstofloze) cel aan de andere elektrode kan verlopen.

10 Stel uit de halfreacties van vraag 4 en vraag 9 de totale reactievergelijking op.

11 Welk praktische voordeel kan het gevormde gas hebben voor de omstandigheden in de bacteriebatterij?

Het artikel zegt: “De bacteriën blijken zich te hechten aan de grafietelektroden van de anode”. (Een anode is een elektrode waaraan oxidatie plaatsvindt, .)

12 Waardoor is grafiet een geschikt elektrodemateriaal?

13 Met welke verbeteringen van de elektrode werd geëxperimenteerd?

14 Wat veranderde er daardoor aan de elektrode?

15 Welk gunstig gevolg had dit?

De beschreven bacteriebatterij wordt vergeleken met ‘metalen brandstofcellen’.

16 Wat is er van metaal aan die metalen brandstofcellen?

17 Maak een schematische tekening van zo’n brandstofcel en leg de werking uit.

Metalen brandstofcellen zijn weliswaar efficiënter in de stroomopwekking, maar

18 Welke nadelen van metalen brandstofcellen noemt het artikel?

19 Welke voordelen heeft een batterij met Rhodofex-bacteriën?

De Rhodofex-bacterie ‘lust’ ook andere stoffen dan glucose.

20 Welke brandstoffen accepteert de bacterie nog meer?

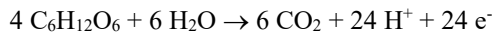
21 Welke belofte voor de toekomst wordt in het artikel genoemd?

Bacteriebatterij ANTWOORDEN

1 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

2 Omdat je dan misschien denkt aan vlammen en hitte. Oxideren

3 De bacterie oxideert onder zuurstofloze omstandigheden glucose tot (o.a.) koolstofdioxide, waarbij per molecuul glucose 24 elektronen vrijkomen.

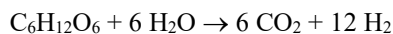
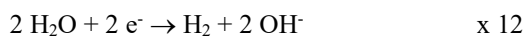
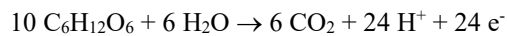
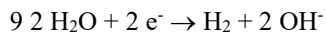


5 Dat de elektronen te 'oogsten' zijn.

6 Als de bacterie in een met vloeistof gevulde batterij met grafietelektroden kan groeien

7 Brandstofcel, biobatterij, energiebron.

8 Fig 45A0401



11 Het gevormde waterstofgas kan er voor zorgen dat de cel zuurstofloos blijft.

12 Het is elektrisch geleidend.

13 In plaats van staafjes grafiet werden geweven grafietkoord en grafietschuim als elektroden gebruikt.

14 Het oppervlak werd groter, waardoor er zich meer bacteriën konden hechten.

15 De stroom werd bijna drie keer zo veel en de spanning bijna $2 \frac{1}{2}$ keer zo hoog, ofwel het vermogen werd bijna zeven keer zo groot).

16 De elektrodes.

17 Fig 41A0701 en Fig 41A1902.

De brandstof reageert aan de linker elektrode. Vrijkomende elektronen worden door de elektrode afgevoerd, gevormde H^+ ionen gaan door de elektrolyt naar de rechter elektrode. Aan de rechter elektrode reageert de O_2 met de H^+ en de elektronen en ontstaat als reactieproduct water.

18 Ze accepteren alleen ethanol of waterstofgas als brandstof. Het is duur en technisch ingewikkeld om organisch materiaal om te zetten in ethanol of waterstofgas.

19 De Rhodoferax-bacterie is niet kieskeurig in wat hij als brandstof accepteert.

20 Andere suikers zoals sucrose (= sacharose), fructose en xylose.

21 Brandstof uit fermentatie van organisch afval.

U kunt eventueel nog een vraag stellen, waarop u het antwoord krijgt in onderstaand artikel.

22 Geef commentaar op de titel van het artikel.

NRC Handelsblad, 27 september 2003

Bacteriebatterij

Het stukje 'Bacteriebatterij laat een fietslampje branden op suiker' (W&O, 20 september) vraagt om een reactie. Gesteld wordt dat een stroom van 0,2 mA en een spanning van 0,265 mV voldoende zouden zijn om een fietslampje op te laten branden. Verre van dat! Het kleinste fietslampje brandt op 6 Volt met een stroom van 50 mA, een vermogen van 300 mWatt. De batterij levert slechts 0,053 mWatt. Er zijn dus 5660 van die batterijen nodig voor het (vol) laten branden van dat fietslampje. Ook de verbeterde versie schiet tekort, deze levert slechts 0,353 mW. Daarvan zijn er dus nog 850 nodig.

Chr. Kruidenier
per email

REKENEN OP BACTERIËN

Bacteriën die elektriciteit genereren kenden we al, maar wetenschappers van de University of Massachusetts-Amherst hebben er voor het eerst een gevonden waar je ook in de praktijk iets aan kunt hebben. *Rhodoferax ferrireducens* leeft in het slib van een waterbodem in Virginia. Hij eet glucose, fructose, sucrose en xylose, en hij is in staat om meer dan tachtig procent van de vrijkomende elektronen door te geven als elektrische stroom. Andere bacteriën halen hooguit tien procent, zo staat te lezen in *Nature Biotechnology*.

Nadeel is dat *Rhodoferax*' stofwisseling nogal traag verloopt. In principe kan hij op één kopje suiker een 60 W-gloeilamp gedurende zeventien uur laten branden. Maar de prototype-batterij in Amherst levert net genoeg stroom voor een zakjapanner. ●

Bewering: op één kopje suiker kan de bacterie een lamp van 60 W 17 uur branden.

Stel een kopje is 171 g suiker (=0,5 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$).

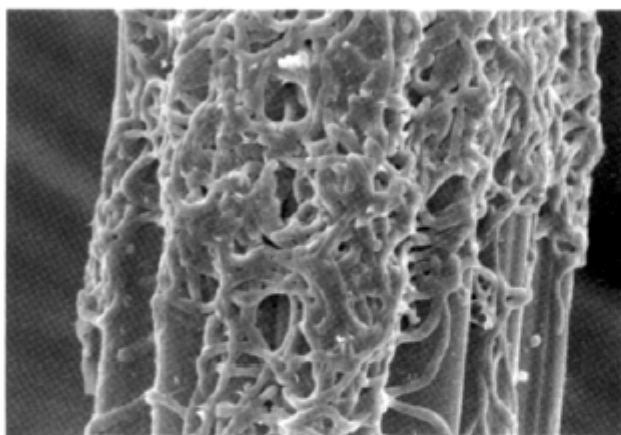
0,5 mol suiker levert $0,5 \times 12 = 12 \text{ mol } e^- = 12 \times 9,65 \cdot 10^4 = 1,16 \cdot 10^6 \text{ C}$.

Lamp van 60 W brandt 17 uur. Nodig $17 \times 3600 \times 60 = 3,67 \cdot 10^6 \text{ J}$. Benodigd voltage = $3,67 \cdot 10^6 / 1,16 \cdot 10^6 = 3 \text{ V}$.

ENERGIETECHNIEK

STROOM UIT BACTERIE

Wetenschappers zijn erin geslaagd een elektriciteitsbron te construeren, waarbij bacteriën glucose omzetten in een elektrische stroom.



De bacterie Rhodospirillum rubrum op een elektrode.

De bacteriële batterijen zijn wellicht de oplossing om de energie die opgeslagen ligt in bijvoorbeeld landbouw- en industrieafval aan te wenden.

Swades Chaudhuri en Derek Lovley van de University of Massachusetts gebruikten de bacterie *Rhodospirillum rubrum* bij het maken van de elektriciteitsbron. De bacterie wisten zij te isoleren uit een grondwaterlaag in Virginia. Wanneer

het primitieve organisme bloot staat aan een glucoseoplossing, neemt dit elektronen op uit de oplossing en geeft deze direct door aan een elektrode. Ook andere suikers kunnen als voeding dienen. Fructose, sucrose en xylose resulteerden in dezelfde resultaten als bij de toepassing van glucose. De bacteriën zijn in staat de suikers met een rendement van 81 % om te zetten in elektriciteit.

Dit is niet het eerste onderzoek waarbij bacteriën worden ingezet om elektriciteit op te wekken. Het grote voordeel van de momenteel gebruikte bacterie is dat deze de elektronen direct aan de elektrode kan afstaan. Bij andere bacteriën bleek het noodzakelijk instabiele tussenstoffen te gebruiken die de elektronen van de bacterie naar een elektrode kunnen transporteren. Een ander voordeel van de bacterie is dat deze groeit, waardoor voor lange tijd een zeer stabiele elektriciteitsproductie is gegarandeerd.

Oké, hier is de situatie: je zit in een restaurantje te eten. En alsjemenou, wie zitten daar een tafeltje verderop? Justin Timberlake en Janet Jackson! En je kunt ze nog horen praten ook! „Ik zal je m'n nieuwe telefoonnummer geven”, zegt Justin. „Hier komt het!” Wow, hij gaat z'n telefoonnummer zeggen! Dat moet je hebben! Je grijpt je mobiel om zijn nummer meteen in te tikken. „Het is nul-zes, vijf, vijf, zes, drie, acht...” Je zet zijn nummer snel in je mobiel. Je ziet dat het batterij-lichtje knippert, maar ach...

Justin en Janet zitten intussen te smikkelen en ze hebben de grootste lol. Met de eerste die jou belt, doe ik een duet”, grapt Janet. Whaaa! Hoorde je dat? Een duet! Met Janet! Als je Justin belt! En je hebt zijn nummer ook nog. Je grijpt je mobiel en belt hem meteen. Je hoort zijn telefoon overgaan, je ziet hem naar zijn telefoon graaien, hij neemt op, je hoort hem „Hi!” zeggen, en dan... Let op hè, nu gaat het mis: „piep!” Batterij leeg! Wel potverdorie! Daar gaat je duet.

► Jouw gevloek willen we niet horen. Dus gebruiken we onze super-de-luxe Fast Forward tijdmachine om vooruit in de tijd te reizen. We maken een sprongetje in de tijd.

► Twintig jaar balen later. Het is 2024. Je zit in een restaurantje te eten. En alsjemenou, wie zitten daar alweer een tafeltje verderop? Een bijna kale Justin Timberlake en een licht-gerimpelde Janet Jackson! En je kunt ze nog horen praten ook! „Ik zal je m'n nieuwe telefoonnummer geven”, zegt Justin. „Hier komt het!” Wow, hij gaat z'n telefoonnummer zeggen! Dat moet je hebben! Je grijpt je mobiel om zijn nummer meteen in te tikken. „Het is nul-zes, zes, zes, zeven, vier, negen...” Je zet zijn nummer snel in je mobiel. Je ziet dat het batterij-lichtje knippert, maar ach...

Je mobieltje op suikerstroom



Justin en Janet zitten intussen te smikkelen en ze hebben de grootste lol. Met de eerste die jou belt, doe ik een duet”, grapt Janet. Whaaa! Hoorde je dat? Een duet! Met Janet! Als je Justin belt! En je hebt zijn nummer! Je pakt je mobiel en belt meteen. Je hoort zijn telefoon overgaan, ziet hem opnemen en je hoort hem „Hi!” zeggen, en dan... Let op hè, nu gaat het bijna mis: „piep!” Batterij leeg!

Je bestelt vlug een thee, niet omdat je dorst hebt, maar omdat je er een zakje suiker bij krijgt. Je scheurt het suikerzakje open, klikt een klepje van je mobiel open en giet de suikerkorreltjes erin. „Aan de slag jongens”, roep je nog door het klepje. En hoppa: je telefoon doet het weer, je belt Justin en een paar weken later sta je op nummer 1 met Janet.

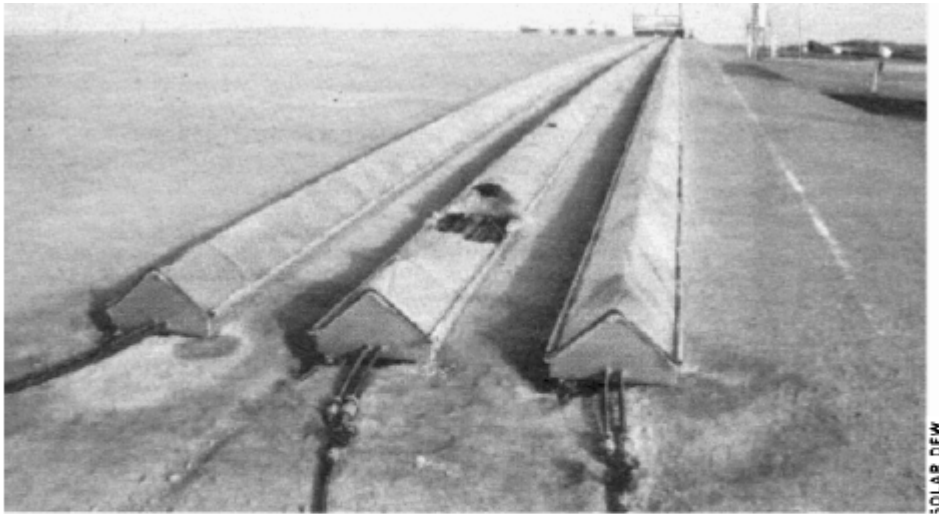
Goddank heb je een telefoon die op suikerstroom werkt, anders was je dat duet voor de tweede keer misgelopen!

■ Ho, we zetten het verhaal even op pauze. 'Suikerstroom' klinkt wel grappig, maar is het geen kant-en-klare onzin? Helemaal niet! Grote kans dat je in 2024 werkelijk een mobieltje hebt dat op suiker werkt.

◀ We spoelen terug naar 2004 om het te bewijzen.

► Nu al zijn wetenschappers bezig om suiker-batterijen te maken. Ze hebben ontdekt dat er een bacterie bestaat die van suikerstroom kan maken. *Rhodospirillum rubrum* heet die bacterie officieel. Wij noemen hem liever Rhodo. Als je een heleboel Rhodo's in een batterij stopt, samen met suiker, dan krijg je stroom. Nu ja, het is nog best lastig om de batterij zo te maken dat hij een sterke stroom oplevert. De batterijen die tot nu toe zijn gemaakt, kunnen net één lampje van de kerstverlichting laten branden. Dat is nog niet zo indrukwekkend. Maar de bacteriebatterijen-met-suikerstroom worden steeds beter!

Intermediair, 16 oktober 2003



Geen regenjas, maar regenwater

Akzo Nobel ontwikkelde een membraan waarmee restwater uit oliebronnen drinkbaar wordt. 'Eigenlijk was het membraan ontwikkeld voor regenkleding vergelijkbaar met Gore-Tex', zegt Ram Sriram, bij Akzo Nobel medeverantwoordelijk voor het lanceren van nieuwe producten. 'Daarvoor bleek het niet geschikt, dus zochten we naar andere toepassingen.' Het membraan liet wel water door, maar geen zware metalen, virussen en bacteriën. Zelfs giftige stoffen als arsenicum en boron werden uit het water gefilterd. Het bedrijf Solar Dew, deels eigendom van Akzo, gebruikte het membraan in een waterzuiveringsinstallatie. De installatie bestaat uit een lange lage tent van folie. Door deze 'kas' lopen buizen gemaakt van het membraan. Het water loopt door de buizen, die zich vervolgens volzuigen met water, dat er aan de buitenkant in de vorm van waterdamp weer uitkomt. De schone waterdamp slaat uiteindelijk in vloeibare vorm op de koude bodem neer. Uit tests in olievelden van Shell in Oman bleek dat zelfs water dat als bijproduct met olie omhoogt komt, schoon werd. 'Ik heb het zelf gedronken. Het water is eigenlijk te zuiver, alsof het is gedestilleerd. We moeten mineralen toevoegen om het echt drinkbaar te maken', zegt Sriram. Een kubieke meter gezuiverd water gaat ongeveer een euro kosten. Dat lijkt veel, maar in het Midden-Oosten is het volgens Sriram een redelijke prijs. (TP)

Opdracht A Omgekeerd ontwerpen

In de volgende oefenopdracht maak je op een actieve manier kennis met de stappen die in een ontwerpcyclus voorkomen. Je gaat ontwerpen, maar dan precies in omgekeerde volgorde: je begint met een bestaand product en gaan terugredeneren om de oorspronkelijke ontwerpopdracht te achterhalen. We noemen dit “omgekeerd ontwerpen”.

Nadat je de opdracht hebt uitgevoerd, kun je volgorde van de cyclus omdraaien en heb je de volgorde van stappen die in ontwerpen gebruikelijk is.

Voer de opdracht in een groepje uit zodat je kunt overleggen.

Als product gebruik je 'de waterzuiveringsinstallatie' die in het artikel 'geen regenjas, maar regenwater' beschreven staat.

Beantwoord nu achtereenvolgens de volgende vragen:

1 Welke *eigenschappen* staan in het artikel 'geen regenjas, maar regenwater' over 'de waterzuiveringsinstallatie'. Noem tenminste vier eigenschappen.

2 Waarom heeft de waterzuiveringsinstallatie de eigenschappen die je hebt genoemd bij 1. Met andere woorden: Welke *gebruikseigenschappen/functie* geven ze de waterzuiveringsinstallatie? Geef voor elke eigenschap die je bij vraag 1 hebt genoemd aan welke gebruikseigenschap/functie je daar aan kunt verbinden.

3 Welke *eisen* waren er dan aan het ontwerp gesteld waaraan de waterzuiveringsinstallatie moet voldoen? Beantwoord deze vraag voor elk van de bij 2 genoemde gebruikseigenschappen.

Aan de hand van de eisen die je in vraag 3 hebt opgesteld kun je een mogelijke *ontwerpopdracht* bedenken op basis waarvan de ontwerper de waterzuiveringsinstallatie heeft ontworpen.

4 Schrijf in één zin een mogelijke ontwerpopdracht op van de ontwerper.

Opdracht B Ontwerpen

De moeilijkste stap is misschien wel het bedenken van (deel)oplossingen. Omdat je dat ook niet echt bent tegengekomen bij het omgekeerd ontwerpen gaat het volgende stukje daarover.

Na de ontwerpopdracht moeten er eerst ontwerpeisen worden aangegeven. De volgende stap is het bedenken van zoveel mogelijk deeloplossingen voor elke eis. Dat kun je het beste doen door een tabel met eisen en oplossingen te maken. Bij elke eis uit het programma van eisen worden de mogelijke oplossingen vermeld. De tabel ziet er als volgt uit:

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4

Voor elke eis moet je meerdere oplossingen zoeken. Vervolgens kijk je of er oplossingen afvallen omdat ze in strijd zijn met een van de andere eisen. Door alle oplossingen weg te strepen die in strijd zijn met oplossingen van andere eisen, houdt je uiteindelijk maar een paar mogelijke oplossingen over. Hieruit moet je dan kiezen.

5 Zet je eisen uit vraag 3 hierboven in de tabel en bedenk voor elke eis deeloplossingen.

6 Formuleer nu aan de hand van alle deeloplossingen uit de tabel een nieuw ontwerpvoorstel.

7 Maak een schets van het nieuwe ontwerp.

Geen regenjas, maar regenwater ANTWOORDEN

Zie voor tips en lessuggestie met betrekking tot omgekeerd ontwerpen: Chemie Aktueel nummer 41 met name de opdrachten "de luier die ook poep lust", "hete koffie uit blik" en "watermaker" en de bijbehorende docententoelichting. Zie voor andere opdrachten nummer 43 ("Wie agressief is, wordt een smurf") en nummer 44 "watercone".

<i>1 eigenschappen</i>	<i>2 gebruikseigenschappen/functie</i>	<i>3 eisen</i>
Schuin dak	Condensvocht kan naar beneden lopen	zoet water moet makkelijk verzameld kunnen worden
Buizen waar vuil water door wordt getransporteerd	Produceert waterdamp	Materiaal waar waterdamp door heen kan en andere stoffen niet
Dak van folie	Dak absorbeert geen water	Er moet geen water verloren gaan
Produceert zoet/schoon water		Moet zoet/schoon water maken
Doorzichtig dak	Kaseffect	De warmte van de zon moet zo nuttig mogelijk gebruikt worden
Koude ondergrond	Condensatieplek voor water	Water moet in vloeibare vorm komen
Bodem/bak	Verzamelplek voor zoet water	Je moet redelijke hoeveelheid water opvangen
Pijpen	Afvoer verzameld water	Je moet het water makkelijk kunnen afvoeren

4 een installatie die uit vochtige grond of vieze watervoorraad zoet water maakt

5

Eisen	Uitwerkingen of (deel)oplossingen			
	1	2	3	4
<i>zoet water moet makkelijk verzameld kunnen worden</i>	Druppels water naar beneden laten lopen			
<i>Materiaal waar waterdamp door heen kan en andere stoffen niet</i>	Membraan			
<i>Er moet geen water verloren gaan</i>	Gebruik ondoordringbare materialen (bijvoorbeeld glas, plastic, metaal)	Zorg dat zoet water direct wordt afgevoerd	Zorg voor goed afgesloten opvangbak	
<i>Je moet zoet water maken</i>	Uit vochtige grond	Uit vervuild water	Uit zout water	
<i>De warmte van de zon moet zo nuttig mogelijk gebruikt worden</i>	Glazen of plastic dak	Zwart oppervlak		
<i>Waterdamp moet kunnen condenseren</i>	Materiaal dat warmte geleidt (metaal)			

<i>Je moet redelijke hoeveelheid water opvangen</i>	Verzamelbak	Kanaaltje/Gootje		
<i>Je moet het water snel afvoeren, afvoerkanaal</i>	Afvoerpijp	Uitgietopening (afsluitbaar		

6 een bak waarin het vuil water door membraanbuizen stroomt, waarbij het water gefiltreerd wordt, verdampt door de zon en condenseert tegen een schuin dak en op de bodem waardoor zoet water wordt opgevangen

7 -

Achtergrondinformatie en foto's: <http://www.solar dew.com/>

ANANAS OPGAVEN

Boodschappen (Jumbo supermarkten), augustus 2003

ANANAS

De ananas komt oorspronkelijk uit het Zuid-Amerikaanse Paraguay, en wordt tegenwoordig geïmporteerd uit Afrikaanse landen als Mali, Kenia en Ivoorkust maar ook uit Brazilië, Costa Rica en Colombia. De vrucht groeit aan stekelige planten, die het oogsten er niet makkelijker op maken. Aardig om te weten: de stekelige ananasplanten werden door de Indianen gebruikt als beschermende omheining van hun nederzettingen. Omdat de ananas moeilijk narijpt, moet hij bijna rijp worden geplukt en vervolgens snel naar de diverse bestemmingen worden getransporteerd. Een rijpe ananas verspreidt een lekker geurtje, heeft glanzende ogen, voelt rond de steelaanzet veerkrachtig aan en laat z'n kroonblaadjes makkelijk los. Een ander teken van rijpheid: de velletjes in de ogen van de ananas zijn bruin.



Weetje

Verse ananas bevat net als kiwi een eiwitsplitsend enzym. Deze stof maakt de vrucht lekker licht verteerbaar. Vlees bereid met verse ananas wordt bijvoorbeeld ook malser. Elk voordeel heeft echter ook een nadeel: zo werkt de stof op eiwitten in zuivelproducten en in gelatine. Zuivelproducten zoals yoghurt, slagroom, kwark kunnen na enkele uren waterig worden en een vreemd smaakje krijgen. Combinaties met ananas en gelatine (bijvoorbeeld bavarois) verliezen na een tijdje hun binding. De stof verliest zijn werking als de ananas een paar minuutjes wordt gekookt. Ananas in blik bevat geen eiwitsplitsend enzym meer en kan dus ook als vervanger worden gebruikt.

Versie I

In ananas bevindt zich het eiwitsplitsende enzym bromeline. Met deze proef ga je bekijken of er meerdere vruchten zijn die eiwitsplitsende enzymen bevatten.

Je gebruikt gelatine (een eiwit) omdat het zorgt voor het opstijven van puddingen/sappen.

Je hebt nodig:

- blaadjes gelatine;
- water;
- sap van *verse* vruchten, bijvoorbeeld sinaasappel, appel, mandarijn, kiwi et cetera;
- bekgelazen van 100 ml;
- bekgelas 250 ml;
- glasstaafje;
- brander, driepoot, gaasje, lucifers;
- thermometer.

Uitvoering

Voer met elk vruchtensap onderstaande proef uit:

- knip een aantal (een half blaadje per vruchtensap + vier reserve) blaadjes gelatine in tweeën;
- week de gehalveerde blaadjes gelatine ongeveer vijf minuten in 200 ml koud water;
- breng intussen in een bekgelas van 100 ml een laagje (ongeveer één cm) vruchtensap en verwarm tot $\pm 40^{\circ}\text{C}$.

Doe dit voor alle vruchtensappen;

- knip de gelatineblaadjes goed uit en voeg ze bij de lauwwarme vruchtensappen (een half blaadje per vruchtensap);
- roer goed;
- laat het geheel afkoelen;
- noteer je waarnemingen.

Herhaal de proef als een vruchtensap een eiwitsplitsend enzym bleek te bevatten, maar verwarm het vruchtensap dan tot boven 80°C , laat afkoelen tot ongeveer 40°C en werk er dan verder mee volgens bovenstaand voorschrift.

- 1 Welke vruchten bevatten in hun sap een eiwitsplitsend enzym?
- 2 Is het eiwitsplitsend enzym in vruchtensap nog werkzaam, indien het boven 80°C is verwarmd?
- 3 Zal het sap van vruchten uit blik ook eiwitsplitsend werken? Leg uit.
- 4 Marineren van (taai) vlees gebeurt vaak met onder andere ananassap. Welk effect verwacht je?

Versie II

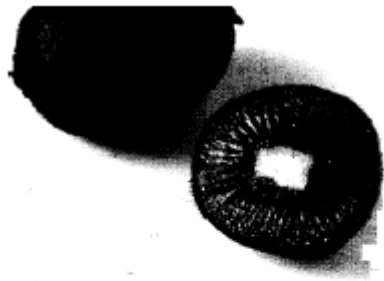
In ananas bevindt zich het eiwitsplitsende enzym bromeline. Gelatine (een eiwit) zorgt voor het opstijven van puddingen/sappen.

Enzymen zijn niet onder alle omstandigheden (denk aan temperatuur en pH) werkzaam. Stel een onderzoeksplan op om te onderzoeken onder welke omstandigheden het enzym bromeline werkzaam is. Leg je onderzoeksplan ter goedkeuring voor aan de docent.

Voer je onderzoek uit en leg je resultaten en bevindingen neer in een artikel dat geschikt zou zijn voor publicatie in een natuurwetenschappelijk tijdschrift.

KIWI OPGAVE

Boodschappen (Jumbo supermarkten), augustus 2003



KIWI

Een rijpe kiwi heeft een aangename, fris zoetzure smaak. De vrucht is rijp als ze bij lichte druk rond de steelaanzet meegeeft. Rijpe kiwi's zijn in de koelkast nog enkele dagen houdbaar; onrijpe 1 tot 2 weken. Onrijpe kiwi's kunnen narijpen bij kamertemperatuur. Wie dit rijpingsproces wil versnellen bewaart de vruchten bij kamertemperatuur met een appel,

peer of banaan in een gesloten plastic zak; deze vruchten staan veel ethyleengas af; dit gas versnelt de rijping van de kiwi. Hoewel het gros van de kiwi's in ons land uit Nieuw-Zeeland wordt geïmporteerd, worden ze ook aangevoerd uit onder meer Griekenland, Israël, Frankrijk, Italië en Chili.

Ethyleengas is etheengas

Achtergrondinformatie

Een oude volkswijsheid is: **"één rotte appel verpest de hele mand"**. Het gas etheen zorgt ervoor dat deze volkswijsheid waar is. Etheen is een plantenhormoon dat voor rijping van vruchten zorgt. Dankzij het etheen wordt de vrucht zachter, zoeter en verandert van kleur. Een appel kan zelf etheen maken en zo voor zijn eigen rijping zorgen.

Het rijpen van bananen

Etheen is een plantenhormoon dat voor rijping van vruchten zorgt. Etheen zorgt ervoor dat chlorophyll wordt afgebroken (banaan verkleurt), stimuleert de productie van cellulase en pectinase (banaan wordt zachter) en bevordert de omzetting van zetmeel in glucose (banaan wordt zoeter). Een banaan kan zelf etheen maken en zo voor zijn eigen rijping zorgen. Zodra de bananen van de plant gesneden zijn, worden ze in gekoelde (het rijpen stagneert) schepen vervoerd naar de verschillende landen.

Bekijk eens het artikel op:

<http://www.hortnet.co.nz/publications/science/m/mills/apple.htm>

Etheengas

Het is mogelijk om de aanwezigheid van etheengas te detecteren met een gaschromatograaf.

Opdracht

Stel een onderzoeksplan op om de productie van etheengas te onderzoeken. Leg je onderzoeksplan ter goedkeuring voor aan de docent.

Voer je onderzoek uit en leg je resultaten en bevindingen neer in een artikel dat geschikt zou zijn voor publicatie in een natuurwetenschappelijk tijdschrift.

Ananas/Kiwi ANTWOORDEN

Een betaalbare gaschromatograaf is te verkrijgen bij Frans Killian, zie informatiepagina's.

de Volkskrant, 25 september 2003

Eerste prototype pc-brandstofcel

Er is al veel over geschreven maar nu zijn de eerste proef-exemplaren ook buiten het laboratorium gedemonstreerd. Computerbedrijf NEC en Toshiba hebben deze week op een beurs in Chiba (Japan) werkende mini-brandstofcelletjes laten zien, het toekomstalternatief voor snel leeglopende batterijen van nu. Laptops kunnen er vele uren op draaien.

De celletjes zetten methanol elektrochemisch om in kool-dioxidegas en water. Bij die omzetting, een soort verbranding maar dan zonder vlammetje, komt elektriciteit vrij. Daarop kan de laptop draaien. Dit gebeurt aan superporeuze koolstofelektroden waarop superfijn platina is aangebracht.

NEC en Toshiba claimen voor eind 2004 met notebooks te komen met zo'n brandstofcel die naar verwachting ongeveer een kilo gaat wegen. De waterige methanoloplossing waarop ze draaien, zit in een soort vulpatroon. Een lege kan worden vervangen door een volle, vergelijkbaar met printer cartridges.

Versie I

Het eerste prototype van de PC-brandstofcel is gemaakt. Je gaat een sheet maken die bij de presentatie van deze PC-brandstofcel gebruikt kan worden.

Op de sheet moet het volgende naar voren komen:

- een schematische weergave van de brandstofcel (vermeld ook de namen van de onderdelen)
- de halfreactie die aan elk van de elektroden optreedt

Versie II

De in het artikel genoemde minibrandstofcel hebben we niet, maar wel een vergelijkbare grotere maat.

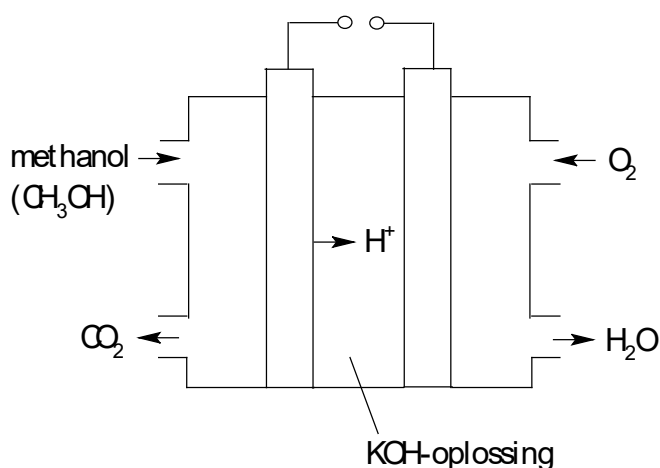
En nu zelf aan het werk met deze grotere brandstofcel, waarbij methanol als brandstof wordt gebruikt. Hier staan drie mogelijkheden voor onderzoek aan een brandstofcel. Kies er een van of kom zelf met een ander voorstel voor een onderzoek met een brandstofcel. Stel een werkplan op voor je onderzoek en bespreek dat met docent/TOA.

I Onderzoek of een methanol-brandstofcel inderdaad in staat is energie (elektriciteit) te leveren zonder een verbranding met vuurverschijnselen.

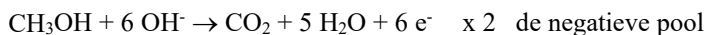
II Onderzoek of de temperatuur van de brandstofcel invloed heeft op de stroomsterkte en de totale hoeveelheid stroom die geleverd kan worden.

III Onderzoek het vermogen van de brandstofcel.

PC-brandstofcel ANTWOORDEN



We gaan uit van kaliloog als elektrolyt.



Benodigdheden voor het onderzoek

- brandstofcel. Eurofysica brengt brandstofcellen op de markt. Hierbij hoort tevens een handleiding met uitleg over het gebruik van de cel
- methanol
- 1 M KOH-oplossing
- ampèremeter, voltmeter, verbindingssnoeren
- eventueel weerstanden

N.B. De handleiding van de brandstofcel bevat ideeën en uitwerkingen van proeven.

Technisch Weekblad, 2 mei 2003

Mobiel aan de drank

Los Alamos – Het lijkt een aardige grap om op een feest te vertellen dat je mobiele telefoon (ook) aan de drank is, maar de wetenschappers van Energy Related Devices (ERD) werken serieus aan batterijen die alcohol kunnen omzetten in elektrische stroom. De door hen ontwikkelde micro-brandstofcel bestaat uit meerdere lagen dunne film en gebruikt methanol of ethanol als brandstof. De alcoholzijde van de film bevat een katalysator die de alcohol afbreekt in waterstofionen en koolstofdioxide. Hierdoor krijgt de waterstofelektrode een negatieve lading. De waterstofionen bewegen door de film naar de zuurstofelektrode aan de andere kant van de brandstofcel. Daar reageert het waterstof met het zuurstof onder vor-

ming van waterdamp, waardoor de zuurstofelektrode een positieve lading krijgt.

De zuurstof- en waterstofelektroden vormen op deze manier de positieve en negatieve polen van de brandstofcel, vergelijkbaar met de twee polen van een conventionele batterij. Tot voor kort waren de gebruikelijke katalysatoren van platina of ruthenium de belemmerende factor voor een commerciële toepassing vanwege de hoge prijs. Daar lijkt nu verandering in te komen, doordat ERD een katalysator op basis van enzymen heeft ontwikkeld. Om een voortijdig afbreken van de enzymen te voorkomen, is het noodzakelijk de zuurgraad constant te houden. Hier zorgt een speciale poreuze coating op de elektroden voor. (rk)

Versie I

In het artikel wordt gesproken over het vervangen van de batterij in je mobieltje door een brandstofcel.

- 1 Wat is het verschil tussen brandstofcellen en batterijen?
- 2 Welke problemen treden op bij het ontwerpen van brandstofcellen voor mobiele telefoons?
- 3 Maak aan de hand van de tekst uit 'Mobiel aan de drank' een schematische tekening van de brandstofcel

Als elektrolyt kan een zwavelzuuroplossing gebruikt worden.

- 4 Geef de halfreacties die optreden als waterstof als brandstof gebruikt wordt. Geef ook de totaalvergelijking.
- 5 Leg uit dat H_3O^+ (H^+) in deze cel ook als katalysator dienst doet.
- 6 Geef de halfreacties die optreden als methanol als brandstof gebruikt wordt. Geef ook de totaalvergelijking.
- 7 Leg aan de hand van de halfreacties uit dat de zuurstofelektrode inderdaad een positieve lading krijgt.

Versie II

De in het artikel genoemde microbrandstofcel hebben we niet, maar wel een vergelijkbare grotere maat.

Je kunt nu zelf aan het werk met deze grotere brandstofcel, waarbij methanol als brandstof wordt gebruikt.

Hier staan drie mogelijkheden voor onderzoek aan een brandstofcel. Kies er een van of kom zelf met een ander voorstel voor een onderzoek met een brandstofcel. Stel een werkplan op voor je onderzoek en bespreek dat met docent/TOA.

I Onderzoek of een methanol-brandstofcel inderdaad in staat is energie (elektriciteit) te leveren zonder een verbranding met vuurverschijnselen.

II Onderzoek of de temperatuur van de brandstofcel invloed heeft op de stroomsterkte en de totale hoeveelheid stroom die geleverd kan worden.

III Onderzoek het vermogen van de brandstofcel.

Versie III

Eerst wat informatie van de site waar de schrijver van het artikel waarschijnlijk ook op gekeken heeft:

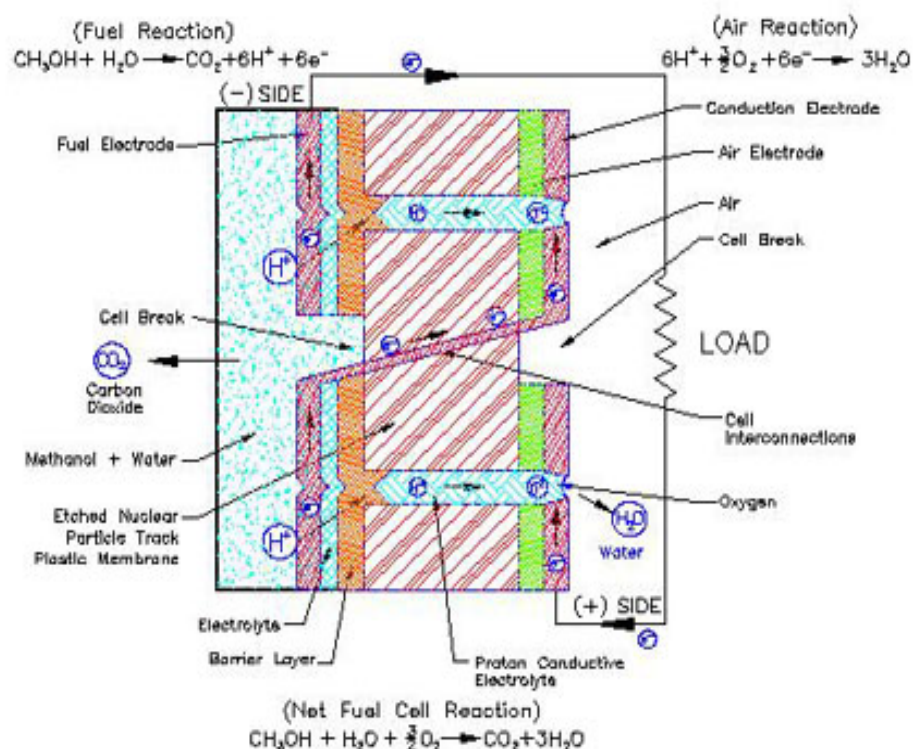
http://www.energyrelateddevices.com/ppts/lucerne_640/sld008.htm



Energy Related Devices

How It Works

Micro Fuel Cell Schematic Cross Sectional View



6/22/99 Lucerne 8

Vraag 1 tot en met vraag 4 gaan over de schematische weergave van de brandstofcel zoals die van de site is overgenomen.

Linksboven op het plaatje hierboven staat bij "(Fuel Reaction)" de reactie tussen methanol, CH_3OH , en water die aan de (-)SIDE verloopt.

1 Welke stof staat op het plaatje wel in de reactievergelijking, maar wordt in *het artikel* 'Mobiël aan de drank' niet genoemd bij de reactie?

2 Leg uit waardoor de linkerelektrode negatief wordt.

3 Geef de formule van het deeltje dat bij de zuurstofelektrode (de rechterelektrode) elektronen opneemt.

Als je het artikel goed leest, en/of het plaatje goed bekijkt ontdek je dat er twee reactieproducten ontstaan die op een of andere manier afgevoerd moeten worden.

4 Geef de namen van deze twee stoffen.

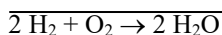
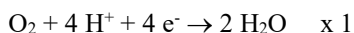
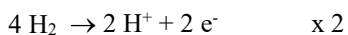
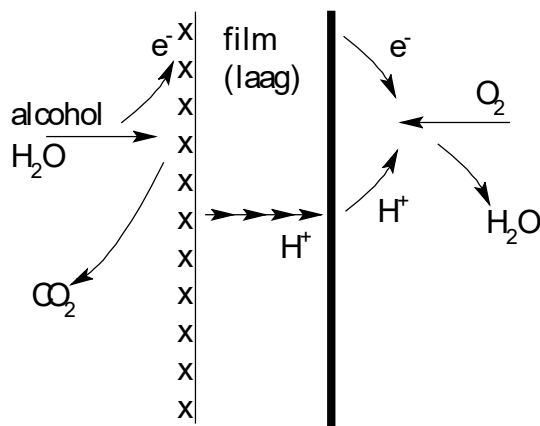
De volgende vragen hebben betrekking op het artikel.

- 5 Geef de symbolen van de elementen die tot voor kort als katalysatoren werden gebruikt.
- 6 Welke nadeel had de toepassing van deze elementen?
- 7 Wat voor katalysator gaat men nu gebruiken?
- 8 Welke eis stelt de nieuwe katalysator?
- 9 Leg de titel van het artikel uit.

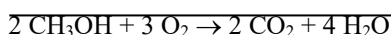
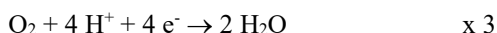
Mobiel aan de drank ANTWOORDEN

Versie I

- 1 Een batterij bestaat uit één compartiment, een brandstofcel uit twee van elkaar gescheiden ruimtes.
- 2 Als je de celementen verkleint wil je toch de capaciteit behouden, verder moet je alle extra onderdelen die nodig zijn voor een brandstofcel integreren.
- 3



5 In de reactie wordt H₃O⁺/H⁺ wel gebruikt maar niet verbruikt, het komt namelijk wel in de halfreacties voor maar niet in de totaalvergelijking.



7 Door zuurstof worden elektronen opgenomen. Deze worden onttrokken aan de elektrode, die daardoor positief wordt.

Versie II

Zie de docententoelichting van de pc-brandstofcel.

Versie III

- 1 Water
- 2 Doordat bij de reactie elektronen vrij komen.
- 3 O₂ (strikt genomen alleen O₂, maar vervolgens ontstaat er natuurlijk nog wel een O-H binding)
- 4 Water en koolstofdioxide.
- 5 Pt, Ru
- 6 Ze zijn erg duur.
- 7 Enzymen
- 8 De zuurgraad (pH) moet constant gehouden worden.
- 9 Deze batterijen gebruiken alcohol en kunnen in mobieltjes worden toegepast

de Volkskrant, 17 oktober 2003

NRC Handelsblad, 16 oktober 2003

Geen water na lozing DSM

MAASTRICHT, 16 OKT. Waterleidingmaatschappij Limburg (WML) blijkt twee maanden te zijn gestopt met winning van water uit de Maas vanwege vervuiling met een onbekende stof. De chemische verbinding was afkomstig van DSM die het mengsel een jaar lang in de rivier loosde. Of de stof gevaarlijk is voor de mens is niet bekend. De winning is afgelopen vrijdag hervat. Dat hebben het Zuiveringschap Limburg en de waterleidingmaatschappij vandaag laten weten. De vervuiling werd op 8 augustus ontdekt, WML stopte meteen met de waterwinning. (ANP)

Verdacht drinkwater in Limburg

Inname Maaswater stil na lozingen DSM

Van onze verslaggeefster
AMSTERDAM

Waterleidingmaatschappij Limburg (WML) blijkt gedurende twee maanden te zijn gestopt met het innemen van water uit de Maas, omdat er een onbekende stof in zat. DSM is de veroorzaker geweest. De stof komt vrij bij de productie van een halffabrikaat voor penicilline. De precieze samenstelling is nog steeds onbekend.

Inmiddels is DSM gestopt met lozing van de stof op het water. Het afvalproduct wordt nu verbrand. Daaraan zitten geen extra kosten voor DSM.

Waterleidingmaatschappij Limburg heeft aangekondigd de extra kosten die zij heeft moeten maken, ongeveer honderdduizend euro, bij DSM of bij het Zuiveringschap Limburg te zullen verhalen. Het bedrijf is afgelopen vrijdag weer Maaswater gaan gebruiken, omdat, nu de stof niet meer wordt geloosd, de concentratie onder de toegestane waarde van 0,3 microgram per liter water ligt.

WML is pas donderdag met deze informatie naar buiten gekomen. 'We wilden niet de indruk wekken dat het drinkwater in gevaar was. Mensen gaan zoiets al snel denken', aldus een woordvoerder.

Nu de situatie weer normaal is, wil WML wel bekendmaken dat ze twee maanden lang grondwater heeft moeten tappen. De waterleidingmaatschappij heeft een half miljoen kubieke meter grondwater ingezet. Op grondwater ligt een heffing van 16,2 eurocent per duizend liter. Daarnaast zijn laboratoriumkosten gemaakt.

DSM stelt dat het geheel volgens de voorschriften heeft gewerkt.

'We zijn niet in gebreke gesteld. Er is dus geen aanleiding een schadevergoeding te betalen', aldus woordvoerder Eric Bommezijn van het chemieconcern.

Het Zuiveringschap Limburg voelt zich niet aansprakelijk. Een woordvoerder zegt dat de vergunning in orde was. Daarop staat welke stoffen DSM mag lozen.

Een onbekende stof die zelfs niet bij de producent bekend is, kan ook niet voorkomen in een vergunning, erkent zij.

Het keuringsinstituut voor water KIWA onderzoekt de stof en zoekt naar de scheikundige formule. Dat kan nog weken duren.

De hoofdoorzaak van het probleem is de lage waterstand in de Maas als gevolg van de droogte, stelt DSM. 'Dat is een natuurlijke oorzaak, waar niemand op aanspreekbaar is.'

Bij een normale waterstand valt de onbekende stof in het niet, omdat deze dan zo verdund wordt dat hij bij de analyses niet gemeten wordt. Bij de lage waterstand valt de stof wel op.

De Stichting Reinwater en Stichting De Noordzee vinden dat de regelgeving voor gevaarlijke stoffen niet goed is. Bedrijven mogen volgens de regels stoffen lozen zonder dat daarvan eerst de effecten op de volksgezondheid en het milieu zijn onderzocht.

De twee milieuorganisaties willen de bewijslast omkeren. Lozing van een stof mag pas worden toegestaan wanneer wetenschappelijk vaststaat dat hij niet schadelijk is.

Juist de chemische industrie heeft de afgelopen tijd geprotesteerd tegen nieuwe voorstellen van de Europese Commissie voor het testen van stoffen. 'Zonder zo'n beleid blijft het klachten regenen', aldus de Stichting Reinwater.

Een onbekende stof werd ontdekt in Maaswater, dat voor drinkwater was bestemd.

- 1 Waardoor werd de stof eerst niet ontdekt?
- 2 Waardoor kon de stof op 8 augustus wel worden ontdekt?
- 3 Waar was deze stof van afkomstig?

In het artikel uit de Volkskrant wordt de toegestane concentratie uitgedrukt in microgram per liter.

- 4 Reken deze toegestane concentratie om naar gram per kubieke meter (g m^{-3}).

Neem aan dat de dichtheid van het (vervulde) water $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.

- 5 Bereken hoe groot de toegestane concentratie is in ppm.

- 6 Hoe raakt de DSM de onbekende stof nu kwijt.

De extra kosten die WML heeft moeten maken bestaan uit twee componenten: heffing voor het tappen van het water en laboratoriumkosten.

- 7 Bereken op grond van gegevens in het artikel uit de Volkskrant hoe groot de laboratoriumkosten ongeveer geweest zijn.

Vervuild drinkwater ANTWOORDEN

- 1 Doordat er weinig water door de Maas werd afgevoerd en de geloosde stoffen dus een hogere concentratie krijgen.

- 2 Bij een normale waterstand valt de onbekende stof in het niet omdat deze dan zó verdund is dat hij bij de analyse niet gemeten wordt.

- 3 Van de penicilline-productie bij DSM.

4 $0,3 \text{ } \mu\text{g/L} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ g/L} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ g m}^{-3}$

5 $0,3 \text{ } \mu\text{g/L} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ g/L} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ g/1000 mL} \equiv 3 \cdot 10^{-7} \text{ g/1000 g} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ g/1000000 g} \equiv 3 \cdot 10^{-4} \text{ ppm (0,0003 ppm)}$.

- 6 De stof wordt verbrand.

- 7 Totale kosten ongeveer 100.000 euro. Heffing grondwater = $(0,5 \cdot 10^6 \times 16,1)/100 = 81.000$ euro. Dus de laboratoriumkosten ongeveer 19.000 euro.

6 Oké, broccoli dan. Is die goed tegen kanker? Volgens recente studies wel. Die laten zien dat bepaalde stoffen (glucosinolaten) die voorkomen in koolachtige groenten zoals spruiten, bloemkool en broccoli, helpen bij het voorkomen van bepaalde vormen van kanker.

8 Krijg ik kanker van het eten van friet en chips? Dat is te kort door de bocht. In chips zit wél relatief veel acrylamide, een stof die ontstaat bij het bruinkleuren van voedingsmiddelen. Hij is kankerverwekkend gebleken bij dieren.

9 Vormt alles dat ik bak, braad, frituur of rooster een potentieel kankerrisico? Nee hoor, mits u oplet voor Pak's (zie vraag 13) Acrylamide ontstaat met behulp van het aminozuur asparagine. Aardappelen bijvoorbeeld bevatten asparagine, waardoor zich vrij veel acrylamide vormt bij frituren. Ook bij het bakken en roosteren van graanproducten vormt zich acrylamide.

13 En hoe zit het met verbrand vlees? Verkoold vlees (en ander verkoold eten) bevat polycyclische aromatische koolwaterstoffen (Pak's). Van Pak's is het aangetoond dat ze kankerverwekkend zijn. Eet dus geen stukjes verkoold voedsel.

14 Ik hoorde dat er bepaalde additieven (E-nummers) zijn die kankerverwekkend of bevorderend zijn. Is dat waar? Additieven met een E-nummer behoren tot de best onderzochte bestanddelen van onze voeding. Daarmee zijn ze misschien wel veiliger dan minder gecontroleerde ingrediënten.

31 Zijn transvetzuren slechter dan verzadigde vetzuren? Ja, ze verhogen het cholesterolgehalte van het bloed nog meer dan verzadigde vetten al doen.

32 Waar kunnen transvetzuren in zitten? Onder andere in snacks, koek, gebak en kant-en-klaarmaaltijden.

34 Dus vet is goed voor vitaminen? Sommige vitaminen kunt u alleen uit vet halen. Het gaat om A, E en K; vitamine D kan uw lichaam ook zelf maken met behulp van zonlicht. Heel veel levensmiddelen bevatten vetten waarin die vitaminen voorkomen, zoals groenten, vlees, ei, vis, zuivel en noten.

35 Iedereen is zo lyrisch over olijfolie. Is die echt zo gezond? Olijfolie is plantaardig en bevat (vooral enkelvoudig) onverzadigde vetzuren. Die zijn beter voor hart en bloedvaten dan verzadigde vetten. Maar ook andere olie, zoals maïs- en zonnebloemolie hebben deze eigenschappen. In die zin kunt u dus net zo goed een andere plantaardige olie nemen.

46 Al dat gedoe met die groenten. Ik kan toch net zo goed een vitaminepil slikken? Ne, een pil is geen alternatief voor groenten. Groenten leveren naast vitaminen ook vezels en andere stoffen die het lichaam nodig heeft, maar niet in vitaminepillen zitten. Zelfs preparaten met groente- en fruitextracten zijn geen volwaardig alternatief.

48 Maakt het nog uit voor welk vruchtensap ik kies? Ja. Een volwaardige vervanging van een portie fruit bestaat uit een (echt) vruchtensap waar van nature flink wat vitamine C inzit, zoals sinaasappel- en grapefruitsap.

50 Als ik mijn fruit schil of goed was, vermijd ik dan dat ik resten van bestrijdingsmiddelen binnen krijg? Helaas niet. Bestrijdingsmiddelen zijn doorgaans wasbestendig, omdat ze niet weggespoeld mogen worden door de regen. Bovendien trekken ze ook vaak in de vrucht. Daarom zijn er ook strenge normen voor het gebruik van bestrijdingsmiddelen.

52 Krijg ik goede ogen van wortelen? In wortelen zit veel bètacaroteen, dat in het lichaam wordt omgezet in vitamine A. En vitamine A draagt bij aan de goede werking van de ogen.

53 Is spinazie echt zo'n belangrijke ijzerleverancier? Spinazie bevat wel wat ijzer, maar de 'Popeye-legende' is schromelijk overdreven. In spinazie zitten eerder enkele andere belangrijke stoffen, zoals bètacaroteen en vitamine C.

54 Mag ik een kiek spinazie opwarmen? Beter van niet. Spinazie is rijk aan nitraat. Nitraat is niet direct schadelijk, maar kan worden omgezet in de schadelijke stof nitriet. Juist bij het langzaam afkoelen, te warm bewaren en opnieuw opwarmen, gebeurt dat. In combinatie met vis kan nitriet in uw maag ongezonde, kankerverwekkende stoffen vormen.

63 Val ik af als ik suiker vervang door zoetstoffen? Niet per se. Aspartaam, cyclamaat en sacharine zijn veel zoeter dan suiker, waardoor u er (veel) minder van nodig heeft, zodat ze u niet veel energie leveren. Sorbitol is minder zoet dan suiker, zodat het bij dezelfde zoetkracht meer energie levert.

65 Is iedere dag een wijntje verstandig? Iedere dag enkele glazen alcohol (twee voor vrouwen, drie voor mannen) drinken, kan de kans op hart- en vaatziekten verminderen. Méér alcohol is nadelig voor uw gezondheid.

66 Alcohol? Dus niet per se wijn? Nee, het effect uit vorig antwoord lijkt vooral toegeschreven te kunnen worden aan de alcohol zelf, en niet zozeer aan het drankje waar de alcohol in zit.

74 Is het eten van vis echt zo gezond? Er is een waslijst aan ziekten (hart- en vaatziekten en wellicht ook nog andere, zoals ouderdomsdiabetes, dementie en oogkwalen) die misschien beperkt worden door het eten van vis.

75 Hoe komt dat dan? Het is aangetoond dat dit komt door het vet in de vis. Visvet is relatief rijk aan onverzadigde n-3-vetzuren, die nauwelijks in andere voeding zijn te vinden.

78 Moet ik nu echt zo oppassen met kip? Ja. Uit onze kiptest in de Consumentengids van afgelopen juli blijkt dat er nog steeds ziekmakende bacteriën als campylobacter en salmonella in kip zitten.

84 Heb ik er iets aan om 'levende bacteriën' te eten of te drinken door bijvoorbeeld Yakult of zoiets te nemen? Er zijn aanwijzingen dat levende bacteriën een gunstig effect hebben op onze darmflora, maar (nog) geen harde bewijzen. In elk geval moeten er voor dat mogelijk gunstige effect voldoende van de juiste bacteriën in het drankje zitten.

85 En die cholesterolverlagende producten, helpen die nu echt? Ja, het is bewezen dat producten met plantensterolen of plantenstaolen (ook wel fytosterolen en fytostanolen genoemd) het cholesterolgehalte verlagen.

88 Is een product met 'extra calcium' altijd beter? Nee. Volwassenen hebben zo'n 1000 milligram calcium per dag nodig. Een gevarieerde voeding met 2 à 3 glazen melk en 1 à 2 plakken kaas levert dat al. Meer dan 2500 milligram calcium per dag kan leiden tot verkalking van de organen. Meer is dus niet beter.

92 Is de smaakversterker glutamaat ongezond? Nee. Het is een natuurlijke stof die voorkomt in onder andere asperges, kaas en vlees. De stof is zelfs een van de bouwstenen van ons lichaam.

93 Maar het klopt toch wel dat mensen ziek zijn geworden van (natrium)glutamaat oftewel ve-tsin in Chinees eten? Dat verhaal is hardnekkig, maar hoogstwaarschijnlijk onwaar. Vanwege de geruchten over een massale gevoeligheidsreactie op natriumglutamaat, ook MSG genoemd, is het effect ervan uitgebreid onderzocht. Er kon echter geen enkel ongezond effect worden gevonden van deze stof.

94 Word je opgewekt van chocola? Chocola bevat een stof (theobromine) die lijkt op cafeïne, en 'familie' is van cocaïne en morfine. Door die stof heeft chocola een licht opwekkend effect. Maar het effect is veel minder dan dat van 'echte' drugs en zelfs koffie. Een lekkere smaak op zich kan overigens ook al een prettig gevoel geven.

95 Is hij goed voor de bloedvaten? In chocola zitten flavonoïden, die mogelijk goed zijn voor hart en bloedvaten. Maar er zitten ook veel verzadigde vetzuren in chocola, die daarvoor juist óngunstig zijn. Het is dus onzin om uit gezondheidsoverwegingen chocola te eten.

96 Verhoogt vitamine C de weerstand? Daar zijn geen bewijzen voor gevonden. Het houdt de weerstand wel in stand. En het heeft nog veel meer voordelen, zoals dat het helpt bij de genezing van wonden en de opname van ijzer uit voeding.

97 Dus van extra vitamine C word ik niet extra gezond? Nee. De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid (ADH) vitamine C is 70 milligram. Eén sinaasappel is daarvoor bijna voldoende. Alles wat u boven de ADH binnenkrijgt aan vitamine C wordt niet benut door het lichaam.

In deze opdracht bekijken we een aantal van deze 100 vragen.

In de genummerde vragen en antwoorden worden stoffen genoemd die in onze voeding voorkomen of die (bij een bewerking) er in kunnen ontstaan. Je gaat de informatie bij die vragen verwerken in onderstaande tabel.

- Schrijf de stoffen uit een vraag achter het nummer van die vraag in de kolom “welke stof?”.

- Vul ook de andere kolommen in.

- Zet bij de vraag “waardoor zit die stof er in?” maar in één kolom een kruisje

Als voorbeeld is voor vraag 6 de tabel al ingevuld.

	<i>waarin?</i>	<i>welke stof?</i>	<i>waardoor zit die stof er in?</i>				<i>welke werking heeft die stof?</i>
			<i>van nature aanwezig</i>	<i>als veront- reiniging</i>	<i>is er aan toegevoegd</i>	<i>ontstaan bij bewerking</i>	
6	spruiten, bloemkool broccoli	glucosinolaten	+				helpen bij het voorkómen (..) van kanker
8							
9							
13							
14							
31							
32							
34							
35							
46							
48							
50							
52							
53							
54							
63							
65							
66							
74							
75							
78							
84							
85							
88							
92							
93							
94							
95							
96							
97							

Voeding ANTWOORDEN

nr	waarin?	welke stof?	waardoor zit die stof er in?				welke werking heeft die stof?
			van nature aanwezig	als verontreiniging	is er aan toegevoegd	ontstaan bij bewerking	
6	spruiten, bloemkool, broccoli	glucosinolaten	+				helpen bij het voorkómen (..) van kanker
8	friet en chips	acrylamide				+	bleek kankerverwekkend bij dieren
9	aardappelen, graanproducten	asparagine	+				hieruit vormt zich bij het frituren (..) acrylamide (zie 8)
13	verkoold voedsel	pak's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)				+	(aangetoond) kankerverwekkend
14	voedsel met additieven	additieven met een E-nummer			+		- wordt niet vermeld -
31 32	(vetten in) snacks, koek, gebak, kant-en-klaar maaltijden	transvetzuren	+				verhogen het cholesterolgehalte van het bloed nog meer dan verzadigde vetten
34	groenten, vlees, ei, vis, zuivel, noten	vitaminen A,D,E,K	+				noodzakelijk voor het lichaam (alleen vitamine D kan het lichaam ook zelf maken)
35	plantaardige olie	onverzadigde vetzuren	+				beter voor hart en bloedvaten dan verzadigde vetten
46	groenten	vitaminen, vezels en andere stoffen	+				heeft het lichaam nodig
48	(echt) vruchtensap	vitamine C	+				heeft het lichaam nodig (zie ook 96, 97)
50	fruit	bestrijdingsmiddelen		+			- wordt niet vermeld -
52	wortelen	bèta-caroteen	+				draagt bij aan de goede werking van de ogen
53	spinazie	bèta-caroteen, vitamine C, (ijzer)	+				bèta-caroteen: zie 52 vitamine C: zie 96, 97
54	opgewarmde spinazie	nitraat, nitriet	+			+	nitraat is niet direct schadelijk nitriet kan (..) ongezonde kankerverwekkende stoffen vormen
63	voeding met zoetstoffen	aspartaam, cyclamaat, sacharine, sorbitol			+		smaken zoet, leveren minder energie dan suiker (alleen sorbitol levert meer energie dan suiker)

65 66	wijn en andere alcoholische dranken	alcohol (ethanol)				+	kan de kans op hart- en vaatziekten verminderen (te veel alcohol is nadelig voor de gezondheid)
74 75	(vette) vis	onverzadigde vetzuren in het visvet	+				beperken misschien een groot aantal ziekten: hart- en vaatziekten, ouderdomsdiabetes, dementie en oogkwalen
78	kip	campylobacter, salmonella- bacterie		+			maken ziek
84	yakult of zoiets	levende bacteriën	+		+		aanwijzingen voor een gunstig effect op onze darmflora
85	cholesterol- verlagende producten	plantensterolen, plantenstanolen			+	+	verlaging van het cholesterolgehalte in het bloed
88	producten met extra calcium	calcium			+		heeft het lichaam nodig (maar teveel is niet goed)
92 93	asperges, kaas, vlees, (Chinees) eten	(natrium)glutama at (ve-tsin, MSG)	+		+		een overgevoelighedsreactie werd verondersteld (Chinese Restaurant Syndrome) maar kon niet worden bewezen
94 95	chocola	theobromine, flavonoiden, verzadigde vetzuren	+				(licht) opwekkend effect goed voor hart en bloedvaten ongunstig voor hart en bloedvaten
96 97	voeding met extra vitamine C	vitamine C			+		houdt de weerstand (tegen ziekte) in stand, helpt bij de genezing van wonden, helpt bij de opname van ijzer uit de voeding

SNELLE RECYCLING VOOR EDELMETAAL OPGAVEN

In de uitlaat van een auto worden met behulp van de "katalysator" schadelijke gassen omgezet in minder schadelijke of onschadelijke gassen. Palladium (Pd) is een metaal dat gebruikt wordt in de katalysator. Autosloperijen halen de katalysatoren uit de uitlaten van auto's en verkopen ze aan speciale bedrijven die palladium of andere edele metalen uit katalysatoren halen. De katalysator zit in de verdikking van de uitlaat en bestaat uit heel veel dunne buisjes van keramiek. De buisjes zijn aan de binnenkant bedekt met een dun laagje palladium of rhodium of platina. Het is niet eenvoudig om het palladium uit die buisjes te krijgen. Palladium is een zeldzaam metaal en is dus erg duur.

Een van de schadelijke gassen die een automotor uitstoot is stikstofdioxide. De katalysator zet deze ontleedbare stof om in niet-ontleedbare stoffen.

- 1 Geef de formules van deze niet-ontleedbare stoffen.
- 2 Waardoor is het ingewikkeld om palladium uit de katalysatoren te halen?

Palladium is een edel metaal

- 3 Noem nog drie edele metalen.
- 4 Wat doet de katalysator palladium in een autokatalysator?
- 5 Waarom gebruikt men edele metalen zoals palladium als katalysator?

Lees nu het artikel

Technisch Weekblad, 14 november 2003

Snelle recycling voor edelmetaal

RECYCLING Onderzoekers aan de universiteit van Birmingham hebben een manier gevonden om sneller edele metalen terug te winnen uit autokatalysatoren. Het geheim zit in het gebruik van bacteriën.

Rijkert Knoppers

Birmingham – Autokatalysatoren gaan gemiddeld 80.000 kilometer mee. Daarna belanden ze meestal in ovens, te midden van

ander metaalafval. Het terugwinnen van de dure onderdelen van edelmetaal uit de katalysatoren is met conventionele recyclingstechnieken kostbaar en omslachtig. In het kader van het Engelse overheidsprogramma WMR3 (Waste Minimalisation through Recycling, Reuse and Recovery in Industry) heeft een team van de School of Biosciences van de Universiteit van Birmingham een technologie ontwikkeld om die edele metalen, zoals platina, op snelle wijze terug te winnen.

In het nieuwe proces, waar patent op is aangevraagd, verdwijnt de katalysator in een elektrobioreactor met daarin een oplossing van salpeterzuur en zoutzuur. Op de wand bevinden zich bacteriën, die de in het zuur afgescheiden metaaldeeltjes met zich mee voeren.

Het proces duurt vijftien minuten, aanzienlijk korter dan conventionele recyclemanieren. Op deze manier is 99 procent van het metaal terug te winnen. 'Bacteriën laten het proces sneller verlopen', aldus project-

leider professor Lynne Macaskie, 'en dat geeft ons een belangrijke voorsprong wanneer het erom gaat deze waardevolle en strategische metalen terug te winnen.' Een vervolgstudie heeft aangetoond dat palladium, dat op deze manier is teruggewonnen, beter als katalysator presteert dan het oorspronkelijke materiaal. Dit gerecyclede palladium is ook in staat om giftige PCB's af te breken, iets wat met chemisch herwinnen palladium onmogelijk is. 

6 Waar gaat het artikel over?

7 Is het verstandig "als autokatalysatoren in ovens belanden, temidden van ander metaalafval? Licht je antwoord toe.

8 Wat moet je eerst doen voordat je de katalysator in de bioreactor stopt?

9 Geef de notaties van de zure oplossingen die in de elektrobioreactor aanwezig zijn.

10 Welk nut hebben de bacteriën in de elektrobioreactor?

Bacteriën zijn levende organismen.

11 Wat is bijzonder aan de omstandigheden waaronder ze (moeten) leven?

12 Wat heeft men ontdekt in een vervolgstudie?

Als je met een scheikundige bril kijkt is er iets vreemds aan de hand met de resultaten van die vervolgstudie.

13 Wat is er vreemd aan?

Snelle recycling van edelmetaal ANTWOORDEN

1 N_2 en O_2 .

2 Het zit zeer fijn verdeeld in hele dunne buisjes van keramiek. Daar krijg je het niet zo gemakkelijk vanaf.

3 Platina, zilver en goud

4 Edele metalen reageren niet of nauwelijks met andere stoffen, ze helpen wel om de reacties te laten verlopen maar worden zelf niet omgezet.

5 Het helpt bij het omzetten van schadelijke gassen in minder schadelijke. Het zorgt er bijvoorbeeld voor dat een specifieke reactie (sneller) verloopt. In dit geval de afbraak van stikstofoxide.

6 Een snellere methode om palladium weer terug te winnen uit metaalafval

7 Nee, want je kunt het edelmetaal dan niet meer opnieuw gebruiken

8 In stukjes hakken.

9 H^+ + NO_3^- en H^+ + Cl^-

10 Ze leven in (behoorlijk sterk) milieu.

11 Ze voeren de afgescheiden metaaldeeltjes met zich mee.

12 Het palladium dat op deze manier is teruggewonnen presteert beter als katalysator dan chemisch herwonnen palladium

13 Of palladium nu op deze manier of op de chemische manier herwonnen is het is scheikundig gezien palladium, dus dezelfde stof en die kan niet verschillend werken. (Opm: Wat wel kan is dat men op deze manier palladium heeft gewonnen dat minder verontreinigingen bevat.)

Waterstof uit aardgas kan zonder vorming van roet

BRANDSTOF Bij het industrieel produceren van waterstof uit aardgas slaat koolstof neer op de katalysator. Een Canadees bedrijf heeft een manier gevonden om dit te voorkomen.

Rijkert Knoppers

Saskatoon – Het Canadese Solar Hydrogen Energy Corporation (SHEC) heeft een techniek ontwikkeld om uit aardgas waterstof te produceren, zonder dat daarbij roetvorming optreedt. Bij de huidige industriële waterstofproductie met stoom is het dichtslibben met roet een groot probleem, waardoor de industriële productie-eenheden van tijd tot tijd stilliggen in verband met schoonmaak. Een traditioneel reformingsproces gebruikt een deel van de aangevoerde aardgas als hittebron voor het proces.

In het door SHEC ontwikkelde 'droge brandstof' reformingsproces zorgt een

katalysator ervoor dat het chemische omzettingsproces bij lagere temperaturen dan gebruikelijk kan plaatsvinden. In tegenstelling tot het stoom reformingsproces is het bovendien ook mogelijk warmte terug te winnen, dat anders in de stoom verloren gaat.

Het nieuwe proces heeft inmiddels 160 testuren doorstaan, waarin geen degra-

Een katalysator zorgt dat het omzettingsproces bij lagere temperaturen kan plaatsvinden

datie van de katalysator geconstateerd is. De techniek is volgens het Canadese bedrijf op korte termijn marktrijp te maken. In de toekomst hoopt SHEC de droge brandstof reformingstechnologie te kunnen combineren met de eveneens door dit laboratorium ontwikkelde zonne-

concentrator techniek, om zonder het gebruik van fossiele brandstoffen voor verwarming waterstof uit aardgas te kunnen maken.

Een andere methode waar het bedrijf aan werkt is het direct splitsen van water in waterstof en zuurstof. Dat gebeurt door zonlicht met een parabolische spiegel te concentreren, waardoor temperaturen van 1.000 graden haalbaar zijn. Door inzet van een katalysator vindt het splitsen van water echter al bij 400 graden plaats.

Er is momenteel een grote markt voor waterstof, voornamelijk in de petrochemische industrie, zoals voor de productie van op ammoniak gebaseerde kunstmest en methanol. De jaarlijkse productie van waterstof ligt wereldwijd op ruim 400 triljoen liter. De verwachting is dat door de opkomst van de met brandstofcel uitgeruste elektrische auto de vraag naar waterstof sterk zal toenemen. **TV**

Versie I

Aardgas is een mengsel van methaan, ethaan en stikstof. Om waterstof te maken, laat men aardgas reageren met stoom (water). Er ontstaat daarbij, naast waterstofgas, ook koolstofmonoxide en koolstof.

- 1 Geef de formules van de stoffen die bij deze reactie betrokken zijn.
- 2 Welk van de genoemde reactieproducten koolstofmonoxide en koolstof geeft volgens het artikel bij de huidige industriële waterstofproductie de grootste problemen?
- 3 Bereken of methaan of ethaan het hoogste massapercentage koolstof heeft.

Bij de traditionele methode gebruikt men een deel van het aardgas als hittebron.

- 4 Welke stoffen ontstaan als aardgas volledig verbrand wordt?
- 5 Wanneer zal bij de verbranding van aardgas roet ontstaan?
- 6 Welke voordelen heeft het gebruik van de katalysator bij het nieuwe proces?

“Een andere methode waar het bedrijf aan werkt is het direct splitsen van water in waterstof en zuurstof”

- 7 Geef de vergelijking van deze reactie
- 8 Welke energiebron gebruikt men bij deze methode?
- 9 Welk voordeel heeft het gebruik van een katalysator bij deze methode?
- 10 Aan welke drie nieuwe processen voor de waterstofproductie werkt het Canadese bedrijf SHEC?
- 11 Noem een aantal stoffen die met behulp van waterstof worden geproduceerd.
- 12 Noem een toepassing van waterstof in de toekomst.

Versie II

De huidige productie van waterstof uit methaan verloopt met problemen.

- 1 Welk groot probleem wordt er genoemd?
- 2 Leg uit dat dit probleem niet vreemd is, gelet op de formules van waterstof en methaan.

Methaan wordt bij de huidige waterstofproductie op twee manieren toegepast.

- 3 Welke twee manieren zijn dat?

De huidige industriële winning gebruikt stoom om methaan om te zetten in koolstofmonoxide en waterstof.

- 4 Geef de reactievergelijking van dit proces.

Bij deze productie wordt een katalysator ingezet.

- 5 Wat is in het algemeen de functie van een katalysator bij een reactie?
- 6 Welke functie(s) zal de gebruikte katalysator bij de genoemde winning vervullen?

Het bedrijf SHEC heeft een nieuwe methode ontwikkeld.

- 7 Wat is het grootste verschil met de oude methode?
- 8 Welke voordelen heeft de nieuwe methode ten opzichte van de oude methode?

Het bedrijf SHEC is ook nog met een andere methode bezig.

- 9 Welke methode?
- 10 Geef de vergelijking van de reactie die daarbij optreedt.

De methodes zijn verschillend, maar toch zijn er wel overeenkomsten te ontdekken.

- 11 Welke overeenkomsten kun jij noemen?

De gevormde waterstof wordt wereldwijd toegepast.

- 12 Waarvoor wordt waterstof onder andere als grondstof volgens het artikel gebruikt?

De jaarlijkse productie van waterstof is een flinke hoeveelheid.

13 Bereken met behulp van de gegevens in het artikel hoeveel kg waterstof er jaarlijks geproduceerd wordt.

14 Welke verandering zal de behoefte aan waterstof waarschijnlijk sterk laten toenemen?

Waterstof uit aardgas ANTWOORDEN

Versie I

1 CH_4 , C_2H_6 , H_2O , C, CO, H_2

2 Koolstof/roet

3 Massapercentage C in $\text{CH}_4 = 12 : 16 = 75\%$. Massapercentage C in $\text{C}_2\text{H}_6 = 24 : 30 = 80\%$. Dus ethaan heeft het hoogste massapercentage koolstof.

4 Koolstofdioxide en water (en stikstofoxiden).

5 Als er te weinig zuurstof aanwezig is

6 Het omzettingsproces vindt plaats bij lagere temperaturen en men kan ook warmte terug winnen.

7 $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$

8 De zon

9 Het water wordt al gesplitst bij 400 graden in plaats van bij 1000 graden.

10 "Drogebrandstofreformingsproces, zonneconcentratortechniek, en direct splitsen van water door zonlicht.

11 Kunstmest (uit ammoniak) en methanol.

12 Als brandstof voor elektrische auto's

Versie II

De vragen 13 en 14 zijn niet geschikt voor de mavo, wel voor havo, vwo.

1 Het dichtslibben van de katalysator door de vorming van roet (koolstof).

2 Als je uit methaan, CH_4 , de waterstof, H_2 , verwijdert, hou je koolstof over.

3 Methaan dient als grondstof voor de productie van synthesesgas maar tevens als brandstof voor de benodigde energie.

4 Reactie: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$.

5 Een katalysator versnelt een reactie zonder daarbij verbruikt te worden of bevordert één bepaalde reactie.

6 Deze katalysator zorgt dat slechts een bepaalde reactie verloopt.

7 Het proces vindt bij een veel lagere temperatuur plaats.

8 De katalysator wordt niet meer bedekt met roet, het kost veel minder energie, het is mogelijk restwarmte terug te winnen.

9 Het direct splitsen van water in waterstof en zuurstof.

10 Reactie: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$.

11 Er wordt een katalysator gebruikt, er is energie nodig, er vindt een productie van waterstof plaats.

12 Waterstof wordt gebruikt om er ammoniak van te maken en het wordt gebruikt als brandstof in brandstofcellen.

13 Er wordt jaarlijks 400 triljoen liter waterstof geproduceerd. De dichtheid van waterstof is 0,090 g per liter.

Dus er ontstaat $0,090 \times 400 = 36$ triljoen g = 36×10^{18} g = $3,6 \times 10^{16}$ kg waterstof. (of $3,6 \times 10^{10}$ kg: zie opmerking na vraag 14)

14 De toepassing van brandstofcellen in auto's.

Opmerking

	<i>Amerikaans</i>	<i>Brits</i>
10^9	billion	milliard
10^{12}	trillion	billion
10^{15}	quadrillion	
10^{18}	quintillion	trillion

De vraag is wat men in Canada gebruikt.

de Volkskrant, 4 oktober 2003

Titan heeft een zee van koolwaterstoffen

De Europese Huygens-lander, die begin 2005 afdaalt naar het oppervlak van de Saturnusmaan Titan, komt waarschijnlijk neer met een plons in plaats van een bonk. Volgens Amerikaanse radarastronomen bestaat het Titan-oppervlak voor 75 procent uit zeeën van vloeibare koolwaterstoffen.

Titan is de grootste maan in het zonnestelsel, en de enige met een dikke dampkring. Dikke smoglagen in die dampkring belemmeren echter het zicht op het oppervlak. Volgens planeetdeskundigen bestaat dat oppervlak grotendeels uit ijs, maar dat gaat waarschijnlijk schuil onder een honderden meters dikke laag van allerlei organische verbindingen die uit de dampkring naar beneden dwarrelen.

Met de driehonderd meter grote radioschotel van Arecibo op Puerto

Rico zijn eind 2001 en eind 2002 krachtige radargolven op Titan afgevuurd, waarvan de zwakke echo's ruim twee uur later werden opgevangen. Radar dringt wel door smog en wolken heen, en de radarecho's vertellen dus iets over het oppervlak van Titan.

In driekwart van de gevallen blijkt die radarecho een sterke 'centrale piek' te vertonen, die alleen te verklaren valt door reflectie op een spiegelglad oppervlak. De astronomen, die hun bevindingen deze week publiceren in *Science* (3 oktober), concluderen dat er talloze zeeën en meren van vloeibaar methaan en ethaan op Titan voorkomen.

De Europese Huygens-lander, die deel uitmaakt van de Amerikaanse ruimtesonde Cassini, daalt in januari 2005 aan een parachute af naar het oppervlak van Titan. Gelukkig is Huygens op alles voorbereid: na een eventuele plons blijft hij gewoon drijven.

- 1 Hoe komt het dat de Huygens-lander waarschijnlijk met een plons op de maan Titan valt?
- 2 Geef de symbolen van de elementen waaruit de zeeën op Titan bestaan.
- 3 Geef de formule van de stof die waarschijnlijk schuil gaat onder een honderden meters dikke laag van organisch materiaal

Onderstaande (vertaalde) informatie is van de website:

<http://seds.lpl.arizona.edu/nineplanets/nineplanets/titan.html>:

“De dampkring van Titan bestaat voornamelijk uit stikstof (zoals op aarde), met niet meer dan 6% argon en een paar procenten methaan. Er zijn ook sporen ontdekt van ethaan, waterstofcyanide (HCN), koolstofdioxide en water. Dit mengsel vormt een dikke smog, die lijkt op de smog die op aarde voorkomt boven grote steden. Het vreemde is, dat de atmosfeer lijkt op de atmosfeer rondom de aarde toen die werd gevormd”

- 4 Hoeveel procent stikstof bevat de dampkring rond de aarde?
- 5 Geef de formules van de stoffen die in de atmosfeer rond Titan voorkomen.

In het artikel zelf spreekt men over een “honderden meters dikke laag van allerlei organische verbindingen”

- 6 Geef de namen van de koolwaterstoffen die in het stukje uit de website hierboven worden genoemd

“De talloze zeeën en meren” op Titan bestaan uit methaan en ethaan. Dit zijn zeer brandbare stoffen. Je zou denken: "Als er een vonkje bijkomt kunnen ze ontploffen". Toch zal dat op Titan niet gebeuren.

- 7 Wat is er namelijk nog meer nodig om ze te laten ontploffen?

De Huygens-lander blijft gewoon drijven volgens het artikel.

- 8 Hebben ze dat kunnen testen op een zee of een meer op aarde? Leg je antwoord uit

- 9 Als de druk in de Titan atmosfeer ongeveer even groot is als de druk op aarde, wat is de temperatuur dan tenminste?

Titan ANTWOORDEN

- 1 Het oppervlak van Titan bestaat voor 75% uit zeeën van vloeibare koolwaterstoffen.
- 2 C en H
- 3 H_2O
- 4 80 %
- 5 C_2H_6 , HCN, CO_2 , H_2O , Ar, CH_4 , N_2
- 6 Methaan en ethaan.
- 7 Zuurstof
- 8 Nee. Meren en zeeën op aarde bestaan uit water, niet uit een mengsel van methaan en ethaan.
- 9 Het kookpunt van vloeibaar methaan is bij 1 atm 112 K (= - 161 °C). De temperatuur zal dus lager moeten zijn.

Braziliaanse auto rijdt op verschillende brandstoffen

VERVOER General Motors bouwt in Brazilië auto's met motoren die op een wisselend mengsel van ethanol en benzine kunnen rijden.

Teake Zuidema

Pittsburgh – De 1,8 liter motor is volgens een bericht in The Economist ontworpen in het São Paulo onderzoekscentrum van Delphi, één van de grootste makers van auto-onderdelen van de wereld. De motor wordt ingebouwd in auto's van General Motors die binnenkort in Brazilië te koop zullen zijn. Automobilisten kunnen profiteren van prijsschommelingen door steeds bij de pomp het goedkoopste mengsel te tanken. Het verbranden van ethanol draagt niet bij aan klimaat-

verandering, omdat de planten waaruit ethanol wordt gemaakt CO_2 uit de lucht halen.

Het probleem van een motor die zowel op alcohol, ethanol als op mengsels van beide kan rijden is dat de brandstof op verschillende manieren met lucht moeten worden vermengd voor een optimale verbranding. Benzine brandt het beste bij een lucht/brandstof verhouding van ongeveer 14:1. Ethanol heeft voor optimale verbranding een lucht/brandstof verhouding nodig van 9:1. Bij mengsels van benzine en ethanol ligt de verhouding

weer anders.

In de motor van Delphi vindt steeds een optimale verbranding plaats, omdat een sensor in de uitlaat de zuurstofconcentratie meet.

Suikerriet

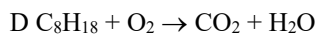
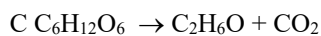
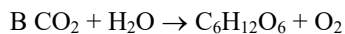
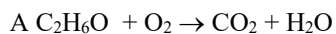
Wanneer er teveel of te weinig zuurstof in de uitlaatgassen zit, zorgt een microprocessor ervoor dat de motor automatisch wordt afgesteld op de ideale brandstof/lucht verhouding. Hetzelfde systeem past de brandstof/lucht verhouding ook aan de temperatuur van de buitenlucht aan.

(...)

1 Welk probleem hebben de onderzoekers opgelost?

2 Hoe hebben ze dat probleem opgelost?

3 Welke van onderstaande (nog niet kloppend gemaakte) vergelijkingen geeft de reactie weer van de verbranding van alcohol (=ethanol)?



4 En welke vergelijking(en) geven aan wat in het artikel staat: “Het verbranden van ethanol draagt niet bij aan de klimaatverandering”

5 Maak de vergelijking van de verbranding van benzine kloppend.

Braziliaanse auto ANTWOORDEN

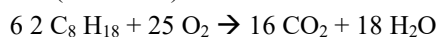
1 Omdat de brandstof met de juiste hoeveelheid zuurstof moet reageren.

2 Het probleem van een motor die zowel op alcohol als op benzine moet kunnen rijden

3 Een sensor in de inlaat meet de zuurstofconcentratie

4 A

5 B (en A en C)





De Antwerpse leien, gezien vanuit het zuiden.

BESTRATING ZUIVERT LUCHT

De Vlaamse minister van openbare werken Gilbert Bossuyt heeft zijn goedkeuring gegeven aan een proefproject waarbij straten luchtzuiverende klinkers krijgen. In totaal wordt 14 000 m² wegdek bestraat met de titaandioxide houdende stenen.

Titaandioxide (TiO₂) houdende klinkers zijn een uitvinding van het Japanse bedrijf Mitsubishi Materials. TiO₂ werkt als katalysator bij de omzetting van onder andere stikstofdioxide en zwaveloxide naar bijvoorbeeld nitraten. Deze transformatie vindt altijd plaats, maar het titaanoxide versnelt het proces. De werking van TiO₂ neemt na verloop van tijd iets af, waarna het zich op een bepaald niveau stabiliseert. Het luchtzuiverende karakter blijft zodoende behouden.

Behalve de luchtzuiverende werking is titaanoxide sterk hydrofiel. 'Het

gevolg is dat watermoleculen zich tussen vuil en de betonklinker zetten', vertelt projectleider Bart Janssens. 'Vette afzettingen, mossen en andere vervuiling worden zodoende losgeweekt.'

De locatie van het proefproject zijn de Antwerpse leien. Deze ringweg, die dwars door het centrum van de stad loopt, krijgt momenteel een nieuwe bestrating. Alleen voor de buitenste rijbanen van de leien worden luchtzuiverende klinkers gebruikt. Met de proef willen de Vlamingen onderzoeken wat het effect van de stenen op de kwaliteit van de lucht is. De kosten van de klinkers liggen met ongeveer 30 euro per m² aanzienlijk hoger dan de zeven euro voor normale bestrating.

1 Titaandioxide is volgens de officiële scheikundige naamgeving een foute naam. Het zou moeten zijn:

- A dititaanoxide
- B titaanoxide
- C titaan(II)oxide
- D titaan(IV)oxide

“TiO₂ werkt als katalysator bij de omzetting van onder andere stikstofoxide en zwaveloxide naar bijvoorbeeld nitraten.”

2 Wat is een katalysator?

3 Leg uit of stikstofoxide of zwaveloxide wordt omgezet in nitraten.

Als zwaveltrioxide reageert met water ontstaat een zwavelzuuroplossing.

4 Geef hiervan de reactievergelijking.

5 Waardoor komen stikstofoxiden en zwaveloxiden eigenlijk in de lucht?

6 Waaruit leid je af dat ze in België luchtzuivering belangrijk vinden?

“Titaanoxide is sterk hydrofiel”

7 Leg uit met behulp van de tekst wat “hydrofiel” betekent.

Bestrating zuivert lucht ANTWOORDEN

1 D

2 Een stof die een reactie sneller laat verlopen zonder daarbij zelf verbruikt te worden.

3 Stikstofoxide, want in nitraten komt het element zwavel niet voor.

4 $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

5 Stikstofoxide door verbranding van zeer hete lucht en door onweer, zwaveloxide door verbranding van zwavelhoudende brandstoffen dus: door het verkeer, verwarming en industrie.

6 Omdat ze bereid zijn duurdere klinkers te gebruiken.

7 Trekt water aan: '....dat watermoleculen zich tussen vuil en de betonklinker'

Vermalen cadmiumkratten eindelijk te verwerken

ZWARE METALEN Na zeventien jaar onderzoek heeft Heineken samen met de Stichting Natuur en Milieu een oplossing gevonden voor de vermalen cadmiumkratten. Over drie jaar is al het cadmium veilig verwerkt.

Rijkert Knoppers

Vlissingen – Per 1 september volgend jaar gaat het in Vlissingen gevestigde Sea Way Refining beginnen met de verwijdering van cadmium uit het granulaat van afgedankte bierkratten.

Het gaat om kratten van voor 1999, die uit de circulatie zijn gehaald vanwege het gevaarlijke zware metaal cadmium dat als

gele en rode kleurstof was gebruikt. De veertien miljoen kratten zijn destijds vermalen tot 28.000 ton granulaat, dat nu nog grotendeels in zakken op het Heineken terrein in Rotterdam ligt. De kratten van Heineken zijn sindsdien vrij van zware metalen.

Heineken heeft veel geïnvesteerd in het onderzoeken van een groot aantal verwerkingstechnieken voor het granulaat. Tot voor kort bleek geen van de mogelijkheden voor het gewenste resultaat te zorgen. Maar daar is nu verandering in gekomen.

Het bedrijf Sea Way Refining in Vlissingen gaat in een van haar fabrieken een installatie bouwen die het cadmium uit de kunststof van de kratten, polyethyleen, op kan lossen in een organisch oplosmiddel. De

cadmiumhoudende zouten lossen niet op en een filter scheidt vervolgens de zouten. Het vrijgekomen cadmium, 0,1 procent van het totale volume granulaat, gaat naar de C-2 deponie voor gevaarlijke stoffen op de Maasvlakte.

'Het is een combinatie geweest van mogelijkheden en kosten', verklaart Sjaak de Loof, directeur van Sea Way Refining. 'De scheidingstechnieken zijn niet nieuw. Wel nieuw is dat we het proces kosteneffectief kunnen realiseren.' Uit de schoongemaakte polyetheenoplossing maakt het bedrijf weer polyetheengranulaat. Afnemers zullen dit materiaal gebruiken voor het vervaardigen van nieuwe producten. Naar verwachting is na drie jaar al het granulaat verwerkt. 

In gele en rode bier- en frisdrankkratten werd cadmiumsulfide (CdS) gebruikt als kleurstof.

In 1983-1984 is een wet aangenomen waarin werd bepaald, dat cadmium en cadmiumverbindingen behoren tot de gevaarlijke stoffen. In 1990 is het in gebruik nemen van nieuwe cadmiumhoudende kratten verboden door de Minister. Tot 1999 zijn gele en rode bierkratten nog wel gebruikt. Daarna zijn gele en rode bierkratten vermalen tot korrels (granulaat).

De kratten bestaan grotendeels uit polyetheen (C₂H₄)_n met daarin de kleurstof cadmiumsulfide, CdS. In plaats van de uitvinding die nu gedaan is, had men de kratten ook kunnen verbranden.

1 Geef de namen van de stoffen die zullen ontstaan na de verbranding van polyetheen.

Als cadmiumsulfide verbrandt zal cadmiumoxide en zwaveldioxide ontstaan.

2 Geef de vergelijking van deze reactie

3 Leg uit of door verbranden van de kratten het cadmium niet of wel in het milieu terecht komt.

Bij het scheiden van het cadmiumsulfide en de kunststof maakt men gebruik van een scheidingsmethode. Deze scheidingsmethode wordt ook gebruikt bij het zetten van koffie.

4 Vul in onderstaande tabel in om koffiezetten en de gebruikte scheidingsmethode met elkaar te vergelijken:

	koffie zetten	kleurstof/kunststof scheiden
oplosmiddel is:		
Wat lost op in het oplosmiddel?	oplosbare stoffen in de koffie	
Na filtreren ligt op het filter:		

5 Hoe heet de scheidingsmethode die je bij opgave 4 hebt beschreven?

6 Komen we op deze manier van het cadmium af?

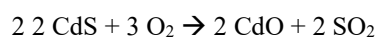
7 Wat doet men met het vrijgekomen cadmium?

8 Bereken hoeveel ton cadmiumafval men krijgt.

9 Noem een voordeel van deze methode vergeleken met het verbranden van de kratten.

Vermalen cadmiumkratten ANTWOORDEN

1 Koolstofdioxide en water



3 Nee, want nu heb je vast cadmiumoxide gekregen en dat is een stof die je apart kunt houden. (Bij het verbranden ontsnapt wel de milieuschadelijke stof SO_2)

4

	koffie zetten	kleurstof/kunststof scheiden
oplosmiddel is:	<i>Water</i>	<i>organisch oplosmiddel</i>
Wat lost op in het oplosmiddel?	oplosbare stoffen in de koffie	<i>de kunststof</i>
Na filtreren ligt op het filter:	<i>Koffieprut</i>	<i>de kleurstof</i>

5 Extraheren.

6 Nee

7 Dit gaat naar de C-2 deponie voor gevaarlijke stoffen op de Maasvlakte.

8 0,1 % van 28.000 ton = 28 ton cadmiumafval.

9 Van het opgeloste polyetheen maakt het bedrijf weer polyetheengranulaat waar ze weer nieuwe producten van kunnen maken.

Extra informatie staat op:

http://www.productschapdranken.nl/fris&waters/lmbinaries/pdf161_pdf.pdf

<http://www.ping.be/tiffany/pigmenten/samenstelling/geel.html>

NRC Handelsblad, 6 december 2003

Omzetting methaan in synthesesegas benut zuurstof uit lucht

Methaan, het hoofdbestanddeel van aardgas, vormt in de chemische industrie een belangrijke basisgrondstof voor de synthese van producten als methanol, ammoniak of vloeibare koolwaterstoffen als diesel. Daartoe wordt het met behulp van stoom omgezet in synthesesegas, een mengsel van koolmonoxide en waterstof. Samen met Chinese collega's van de University of Science and Technology of China heeft Henny Bouwmeester van het MESA Onderzoeksinstituut van de TU Twente een nieuw en efficiënt proces ontwikkeld voor de omzetting van methaan, dat uitgaat van de (onvolledige) reactie van methaan met zuurstof uit de lucht. Daarbij ontstaat een zuiverder synthesesegas dan bij conventionele processen, en worden ook minder schadelijke bijproducten gevormd (*Angewandte Chemie*, 31 okt).

In de chemische industrie wordt synthesesegas gemaakt door aardgas samen met stoom over een katalysator te leiden. Dat kost veel energie, omdat aardgas en stoom pas bij temperaturen van boven de 800 °C met elkaar willen reageren. Het is veel efficiënter om methaan te verbranden met behulp van zuurstof. In een verwarmingsketel wordt het volledig omgezet in kool-

dioxide en water, maar onder speciale omstandigheden kan er ook gedeeltelijke verbranding plaatsvinden waarbij synthesesegas ontstaat. Tot nu toe was daarvoor zuivere zuurstof nodig. Het zou echter veel gemakkelijker en goedkoper zijn om de reactie direct met lucht uit te voeren, maar een nadeel daarvan is dat de stikstof uit de lucht in de reactor voor een deel wordt omgezet in stikstofoxiden die schadelijk zijn voor het milieu. Daarom moeten met behulp van speciale membranen de zuurstof en stikstof van elkaar worden gescheiden. Het bleek moeilijk een membraanmateriaal te vinden dat is opgewassen tegen de hoge reactietemperaturen. Bouwmeester en zijn collega's hebben dat probleem weten te omzeilen door de reactie in twee stappen op te splitsen: het filteren van de zuurstof uit de lucht en de daaropvolgende reactie met methaan gebeuren op verschillende plaatsen in de reactor. Volgens de onderzoekers neemt daardoor ook de kans op ongewenste nevenreacties, zoals de vorming van koolstof, af. Voorlopig heeft het proces alleen in een kleine, buisvormige reactor zijn waarde bewezen, zodat verder onderzoek nodig is om te bepalen of het ook op grote schaal kan worden toegepast. Ook is nog onbekend of de gebruikte keramische membraanmaterialen ook op de lange duur hun werking behouden.

Rob van den Berg

Versie I

Een paar stoffen waar je de formule niet van kent: methanol: CH_4O ; diesel: een mengsel van koolwaterstoffen, bijvoorbeeld $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$

Volgens het artikel wordt methaan “met behulp van stoom (water) omgezet in synthesegas, een mengsel van koolmonoxide en waterstof”.

1 Geef hiervan de reactievergelijking.

Methaan is basisgrondstof voor methanol, ammoniak en diesel.

2 Geef de formule van ammoniak.

3 Wat is het verschil tussen het oude proces en het nieuwe proces?

De nog niet kloppende reactievergelijking van het nieuwe proces: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$

4 Neem de vergelijking over en maak hem kloppend.

5 Waarom kost de reactie tussen aardgas en stoom zoveel energie?

6 Geef de formules van de stoffen die normaal bij de volledige verbranding van methaan ontstaan.

In lucht zit niet alleen zuurstof, maar ook stikstof.

7 Hoeveel procent van de lucht bestaat uit zuurstof en hoeveel procent uit stikstof?

Als methaan wordt verbrand met lucht kunnen ook stikstofoxiden ontstaan. Een stikstofoxide is bijvoorbeeld distikstofoxide.

8 Geef de reactievergelijking van het ontstaan van distikstofoxide.

Membranen hebben ongelooflijk kleine gaatjes.

9 Waarvoor worden de membranen gebruikt bij de proefinstallatie?

10 Waarom laten de onderzoekers het filteren van de zuurstof uit de lucht en de reactie met methaan op verschillende plaatsen in de reactor plaatsvinden?

Synthesegas. Uit de reactie van methaan met stoom ontstaat synthesegas, een mengsel van koolmonoxide en waterstof. Deze reactie kost veel energie. Een alternatief is de partiële oxidatie van methaan met zuivere zuurstof in de aanwezigheid van een geschikte katalysator. Het nadeel hiervan is de hoge prijs van zuiver zuurstof. Henny Bouwmeester van de UT heeft met Chinese collega's een reactor ontworpen waarbij in het eerste deel een keramisch membraan zit dat alleen zuurstof doorlaat. Dit reageert met een deel van het methaan tot kooldioxide en waterstof, dat verderop in de reactor reageert met de rest van het methaan tot synthesegas.

Chem, C, Feng S., Ran S., Zhu D., Liu, W. & Bouwmeester, H.J.M. (03-11-2003). *Angew. Chem. Int. Ed.*, 42, 5196-5198

Men spreekt in beide artikelen over synthesegas.

- 1 Wat is synthesegas?
- 2 Hoe wordt synthesegas gemaakt?
- 3 Geef de vergelijking van de reactie van de vorming van synthesegas.
- 4 Is dit een endotherm of exotherm proces? Licht je antwoord toe.

Er wordt momenteel gewerkt aan een alternatieve methode.

- 5 Wat is die alternatieve methode?
- 6 Geef de reactievergelijking die daarbij optreedt.
- 7 Is dit een endotherm of exotherm proces? Licht je antwoord toe.

Bij het nieuwe proces wordt een katalysator gebruikt.

- 8 Wat is het algemeen de functie van een katalysator?
- 9 Wat zal de specifieke functie zijn van de gebruikte katalysator bij dit proces?

Een nadeel van het nieuwe proces is de hoge kostprijs van zuivere zuurstof.

- 10 Hoe heeft men dit nadeel ondervangen?

Het nieuwe proces verloopt in twee stappen.

- 11 Geef de vergelijking van de eerste reactiestap.
- 12 Geef de vergelijking van de tweede reactiestap.
- 13 Geef de totaalvergelijking (dus de som van de beide deelstappen).
- 14 Maak een blokschema van het nieuwe proces.

In het artikel staan van een aantal stoffen de naam genoemd.

- 1 Wat is de chemische formule van: methaan, ammoniak, koolmonoxide, koolstofdioxide en methanol?
- 2 Waarom is methaan zo belangrijk voor de chemische industrie?

3 Beschrijf de in het artikel beschreven omzetting van methaan in synthesegas met een reactievergelijking.

De producten uit deze omzetting kunnen met behulp van een katalysator reageren tot bijvoorbeeld diesel. Uit de tekst van het artikel kun je opmaken dat diesel(olie) een mengsel is van vloeibare koolwaterstoffen.

4 Noteer de reactievergelijking voor de vorming van diesel (gebruik als formule voor diesel $C_{16}H_{34}$).

Aan de TU Twente is een nieuwe omzetting ontwikkeld waarbij zuurstof uit de lucht wordt benut. Die omzetting, waarbij óók synthesegas wordt gevormd verloopt in twee stappen.

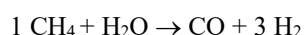
5 Beschrijf de beide stappen in woorden.

6 Geef voor de tweede stap de reactievergelijking.

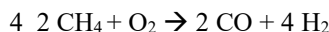
7 Welke ongewenste reactie wordt zo vermeden?

Omzetting methaan in synthese gas ANTWOORDEN

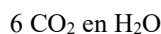
Versie I



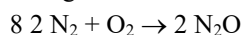
3 Methaan wordt bij het nieuwe proces omgezet met behulp van zuurstof uit de lucht.



5 Aardgas en stoom reageren pas met elkaar bij temperaturen boven 800 °C.



7 Ongeveer 78% stikstof en ongeveer 21% zuurstof.



9 Om zuurstof en stikstof te scheiden.

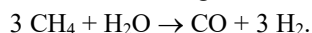
10 Dan hoeft de filtering niet bij de reactietemperatuur te gebeuren want het is moeilijk membraanmateriaal te vinden dat is opgewassen tegen de hoge temperaturen.

Versie II

Bij deze versie zowel het artikel uit het NRC Handelsblad als het Chemisch2Weekblad gebruiken.

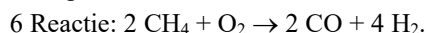
1 Een mengsel van koolstofmonoxide en waterstof.

2 Stoom laten reageren met methaan.



4 Deze reactie kost veel energie, dus endotherm.

5 De partiële oxidatie van methaan met zuivere zuurstof.

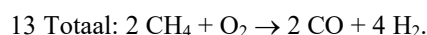
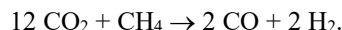
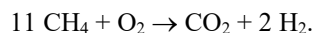


7 Het is een verbranding, dus exotherm.

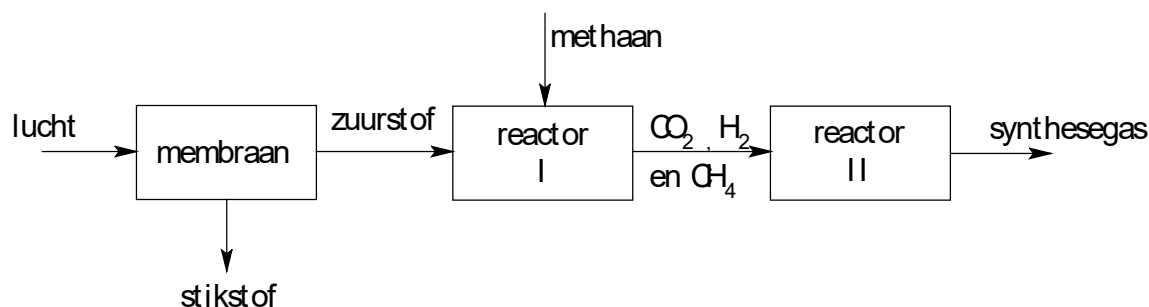
8 Een katalysator versnelt een reactie zonder zelf daarbij verbruikt te worden en/of bevordert één bepaalde reactie.

9 Deze katalysator laat een bepaald proces, de partiële oxidatie, met voorrang verlopen.

10 Men maakt gebruik van een membraan dat door scheiding van de lucht zuivere zuurstof produceert.

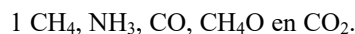


14

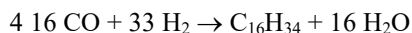
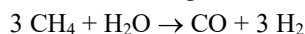


Versie III

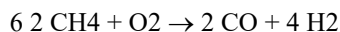
Bij deze versie alleen het artikel uit het NRC Handelsblad gebruiken.



2 Het is de basisgrondstof voor de synthese van veel producten.



5 Eerst wordt de zuurstof uit de lucht gefilterd, dan reageert de zuurstof met methaan.



7 De vorming van koolstof (roet).

VOCHTOPNEMER OPGAVEN

Gammakrant, december 2003

VOCHTOPNEMER
incl. vulling 500g
Bestrijdt vocht, condens en muffe geurtjes

**3.75 retour via bank of giro
= 50% op de adviesverkoopprijs**

€3.75 RETOUR

Rubson

Lavendel

Neutraal

2 maanden
vrije vulling

Handig
navulbaar

Veilig: geen
losse kristallen

Ultra
schoonbodem

Langdurige
werking

Makkelijk
navulbaar

Veilig: geen
losse kristallen

Ultra
schoonbodem

Langdurige
werking

Rubson

Vochttopnemer, 500 gram

De oplossing tegen een te hoge luchtvochtigheid in uw huis of garage. Extra veilig door het gebruik van het unieke beschermzakje. In de geuren neutraal of lavendel.

Vochttopnemer,
500 gram

7.50

20% EXTRA INHOUD / 20% PLUS CONTENANCE

GAMMA

0.5 KG GRATIS Wegvocht anti-humidité

Navulling voor ieder merk vochtverdrijver
Recharge pour toute marque de déshumidificateur

GAMMA

Wegvocht anti-humidité

Navulling voor ieder merk vochtverdrijver
Recharge pour toute marque de déshumidificateur

1kg

GAMMA

Wegvocht

Navulling voor ieder merk vochtverdrijver.

1 kg

2.5 kg + 0.5 kg gratis

1.99

5.49

OP=OP

1 kg

1.99

In vochtige ruimtes zoals de kelder, het keukenkastje of de caravan staat vaak een bak gevuld met "Vochtopnemer" of "Wegvocht". Na verloop van tijd is het bakje gevuld met vloeistof, want de vochttopnemer trekt water aan.

Vochttopnemer is droge calciumchloride. De stof calciumchloride is in staat om vocht vast te houden. Gebonden water noemt men dan kristalwater.

Wil je weten hoe zo'n hoe de vochttopnemer werkt: <http://www.vochtvreter.nl/frameset.html> Klik dan op: Hoe werkt vochtvreter?

Een nieuwe vinding is vochttopnemer met een geurtje.

- 1 Wat kost 1 kg vochttopnemer met geurtje?
- 2 Wat kost 1 kg vochttopnemer (wegvocht) zonder geurtje?
- 3 Wat kost het geurtje dan?

Opdracht:

Je ziet: het geurtje erbij doen, maak de vochttopnemer erg duur.

Dat geurtje erbij doen kunnen we zelf wel.

Je gaat eerst zelf het geurtje extraheren uit lavendel met water. Extraheren is een scheidingsmethode die je ook gebruikt bij koffiezetten of theezetten.

Je kunt ook een andere geurende plant nemen, bijvoorbeeld citroenmelisse of citroenstengels. Of als je helemaal niets kunt vinden kun je ook thee nemen met een geurtje.

Daarna besprenkelen we het goedkope "Wegvocht" met ons geurtje. Pas op: niet teveel erop sprenkelen, want anders neemt het geen vocht meer op.

Uitwerking:

Maak één verslag met zijn tweeën. Doe de proef ook samen. Tijd: proef + verslag 2 uur.

- 1 Zet er een titel boven, jullie namen en de datum
- 2 Schrijf daarna de **onderzoeksvraag** op. Dat is een vraag waarin staat wat je wilt gaan onderzoeken.
- 3 Schrijf daarna in het **werkplan** op wat je allemaal gaat doen. Doe dat in de volgorde zoals je gaat werken. Je mag ook tekeningen maken, zet er dan wel de namen bij. Zet in het werkplan ook wie wat gaat doen.
- 4 Beschrijf daarna de **resultaten**. Wat gebeurde er allemaal? Wat zag je, rook je, voelde je?
- 5 Schrijf daarna de **conclusie** op. Je geeft dan antwoord op de vraag die je stelde bij de **onderzoeksvraag**.
- 6 Als laatste schrijf je iets op bij de **evaluatie**. Wat ging er goed? Wat ging niet zo goed? Wat zou je de volgende keer anders doen? Hoe ging de samenwerking?

Vochttopnemer ANTWOORDEN

- 1 € 15,00 (inclusief mandje)
- 2 € 1,99 (of € 1,83 als je 3 kg tegelijk neemt)
- 3 € 13,01 (of € 13,17)

Practicum:

Let erop dat ze bij het extraheren weinig water gebruiken, anders gaat de les op aan het koken van water! Je kunt ook met heet water beginnen als je een geysers of boiler hebt.

Geurende planten zijn vaak te koop bij Turkse, Marokkaanse, Chinese of Thaise winkels. Denk bijvoorbeeld aan citroenmelisse of citroenstengels (sereh).

Diverse vragen nog lang niet opgelost

DOOR MARIANNE HESELMANS

Vijf jaar transgene teelt in Spanje leert hoe een markt voor transgene maïs kan bestaan naast een markt voor gangbare maïs. Maar de situatie in Spanje is nu nog eenvoudig, vergeleken bij wat dit land te wachten staat.

Volgens zaadleverancier Syngenta kunnen transgene markten vreedzaam naast gangbare zaadmarkten bestaan. "Coëxistentie tussen verschillende typen landbouw is met succes gerealiseerd in Spanje", zegt Esteban Alcalde van Syngenta Spanje. Hij verwijst naar de vijf jaar ervaring met genetisch gemanipuleerde Bt-maïs in Spanje. Deels heeft hij gelijk. De telers verkochten afgelopen vijf jaar hun Bt-maïs gemakkelijk aan voerhandelaren voor de gangbare prijs. Transgeen veevoer hoeft pas per 1 januari te worden gelabeld, dus tot die tijd kan de Bt-maïs nog op de grote hoop.

Ook telers die gangbare maïs telen voor humaan voedsel, lijken geen grotere problemen te hebben met de verkoop van hun maïs dan voor de komst van de Bt-maïs. Hun coöperatie verwerkt de humane maïs tot snacks of verkoopt de maïs aan het buitenland. In beide gevallen moet gegarandeerd zijn dat de maïs niet transgeen is. Om 'vervuiling' met transgene maïs te voorkomen, test de



coöperatie daarom alle partijen maïs op Bt-genen voordat zij ze koopt.

Volgens Augustin Marine, president van de coöperatie van maïstellers in Catalonië, is afgelopen jaar geen enkele

partij door de maïshandelaren afgewezen

wegens vervuiling. Volgens Alcalde van Syngenta is ook met de vierhonderd testen van de overheid en consumentenorganisaties, geen transgene maïs in gangbare maïs gevonden. Tot zover lijken de twee markten dus goed naast elkaar te kunnen bestaan. Maar of dat zo blijft, is de vraag. De pollen waaien makkelijk op stampers, ook als ze honderden meters verder staan. En maïs kan ook via machines worden vervuild. Ook dat leren vijf jaar ervaring in Spanje.

De coöperatie van Augustin Marine, die vijftien procent bovenop de marktprijs betaalt voor gangbare maïs, keurt jaarlijks vijf procent af wegens 'vervuiling' met transgene maïs. Niet voor niets dat ze nu een contract heeft met maatregelen om vermenging van beide maïssoorten te voorkomen. Het gaat dan om maatregelen zoals afstanden tot Bt-velden, vanghagen voor pollen en het schoonmaken van machines.

Niet alleen met de aankomende verplichting om ook transgeen veevoer te labelen wordt coëxistentie moeilijker te realiseren, de complexiteit zal ook toenemen als het areaal transgene gewassen groter wordt. Blijven coöperaties en gangbare boeren dan de toenemende kosten betalen om 'vervuiling' te voorkomen? Ook Spanje is daarin nog aan het zoeken. "Met die discussie zijn we nu net begonnen", aldus Marine.

Er bestaan verschillende meningen over genetische manipulatie. Zowel voor- als tegenstanders van biotechnologie komen in de artikelen aan het woord. Daarbij wordt voornamelijk gekeken naar de transgene teelt.

1 Wat zijn de argumenten die de voorstanders gebruiken?

2 Zijn deze argumenten relevant?

3 Zijn deze argumenten betrouwbaar?

4 Wat zijn de argumenten die de tegenstanders gebruiken?

5 Zijn deze argumenten relevant?

6 Zijn deze argumenten betrouwbaar?

Je zult ook zelf een beargumenteerde mening moeten formuleren.

7 Geef je beargumenteerde mening over transgene teelt in Europa.

Gemanipuleerd gewas ANTWOORDEN

1 Betere gewassen, hogere opbrengsten, minder bestrijdingsmiddelen nodig.

2 In de landbouw wil men zoveel mogelijk en zo goed mogelijk produceren, dus de eerste twee argumenten zijn zeker relevant. Minder bestrijdingsmiddelen ook: dit maakt het goedkoper.

3 Alledrie de argumenten zijn zeker betrouwbaar te noemen.

4 Verspreidingsrisico naar andere gewassen, gevaar voor de volksgezondheid.

5 Het zijn beide relevante argumenten: er is door verstuiving e.d. verspreiding naar andere gewassen, dit is achteraf niet terug te draaien. De volksgezondheid staat voorop: als niet duidelijk is of het al dan niet gevaar oplevert voor de volksgezondheid moet je heel terughoudend zijn.

6 Er is altijd verspreiding in de natuur, dus dat argument is betrouwbaar. Het gevaar voor de volksgezondheid is een ander verhaal: men weet het niet (en dus is dan altijd terughoudendheid te betrachten).

7 Eigen onderbouwde mening van leerling.

Aangezien de artikelen veel leeswerk oplevert, is deze opdracht zeer geschikt voor groepswork. Ieder lid van de groep kan een deel van het leeswerk voor zijn rekening, de vragen beantwoorden en daarna in de groep de antwoorden samenvoegen tot een gemeenschappelijk groepsantwoord.

Suikergehalte op Texel stijgt boven achttien procent

Wieringerwerf – Het gemiddelde suikergehalte van de inmiddels afgeleverde suikerbieten op het eiland Texel is gestegen tot boven de achttien procent. Dat meldt Chiel Jan Vries, districtshoofd van Suiker Unie in Noord-Holland.

Ook in de rest van Noord-Holland worden door de vele zonuren dit seizoen hoge suikergehaltes gemeten, weet Vries. "Er worden zelfs partijen geleverd met een suikergehalte van meer dan twintig procent. Dat heb ik nog niet eerder meegemaakt", merkt het districtshoofd op.

In de Wieringermeer ligt het gemiddelde suikergehalte van de afgeleverde bieten inmiddels op 17,8 procent. In het middengebied van Noord-Holland (de Schermer en de Beemster) ligt het suikerpercentage op een vergelijkbaar niveau als in de Wieringermeer tot iets daaronder. Ook de winbaarheid is erg goed, aldus Vries. De tarra komt gemiddeld nog niet boven de elf procent.

Door de vroege start van het groeiseizoen zijn de wortelopbrengsten in Noord-Holland bovengemiddeld. De gemiddelde hectare-opbrengsten in het middengebied komen totnogtoe op 72 ton. In de Wieringermeer is gemiddeld 70 ton per hectare geleverd. Op Texel komen de gemiddelde opbrengsten op zo'n 53,5 ton per hectare.

Het suikergehalte in suikerbieten varieert van jaar tot jaar.

1 Waarom was 2003 zo'n goed suikerbietenjaar?

Suiker ontstaat bij de fotosynthese.

2 Geef de vergelijking van de optredende reactie.

Uit de gegevens in het artikel kan berekend worden hoeveel suiker er maximaal per hectare gewonnen kan worden in de Wieringermeer.

3 Bereken hoeveel kg er gemiddeld per hectare in de Wieringermeer gewonnen kan worden. (Gegeven: 1 ton = 1000 kg.)

Suikergehalte ANTWOORDEN

1 Het groeiseizoen was al vroeg op gang gekomen en er waren veel zonnige dagen.

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

3 Het gemiddeld suikergehalte is 17,8 procent; de gemiddelde hectareopbrengst is 70 ton. Berekening: $70000 \text{ kg suikerbieten} \times 17,8/100 = 12460 \text{ kg suiker}$ (= 12,5 ton suiker)

Agrarisch Dagblad, 23 oktober 2003

Historisch hoge suikergehalten in Duitsland

Einbeck – In een aantal Duitse deelstaten worden historisch hoge suikergehalten gemeten. Dat bericht het Duitse zaadbedrijf KWS in Einbeck. Gemiddeld gezien over heel Duitsland blijven de gehalten onder het recordjaar 1999, maar in Baden-Württemberg, Brandenburg, Beieren, Hessen en Sleeswijk-Holstein worden records gebroken.

Volgens KWS worden in de deelstaten gemiddelde gehalten gemeten van 16,6 in Noordrijn tot 19,7 procent in Brandenburg. KWS stelt dat de gehalten zeer hoog zijn voor het begin van de campagne. Meestal loopt het suikergehalte gedurende de campagne licht op, maar soms kan het ook bijna constant blijven, zoals in het recordjaar 1999. Suikergehalten lopen het snelste op bij koude nachten en zonnige dagen.

EU verlaagt kopergehalte in varkensvoer

Brussel – De Europese Unie verlaagt de maximale gehalten koper in varkensvoer. Dat kan gevolgen hebben voor de gezondheid en de technische resultaten.

De Europese Commissie heeft een nieuwe verordening opgesteld voor de toevoeging van spoorelementen aan veevoer. Voor biggenvoer is het maximale kopergehalte verlaagd van 175 naar 170 milligram per kilo. Deze hoeveelheid koper mag worden toegepast tot een leeftijd van twaalf weken. Dat was zestien weken. Voer voor andere varkens mag maximaal 25 milligram koper bevatten in plaats van 35 milligram. Bovendien heft de EU het onderscheid op tussen organische en anorganische koper.

Volgens directeur Gerben

KOPER IN VARKENSVOER

Nieuwe EU-richtlijn voor kopergehalte in varkensvoer. Gehalten in milligram koper per kilo voer.

	Huidig maximum	Nieuw maximum	Koper uit grondstof ¹	Maximale toevoeging
Biggen	175	170	8-10	160
Andere varkens	35	25	8-10	15

¹⁾ Schatting kopergehalte in grondstoffen voor varkensvoer.

Bron: Orffa Nederland Feed

Kemp van Orffa Nederland Feed kan dit gevolgen hebben voor de varkens. "Koper is gunstig voor gezondheid en groei van varkens. Je kunt effect verwachten van de nieuwe normen op gezondheid en technische resultaten."

Volgens Kemp is het een onderdeel dat de EU het onderscheid tussen organisch en anorganisch koper opheft. "Anorganische koper is een chemische stof, koper-sulfaat. Wij vermarkten een toe-

voeging met organische koper. Daarbij is koper gekoppeld aan een aminozuur. Dat wordt beter opgenomen door het dier, waardoor de gevolgen van de nieuwe normen meevallen."

De nieuwe richtlijn gaat waarschijnlijk eind januari 2004 in en is opgesteld om voertoevoegingen meer te baseren op de behoeften van het dier en om uitstoot van stoffen via voertoevoegingen naar het milieu te beperken.

1 Wat zegt directeur Gerben Kemp over koper in varkensvoer.

2 Bedoelt hij het metaal koper of een koperverbinding? Geef aan waar dit uit het artikel blijkt.

3 Leg uit waarom in varkensvoer het gehalte koper veel hoger is voor biggen tot twaalf weken, vergeleken met varkensvoer voor oudere varkens.

4 Komt koper al in voldoende mate in de grondstof voor waaruit varkensvoer gemaakt wordt? Licht toe waaruit dit blijkt in het artikel.

Je kunt uit de gegevens in het artikel het massapercentage koper in varkensvoer berekenen.

5 Bereken het massapercentage koper in varkensvoer voor biggen met het nieuwe maximum.

Men spreekt in het artikel over koper als spoorelement.

6 Wat bedoelt men met de aanduiding spoorelement?

Uiteindelijk komt dit spoorelement in de mest terecht. Landbouwlanden worden onder andere met deze varkensmest bemest.

7 Welk gevolg kan dit hebben voor het gewas dat op die landbouwgrond wordt verbouwd.

Kopergehalte in varkensvoer ANTWOORDEN

- 1 Koper is gunstig voor de gezondheid en groei van varkens
- 2 Hij bedoelt een koperverbinding: het artikel heeft het over kopersulfaat en over organisch koper waarbij koper gekoppeld is aan een aminozuur.
- 3 Tot twaalf weken groeien varkens heel snel en voor de groei is koper heel belangrijk. Na twaalf weken zijn de varkens bijna volgroeid.
- 4 Nee, want in de tabel kun je lezen dat er extra koper toegevoegd wordt.
- 5 Aanwezig: 170 mg per kg voer. Massapercentage = $170/1000000 \times 100\% = 0,017 \%$.
- 6 Een element dat slechts in zeer lage concentraties voorkomt.
- 7 Het gewas zal ook koper bevatten.

Onderzoek naar opslag van kooldioxide

Zoetermeer – In opdracht van het Productschap Tuinbouw en het ministerie van LNV is onderzoek gestart naar de haalbaarheid van de opslag van kooldioxide (CO₂). Gespecialiseerde afdelingen van TNO en de Adviesgroep DLV proberen de economische betekenis van het opslaan van CO₂ in kaart te brengen.

Volgens Wilfred Appelman van TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie is CO₂ een belangrijke groeifactor voor kasplanten. Bovendien willen tuinders nieuwe ontwikkelingen wel beproeven, maar het moet economisch wel verantwoord zijn. Investeren in ontwikkelingen die geld kosten en geen rendement opleveren, wordt bij voorbaat kansloos geacht. Het opslaan van CO₂ wekt zeker interesse van glastuinders.

"De tuinbouwsector is steeds op zoek naar verbeteringen van het kas-klimaat", stelt Appelman. "De regelingen werken steeds nauwkeuriger om de groei van de gewassen nog beter te sturen. Behalve water,

licht en warmte heeft CO₂ een grote invloed op de groei en ontwikkeling. Maar in de praktijk is het doseren van CO₂ vaak gekoppeld aan de verwarming. Ook wanneer er geen warmtevraag is wordt de ketel toch gebruikt om CO₂ te kunnen doseren. De daarbij vrijkomende warmte is feitelijk niet nodig en wordt in enkele gevallen in een warmtebuffer opgeslagen, maar in gevallen waar bedrijven niet over zo'n buffer beschikken wordt de overvloedige warmte gewoon in het milieu geloosd. Ook 's nachts draaien de ketels en komt er CO₂ vrij die in het donker uiteindelijk niet efficiënt kan worden benut. Het zou de sector een lief ding zijn als er manieren zouden zijn om deze op zich kostbare meststof op de een of andere manier tijdelijk op te kunnen slaan. Nu gaan we op zoek naar manieren om deze CO₂ tijdelijk op te slaan. Ook zijn we ervan overtuigd dat de CO₂-buffering een bijdrage levert in het afvlakken van piekgebruik."

Koolstofdioxide is een belangrijke stof in de glastuinbouw. De formule van koolstofdioxide komt in het artikel dan ook vaak voor.

1 Hoe vaak komt de formule van koolstofdioxide in het artikel voor?

2 Wat is de functie van CO₂ in de kas?

In de glastuinbouw spelen ook water, licht en warmte een rol.

3 Bij welk proces spelen al de genoemde stoffen en de genoemde energiesoorten een rol?

4 Geef de reactievergelijking die bij dat proces optreedt.

Aan het eind van het artikel wordt gesproken over "kostbare meststof".

5 Welke stof wordt bedoeld?

6 Vind je het woord "meststof" in dit verband juist gebruikt? Licht je antwoord toe.

Er staat dat in de praktijk doseren van koolstofdioxide vaak gekoppeld is aan verwarming.

7 Licht dit toe.

Deze koppeling kan zowel overdag als 's nachts problemen opleveren.

8 Leg uit hoe overdag deze koppeling een probleem geeft.

9 Leg uit hoe deze koppeling 's nachts een probleem geeft.

10 Hoe kunnen de problemen uit vraag 6 en 7 worden opgelost?

Onderzoek naar opslag van kooldioxide ANTWOORDEN

1 De formule komt 10 keer voor.

2 Heeft een grote invloed op de groei en ontwikkeling.

3 Bij de fotosynthesereactie.

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

5 CO₂

6 Nee, het is een uitgangsstof/grondstof voor de fotosynthesereactie.

7 De warmte die nodig is, ontstaat door verbranding van bijvoorbeeld aardgas. Bij de verbranding van aardgas (of een andere fossiele brandstof) ontstaat ook altijd koolstofdioxide als één van de reactieproducten.

8 Overdag is er veel koolstofdioxide nodig, maar is de warmte niet altijd te gebruiken.

9 's Nachts is er weinig tot geen koolstofdioxide nodig, maar juist wel weer warmte om de kas op temperatuur te houden.

10 Warmte kan eventueel opgeslagen worden (warmtebuffer). Zoiets zou ook voor de opvang van koolstofdioxide gerealiseerd kunnen worden (CO₂-buffer).

'Beregemen met kalk helpt tegen vruchtboomkanker'



Op het fruitbedrijf van Ariën Smorenborg krijgen belangstellenden tekst en uitleg over het toepassen van kalk tegen vruchtboomkanker. Foto Engel Lameijer

Montfoort – Fruitbomen beregenen met kalk helpt tegen het ontstaan van vruchtboomkanker. Dat blijkt uit proeven die Praktijk en Plant en Omgeving gehouden heeft in samenwerking met de Nederlandse Fruittelers Organisatie.

Gisterochtend namen circa veertig belangstellenden een kijkje op het fruitteeltbedrijf van Ariën Smorenborg. Hij heeft dit jaar voor de tweede keer meegedaan aan de proef. Hierbij worden de fruitbomen in de herfst wekelijks beregend met kalk. "De kalk dekt het wondje af dat een vallend blad achterlaat. Hierdoor verhoog je de PH-waarde en daar

heeft de schimmel een hekel aan", legt Smorenborg uit.

Smorenborg is nu wekelijks zijn circa tien hectare peren met het mengsel van water en kalk aan het bespuiten. "Ik heb positieve resultaten", vertelt hij. "Vorig jaar beregende ik op de helft van mijn bedrijf, dit jaar heb ik dat dus uitgebreid naar de rest."

Het systeem werkt volgens Smorenborg vrij eenvoudig. "Je leegt de zakken kalk in een bak waar het wordt opgelost in water. En dat water komt in de beregingsinstallatie. Per keer gebruik ik honderd kilo kalk per hectare."

Dit najaar beregent de fruitteeler vijf weken achter elkaar. "Zo-

als ik er nu tegenaan kijk, blijf ik hier wel mee doorgaan in de komende jaren tenzij ik tegen onverwachte dingen aanloop. Het kan zijn dat je door verstoppingen problemen krijgt met je beregingsinstallatie. Nu spoel ik na de toediening zo'n vijf tot zes minuten na. Maar tot nu toe heb ik nog nergens last van gehad."

Volgens de fruitteler is deze methode afgekeken van de biologische teelt. "Deze methode is eigenlijk uit die teelt afgekeken. Daar is de werking aangetoond, alleen de manier van toepassing is iets anders. Maar de ervaringen zijn wel meegenomen."

In het artikel staat met grote letters te lezen 'Beregenen met kalk helpt tegen vruchtboomkanker'.

1 Over welke aantasting gaat het in dit artikel?

2 Waardoor wordt de aantasting tegen gegaan.

De benaming 'Kalk' wordt in de praktijk vaak voor meerdere stoffen gebruikt: zowel voor calciumhydroxide als voor calciumcarbonaat.

3 Is kalk een vloeistof?

4 Geef een titel voor het artikel die chemisch gezien juist is.

5 Welke van de twee stoffen calciumhydroxide en calciumcarbonaat wordt in dit artikel met kalk bedoeld?

Maak in je uitleg gebruik van gegevens uit je Binasboek en een gegeven uit het artikel.

6 Leg uit dat de pH stijgt wanneer je 'beregenet met kalk'.

Uit het artikel kun je afleiden dat een schimmel werkzaam is in een bepaald pH-gebied.

7 Waaruit kun je dat afleiden?

De fruitteler houdt rekening met onverwachte dingen.

8 Wat noemt hij als mogelijk probleem.

9 Wat doet hij om dit mogelijke probleem te voorkomen?

10 Welke stof uit de lucht zou (samen met de "kalk") de verstopping kunnen veroorzaken.

11 Geef de reactievergelijking die optreedt bij de vorming van de verstoppende stof.

Beregenen met kalk ANTWOORDEN

- 1 Schimmel op het wondje dat een afvallend blad achterlaat.
- 2 De kalk dekt het wondje af. Hierdoor verhoogt de pH-waarde en daar heeft die schimmel een hekel aan.
- 3 Nee, kalk is (in ieder geval: of calciumhydroxide of calciumcarbonaat) een zout en dus een vaste stof.
- 4 Beregenen met een kalkoplossing(kalk in water) helpt tegen vruchtboomkanker.
- 5 Calciumhydroxide want het lost op in water.
- 6 Een oplossing van calciumhydroxide is een basische oplossing.
- 7 De schimmel heeft een hekel aan een hogere pH.
- 8 Verstoppingen in de beregeningsinstallatie.
- 9 Door naspoelen (met schoon water).
- 10 CO₂ uit de lucht.
- 11 $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Stimulans voor bio-ethanol

Promotie biedt agribusiness kansen

Den Haag – Automobilisten die rijden met een scheut bio-alcohol in hun benzine, moeten daarvoor belastingvoordeel krijgen. Staatssecretaris Pieter van Geel van milieu gaat dat de komende maanden bepleiten bij de bewindslieden van Financiën. Hij wil het gebruik van bio-ethanol stimuleren.

Volgens Europese regels moet in 2005 een begin gemaakt worden met het vermengen van benzine met alcohol. De alcohol kan worden gewonnen uit biologisch afval, zoals bietenpulp uit de suikerindustrie of bierbostel via het brouwproces van bier. Van Geel ziet zo kansen voor de agrarische sector.

Temeer omdat er ook een noodzaak is nieuwe doelen te vinden voor dergelijke restproducten. Van Geel wijst nadrukkelijk op het feit dat de veestapel in Nederland krimpt. Daardoor dreigt in de toekomst een overschot aan dit restafval uit de agrarische sector.

De CDA-staatssecretaris van milieu wil daarom bevorderen dat de Nederlandse agribusiness zelf de alcohol gaat maken voor de auto-brandstof.

Brussel stelt het verdunnen van de benzine verplicht in 2005. Eerst

mag dat nog met een klein beetje (twee procent alcohol). Maar moet geleidelijk moet dat percentage oplopen naar vijf.

Staatssecretaris Van Geel ziet deze eisen niet als een verplichting, maar als een uitdaging en wil twee vliegen in één klap slaan. Het gebruik van het agrarische restafval lost niet alleen een probleem op en geeft de sector nieuwe mogelijkheden. Maar ook komt bij het autorijden minder van het broeikasgas CO₂ vrij en is dus sprake van een milieuvoordeel.

Dat stimuleren is volgens hem geen probleem. Van Geel denkt aan een lagere accijns voor deze bio-brandstof dan voor gewone benzine. En als het blijft bij een scheut alcohol van vijf procent, hoeft de automobilist niet bang te zijn voor schade aan de motor, aldus de staatssecretaris. Pas bij hogere alcoholpercentages zijn technische aanpassingen nodig.

Milieu professor Lucas Reijnders zet grote vraagtekens achter het plan van staatssecretaris Van Geel. Het winnen van alcohol uit suikerbieten of graan vreet volgens hem energie, waardoor de milieuwinst gering zal zijn.

ANP

Productie ethanol

38 miljard liter

Londen - De wereldproductie van ethanol komt dit jaar mogelijk uit op 38,6 miljard liter. Daarmee groeit de productie veertien procent ten opzichte van 2002. Dat stelt het Duitse onderzoeksbureau FO Licht tijdens het wereldcongres over ethanol in Londen, zo melden de persbureau's Agra Europe en Reuters.

Volgens Christoph Berg van FO Licht kunnen de diverse plannen op het gebied van ethanolproductie die wereldwijd nog in de pijplijn zitten dit groeipercentage tot 2010 op peil houden.

Berg waarschuwt echter dat de snelle groei van de productie grotendeels in één land heeft plaatsgevonden: Amerika. De opbrengst was hier zodanig groot dat hij het niet voor onmogelijk houdt dat het binnen twee jaar de productie van Brazilië overschrijdt. Brazilië is de grootste ethanolproducent ter wereld.

Hij baseert zich voor deze stelling op de ongebruikte mogelijkheden voor ethanol op de Amerikaanse markt. Ethanol heeft nu slechts een twee procentaandeel in de Amerikaanse brandstofmarkt. Ter vergelijking, in Brazilië is dat dertig procent. De Amerikaanse groeiexplosie is volgens Berg niet veroorzaakt door belastingvoordelen, maar met name doordat diverse staten begin jaren negentig een minimum gebruik van ethanol verplicht hebben gesteld.

De Braziliaanse productie zal niet zo hard groeien, verwacht FO Licht. Hiervoor moet eerst de economie van het Zuid-Amerikaanse land aantrekken. De Braziliaanse groei van de ethanolproductie is sterk afhankelijk van de export.

Europa is nog lang niet zo ver met bio-ethanol. Volgens Europese regels moet in 2005 een begin gemaakt worden met het vermengen van benzine met alcohol. De alcohol kan worden gewonnen uit biologisch afval, zoals bietenpulp uit de suikerindustrie of bierbostel via het brouwproces van bier. Dit biedt perspectieven voor de agrarische sector.

Het Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA) vindt dat er een accijnsverlaging moet komen voor biobrandstof. Dit moet de winning van ethanol uit suikerbieten stimuleren. Duitsland schaft volgend jaar de accijns op ethanol af.

Ethanol die gewonnen is uit biologisch afval wordt "biobrandstof" genoemd..

1 Wat wordt bedoeld met biobrandstof?

2 Uit welke soorten biologisch afval kan bio-ethanol gevormd worden volgens de artikelen?

Eén van de andere grondstoffen voor de productie van bio-ethanol is de suikerbiet.

3 Geef de reactievergelijking van de vergisting van een suikeroplossing (suiker = sacharose, $C_{12}H_{22}O_{11}$) waarbij ondermeer bio-ethanol ontstaat.

In 2003 zal een recordproductie ethanol behaald worden.

4 Hoeveel liter ethanol noemt men in het artikel?

5 Bereken hoeveel kg ethanol dit is.

6 Door welke oorzaak is vooral de vraag naar ethanol in Amerika sterk toegenomen?

Bij gebruik van bio-ethanol als autobrandstof komt er volgens het artikel minder koolstofdioxide in de atmosfeer.

7 Leg uit dat het gebruik van bio-ethanol als autobrandstof niet bijdraagt aan het versterkt broeikaseffect.

Zoals bij alle plannen zijn er voor- en tegenstanders. Staatsecretaris Van Geel is een voorstander, milieuprofessor Reijnders een tegenstander.

8 Welke voordelen somt Van Geel op?

9 Welke nadelen somt Reijnders op?

10 Geef je beargumenteerde mening wie er volgens jou (het meeste) gelijk heeft.

Bio-ethanol ANTWOORDEN

1 Het is een brandstof gevormd uit biologisch materiaal.

2 Er worden genoemd: bietenpulp en bierborstel.

3 Reactie: $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$.

4 In het artikel spreekt men van 38,6 miljard liter ethanol.

5 De dichtheid van alcohol is 0,80 kg per liter. Dus $38,6 \times 10^9 \times 0,80 = 3,09 \times 10^{10}$ kg (= 30,9 miljard kg).

6 Doordat diverse staten in de USA begin jaren negentig een minimum gebruik van ethanol (als toevoeging aan benzine) verplicht hebben gesteld.

7 De koolstofdioxide die vrijkomt bij de verbranding van bio-ethanol was oorspronkelijk al aanwezig in de atmosfeer en via fotosynthese vastgelegd in landbouwproducten. Dit geldt niet voor de CO_2 die ontstaat bij de verbranding van benzine.

8 Voordelen: het agrarische afvalprobleem wordt (voor een deel) opgelost, er komt minder CO_2 vrij.

9 Nadeel: winnen van alcohol uit suikerbieten of graan vreet energie, energieopwekking geeft een hogere uitstoot aan CO_2 .

10 Beargumenteerde mening van de leerling.

MOTOR VERBRANDT ALLES

Technici van de Braziliaanse auto-onderdelenproducent Delphi hebben een verbrandingsmotor ontwikkeld, die zowel op benzine, ethanol of een mengsel van beide kan draaien. Grootschalige toepassing van dergelijke motoren zou volgens Delphi een goede stap zijn in het beperken van broeikasgassen. De productie van ethanol als brandstof geschiedt door middel van fermentatie van suiker, maïs of andere landbouwgewassen. Bij het verbouwen van gewassen wordt koolstofdioxide aan de atmosfeer onttrokken. De verbranding van benzine of ethanol

stelt verschillende eisen aan een motor. Zo ligt de optimale lucht-brandstof-verhouding voor een benzinemotor in de orde van 14:1, terwijl bij ethanol slechts negen maal zo veel lucht nodig is voor een goede verbranding. Een ander verschil is de compressieverhouding. Voor optimale verbranding van ethanol is een hogere compressie vereist dan voor benzine.

De motor van de Braziliaanse fabrikant meet continu de hoeveelheid zuurstof in de uitlaatgassen. Aan de hand van de gemeten waarden past de motor automatisch de lucht-brandstof-verhouding aan. De compressieverhouding vormt een groter probleem, omdat deze voornamelijk van geometrische parameters afhankelijk is. Er is een compressieverhouding aangehouden die tussen de optimale waarden voor benzine en ethanol ligt.

Men spreekt in het artikel over een tweetal brandstoffen voor automotoren, namelijk benzine en ethanol.

1 Waaruit wordt benzine gemaakt?

2 Hoe wordt ethanol geproduceerd?

3 Geef de reactievergelijking voor de vorming van ethanol (C_2H_6O) uit glucose ($C_6H_{12}O_6$).

Bij de groei van gewassen wordt koolstofdioxide aan de atmosfeer onttrokken.

4 Hoe heet dat proces?

5 Geef de reactievergelijking van dit proces.

Het gebruik van ethanol als brandstof verhoogt het koolstofdioxidepercentage in de atmosfeer niet, het gebruik van benzine verhoogt dit percentage wel.

6 Licht dit verschil toe.

Als benzine (gebruik voor benzine formule C_7H_{16}) en ethanol verbrand worden, is een verschillende verhouding lucht : brandstof nodig.

7 Laat met behulp van reactievergelijkingen zien dat er inderdaad een andere verhouding geldt voor de genoemde brandstoffen.

In de nieuwe automotor kan elk mengsel van benzine en alcohol toegepast worden.

8 Hoe zorgt de nieuwe automotor er voor dat toch steeds de juiste verhouding lucht : brandstof gehandhaafd blijft?

Motor verbrandt alles **ANTWOORDEN**

1 Uit aardolie (door destillatie)

2 Ethanol wordt geproduceerd door fermentatie/vergisting van suiker, maïs of andere landbouwgewassen.

3 Reactie: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$.

4 Via het fotosyntheseprocess.

5 Reactie: $6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$.

6 Ethanol is gevormd uit een stof uit de natuur. Hierbij is koolstofdioxide vastgelegd/gebruikt. Deze komt weer vrij bij de verbranding. Er ontstaat dus geen nieuw koolstofdioxide Bij gebruik van benzine komt er extra koolstofdioxide vrij.

7 Benzine: $C_7H_{16} + 11 O_2 \rightarrow 7 CO_2 + 8 H_2O$. Ethanol: $C_2H_6O + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$. We zien dus dat bij ethanol er per molecuul veel minder zuurstof nodig is dan bij benzine. (Opmerking: de verhouding brandstof - lucht die in het artikel worden genoemd komen niet overeen met de verhouding in de reactievergelijkingen. Dit heeft te maken met de optimale mengverhouding.)

8 De motor meet voortdurend de hoeveelheid niet gebruikte zuurstof in de uitlaatgassen. Met dit gegeven past de motor automatisch de verhouding lucht : brandstof aan.

Suikerproductie, van biet tot kristal

Patrick Marx

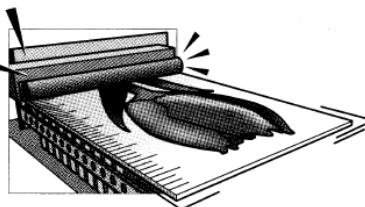
Groningen suikerstad is een bekende leus, zeker in suikerland. De stad is producent nummer één in Europa. Twee fabrieken, één van CSM en één van de Suikerunie, maken jaarlijks 500 miljoen kilogram van het zoete kristal.

Begin november rijden vrachtwagens af en aan bij de fabriek van CSM, ruim 900 per dag. Ze lossen hun lading suikerbieten of halen het eindproduct kristalsuiker op. De bietencampagne is bezig en de machines draaien op volle toeren om in drie maanden tijd (september tot en met december) alle bieten te verwerken. 'Ondanks de droogte is de suikerbietenooft uitstekend', zegt directeur Bram Fetter. 'De bieten hebben een historisch hoog suikergehalte.' Bijna iedereen die hier werkt heeft een dubbele functie: één binnen en één buiten de campagne. Zo werkt de chef tekenkamer nu als fabricagechef en een monteur als operator. 'Dat geeft een leuke wisselwerking. De operator loopt met de sleutel in de hand door de fabriek. Hij weet hoe alles werkt en behandelt de installaties met respect', aldus Fetter.

Tijdens de campagne werken 325 mensen bij de fabriek. In de negen maanden erbuiten zorgen 200 mensen voor het onderhoud en de verpakking van de in silo's opgeslagen suiker. Bij CSM werken vooral mensen met een mts-opleiding. Een klein deel heeft een hbo- of academische technische studie achter de rug.

De suikerproductie begint bij het schoonmaken en snijden

van de bieten. Een diffusieproces onttrekt de suiker aan het snijdsel. Er blijven twee producten over: het veevoer bietenpulp en ruw bietensap met daarin naast de zestien procent suiker ook resten van cellen en mineralen. Door toevoeging van zelfgemaakte kalk haalt CSM het gros van de onzuiverheden



produceren in Nederland

uit het sap. Vlokken calciumcarbonaat met daaraan gebonden de verontreinigingen gaan als mest terug naar de boer. Deze carbonatatiestap is een oud procédé, dat stamt uit het begin van de bietsuikerindustrie rond 1850.

Nu begint het concentreren van de suikeroplossing. In zes opeenvolgende stoomketels verdamppt een groot deel van het water. Het overgebleven diksap - de suiker kristalliseert nog net niet - gaat in kookketels. Hier worden de eigenschappen van de latere kristallen bepaald door suiker in de vorm van entkorrels aan de oplossing toe te voegen.

In de kookketels zitten kleine, ronde ramen, waardoor het kristallisatieproces goed is te volgen. Het suikerwater wordt steeds stroperiger. Zodra de oplossing bijna verzadigd is, komen de entkorrels erbij. Binnen een minuut glijden de groeiende kristallen langs de raampjes. Het proces van con-

centreren gaat door tot een vloeistof met 95 procent suikerkristallen overblijft. Een tweede eindproduct, melasse, is een grondstof voor de productie van ethanol. Na centrifugeren, drogen, koelen en zeven op korrelgrootte is de suiker klaar om verpakt te worden.

Op de verpakkingsafdeling laat een werknemer trots de nieuwe verpakking van CSM zien. Na zo'n twaalf jaar een nieuw jasje. De kersverse kilopakken die de machines vullen, liggen in februari in de winkels.

Suiker maken is een energieintensief proces, omdat de 75 procent water uit de biet moet verdampen. Tijdens de campagne verbruikt CSM 50 miljoen kubieke meter aardgas. Alle rendabele besparingsmaatregelen zijn al genomen. Vergeleken met tien jaar geleden gebruikt CSM twintig procent minder energie. Fetter: 'De Nederlandse suikerindustrie heeft zichzelf desondanks verplicht om altijd bij de tien zuinigste suikerproducenten van de wereld te horen.'

Over de toekomst van zijn fabriek en de 3000 boeren die voor hem bieten telen, maakt Fetter zich geen zorgen. De omstreden hervormingsplannen van de Europese landbouw maken de productie niet onmogelijk. 'Waarschijnlijk gaan de productiequota omlaag, zodat we geen suiker meer buiten de EU zullen exporteren. Daarnaast krijgen meer arme landen toegang tot de nog steeds beschermde suikermarkt.'

www.csmsuiker.nl

Dit is aflevering 23 in een reeks over produceren in Nederland

In het artikel wordt in woorden het gehele proces van biet tot suiker beschreven.

1 Maak een volledig blokschema van dit proces. Schrijf de namen van de bewerkingen en de stoffen erbij.

Er ontstaan tijdens het proces enkele bijproducten.

2 Welke bijproducten zijn dat?

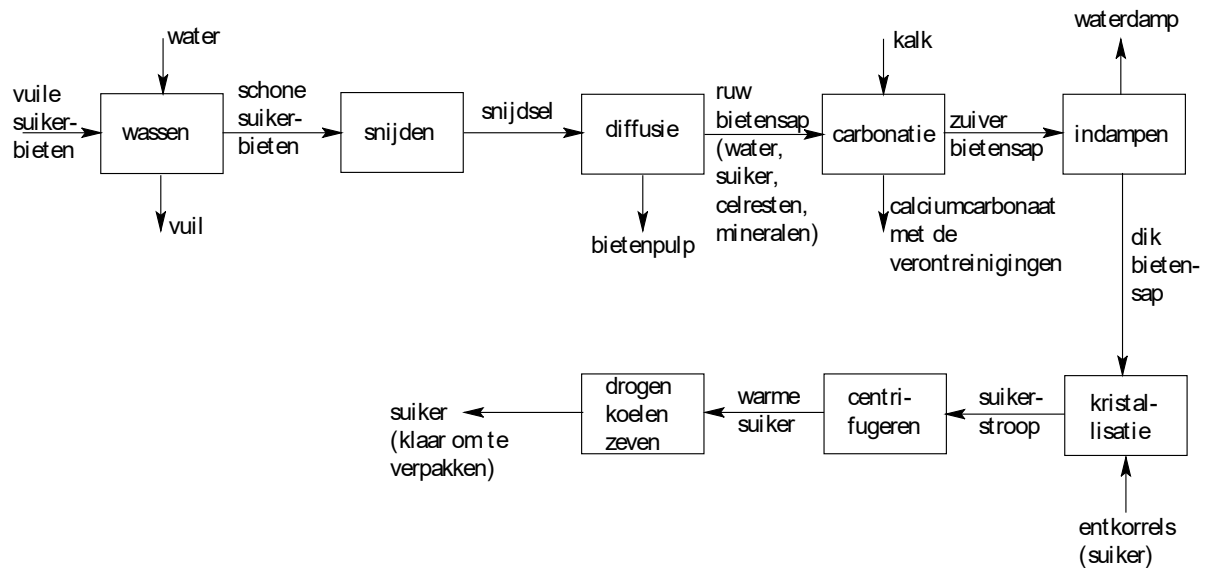
3 Waar worden de bijproducten voor gebruikt?

Suiker maken is een energie-intensief proces.

4 Waarom is dat zo?

Suikerproductie ANTWOORDEN

1



2 Bietenpulp, vlokken calciumcarbonaat met daaraan gebonden verontreinigingen en melasse.

3 Bietenpulp dat als veevoer gebruikt wordt. Calciumcarbonaat gaat als mest terug naar de boer. Melasse is een grondstof voor de productie van alcohol/ethanol.

4 De 75% water uit de biet moet allemaal verdampt worden.

Dierlijke vetten in aardewerk leveren betrouwbare datering

Dierlijke vetten die zijn achtergebleven in de wanden van oud aardewerk kunnen helpen bij een betrouwbare datering. Een team van de University of Bristol onder leiding van chemicus Richard Evershed heeft de door hen ontwikkelde nieuwe dateringsmethode al met succes gevalideerd (*Analytical Chemistry*, 1 okt).

Sommige soorten aardewerk zoals het Romeinse terra sigillata zijn op grond van uiterlijke kenmerken makkelijk te dateren, maar vooral bij ouder en grover aardewerk kwamen archeologen tot nu toe in de problemen. Er bestaat al wel een natuurwetenschappelijke dateringsmethode voor aardewerk, thermoluminescentie, maar die is niet zo nauwkeurig als de C14-dateringsmethode voor organisch materiaal. Etenressten in aardewerk zijn wel met die betrouwbaardere C14-methode te dateren, maar zijn vaak in aanraking met grond geweest, 'vervuild' geraakt en niet meer bruikbaar voor een betrouwbare datering.

Evershed en zijn collega's waren al enige tijd bezig met onderzoek van organische resten in aardewerk uit de Steen-, Brons- en IJzertijd in Groot-Brittannië. Zo ontdekten ze dat de mensen al zesduizend jaar geleden aan zuivelbereiding deden. De chemici realiseerden zich toen ook dat

dierlijke vetten, lipiden, niet alleen aan het oppervlak, maar ook in de poriën van de ongeglazuurde potten zijn achtergebleven. Verder beseften ze dat de vetten ook werden gebruikt om potten waterafstotend te maken en verwerkt zijn in smeermiddelen, cosmetica, zalfjes, parfums en vernissen - dus in heel veel aardewerk. Maar het was de kunst om de vetten en het aardewerk te scheiden. De chemici nemen daarvoor een stuk van een pot en malen die tot poeder. Met gaschromatografie isoleren ze de lipiden, die vervolgens met een deeltjesversneller C14 worden gedateerd.

Als proef hebben de Britten vijftien reeds gedateerde potten uit de periode tussen 4000 vóór en de vijftiende eeuw na Christus blind opnieuw geanalyseerd. Iedere keer stemde hun vetdatering overeen met de al bekende gegevens. **Theo Toebosch**



DICTIONARY OF ARCHEOLOGY

● Voedselpot uit Yorkshire, vroege bronstijd.

Er worden in het artikel een tweetal dateringsmethoden beschreven.

1 Welke zijn dat?

2 Waarvoor kan elk van de twee methodes gebruikt worden?

De chemici hebben uiteindelijk een stuk van een voedselpot fijngemalen en onderzocht. Hierbij is ondermeer de C14-methode toegepast.

3 Hoe kwamen de chemici op het idee om het aardewerk met de C14-methode te onderzoeken?

De moeilijkheid van het onderzoek aan de potten was om de vetten en het aardewerk van elkaar te scheiden.

4 Hoe hebben ze dat gedaan?

5 Hoe werkt die scheidingsmethode?

Men past een nieuwe methode toe als men er zeker van is dat het betrouwbare resultaten oplevert.

6 Hoe weet men zeker dat de nieuwe methode betrouwbare resultaten geeft?

Betrouwbare datering ANTWOORDEN

1 De thermoluminescentiemethode en de C14-dateringsmethode.

2 De thermoluminescentiemethode kan gebruikt worden voor de bepaling van de ouderdom van aardewerk, de C14-methode voor organisch (koolstofhoudend) materiaal.

3 Men had ontdekt dat mensen al 6000 jaar geleden aan zuivelbereiding deden en dat daardoor vetten ook in de poriën van de ongeglazuurde potten aanwezig zullen zijn. Ook ontdekte men dat vetten gebruikt werden om potten waterafstotend te maken en gebruikt werden voor cosmetische doeleinden.

4 Eerst hebben ze het aardewerk fijngemalen en daarna de lipiden (= vetten) afgescheiden gescheiden in een gaschromatograaf.

5 Chromatografie werkt op basis van verschil in aanhechtingsvermogen aan een drager en/of verschil in oplosbaarheid in de mobiele fase.

6 Men heeft de nieuwe methode uitgeprobeerd op andere aardewerkpotten waarvan de ouderdom bekend was. De vetdatering kwam overeen met de al bekende gegevens.

ALDEHYDEN OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 11 oktober 2003

Aldehyden zijn belangrijke grondstoffen voor de fijnchemie, vandaar dat gecontroleerde oxidatie van alcoholen een interessant onderzoeksgebied is. Meestal vereisen deze reacties giftige zware metalen of dure katalysatoren. Patrick Gamez en collega's uit Leiden en Delft gebruiken Cu^{2+} als katalysator. Zij lossen hiertoe een primair alcohol op in acetonitril/water met CuBr_2 , bipyridine, het kaliumzout van tertiair butylalcohol en een organische stof met de afkorting TEMPO. De reactie vindt plaats bij kamertemperatuur met lucht. Benzylalcohol en geraniol worden voor 100% omgezet in de corresponderende aldehyden, alifatische alcoholen geven een lagere opbrengst en secundaire alcoholen reageren niet.

Gamez, P., Arends, I.W.C.E., Reedijk, J. & Sheldon, R.A. (17-09-03). Chem. Commun., 2003, 2414-2415.

In het artikel spreekt men over aldehyden.

1 Welke groep is karakteristiek voor een aldehyde molecuul?

Men spreekt in het artikel over gecontroleerde oxidatie van alcoholen.

2 Licht/Leg de uitspraak 'gecontroleerde oxidatie' toe/uit.

3 Laat met behulp van een reactievergelijking in structuurformules zien dat door oxidatie van een alcohol (neem ethanol) een aldehyde ontstaat.

4 Welk nadeel was er tot nu toe bij de gecontroleerde oxidatie?

Men spreekt over een primair, secundair en tertiair alcohol.

5 Wat geeft men aan met de termen primair, secundair en tertiair?

Men gebruikt een mengsel van een aantal stoffen waaronder organische oplosmiddelen en water.

6 Waarom gebruikt men zowel water als ook een organisch oplosmiddel?

Benzylalcohol wordt omgezet in het corresponderende aldehyde.

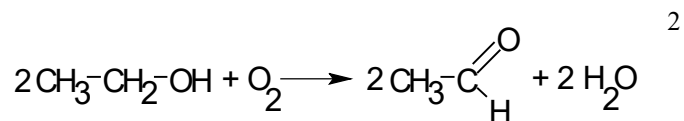
7 Zoek in Binas de rationele naam van benzylalcohol op. Noteer deze naam,

8 Teken de structuurformule van benzylalcohol.

9 Geef de reactievergelijking van deze oxidatie in structuurformules weer.

Aldehyden ANTWOORDEN

1 Aldehyden zijn koolstofverbindingen met aan een eindstandig C-atoom een C=O groep.



3 Meestal zijn giftige zware metalen of dure katalysatoren nodig.

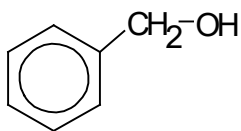
4 Gecontroleerd omdat alleen primaire alcoholen reageren en er alleen aldehyden (en dus geen carbonzuren) ontstaan.

5 Dit geeft aan hoeveel C-atomen er vastzitten aan de C met de OH-groep. Primair: één andere C, secundair: twee andere C's, tertiair: drie andere C's.

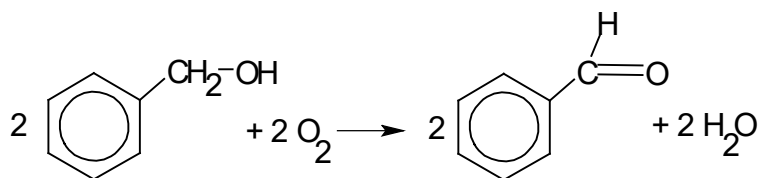
6 Er worden stoffen gebruikt die goed oplossen in water, zoals koperbromide, en er worden stoffen gebruikt die goed oplossen in organische oplosmiddelen zoals TEMPO.

7 Fenylmethanol.

8



9



Eindhovens Dagblad, 11 december 2003

Gevaarlijke damp vrij bij ongeval

's-GRAVENPOLDER – Bij een ongeval in een constructiebedrijf in 's-Gravenpolder in Zeeland zijn gisteravond gevaarlijke dampen vrijgekomen. De situatie was echter snel onder controle.

Het ging mis toen een staaf aluminium in een vat met salpeterzuur viel. Volgens de politie ontstond daarbij een nitreuze damp, die bij inademing gevaar voor de mens oplevert. Binnen een straal van vierhonderd meter werd het terrein afgezet en bedrijven ontruimd.

Aluminium reageert makkelijk met zure oplossingen.

1 Geef de reactievergelijking voor de reactie van aluminium met een zure oplossing (tip: gebruik halfreacties).

In het artikel is sprake van een staaf aluminium die viel in een vat met salpeterzuur. Er zal hier spake geweest zijn van een salpeterzuuroplossing.

Salpeterzuuroplossing is volgens de gegevens in het Binasboek een sterkere oxidator dan een zure oplossing.

2 Noteer de beide halfreacties voor een salpeterzuuroplossing als oxidator die in Binas vermeld staan en noteer de bijbehorende elektrodepotentiaal.

Als je te maken hebt met een tamelijk verdunde salpeterzuuroplossing, verloopt de halfreactie met de laagste elektrodepotentiaal.

3 Noteer de beide halfreacties en de totaalvergelijking van de reactie die optreedt als aluminium reageert met een tamelijk verdunde salpeterzuuroplossing.

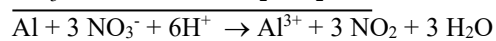
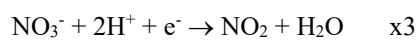
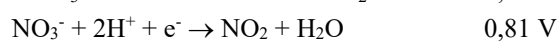
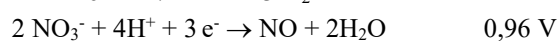
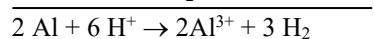
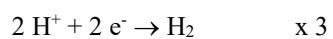
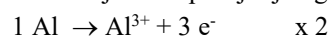
Het vrijkomende gas is gevaarlijk voor de gezondheid en vanwege mogelijke reacties.

4 Noteer wat in Binas vermeld is met betrekking tot de gevaren voor de gezondheid.

5 Noteer wat in Binas vermeld is met betrekking tot mogelijke reacties.

6 Vind je dat de politie juist is opgetreden?

Gevaarlijke damp vrij bij ongeval ANTWOORDEN



4 Giftig bij inademen, giftig bij inwendig gebruik, gevaarlijk voor huid en ogen

5 Gevaarlijke dampen, reageert heftig met brandbare stoffen.

6 Ja.

de Volkskrant, 28 juni 2003

Bouwpakket > Uw eigen zonnecellen met hibiscusthee

Paperclips, plakband en hibiscusthee zijn van die dingen die je nooit bij de hand hebt als je ze nodig hebt. Dus is het heel plezierig om, na het openmaken van de deksel van een bouwpakket, dergelijke benodigdheden in de doos aan te treffen. Daar hoeven we dus niet meer naar op zoek.

Nog plezieriger wordt het als tussen de schuimknippers in de doos zich ook nog een flesje spiritus, een bijbehorende brander, een pipet en een mysterieus potje wit poeder blijken te bevinden.

De spullen zitten in een doos genaamd Artikel No. 3000 van Man Solar, een aan energie-instituut ECN gelieerd bedrijfje uit Petten, en een grote fan van zonne-energie. Maak je eigen zonnecel, staat er dan ook op de verpakking.

Met dit idee won bedenker Paul Someling vorige week donderdag in Amsterdam de Ode aan de Techniek-bokaal, een prijs van het blad *De Ingenieur* voor producten waarmee de liefde voor techniek wordt aangewakkerd.

Dat lijkt te kloppen. Wanneer de doos op een willekeurige dinsdagavond na de maaltijd op de eettafel tussen de wijnglazen belandt, beginnen huisgenoten die zich normaal gesproken niet laten voorstaan op verregaande knutselvaardigheden, gretig in de doos te graaien.

Dopjes gaan van flesjes, neuzen ruiken aan vloeistoffen, en binnen de kortste keren staat er water op voor de hibiscusthee. Zelfs een toevallige gast uit Japan, waarschijnlijk niet onbekend met elektronische slimmigheden, kijkt met verbazing naar de inmiddels op tafel uitgestalde potloden, paperclips en andere hightech bestanddelen van de doos.

De thee is de kern van de te maken zonnecel, ook wel organische zonnecel of Grätzel-cel genoemd, naar de Zwitserse professor Michael Grätzel. Die ontdekte dat de natuur vol zit met zonnecellen, bijvoorbeeld in de vorm van bladeren, algen en groene spinazie, zo valt in de handleiding te lezen.

In die groene planten zijn het de kleurstofmoleculen die zonlicht omzetten in energie. Nog betere moleculen zijn anthocyanen, rode kleurstoffen in bijvoorbeeld bramen, frambozen, kersen, en hibiscusbloemen dus. In een Grätzel-cel wordt een laagje van dat sap op een glasplaatje aangebracht, waarna lichtstralen de elektronen uit het laagje



FOTO INGRID DE GROOT

kunnen tikken. Die elektronen leveren vervolgens elektrische stroom. Is het idee.

Je kunt ook rode wijn als kleurstofleverancier proberen, suggereert de handleiding. De verzamelde eettafel houdt het bij de hibiscusthee. De wijnglazen worden nog eens volgeschonken.

Om de rode kleurstof goed op de bijgeleverde glasplaatjes te laten hechten, is eerst een witte onderlaag nodig. Op sommige glasplaatjes is die laag al voorgebakken, maar de echte knutselaar doet dat zelf.

Daarvoor is het mysterieuze witte poeder bedoeld, titaandioxide, dat overigens ook aanwezig is in tandpasta. Eerst vloeibaar maken, dan op het glas smeren, dan bakken.

Voorbijgangers, zien nu vijf min of meer volwassen mensen onder een kaal peertje in een huiskamer rond een spiritusbrander, omringd door snoeren, poeders, flesjes, een rekenmachine en een multimeter. Er worden mensen voor minder opgepakt.

Het bouwpakket is vooral bedoeld voor educatief gebruik, staat in de beschrijving, maar blijkt ook tamelijk gemakkelijk in de huiskamer. Wel blijkt dat duurzame energie ook nog steeds dure energie is: het pakket kost bijna 90 euro. Een goedkopere versie, zonder multimeter, kost ongeveer de helft.

Tegen half één, na een uur of twee, zijn vier zonnecellen klaar. Bij elkaar

zouden ze ongeveer anderhalf volt moeten leveren, genoeg om de rekenmachine uit het bouwpakket te laten werken. Batterij uit de rekenmachine, zonnecelklemmen erop, spanning ... de rekenmachine doet niets.

Onderzoek met de multimeter wijst uit dat één van de cellen in de verkeerde richting is geschakeld. Dom. De zonnecellen worden opnieuw aangesloten op de rekenmachine, nu goed, maar de rekenmachine doet nog steeds niets. Iemand komt op het idee om de batterij terug in de rekenmachine te doen. De rekenmachine doet het nog steeds niet.

De rekenmachine blijft in het strijdgewoel gesneuveld door toedoen van een overijverige knutselaar die te enthousiast aan de contactjes heeft zitten schroeven.

Gelukkig is er nog een ander testapparaatje bijgeleverd, een geluid-chip. Wanneer de zonnecellen daarop worden aangesloten, komt er ineens een geluidje uit. Gejuich aan tafel. Merkwaardig hoe elektriciteit zomaar van de eettafel kan opduiken, zonder dat daar een stopcontact voor nodig is.

Wanneer erop gedronken moet worden, blijkt helaas de wijn op. Nooit bij de hand als je het nodig hebt. Het bouwpakket is leeg. Dan de hibiscusthee maar.

Michael Persson

Bouwpakket Zonnecellen, Man Solar
Informatie: mansolar@ecn.nl
€ 89,90

In het artikel wordt ingegaan op de bouw en de werking van de Grätzelcel. Een zonnecel die werkt op kleurstofmoleculen die in 'groenten' aanwezig zijn.

Versie I

Ga aan de hand van de onderstaande bronnen na wat de schematische bouw van een Grätzelcel is, welke reacties een rol spelen en hoe je een Grätzelcel kunt bouwen.

<http://www.b-singh.de/index.php?doc=cont/phys/fb/contents.html>
http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/kunststoffe/solarzelle_1.htm
http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/kunststoffe/solarzelle_sl.htm
http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/kunststoffe/solarzelle_e_1.htm
<http://www.mansolar.com/>
<http://www.science-forum.de/workgraetzel.html>
<http://www.science-forum.de/download/graetzelober.pdf>
<http://www.quarks.de/energie/06.htm#03>
<http://www.solideas.com>
http://www.sfv.de/briefe/brief95_3/sob95314.htm
<http://www.morgenwelt.de/wissenschaft/9903-solarzellen-d.htm>

De firma Mansolar vraagt jou om een presentatie verzorgen op een congres voor scheikundeleraren. Maak hiervoor moet je een sheet maken met een tekening van de schematische bouw van de Grätzelcel en een sheet waarop puntsgewijs de theorie van de energielevering aan bod komt. Maak ook (op maximaal 3 pagina's A-4) een bouwvoorschrift voor een Grätzelcel met daarbij een materiaallijst. Vergeet niet om aandacht te besteden aan de veiligheid.

Versie II

Leid uit onderstaande bronnen een bouwvoorschrift af, inclusief een materiaallijst en veiligheidsaspecten. Bouw en test vervolgens je Grätzelcel.

<http://www.b-singh.de/index.php?doc=cont/phys/fb/contents.html>
http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/kunststoffe/solarzelle_1.htm
http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/kunststoffe/solarzelle_sl.htm
http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/cnat/kunststoffe/solarzelle_e_1.htm
<http://www.mansolar.com/>
<http://www.science-forum.de/workgraetzel.html>
<http://www.science-forum.de/download/graetzelober.pdf>
<http://www.quarks.de/energie/06.htm#03>
<http://www.solideas.com>
http://www.sfv.de/briefe/brief95_3/sob95314.htm
<http://www.morgenwelt.de/wissenschaft/9903-solarzellen-d.htm>

Zonnecellen met hibiscusthee ANTWOORDEN

Deze opdracht is ook geschikt als onderwerp voor een profielwerkstuk.

Tip: wellicht kan het lezen van de informatie op de vooral Duitse sites tellen binnen het handelingsdeel Duits.

NOBELPRIJS VOOR SCHEIKUNDE 2003 OPGAVEN

De Nobelprijs voor scheikunde 2003 is toegekend aan twee Amerikaanse onderzoekers:

Peter Agre en Roderick MacKinnon. Allebei hebben ze belangrijke ontdekkingen gedaan over het transport van water en zouten door het celmembraan.

1 Geef de bekroonde ontdekking van elke onderzoeker met één woord weer.

Als je leest: “De cel is zo lek als een vergiet” zou je kunnen denken dat de kanalen door het celmembraan ‘gewone’ gaatjes zijn waar van alles doorheen kan. Maar ... dat blijkt anders te zijn!

2 Beschrijf met één woord waaruit de verschillende kanalen blijken te bestaan.

Met de volgende vragen kijk je wat preciezer naar het werk van beide Nobelprijs-winnaars.

Peter Agre: *De bouwsteen voor waterkanalen ontdekt.*

3 Hoe ontdekte hij dat een membraaneiwit bij watertransport een rol speelt?

4 Met welke code werd het eiwit aangeduid?

5 Welke toepasselijke naam kreeg het eiwit daarna?

6 In welk orgaan in het lichaam is watertransport door de celwanden heel erg belangrijk?

7 Wat gebeurt er in die cellen?

Roderick MacKinnon: *De werking van ionenkanalen ontdekt.*

8 Waardoor kon hij de werking ontdekken van het eiwit dat ionen doorlaat?

9 In welke cellen in het lichaam zijn ionenkanalen heel belangrijk?

10 Wat gebeurt er tussen die cellen?

Er is een type ionenkanaal dat kaliumionen doorlaat maar natriumionen niet.

Een ion wordt in een oplossing door watermoleculen omringd (hydratatie).

11 Hoe richten zich de watermoleculen rondom een positief ion (b.v. een K^+ ion)? Licht je antwoord toe.

12 Welk gedrag vertonen groepjes zuurstofatomen in de wand van het ionenkanaal?

13 Waardoor kan een kaliumion wel door het kanaal?

14 ... en waarom kan een natriumion dat niet?

Onderzoek doe je niet alleen. De Nobelprijswinnaars zijn hoogleraar en hebben medewerkers met verschillende taken.

15 Noem tenminste twee soorten medewerkers die onder leiding van een professor hun werk doen.

Nobelprijs voor scheikunde 2003 ANTWOORDEN

De stichting C3 heeft de redactie verzocht een opgave te maken bij de poster: Nobelprijs voor scheikunde 2003. Alle scholen (havo/vwo) hebben de Nobelprijsposter toegestuurd gekregen door de Stichting C3. Indien een school de poster niet ontvangen heeft en nog graag wil hebben, neem dan contact op met C3: info@C3.nl of 070-3378788.

- 1 Agre: waterkanalen. MacKinnon: ionenkanalen.
- 2 Membraan-eiwitten.
- 3 Hij introduceerde een membraan-eiwit in de eicellen van een kikker. Die eicellen zwollen daardoor in water sterk op. Bij eicellen zonder het membraan-eiwit gebeurde dat niet.
- 4 CHIP28
- 5 Aquaporine.
- 6 Nieren.
- 7 Ze zuiveren het bloed en produceren daarbij (voor)urine.
- 8 Door de vorm van het eiwit op atomair niveau te bestuderen.
- 9 Zenuwcellen.
- 10 Er worden signalen doorgegeven, bij voorbeeld van de hersenen naar de spieren.
- 11 Het zuurstofatoom.
- 12 Ze zijn zó geplaatst dat ze een omgeving vormen die precies lijkt op de omringing door de zuurstofatomen van de watermoleculen.
- 13 Voor het kalium-ion verandert er eigenlijk niets als het zijn 'waterjas' uittrekt en het kanaal ingaat.
- 14 Voor het natrium-ion vormen de zuurstofatomen in het kanaal niet de passende omringing, daarom gaan ze niet het kanaal in.
- 15 Studenten (vooral afstudeerders), analisten, promovendi, (ook reeds gepromoveerde medewerkers, zgn. postdoc's).

De Nederlandse poster is ook te bekijken via:

De Engelse Nobel-poster is te bekijken (in een speciale opmaak voor Internet) op de site:

<http://www.nobel.se/chemistry/educational/poster/2003/index.html>

Je kunt op die site ook alle Nobel-posters vanaf 1988 bekijken.

In de rubriek "Educational" kun je ook meer aan de weet komen over (o.a.) het vakgebied Biochemie (het bestuderen van levensprocessen op moleculair niveau) door te gaan naar:

"Learn about biochemistry" en te klikken op "The Virtual Biochemistry Laboratory".

Je kunt daar starten met de opdracht: How to take on the "Nobel Challenge".

Een paginagroot artikel van *Sander Voormolen* over dit onderwerp verscheen in de bijlage Wetenschap & Onderwijs van NRC Handelsblad van 13-14 december 2003: "*Poorten naar de cel* – water- en ionkanaaltjes blijken steeds vaker rol te spelen in ziekten". Daarin kun je ook lezen welke rol Nederlandse onderzoeksgroepen op dit gebied spelen.