| Id | Titel opgave | nr opg | Klas |
|---|---|---|---|
| 1 | Printen met water | 1406-1 | 5v |
| 2 | Argon in de ruimte | 1406-2 | 4hv |
| 3 | Schone kleding zonder palmolie | 1406-3 | 5hv |
| 4 | Mosterdgas zoekt opruimdienst | 1406-4 | 5v |
| 5 | Minisyngasgenerator | 1406-5 | 3v, 4hv |
| 6 | Imazalil | 1406-6 | 4hv |
| 7 | Zuurstof in ruimtestation ISS | 1406-7 | 3hv |
| 8 | Radicale chemie | 1406-8 | 5,6v |
| 9 | Arseen maakt waterstof | 1406-9 | 5v |
| 10 | Propyleenglycoldamp met nicotine | 1406-10 | 4hv |
| 11 | Stabiele prestaties van suikerbieten | 1406-11 | 3hv |
| 12 | Vier ozonvreters in atmosfeer | 1406-12 | 5,6v |
| 13 | Zoek het polonium | 1406-13 | 4,5v |
| 14 | Elektriciteit uit afvalgas | 1406-14 | 5v |
| 15 | Ik voorzie een $CO_2$ tekort | 1406-15 | 4 hv |
| | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |
| 26 | | | |
| 27 | | | |
| 28 | | | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |
| 31 | | | |
| 32 | | | |
| 33 | | | |
| 34 | | | |
| 35 | | | |
| 36 | | | |
| 37 | | | |
| 38 | | | |
| 39 | | | |
| 40 | | | |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 48 | | | |
| 49 | | | |
| 50 | | | |
| 51 | | | |
| 52 | | | |
| 53 | | | |
| 54 | | | |
| 55 | | | |
| 56 | | | |
| 57 | | | |
| 58 | | | |
| 59 | | | |
| 60 | | | |
| 61 | | | |
| 62 | | | |
| 63 | | | |
| 64 | | | |
| 65 | | | |
| 66 | | | |
| 67 | | | |
| 68 | | | |
| 69 | | | |
| 70 | | | |
| 71 | | | |
| 72 | | | |
| 73 | | | |
| 74 | | | |
| 75 | | | |
| 76 | | | |
| 77 | | | |
| 78 | | | |
| 79 | | | |
| 80 | | | |
| 81 | | | |
| 82 | | | |
| 83 | | | |
| 84 | | | |
| 85 | | | |
| 86 | | | |
| 87 | | | |
| 88 | | | |
| 89 | | | |
| 90 | | | |
| 91 | | | |
| 92 | | | |
| 93 | | | |
| 94 | | | |
| 95 | | | |
| 96 | | | |
| 97 | | | |
| 98 | | | |
| 99 | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Subdomein | Vaardigheid | Specificaties |
| --- | --- | --- |
| Processen en reacties | Informatie | Verbrandingen, organische reacties |
| Deeltjesmodellen | Informatie | Structuurformules |
| Duurzaamheid | Informatie | Uitspraken duurzaamheid (waarderen en becommentariëren) |
| Processen en reacties | Informatie | Verbrandingen, organische reacties |
| Processen en reacties | Informatie | Beginstoffen en reactieproducten |
| Deeltjesmodellen | Informatie | Structuurformules |
| Processen en reacties | Informatie | Reactievergelijkingen |
| Bindingen, structuren en eigenschappen | Informatie | Bindingen en uv-licht, micro-macro |
| Processen en reacties | Informatie | Elektrochemische cel |
| Bindingen, structuren en eigenschappen | Informatie | Stofeigenschappen |
| Chemisch rekenen | Informatie | Percentages |
| Vakmethodes en veiligheid | Informatie | Gaschromatografie, massaspectrometrie |
| Deeltjesmodellen | Informatie | Atoommodel |
| Processen en reacties | Informatie | Energiebalans, stofkringloop |
| Processen en reacties | Informatie | Verbrandingen, elementkringloop |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| Trefwoorden |
| --- |
| Water-jet printer, hydrochrome stof, isomerie |
| Imazalil, fungicide, grapefruit, milieu |
| Wasmiddel, oppervlakte-actieve stof, cradle-to-cradle |
| Sarin, chemisch wapen, Syrië, mosterdgas, detoxificatie, hydrolyse, MEA |
| Minireactor, synthesegas, aardgas, methanol, reactievergelijkingen |
| Imazalil, fungicide, grapefruit, milieu |
| ISS, massaverhouding, scheidingsmethoden |
| Radicaal, perfluortributylamine, methaan, broeikasgas, smog, ozon, milieu |
| Arseniet, arsenaat, elektrolyse, chloor, radicaal, chloriet |
| e-sigaret, nicotine, glycol, glycerol, water, dampmiddel |
| Suikerbiet, suikergehalte, winbaarheid, bietencampagne |
| Cfk's, ozonlaag, radicaal, milieu, ppt, gaschromatografie, massapectrum |
| Polonium, radioactiviteit, verval, atoombouw, uranium |
| Afvalgas, koolstofdioxide, elektriciteit, milieu |
| $CO_2$, milieu, kringloop, synthesegas, DME, brandstof |

| |
|---|
| |
| |
| |
| |

| Vraagtype |
| --- |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Standpuntvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebegripsvraag |
| Informatiebegripsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebewerkingsvraag |
| Informatiebegripsvraag |

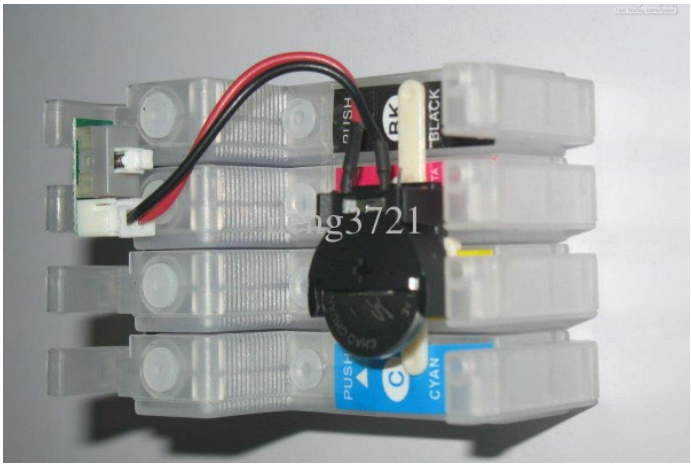
| |
|---|
| |
| |
| |
| |

**PRINTEN MET WATER IN PLAATS VAN INKT**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 6v |
| *Subdomein* | Deeltjesmodellen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Mesomerie |
| *Trefwoorden* | Water-jet printer, hydrochrome stof, isomerie |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag |

*www.chinacourant.nl, 21 februari 2014*

# PRINTEN MET WATER IN PLAATS VAN INKT




Een team van chemici van de China Jilin University heeft onlangs wereldwijd de aandacht getrokken door het uitvinden van een water – jet printer. Net als bij een reguliere printer wordt een lege pagina bedekt met geprinte tekst maar in plaats van inkt  is het nu mogelijk water te gebruiken. Nadeel lijkt dat de tekst zal verdwijnen binnen 22 uur nadat het is afgedrukt.

Professor Zhang Xiao'an, leider van het onderzoeksteam, ziet hier weinig problemen: " 40 Procent van de afgedrukte pagina's wordt na slechts 1 keer lezen weggegooid. Bovendien kan de printer schakelen tussen water en inkt indien de gebruiker een permanente afdruk wenst. "

Het water printen lijkt milieuvoordelen te hebben doordat het vooraf behandelde papier zonder veel meerkosten tientallen keren hergebruikt kan worden. De chemici geven aan dat ze blijven zoeken naar mogelijkheden om de kwaliteit en de duurzaamheid te verbeteren. Ze hopen op termijn ook samen te werken met geïnteresseerde bedrijven om de commerciële mogelijkheden te onderzoeken.

Normaal gesproken breng je met een printer inkt aan op (wit) papier. Nu brengt de printer water op het papier. Het papier is geïmpregneerd met *hydrochrome* stoffen. Dit zijn stoffen die in contact met water van kleur veranderen.
Hydrochrome stoffen bestaan uit moleculen die moleculaire schakelaars worden genoemd. Moleculaire schakelaars kennen twee vormen van het molecuul die door een extern signaal, in dit geval water, in elkaar omgezet kunnen worden:

$$\underset{\textit{Kleurloos}}{A} \underset{}{\overset{\text{water}}{\rightleftharpoons}} \underset{\textit{Kleur}}{B}$$

Professor Zhang Xiao'an en zijn onderzoeksteam hebben 18 van dergelijke verbindingen gemaakt om te kijken of ze geschikt waren als moleculaire schakelaar.

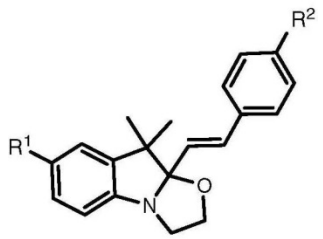
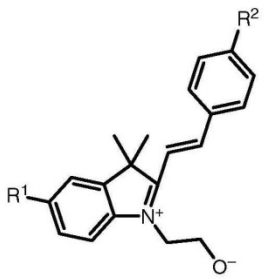
*Oxazolidines*
Moleculen uit de groep stoffen die oxazolidines genoemd worden, bleken te voldoen aan de gestelde voorwaarden.  Kleine wijzingen aan de moleculen van de basisstof geeft bij printen een andere kleur.

*Bron: Sean Xiao-An Zhang, e.a. (2014). Hydrochromic molecular switches for water-jet rewritable paper. Nature Communications, 28 January*

Elke hydrochrome stof moet aan een aantal voorwaarden voldoen.

1 Leg uit aan welke drie voorwaarden een hydrochrome stof moet voldoen om in aanmerking te komen voor gebruik op het papier voor de water-jet printer.
2 Waardoor zal de tekst na ongeveer 22 uur weer verdwijnen?
3 Leg uit wat je kunt doen om de moleculaire schakelaar B sneller om te zetten in A.

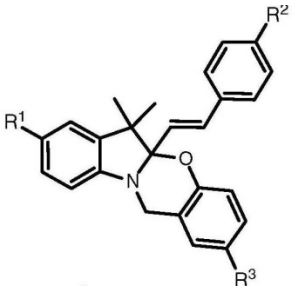
De onderzoekers ontdekten dat er een ringopening optreedt bij het toevoegen van water aan een hydrochrome stof.

| Moleculaire schakelaar<br>Gesloten ringvorm | Moleculaire schakelaar<br>Open ringvorm |
|---|---|
|  |  |

*$R^1$ en $R^2$ stellen allerlei mogelijke groepen voor.*

4 Leg uit dat er bij de gesloten en open ringvorm sprake is van isomeren.

*Oxazines*
Een andere groep mogelijke hydrochrome stoffen die de onderzoekers hebben onderzocht, zijn de oxazines:

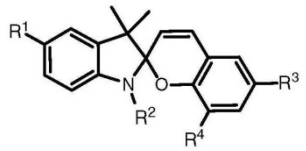
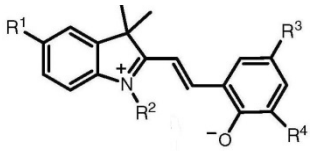



*$R^1$, $R^2$, $R^3$ stellen allerlei mogelijke groepen voor.*

Bij toevoegen van water, treedt ook hier ringopening op zoals bij de oxazolidines.

5 Teken de structuurformule van de moleculaire schakelaar in de open ringvorm.

*Spiropyranen*
Het team onderzocht als derde groep stoffen de spiropyranen. In onderstaande figuur is voor spiropyranen zowel de gesloten als de open ringvorm weergegeven

| Moleculaire schakelaar<br>Gesloten ringvorm | Moleculaire schakelaar<br>Open ringvorm |
|---|---|
|  |  |

De spiropyranen bleken na het toevoegen van water geen kleur op te leveren. Professor Zhang Xiao'an en zijn medewerkers veronderstellen dat dit veroorzaakt wordt doordat in de open ringvorm mesomerie optreedt, waardoor deze te stabiel wordt voor een omzetting

6 Teken een mogelijke mesomere structuurformule van de open ringvorm.

De printer heeft de naam "water-jet printer" gekregen.

7 Leg uit of je de naam "water-jet printer" toepasselijk vindt voor het proces van het printen van herschrijfbaar papier?
8 Noteer minimaal twee adviezen voor nader onderzoek.

*Printen met water in plaats van inkt*

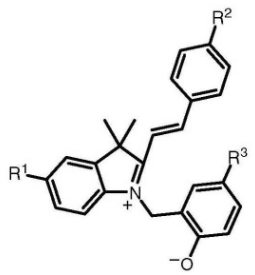
1 Het molecuul moet in slechts twee vormen kunnen bestaan, nl de vorm zonder water en de vorm met water. Het evenwicht A $\overset{\text{water}}{\rightleftharpoons}$ B moet in beide richtingen aflopend zijn.
De kleurstofmoleculen moeten goed hechten aan/doordringen in het papier. De moleculaire schakelaars met de open ringvorm moeten licht absorberen in het zichtbare gebied.

2 Als het water verdampt, ontstaat weer de kleurloze stof. Dus na die 22 uur zal al het water verdampt zijn.

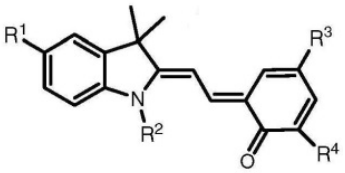
3 Het papier met de gekleurde letters verwarmen, zodat het water sneller verdampt.

4 Er zijn geen atomen verdwenen of bijgekomen, de molecuulformule is het zelfde. Er is alleen een andere structuurformule.

5




6




7 De naam gaat voorbij aan het kenmerkende van het nieuwe proces. De printer op zich is niet aangepast. Alleen is de inkt vervangen door water. De grootste aanpassing zit in het papier waaraan de hydrochrome stoffen zijn toegevoegd.

8 Onderzoek hoe de prints langer zichtbaar kunnen blijven. Hoe je meerdere kleuren in een keer kunt printen. De printer zo aanpassen dat hij eventueel het geprinte papier weer sneller bruikbaar maakt.

*Opmerking*

Een video over het proces met Engelse voice-over:
http://www.youtube.com/watch?v=rH_1TFkb8ko (gezien 10 april 2014)

## ARGON IN DE RUIMTE

| | |
|---|---|
| *Klas* | 4 hv |
| *Subdomein* | Deeltjesmodellen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Atoommodel |
| *Trefwoorden* | Argon, atoombouw, Krabnevel, isotoop, helium |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag |

*C2W, 24 januari 2014*

### ARGON IN DE RUIMTE

Er zit argonhydride in de Krabnevel. Daarmee is voor het eerst een verbinding van een edelgas aangetoond in de interstellaire ruimte, meldde *Science* onlangs. Die Krabnevel, op 7.500 lichtjaar van de Aarde, is het restant van een recent ontplofte ster; Chinese astronomen tekenden de supernova in 1054 op. Met de Fouriertransformatie-spectrometer (FTS) van SPIRE, een van de instrumenten van de Herschel-ruimtetelescoop, zijn bij 617,5 en 1.234,6 GHz twee intense spectraallijnen waargenomen in deze gaswolk. Spitwerk in databases leerde dat het om $^{36}ArH^+$ moest gaan. Uit berekeningen blijkt dat dat kan kloppen: terwijl je op Aarde vooral $^{40}Ar$ vindt, afkomstig uit verval van kaliumisotopen in gesteente, is het edelgas in de Krabnevel ontstaan door fusie van heliumkernen. Vandaar $^{36}Ar$ met evenveel protonen als neutronen. Vlak na het ontstaan was dat gas iets van 7.500 tot 15.000 K en volledig geïoniseerd; als er dan een wolk koelere waterstofmoleculen langswaait, is $ArH^+$ het logische gevolg. |

*de Krabnevel*

Ook in de ruimte verlopen scheikundige reacties. Dat blijkt uit een verbinding die in de Krabnevel, in de interstellaire ruimte in het heelal, is aangetoond.

1 Beschrijf wat de Krabnevel is en waar deze zich ten opzichte van de aarde bevindt.

In de Krabnevel is de verbinding argonhydride gevonden.

2 Licht toe hoe dat in zijn werk is gegaan.

3 Wat is het opmerkelijke aan het argonhydride?

De argonhydride waar over gesproken wordt, zou $^{36}ArH^+$ zijn.

4 Leg uit hoeveel protonen, neutronen en elektronen een deeltje $^{36}ArH^+$ bevat.
Noteer je antwoord als volgt:
Aantal protonen: ……
Aantal neutronen: ……
Aantal elektronen: ……
Toelichting: ……..

5 Leg uit dat de naam argonhydride voor $^{36}ArH^{+}$ niet juist is.

Op aarde komt vooral de isotoop $^{40}Ar$ voor, afkomstig uit het verval van kaliumisotopen.

6 Wat zijn isotopen?
7 Leg uit wat er in de kern van een $^{40}K$ atoom moet gebeuren om $^{40}Ar$ te laten ontstaan.

In de Krabnevel komt $^{36}Ar$ voor, ontstaan door fusie van heliumkernen. Deze isotoop van argon heeft evenveel protonen als neutronen.

8 Leg uit waardoor juist $^{36}Ar$ ontstaat in de Krabnevel.
9 Beschrijf de atoombouw van $^{36}Ar$ volgens het atoommodel van Bohr.

Vlak na het ontstaan van de Krabnevel was de gaswolk zo'n 7500 tot 15000 K heet.

10 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als waterstofmoleculen bij $^{36}Ar$ deeltjes 'langs waaien' en in de verhouding 1 : 1 met elkaar reageren.

*Argon in de ruimte*

1 De Krabnevel, een gaswolk, is het restant van een recent ontplofte ster en bevindt zich op 7500 lichtjaar van de aarde.

2 De Herschel-ruimtetelescoop heeft twee intense spectraallijnen waargenomen in straling die uit de wolk afkomstig is. Zoeken in databases wees op argonhydride als bron.

3 Argonhydride is een verbinding van een edelgas. Er is in argonhydride een andere isotoop gevonden dan op de aarde voorkomt.

4 Het deeltje $^{36}ArH^{+}$ bevat 18+1= 19 protonen (atoomnummers Ar en H) en 18 neutronen (massagetal argon-atoomnummer argon) in de kern. In de elektronenwolk zitten 19-1=18 elektronen.

5 Een hydride is het $H^{-}$- ion. Argonhydride zou ArH moeten zijn dus zonder lading.

6 Isotopen zijn atomen met hetzelfde atoomnummer maar een verschillend massagetal, ofwel met eenzelfde aantal protonen maar een verschillend aantal neutronen in de kern.

7 Kalium heeft atoomnummer 19, argon atoomnummer 18. Bij gelijkblijvend massagetal moet er dus in een kaliumkern een proton door invangen van een elektron omgezet worden in een neutron. In vergelijking $^{1}_{1}p + ^{-1}_{0}e \rightarrow ^{0}_{1}n$.

8 Het ontstaat door fusie van heliumkernen. In een heliumkern zijn 2 protonen en 2 neutronen aanwezig. Bij een fusie zal de toename van protonen en neutronen dus steeds even groot zijn, dus zullen er bij 18 protonen ook 18 neutronen aanwezig zijn.

9 Het deeltje $^{36}Ar$ bevat 18 protonen en 18 neutronen in de kern. De 18 elektronen zijn verdeeld over K-, L- en M-schil als 2-8-8.

10 Reactie: $H_2 + ^{36}Ar \rightarrow ^{36}ArH^{+} + H^{-}$.

**SCHONE KLEDING ZONDER PALMOLIE**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 5 hv |
| *Subdomein* | Duurzaamheid |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Uitspraken duurzaamheid( waarderen en becommentariëren) |
| *Trefwoorden* | Wasmiddel, oppervlakte-actieve stof,cradle-to-cradle |
| *Vaardigheidsvraag* | Standpuntvraag |

*De Volkskrant, 4 april 2014*

# Schone kleding zonder palmolie

PIETER SMIT

**Een wasje draaien zonder regenwoud te kappen, belooft Ecover. Je zit in elk geval niet verkeerd.**

Product: Ecover wasmiddel
Prijs: ca. euro 9,00
Verkrijgbaar: Natuurwinkels
Oordeel: ****

Red de orang-oetan, was met Ecover. Het had de slogan kunnen zijn van het merk voor ecologische (af)wasproducten. In plaats van palmolie gebruikt Ecover 'als eerste Europese producent' algenolie in vloeibaar wasmiddel. Het uitbannen van palmolie voorkomt volgens de Belgische onderneming het kappen van regenwouden op Sumatra en Borneo, waardoor de orang-oetang minder gevaar loopt. Voilà.

Milieu Centraal kan niet zeggen of daarmee de productie van algenolie ook schoner is dan die van palmolie. Zoals ook niet vaststaat dat plantaardige grondstoffen in wasproducten beter zijn voor het milieu dan aardolie. Om de reden die Ecover noemt: de aanleg van plantages gaat gepaard met ontbossing.

Bij de productie van Ecovers algenolie worden water, algen en lokaal geteeld suikerriet gemixt en bestaat dat risico niet. Maar, waarschuwt Milieu Centraal, stel dat die lokaal geteelde suiker voor menselijke consumptie was bestemd. 'Die wordt nu op een ander stuk land verbouwd. Met een beetje pech heeft natuurgebied moeten wijken.'

De voorlichtingsorganisatie plaatst nog een kanttekening bij producten uit natuurwinkels. De verschillen met reguliere producten zijn niet (meer) zo groot, omdat de milieubelasting van alle reinigingsmiddelen de laatste decennia sterk is afgenomen. 'Bijvoorbeeld door verminderd gebruik van fosfaat, het beter afbreken van wasactieve stoffen, het gebruik van enzymen en minder chemicaliën.' Maar producten uit natuurwinkels bevatten geen of minder conserveermiddelen, geurstoffen en bepaalde hulpstoffen. Hoe minder van deze stoffen worden gebruikt, hoe beter voor het milieu. Ook bevatten ze nooit chloorbleekmiddel, wat ook kan gelden voor de reguliere producten.

De verpakking van Ecover bestaat ook uit suikerriet, dus daarbij speelt de landkwestie ook weer. Daarom experimenteert het bedrijf met het maken van flessen uit plastic afval uit de zee. 'Een geweldige stap in de goede richting', zegt Milieu Centraal, 'maar ook dat combineren ze weer met suikerrietplastic.' Bovendien is er een risico dat mensen denken dat de flessen plantaardig, en dus composteerbaar zijn, terwijl het chemisch gezien plastic is. Daar heeft Ecover iets voor. In ruim dertig natuurwinkels kunnen flessen worden hervuld.

Al met al zijn de bedoelingen van Ecover goed en zit je in ieder geval niet verkeerd. Maar, en dat geldt misschien niet voor de orang-oetan: het is nog beter om op een lagere temperatuur te wassen.

In het artikel lijkt het alsof de regenwouden gebruikt worden voor het produceren van palmolie. Palmolie is een olie met circa 48 % palmitinezuur, circa 37 % oliezuur en circa 10 % linolzuur.

1 Geef een structuurformule van een molecuul dat in palmolie voorkomt met twee palmitinezuuruiteinden en één linolzuuruiteinde.
2 Geef de naam van de klasse van organische verbindingen waartoe palmolie behoort.

Palmolie komt niet of nauwelijks voor in hout. Hout bestaat voornamelijk uit koolhydraten.

3 Leg uit waarom Ecocover toch zegt dat het uitbannen van palmolie het kappen van regenwouden voorkomt.
4 Leg de slogan: “Red de orang-oetan, was met Ecover” uit.

Op het forum van het tv-programma RADAR staat de volgende vraag met antwoord:

*In de winkel kom ik wel eens 2 eco-wasmiddelen tegen, Klok Eco en Ecover. Klok eco kwam ook nog goed uit de laatste wasmiddelentest van de consumentenbond. Er was echter in de hele test niet te vinden wat deze eco-claim inhoudt.*
*Zijn de middelen echt een stuk beter voor het milieu en waarom? Kortom, hoeveel zin of onzin zijn deze eco middelen.*

*Antwoord:*
*Het eco aspect zit hem o.a. in het volgende:*
*- De ingrediënten zijn veelal van hernieuwbare bron;*
*- Het is een biologisch afbreekbaar product dat niet of nauwelijks schade berokkent aan organismen die ermee in contact komen;*
*- Ecover verpakt zijn producten in een verpakking die is gemaakt uit suikerriet en niet uit gangbaar plastic, waardoor ook de verpakking biologisch afbreekbaar is (hetgeen betekent dat je het in principe bij je GFT afval kunt gooien). Het is me niet bekend of dit bij Klok Eco ook het geval is.*

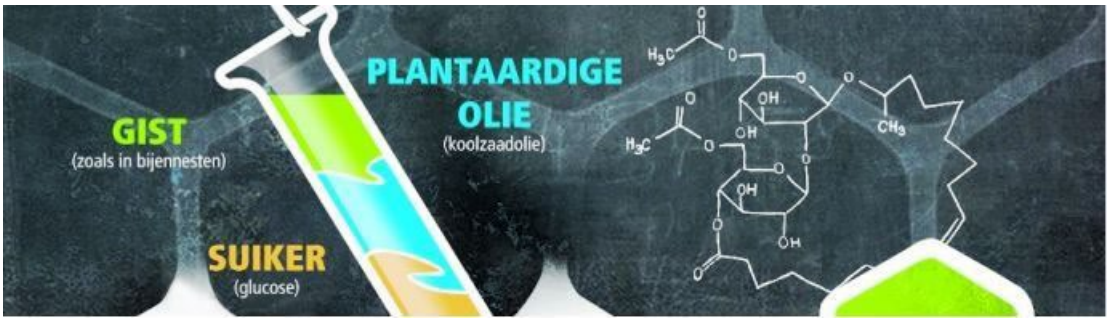
De palmolie is bij de productie van Ecover vervangen door algenolie, die gevormd wordt door algensoorten.

5 Geef aan of Milieu Centraal het volgens het artikel uit de Volkskrant eens is met de drie beweringen in het forumantwoord.

Milieu Centraal geeft aan dat het werken met suikerriet een groot voordeel heeft, namelijk dat er geen ontbossing plaats vindt. Er is nog een voordeel wanneer je lokaal geteeld suikerriet gebruikt.

6 Leg uit welk voordeel dat is.

Suikers uit het suikerriet worden gebruikt om oppervlakte-actieve stoffen te maken. De suikers reageren met olie tot de oppervlakte-actieve stof die in het wasmiddel zit. Bijengist, nagemaakt in het laboratorium, dient als katalysator. Je ziet in het geproduceerde molecuul duidelijk het suikergedeelte en het olie gedeelte.




*Bron: http://be.ecover.com/nl/nieuws/2013-05-21-knap-staaltje-groene-chemie*

7 Leg uit waardoor het getoonde molecuul als oppervlakte-actief deeltje de juiste eigenschappen heeft.
8 Leg uit welke karakteristieke groepen bij de reactie zijn ontstaan.
9 Leg uit dat je in het plaatje kunt zien dat het gemaakt is ruim vóór het vervangen van palmolie door algenolie.

In het artikel staat een zin waaruit blijkt dat Milieu Centraal zijn twijfels heeft over de bewering dat Ecover-middelen beter zijn voor het milieu.

10 Geef de zin uit het artikel waaruit dit blijkt.
11 Leg uit waarom Milieu Centraal deze twijfels mag hebben.

Het suikerriet wordt ook gebruikt voor de flessen.

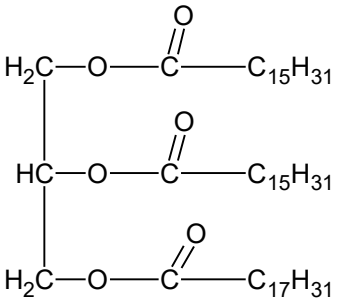
12 Welk nadeel zit hieraan?
13 Geef twee manieren waarop Ecover probeert dit nadeel op te heffen.

Je wilt weten of Ecover een duurzaam product is. Daartoe moet je alle stappen in een cradle-to-cradle analyse op duurzaamheid bekijken. De stappen zijn de grondstoffen, de productie, het vervoer, het gebruik, de afbraak of het recyclen. De gegevens over één van deze stappen ontbreken in het artikel.

14 Welke stap is dit? Licht je antwoord toe.
15 Geef op grond van de wel verstrekte gegevens jouw oordeel over de duurzaamheid van Ecover in vergelijking met een traditioneel wasmiddel. Noteer daartoe per stap één argument vóór jouw keuze.

*Schone kleding zonder palmolie*

1




Er zijn twee isomeren mogelijk.

2 Esters / glyceryltriesters.

3 Om de palmen, die de palmolie leveren, te laten groeien moet er oerwoud gekapt worden.

4 Wanneer je de olie lokaal kweekt als algenolie, is het niet nodig om oerwoud te kappen omdat de palmbomenplantages niet meer nodig zijn. Dit betekent dat de orang-oetan zijn leefgebied behoudt.

5 De ingrediënten zijn van hernieuwbare bron: Milieu Centraal vindt palmolie niet direct beter dan het gebruik van aardolie vanwege de ontbossing. Over algenolie weten ze te weinig over de productie om iets zinnigs te kunnen zeggen. Maar de ingrediënten zijn wel van hernieuwbare bronnen afkomstig.
Het zijn biologisch afbreekbare producten die geen schade berokkenen aan het milieu: Milieu Centraal zegt dat de afgelopen decennia in reguliere wasmiddelen de belasting van de producten voor het milieu ook erg is afgenomen door het gebruik van andere ingrediënten. Volgens Milieu Centraal is de verpakking niet afbreekbaar.
De verpakking wordt gemaakt uit suikerriet: Milieu Centraal vindt suikerriet niet zo'n goed idee, omdat het misschien wordt verbouwd op grond die bestemd is voor voedselverbouw. Wel is het een goed idee om uit plastic afval uit zee nieuw verpakkingsmateriaal te maken. Dit is echter niet afbreekbaar.

6 Lokaal geteelde suikerriet en algenolie hoeven niet of niet zo ver vervoerd te worden. Dit scheelt verbruik van brandstoffen en $CO_2$ – emissie. Dus een duurzamere levensloop van het wasmiddel.

7 Het deel dat afkomstig is van het suikermolecuul is polair door alle OH-groepen en kan daardoor waterstofbruggen vormen. Dat levert hydrofiel gedrag. Het deel dat afkomstig is van de olie is apolair. Dat levert hydrofobe gedrag. Een molecuul van een oppervlakte-actieve stof heeft een polair deel (met mogelijkheid tot waterstofbruggen) nodig om in water opgelost te blijven en een apolair deel om het vuil 'in te pakken' en zwevend in het water te houden.

8 Onderin links zie je een estergroep. Bovenin zie je een ethergroep.

9 In het plaatje staat koolzaadolie. Deze is waarschijnlijk voor de palmolie gebruikt, want koolzaad groeit ook in Noord-Europa. Maar de algenolie speelde nog geen rol.

10 Zoals ook niet……voor het milieu dan aardolie.

11 Wanneer je de producten uit aardolie maakt, zijn de eindproducten die in het wasmiddel gaan dezelfde als degene die uit palmolie, koolzaadolie of algenolie worden geproduceerd. De eventuele gevaren voor het milieu zijn hetzelfde.

12 De kunststof die uit suikerriet is gemaakt om als flessenmateriaal te dienen, is niet biologisch afbreekbaar.

13 -De flessen kunnen worden nagevuld, dus meerdere malen gebruikt worden.
-De flessen maken uit plastic afval uit zee.

14 De gegevens over de productie ontbreken.

15 Grondstoffen: hernieuwbaar
Vervoer: minder transport door lokale teelt.

Gebruik: geen verschil, staat niet genoemd
Afbraak: even goed als traditionele wasmiddelen
Recyclen: niet mogelijk van het wasmiddel in beide gevallen. De flessen blijkbaar ook nog niet!
Vervolgens een keuze!

# MOSTERDGAS ZOEKT OPRUIMDIENST

| | |
|---|---|
| *Klas* | 5v |
| *Subdomein* | Processen en reacties |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Verbrandingen, organische reacties |
| *Trefwoorden* | Sarin, chemisch wapen, Syrië, mosterdgas, detoxificatie, hydrolyse, MEA |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*C2W, 29 november 2013*

**Het is een grote opruimklus: 50.000 kg Syrisch mosterdgas en nog eens tien keer zoveel aan zenuwgassen. Noorwegen wil er niet aan. Wie wel?**

MARGA VAN ZUNDERT

Syrië kan geen chemische wapens meer produceren, meldde het OPCW begin november trots. Op alle productielocaties is de apparatuur vernietigd en zijn voorraden gifgassen en uitgangsstoffen verzegeld. Nu de strijdmiddelen nog vernietigen. "Technisch gezien is dat geen unieke klus", vertelt Maarten Nieuwenhuizen, seniorconsultant CBRN (chemische, biologische of radiologische/nucleaire stoffen) bij TNO. "Maar het is tijdrovend werk en het moet met ultieme efficiëntie gebeuren onder de hoogste veiligheidcondities. Ga daar maar eens aanstaan in een land waar de kogels je om de oren kunnen vliegen."

## VERBRANDEN OF VERZUIPEN

De chemische strijdmiddelen zijn in wapens opgeslagen of in bulkvorm in tanks. "Bij ontmanteling van wapens scheid je allereerst strijdgassen en explosieven van elkaar", benadrukt Nieuwenhuizen. Hoeveel strijdgas erin zit, is echter een goed bewaard geheim. Nieuwenhuizen: "Doorgaans laad je chemische wapens pas vlak voor gebruik. Hopelijk daar ook. Dat maakt de klus aanzienlijk minder complex en gevaarlijk."

Er zijn twee beproefde methodes om strijdgassen te vernietigen: verbranden bij hoge temperaturen en detoxificatie door hydrolyse. Een combinatie hiervan is ook mogelijk. De VS gebruiken verbrandingsinstallaties met rookgasreinigers om hun eigen voorraden daar op te ruimen. Rusland is gespecialiseerd in hydrolyse. Zowel mosterdgas ($S(CH_2CH_2Cl)_2$) als sarin (isopropylmethyl-fosfonfluoridaat) vallen uiteen in water, of preciezer, in – respectievelijk – zuur en loog. Het eindproduct bij mosterdgas is thiodiglycol. Bij sarin ontstaat het zout van methylfosfonzuur en natriumfluoride. Een nadeel is de grote stroom vervuild water die je vervolgens moet reinigen. Rusland ontwikkelde daarom een alternatief proces voor de zenuwgassen sarin en soman, waarbij je de fosfor-fluoride-binding niet met water, maar met monoethanolamine (MEA) splitst. Het reactiemengsel meng je vervolgens met heet asfalt, waarna je het geheel opslaat als massief zwarte blokken.

Volgens de regels van het OPCW dien je strijdgassen ter plekke onschadelijk te maken, omdat er altijd risico bestaat op transportongelukken. Amerikaanse militairen vernietigden na de Golfoorlog in Irak sarin door het in de woestijn tot ontploffing te brengen met brandbommen. Maar verbranding aan de open lucht is inmiddels om milieuredenen verboden, net als aloude 'oplossingen', zoals dumpen in de oceaan of diep in de bodem wegstoppen.

De Amerikaanse minister van Buitenlandse Zaken John Kerry pleitte onlangs voor transport van chemische wapens uit Syrië, per schip, om ze vervolgens elders veilig op te ruimen. Nieuwenhuizen: "Je kunt je een tweetrapsvernietiging voorstellen waarbij eerst ter plekke detoxificatie van de strijdgassen plaatsvindt en het milieugevaarlijke afval vervolgens naar een veiligere plek gaat om het te verwerken." Technisch kan het, de VS beschikken over mobiele veldinstallaties voor hydrolyse. Noorwegen is gepolst om het afval te verwerken, maar bedankte beleefd. Volgens minister van Buitenlandse Zaken Bøoerge Brende was het onmogelijk vanwege de grote tijdsdruk, het ontbreken van faciliteiten en de Noorse milieuwetgeving.

Syrië kan geen chemische wapens meer produceren doordat productieapparatuur is vernietigd en voorraden zijn verzegeld, meldde het OPCW trots. Een hoeveelheid van zo'n 50.000 kg mosterdgas zal vernietigd moeten worden.

1 Geef de structuurformule en de molecuulformule van mosterdgas.

Er zijn twee beproefde methodes om strijdgassen te vernietigen, namelijk verbranden en detoxificatie.

2 Verklaar de naam detoxificatie.
3 Geef de reactievergelijking van de verbranding van mosterdgas in molecuulformules weer waarbij chloor als HCl vrijkomt.

Verbranding aan de open lucht is inmiddels om milieuredenen verboden.

4 Welk probleem levert die verbranding op?

*Mosterdgas*
Bij mosterdgas wordt de detoxificatie uitgevoerd door een hydrolysereactie te laten verlopen.

5 Wat versta je onder een hydrolyse?
6 Geef de hydrolyse van mosterdgas in structuurformules weer. Bij de hydrolyse ontstaat thiodiglycol:

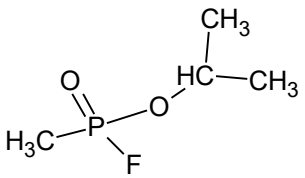
$$HO—CH_2–CH_2—S—CH_2—CH_2—OH$$

7 Leg uit waardoor thiodiglycol goed in water oplost. Geef je antwoord op micro-niveau.

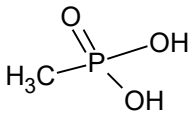
De hydrolyse wordt vaak in zuur of basisch milieu uitgevoerd.

8 Wat is de functie van het zuur of de base bij de hydrolyse? Licht je antwoord toe.

*Sarin*
Bij de hydrolyse van Sarin met toegevoegde natronloog ontstaan het zout van methylfosfonzuur, natriumfluoride-oplossing en een alcohol.




*Sarin*




*Methylfosfonzuur*

9 Neem de structuur van Sarin over en geef in de structuur aan hoe je de systematische naam uit het artikel daaruit kunt verklaren.
10 Leg uit welke alcohol bij de hydrolyse van Sarin gevormd wordt. Noteer de naam.

Bij gebruik van natronloog ontstaat het natriumzout van methylfosfonzuur.

11 Geef de structuurformule van het natriumzout van methylfosfonzuur.
12 Geef de reactievergelijking in structuurformules van de omzetting van methylfosfonzuur in natriummethylfosfonaat, het zuurrestion van methylfosfonzuur.

*MEA*
Rusland heeft een alternatieve methode ontwikkeld om strijdgassen als Sarin en Soman onschadelijk te maken. Zij gebruikten daarbij MEA, monoethanolamine en geen water. De structuurformule MEA:

$H_2N—CH_2—CH_2—OH$.

13 Geef de systematische naam voor MEA.
14 Leg uit waardoor MEA zo goed oplost in water.

Bij de omzetting van de strijdgassen met monoethanolamine komt fluor vrij als waterstoffluoride, HF.

15 Geef de reactievergelijking van de omzetting in structuurformules.

16 Wat is het eindstadium van het reactiemengsel bij de Russische aanpak?

*Mosterdgas zoekt opruimdienst*

1 Molecuulformule: $C_4H_8SCl_2$. Structuurformule:
$Cl—CH_2–CH_2—S—CH_2—CH_2—Cl$

2 Detoxificatie betekent dat de giftigheid sterk is afgenomen en dat de omzettingsproducten gefixeerd zijn.

3 Reactie: $2\ C_4H_8SCl_2 + 13\ O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 6\ H_2O + 2\ SO_2 + 4\ HCl$.

4 Bij verbranding ontstaan zwaveldioxide dat voor verzuring van het milieu zorgt en HCl dat tijdens de verbranding kankerverwekkende dioxines kan vormen.

5 Hydrolyse is een reactie met water waarbij de beginstoffen weer ontstaan.

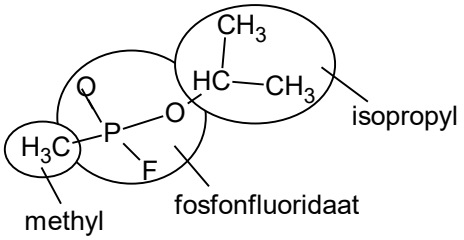
6

$$Cl—CH_2–CH_2—S—CH_2—CH_2—Cl + 2\ H_2O \longrightarrow HO—CH_2–CH_2—S—CH_2—CH_2—OH + 2\ HCl$$

7 De moleculen bevatten OH-groepen die met watermoleculen H-bruggen kunnen vormen.

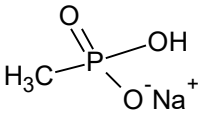
8 Het zuur kan als katalysator dienen: het versnelt de reactie zonder daarbij verbruikt te worden. De base kan als reagens optreden bij de hydrolyse en/of reageren met reactieproducten.

9

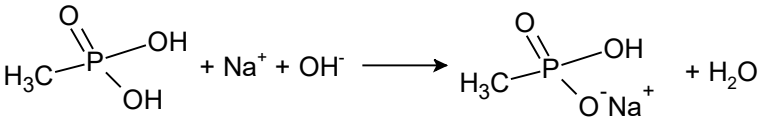



10 Het rechtergedeelte splitst als alcohol af waarbij de reactie/koppeling aan het tweede C-atoom van de groep plaatsvindt, dus propaan-2-ol.

11



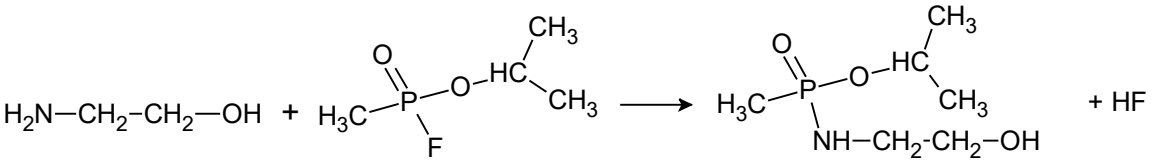

12




13 2-aminoethanol.

14 Het MEA-molecuul bevat zowel een $NH_2$-groep als een OH-groep die beide met watermoleculen H-bruggen kunnen vormen.

15




16 Opslag in asfalt

**MINISYNGASGENERATOR**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 3v, 4hv |
| *Subdomein* | Processen en reacties |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Beginstoffen en reactieproducten |
| *Trefwoorden* | Minireactor, synthesegas, aardgas, methanol, reactievergelijkingen |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag |

*C2W, 24 januari 2014*

## MINISYNGASGENERATOR

In Rusland is een simpel reactortje bedacht dat minieme hoeveelheden methaan omzet in synthesegas. Het in *Industrial & Engineering Chemistry Research* beschreven brandertje bestaat uit dikke, poreuze keramische platen. Via de poriën stof naar binnen. Als ze warm genoeg zijn, reageren die gassen binnenin zonder een zichtbare vlam te vormen. Vanwege de ondermaat zuurstof blijft de reactie steken bij $H_2$ en CO, dat via de poreuze dekplaat naar boven komt, klaar voor gebruik als grondstof voor een vervolgreactie naar keuze. De verbrandingswarmte blijft hangen in het keramiek, dus als de reactor eenmaal op gang is, houdt hij zichzelf op temperatuur. Het voordeel zit in de kleinschaligheid: het demonstratiemodel verwerkt slechts 8 $m^3$ methaan per uur. Zou je een stoomreformer zo ver verkleinen, dan zou de energie-efficiëntie onaanvaardbaar laag worden. Dat 6 procent van het methaan onverbrand in het synthesegas terechtkomt, vereist nog aandacht.

Je hebt niet altijd grote hoeveelheden nodig van een product. In Rusland is een microreactor ontwikkeld die minieme hoeveelheden methaan kan omzetten in synthesegas.

1 Wat is synthesegas?
2 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van methaan in synthesegas.

De onderzoekers gebruiken in hun reactor dikke poreuze keramische platen.

3 Waarom gebruiken ze poreuze platen?
4 Waarom gebruiken ze keramische platen?

In het artikel wordt gesproken over een brandertje.

5 Leg uit of je deze benaming wel juist vindt.

De vorming van synthesegas kan ook in een stoomreformer plaatsvinden waarbij methaan met stoom reageert.

6 Geef de vergelijking voor de stoomreformingsreactie.
7 Waardoor is een stoomreforming op zo'n kleine schaal niet te gebruiken?

Synthesegas kent vele toepassingen. Zo kun je vanuit synthesegas methanol ($CH_3OH$) of benzine maken, je kunt het gebruiken als brandstof, et cetera.

8 Geef de reactievergelijking van de vorming van methanol uit synthesegas.
9 Geef de reactievergelijking van de verbranding van synthesegas.

Het reactortje heeft nog een probleem 'dat aandacht verdient'.
10 Welk probleem is dat?

*Minisyngasgenerator*

1 Synthesegas is een mengsel van koolstofmonooxide en waterstof.
2 Reactie: $2\ CH_4 + O_2 \rightarrow 2\ CO + 4\ H_2$.
3 Via de poreuze platen wordt een mengsel van methaan en zuurstof de reactor ingepompt. Dus de platen moeten gas doorlaten, zijn dus poreus.
4 De keramische platen houden de warmte vast zodat de reactie steeds door blijft gaan.
5 Er is geen zichtbare vlam dus kun je ook niet spreken van een brandertje.
6 Reactie: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3\ H_2$.
7 De energie-efficiëntie zou onaanvaardbaar laag worden.
8 Reactie: $CO + 2\ H_2 \rightarrow CH_3OH$
9 Reactie: $CO + H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$.
10 Van het methaan komt 6% onverbrand in het synthesegas terecht.

**IMAZALIL**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 4hv |
| *Subdomein* | Deeltjesmodellen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Structuurformules |
| *Trefwoorden* | Imazalil, fungicide, grapefruit, milieu |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*Labels aan een netje grapefruits*

Je hebt een netje grapefruits gekocht. Thuis lees je op het label: “Behandeld met Imazalil.” Over die stof wil je meer te weten komen.

1 Zoek op Wikipedia naar *imazalil* en geef de andere naam voor die stof.

Op de pagina over imazalil wordt ook een structuurformule afgebeeld. Tevens wordt daarbij de IUPAC-naam vermeld.

2 Neem die structuurformule en de IUPAC-naam over en geef van de delen van de IUPAC-naam aan welk deel van de structuurformule daarmee overeen komt.
3 Geef de molecuulformule van imazalil.

Imazalil is een fungicide, dat in 1969 door het bedrijf Janssen Pharmaceutica is geïntroduceerd.

4 Wat is een fungicide?
5 Wat wil een grapefruit-kweker bereiken met het toepassen van imazalil?
6 Beneden welke grenswaarde mag imazalil op de schil van de vrucht voorkomen?
7 Geef deze waarde ook in ppm. Laat zien hoe je aan je antwoord komt.

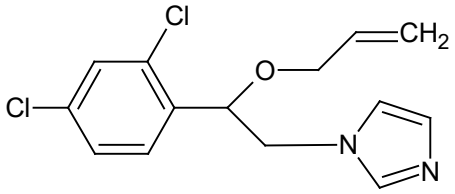
Je bakt een taart en wilt er schilletjes doorheen doen van een citroen die met imazalil behandeld is. Het recept geeft het advies: “Was de citroen eerst onder de kraan.”

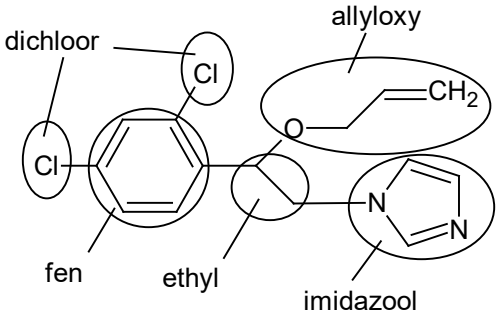
8 Leg uit of je op die manier de imazalil van de schil van de citroen kunt verwijderen. Gebruik daarbij de structuurformule uit vraag 2.

*Imazalil*

1 Enilconazool.

2 (RS)-1-(β-allyloxy-2,4-dichloorfenethyl)imidazool




3 $C_{14}H_{14}Cl_2N_2O$.

4 Een schimmelwerend middel.

5 Dat zijn vruchten zonder schimmel in de winkel komen.

6 Het toegelaten gehalte 'residu' is 5 mg/kg.

7 5 mg/kg = $5.10^{-3}$ g/$10^3$ g ≡ 5 ppm.

8 Aan de structuurformule uit vraag 2 kun je zien dat er met watermoleculen weinig H-bruggen kunnen ontstaan met het imazalil-molecuul. Het imazalil zal dus slecht in water oplossen en dus ook slecht onder de kraan te verwijderen zijn.

N.B.
Zie bij voorbeeld ook informatie over imazalil op de site objectief.be onder de rubrieken 'Je bent wat je eet - Voedingsadditieven - Bewaarmiddelen - Fungicides - Imazalil'.

Op de E-nummer app van mijn mobieltje bleek het niet te vinden, maar internet bood uitkomst: **http://objectief.be/Imazalil.html**. Daaruit bleek dat imazalil één van die bewaarmiddelen is waarvoor geen E-classificatie vereist is. Het wordt gebruikt als schimmelwerend middel en ook in de landbouw ingezet om zaaigoed te beschermen tegen schimmels. Imazalil is licht giftig en wordt er van verdacht mogelijk kankerverwekkend te zijn. Het is wel irriterend voor ogen en huid en is bedoeld als stopper van de embryovorming. Het heeft dus ook op onze voortplanting een negatief effect. Residu's, hoger dan de toegelaten 5 mg/kg worden regelmatig aangetroffen op de schil van citrusvruchten en nectarines. Erger is dat ook een deel ervan in de vruchten zelf doordringt.
Dat laatste zinnetje benam me het onschuldige plezier van mijn dagelijks ochtendglaasje met – naar ik tot vandaag dacht natuurlijk en gezond – eigenhandig en met liefde geperst sinaasappelsap. (bron: http://korenmaat.info/tag/imazalil )

**ZUURSTOF IN RUIMTESTATION ISS**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 3 hv |
| *Subdomein* | Processen en reacties |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Reactievergelijkingen, |
| *Trefwoorden* | ISS, massaverhouding, scheidingsmethode |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*NRC Handelsblad (De kleine wetenschap), 5 april 2014*

waarom…

**Hoe komt de bemanning van het ruimte-station ISS aan zuurstof?** Simon Bours.(13)

daarom:

Ja, er zijn tanks met zuurstof aan boord van het ruimtestation. Maar dat is voor nood. Normaal wordt de zuurstof met elektrische stroom gemaakt uit water. Stroom genoeg, want dat komt uit al die zonnecellen aan de buitenkant van het station. En water is er ook genoeg, want er zijn apparaten die weer schoon water maken uit de plas van de ruimtevaarders en uit de lucht die ze uitademen. Als er elektriciteit gaat door water krijg je niet alleen zuurstof maar nog een ander gas: waterstof. In een speciaal toestel stoppen de ruimtevaarders dat bij een gas dat ze zelf uitademen (koolzuurgas) en dan krijgen ze nog meer water. Wat er overblijft heet methaan en dat blazen ze -pfff - de ruimte in. *Ook een vraag? Zeepaard@nrc.nl*

In het ruimtestation ISS moet er ook zuurstof aanwezig zijn.

1 Waarom is het belangrijk dat er zuurstof aanwezig is in het ruimtestation?
2 Leg uit hoe hoog het volumepercentage zuurstof in de lucht van het ruimtestation zal moeten zijn.

Normaal gesproken wordt zuurstof met elektrische stroom uit water gemaakt.

3 Geef de naam van dit proces..
4 Noteer de reactievergelijking van dit proces.

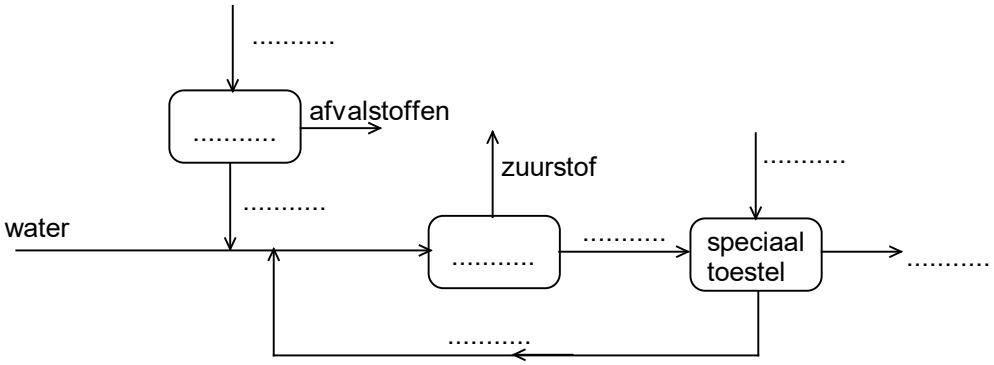
Het water halen ze onder andere uit de plas van de ruimtevaarders. De plas van mensen bestaat voor 98 % uit water.

5 Noteer de naam van de scheidingsmethode waarmee ze zuiver water kunnen maken in het ISS.

In het antwoord op de vraag van Simon Bours staat dat ze ook water maken door koolzuurgas en waterstof te laten reageren waarbij onder andere water ontstaat.
De chemische naam van koolzuurgas is koolstofdioxidegas.

6 Noteer de vergelijking van deze reactie.

In onderstaande figuur is het proces van het maken van zuurstof en water in het ISS in een onvolledig ingevuld blokschema weergegeven.




7 Neem het onvolledige blokschema over en vul het ontbrekende aan.

Bij vragensites op internet duiken ook regelmatig vragen op naar de zuurstofvoorziening in het ISS. Zo ook op de site van “goeie vraag”. Iemand heeft daar ook op de vraag geantwoord:

Op de site http://www.goeievraag.nl stelt “BasdeGroot22” de vraag:
“Hoe komt er zuurstof in het ruimtestation ISS?”

“Itsme” antwoordt:
“Met zonne-energie kan je van $CO_2$ weer zuurstof en koolstof maken. Zonne-energie genoeg in het ISS, en $CO_2$ wordt uitgeademd door de bemanning.
Als je dat continu doet, heb je helemaal geen nieuwe zuurstof nodig omdat je de zuurstof laat recirculeren op die manier.”

8 Leg uit of je het eens bent met het antwoord van “Itsme”.

In juni 2005 begaf de zuurstofgenerator op het ISS het. In de tijd ervoor waren er al regelmatig problemen mee geweest.

Progress-19 is een geautomatiseerd vrachtschip, gebaseerd op het Sojoez-ontwerp dat tot drie astronauten naar het ISS kan brengen. De Progress-schepen hebben in plaats van ruimte voor de bemanning een extra vrachtruim. Aan boord van Progress-19 was bijvoorbeeld vers eten en nieuwe onderdelen voor de Elektron-zuurstofgenerator. Die hapert al sinds mei 2005. De bemanning redt zich sindsdien met reserve-zuurstof uit de gekoppelde Progress-reddingsboot en met “zuurstofkaarsen”: *Solid Fuel Oxygen Generators.* Voor de zekerheid had Progress-19 er daar 14 van aan boord.

http://www.kennislink.nl/publicaties/micro-zetje-voor-iss.pdf

Zoals je weet verbruikt een normale kaars zuurstof om te kunnen branden. Het chemische proces van een zuurstofkaars werkt andersom: er komt juist zuurstof vrij. Een zuurstofkaars bevat natriumchloraat ($NaClO_3$). Bij de reactie ontstaat naast zuurstof ook natriumchloride ($NaCl$).

9 Noteer de vergelijking van de reactie die optreedt als een zuurstofkaars zuurstof produceert.

Voor 1 gram zuurstof is er 2,22 gram $NaClO_3$ nodig. Stel één zuurstofkaars bevat 0,80 kg $NaClO_3$.

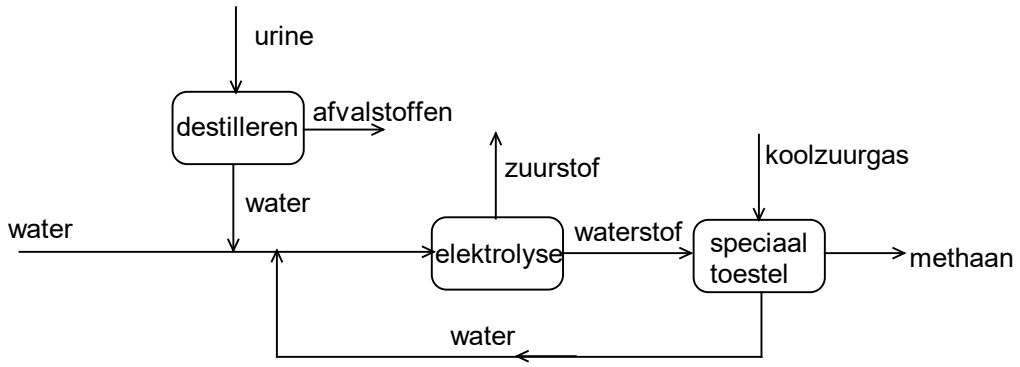
10 Bereken hoeveel kg zuurstof hiermee gemaakt kan worden.

De mens neemt in rust gemiddeld 1.8 tot 2.4 gram zuurstof per minuut op.

11 Bereken hoe lang een mens met de zuurstof uit één zuurstofkaars kan doen.

*Zuurstof in ruimtestation ISS*

1 Een mens heeft zuurstof nodig om te kunnen leven.
2 Ongeveer 21 % net zoals op aarde.
3 Elektrolyse
4 $2\ H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$
5 Destillatie
6 $CO_2 + 4\ H_2 \rightarrow CH_4 + 2\ H_2O$
7




8 Nee, want koolstofdioxde kun je niet gemakkelijk ontleden.
9 $2\ NaClO_3 \rightarrow 3\ O_2 + 2\ NaCl$
10 0,80 kg $NaClO_3$ = 800 g ≡ 800/2,22 = 360 g $O_2$ = 0,36 kg $O_2$.
11 Stel gemiddeld 2,0 g $O_2$/min. Dan is de tijd: 360 /2,0 = 180 min.

**RADICALE CHEMIE**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 5,6v |
| *Subdomein* | Bindingen, structuren en eigenschappen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Bindingen en uv-licht, micro-macro |
| *Trefwoorden* | Radicaal, perfluortributylamine, methaan, broeikasgas, smog, ozon, milieu |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*C2W, 24 januari 2014*

CORRY VAN DRIEL

November vorig jaar berichtten chemici van de universiteit van Toronto over een superbroeikasgas, perfluortributylamine. Dit heeft een opwarmingseffect dat ongeveer 7.100 keer groter is dan dat van koolstofdioxide, vanwege het enorme vermogen om warmtestraling afkomstig van het aardoppervlak te absorberen. Het verblijft zo'n 500 jaar in de atmosfeer en wordt pas in de hogere luchtlagen (stratosfeer) afgebroken door sterke ultraviolette straling. De atmosferische concentratie van dit sterke broeikasgas is zeer laag, 0,18 parts per trillion (ppt, $10^{-12}$). Gelukkig gebruikt de mens het middel nauwelijks. De Canadese onderzoekers raden aan om alle perfluoralkylamines te onderwerpen aan nader onderzoek.

## RADICALEN

Krol: "Inmiddels weten we dat $CH_4$ gemiddeld tien jaar in de atmosfeer verblijft voordat hydroxylradicalen het oxideren." De atmosferische concentraties van die radicalen ($OH^{\bullet}$) liggen onder een ppt en zijn moeilijk te meten omdat ze zeer snel weg reageren. Wetenschappers kwamen de radicalen pas in 1972 op het spoor toen ze constateerden dat de concentratie

koolstofmonoxide (CO) in de atmosfeer niet stijgt, terwijl het uitgestoten wordt bij incomplete verbrandingsprocessen, zoals bosbranden, de koude start van auto's en in de industrie. In de jaren zestig vreesde men voor ophoping van dit giftige gas in onze atmosfeer. Maar na onderzoek bleek dat het in de troposfeer binnen twee maanden wordt geoxideerd naar $CO_2$. Theoretisch chemische modelberekeningen toonden aan dat hydroxylradicalen hiervoor zorgen. Die ontstaan na fotolyse van ozon ($O_3$) onder invloed van kortgolvige UV-straling (300 tot 320 nm). De gevormde radicalen reageren met CO, $CH_4$ en andere vluchtige koolwaterstoffen, bijvoorbeeld:

$CO + OH^{\bullet} \rightarrow CO_2 + H^{\bullet}$ en

$H^{\bullet} + O_2 \rightarrow HO_2^{\bullet}$

## Atmosferische chemie stelt ons voor interessante vragen

Het gevormde $HO_2^{\bullet}$ reageert met $NO_X$ of $O_3$ of weer door naar onder meer $OH^{\bullet}$. Reactie van $HO_2^{\bullet}$ met NO leidt tot extra productie van ozon:

$HO_2^{\bullet} + NO \rightarrow OH^{\bullet} + NO_2$

$NO_2 + O_2 \xrightarrow{h\nu} NO + O_3$

En daarom komen $NO_X$ voor in de tabellen van het IPCC. Ze zorgen voor een extra oxidatie van broeikasgas methaan, omdat hun aanwezigheid de vorming van $OH^{\bullet}$ stimuleert. Tegelijkertijd bevorderen $NO_X$ het broeikaseffect vanwege de vorming van extra $O_3$, dat in de troposfeer ook nog eens zorgt voor fotochemische smog. Zonder aanwezigheid van NO zou het waterstofdioxideradicaal juist met ozon reageren met een schonere lucht als gevolg:

$HO_2^{\bullet} + O_3 \rightarrow OH^{\bullet} + 2\,O_2$

Oxidatie van NOx zelf via

$NO_2 + OH^{\bullet} \rightarrow HNO_3$

leidt tot de vorming van aërosolen die weer zorgen voor afkoeling.

Wat weten we eigenlijk van de chemie in onze atmosfeer? Een boeiende vraag, zeker gelet op effecten van broeikasgassen en smogvorming, die vaak in het nieuws zijn. Zo berichtten chemici van de Universiteit van Toronto dat ze een superbroeikasgas hebben ontdekt, namelijk perfluortributylamine.

1 Wat doet een broeikasgas precies?
2 Hoeveel keer sterker werkt dit broeikasgas vergeleken met koolstofdioxide?

In perfluortributylamine zijn alle waterstofatomen vervangen door fluoratomen.

3 Geef de structuurformule van perfluortribytylamine.

De concentratie in de atmosfeer van dit nieuw ontdekte broeikasgas is zeer laag, namelijk 0,18 ppt. 1 ppt is 1 deeltje per $10^{12}$ deeltjes.

4 Bereken hoeveel $cm^3$ van dit gas de atmosfeer bevat per $m^3$.

Bij het broeikaseffect speelt niet alleen de sterkte van de werking als broeikasgas maar ook de verblijftijd een rol.

5 Licht dit toe aan de hand van de verblijftijden van methaan en perfluortributylamine.

Pas in 1972 kwamen wetenschappers het hydroxylradicaal in de atmosfeer op het spoor.

6 Wat is een radicaal?
7 Leid de elektronenformule van het hydroxylradicaal af.
8 Leg uit waarom een radicaal zo reactief is.

Hydroxylradicalen oxideren methaanmoleculen waarbij koolstofdioxide en water ontstaan. De afbraakreactie verloopt in stappen.

9 Geef de vergelijking van de reactie waarbij hydroxylradicalen methaanmoleculen omzetten in koolstofmonooxidemoleculen en watermoleculen.

Het gevormde koolstofmonooxide blijft niet lang bestaan. Het reageert door met hydroxylradicalen.

10 Laat in deelstappen zien dat de vervolgreacties uiteindelijk weer leiden tot de vorming van hydroxylradicalen.
11 Waarom levert dat problemen op?

Zonder aanwezigheid van $NO_x$ zou het hydroxylradicaal met ozon reageren met schonere lucht als gevolg.

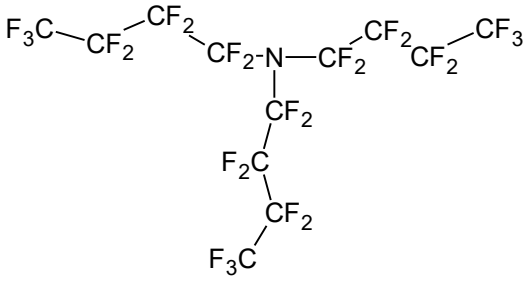
12 Waarom is het belangrijk om ozon te verwijderen uit de lagere atmosfeer?

*Radicale chemie*

1 Een broeikasgas houdt uitgaande warmtestraling van de aarde deels tegen door de straling te absorberen.

2 Het is 7100x sterker.

3



4 Het bevat 0,18 ppt dus 0,18 $cm^3$ per $10^{12}$ $cm^3$. Dit komt overeen met $1{,}8 \cdot 10^{-7}$ $cm^3$ per $m^3$.

5 Bij een langere verblijftijd houdt het gas dus ook langer de uitgestraalde warmte van de aarde tegen. Perfluortributylamine blijft zo'n 500 jaar in de atomosfeer tegen $CH_4$ gemiddeld 10 jaar

6 Een radicaal is een deeltje met een ongepaard elektron ofwel een oneven aantal elektronen.

7 OH• bevat 7 valentie-elektronen, dus de elektronenformule is .

8 Het bevat een ongepaard elektron en atomen proberen altijd om gepaarde elektronenparen te maken.

9 Reactie: $CH_4 + 6\ OH\bullet \rightarrow CO + 5\ H_2O$.

10 Reacties: $CO + OH\bullet \rightarrow CO_2 + H\bullet$. Daarna $H\bullet + O_2 \rightarrow HO_2\bullet$. En de volgende stap: $HO_2\bullet + NO \rightarrow HO\bullet + NO_2$.

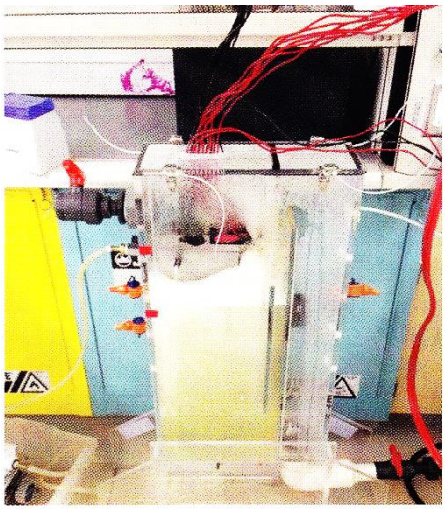
11 In een vervolgstap levert het HO radicaal extra vorming van ozon op.

12 Ozon zorgt samen met stikstofoxiden voor smogvorming.

## ARSEEN MAAKT WATERSTOF

| | |
|---|---|
| *Klas* | 5v |
| *Subdomein* | Processen en reacties |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Elektrochemische cel |
| *Trefwoorden* | Arseniet, arsenaat, elektrolyse, chloor, radicaal, chloriet |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*C2w Life Sciences, 7 februari 2014*



*Hoffmanns proefopstelling*

### ARSEEN MAAKT WATERSTOF

Michael Hoffmann, onderzoeker bij Caltech, presenteerde afgelopen maand een elektrochemische cel die arseenverwijdering combineert met waterstofproductie. Eerder kwam hij al met een toilet dat uitwerpselen afbreekt met zonne-energie, dankzij een $TiO_2$-anode met een vleugje bismut, een roestvaststalen kathode en een NaCl-oplossing als elektrolyt. Als je hier spanning op zet komt er altijd wel waterstof uit, maar het gaat efficiënter als je iets oxideerbaars toevoegt. En dat laatste blijkt ook arseniet ($As^{3+}$) te kunnen zijn: één mM/l verlaagt het energieverbruik met 17,5 procent. $As^{3+}$ verandert daarbij in $As^{5+}$ dat minder toxisch is en gemakkelijker neer te slaan. Het zou te maken hebben met de vorming van reactief chloor (radicalen en hypochloriet) aan de anode. De kathode zet dat weer om in $Cl^-$, en die reactie zit de waterstofvorming in de weg. $As^{3+}$ vangt de radicalen voortijdig op en dáár zou de efficiëncyverbetering in moeten zitten. Hoffmann denkt vooral arseenrijk industrieel afvalwater te kunnen zuiveren. Hij wil ook een proef doen met het beruchte drinkwater in India en Bangladesh, al bevat dat vermoedelijk te weinig $As^{3+}$ voor een meetbaar effect. |

Michael Hoffmann, onderzoeker bij Caltech University, heeft een elektrochemische cel bedacht die de verwijdering van arseen combineert met de productie van waterstof.

1 Maak een schematische tekening van de door Hoffmann beschreven elektrochemische cel.
2 Welk voordeel brengt de aanwezigheid van arseniet ($AsO_3^{3-}$) met zich mee?

Goed bekeken is de opstelling geen elektrochemische cel maar een elektrolyse-opstelling.

3 Uit welk gegeven blijkt dat het hier om een elektrolyse gaat?

Bij elektrolyse treden ‘gedwongen’ redoxreacties op.

4 Welke halfreacties treden op als de stalen elektrode verbonden is met de + pool van de batterij?

Een probleem bij de elektrolyse is de vorming van reactief chloor aan de anode. Reactief chloor wordt ook wel een radicaal genoemd.

5 Wat is een radicaal?
6 Geef de halfreactie voor de vorming van reactief chloor uitgaande van het chloride-ion.

De functie van de arsenietionen is dat het radicalen wegvangt. Arsenietionen worden daarbij omgezet in arsenaationen, $AsO_4^{3-}$. Bij arsenietionen en arsenaationen zijn de “ladingen” van arseen verschillend.

7 Leid de “lading” van het arseen in arseniet- en arsenaationen af, uitgaande van het gegeven dat de “lading” van een zuurstofdeeltje 2- is.
8 Geef de halfreactie van de omzetting van arseniet- in arsenaationen.
9 Laat in een reactievergelijking zien hoe arsenietionen de chloorradicalen wegvangen..

Een ander deeltje dat mogelijk ontstaat is het hypochlorietion.

10 Geef de halfreactie waarbij uit chloride-ionen hypochlorietionen ontstaan.

Het verbeterde proces zorgt ervoor dat de chloorradicalen geen problemen meer opleveren bij de waterstofproductie.

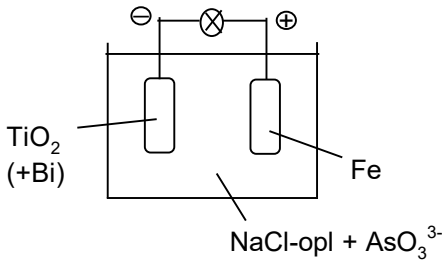
11 Leg uit waardoor er bij gebruik van arsenietionen geen problemen meer optreden.
12 Leg uit waarom daardoor minder energie nodig is.

Een zeer nuttige toepassing van het proces zou het zuiveren van arseenhoudend drinkwater in India en Bangladesh kunnen zijn.

13 Waardoor heeft deze toepassing weinig kans van slagen?

*Arseen maakt waterstof*

1




2 Het proces gaat efficienter als je iets oxideerbaars toevoegt. Door toevoegen van een arsenietoplossing gaat het energieverbruik met 17,5 procent omlaag.

3 Er staat dat er een spanning opgezet wordt.

4 Pluspool: $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\ e^-$. Min-pool: $2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 + 2\ OH^-$.

5 Een radicaal is een deeltje met een ongepaard elektron.

6 Reactie: $Cl^- \rightarrow Cl\bullet + e^-$.

7 $AsO_3^{3-}$: $3xO^{2-}$ = 6-. Totale lading is 3-, dus arseen dan 3+.
$AsO_4^{3-}$: $4xO^{2-}$ = 8-. Totale lading is 3-, dus arseen dan 5+.

8 Reactie: $AsO_3^{3-} + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-} + 2\ H^+ + 2\ e^-$.

9 Reactie: $AsO_3^{3-} + 2\ Cl\bullet + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-} + 2\ H^+ + 2\ Cl^-$.

10 Reactie: $Cl^- + H_2O \rightarrow ClO^- + 2\ H^+ + 2\ e^-$.

11 De arsenietionen vangen de chloorradicalen weg voordat ze aan de min-pool een elektron opnemen en weer $Cl^-$ worden.

12 De elektrische energie wordt nu alleen nog gebruikt om waterstof te maken, niet meer om chloorradicalen om te zetten in chloride-ionen.

13 Doordat het arseengehalte vermoedelijk te laag is.

## PROPYLEENGLYCOLDAMP MET NICOTINE

| | |
|---|---|
| *Klas* | 4hv |
| *Subdomein* | Bindingen, structuren en eigenschappen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Stofeigenschappen |
| *Trefwoorden* | e-sigaret, nicotine, glycol, glycerol, water, dampmiddel |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag |

*C2W, 24 januari 2014*

**De e-sigaret lijkt stukken gezonder dan de echte sigaret. Toch dreigt verbanning naar de apotheek.**

MARGA VAN ZUNDERT

'Tegenover twijfel en discussie over de absolute veiligheid van de e-sigaret, dient altijd de absolute zekerheid van de schadelijkheid van tabak te staan.' Zo pleitten honderd Franse artsen in *Le Parisien* tegen de verbanning van de e-sigaret naar de apotheek. Van de EU mogen lidstaten sinds kort de e-sigaret als geneesmiddel beschouwen. Dat zou weleens het einde kunnen betekenen voor het steeds populairdere 'dampen'. Een 'geneesmiddel' moet immers door een reeks (dure) procedures heen. Het is nog onduidelijk of producenten die stap zullen wagen.

"Verkoop bij de apotheek op doktersrecept vind ik geen gek idee", zegt de Utrechtse hoogleraar toxicologie Martin van den Berg. "Het gaat wel over een product met een neurotoxische, verslavende stof: nicotine." Maar ook Van den Berg ziet de e-sigaret niet graag verdwijnen. "Hij bevat aanzienlijk minder toxische stoffen, geen zware metalen en genereert geen kankerverwekkende verbrandingsproducten zoals cyclische aromaten. "Als iedere roker zou overstappen, voorzie ik een grote reductie in tumoren."

### COLASMAAAK

Wie een e-sigaret 'rookt', zuigt een warm wolkje propyleenglycol naar binnen met daarin nicotine en een smaak naar keuze. Vooraan bij het mondstuk zit het vloeistofreservoir. Een gloeidraadje verhit bij een trek de *e-liquid* die door het mondstuk verdampt. Het uiteinde bevat de batterij die vaak ook een rood led-lichtje laat oplichten. E-liquids zijn er met verschillende concentraties nicotine en met smaakjes variërend van tabak en koffie, tot cola en ananas.

Naast propyleenglycol (propaan-1,2-diol, PG) vindt ook glycerine (glycerol, 1,2,3-propaantriol) toepassing als dampmiddel, en soms polyethyleenglycol, PEG 400. PG is bekend van rookmachines en zit tevens in

inhalers voor astma. Het heeft een smakeloze damp waarin nicotine en smaakstoffen goed meekomen. Sommige e-rokers melden een geïrriteerde keel door de glycoldamp, een enkeling blijkt allergisch.

Het Rivm benadrukt dat de langetermijneffecten van de e-liquids onbekend zijn. Acvoda, het Actiecomité Voor Dampers, verwijst op haar website naar een studie uit 1947. Het Amerikaanse leger liet ratten en apen 1,5 jaar in een mist van propyleenglycol leven. Ze leden er niet onder.

Maar waarom geen water als dampmiddel? Dave Walschot, secretaris van brancheverenigingen Esigbond en e-sigaretverkoper in Roermond: "Daarvoor zijn wat technische redenen. Het kookpunt is te hoog, water geeft geen sigaretachtige damp en de viscositeit is te laag. Als klanten het reservoir uitwassen en niet goed drogen, kan de e-sigaret gaan lekken."

### COLASMAAK

Een 'meedamper' krijgt wel degelijk nicotine binnen, maar loopt in tegenstelling tot de meeroker geen significant risico op kanker of longaandoeningen volgens een Amerikaans onderzoek uit 2012, betaald door de National Vapors Club.

De e-sigaret valt in Nederland onder de Warenwet. Staatssecretaris Van Rijn bereidt extra eisen voor reclame, veiligheid, kwaliteit en etikettering voor. Marjan Heuving van het Trimbos Instituut juicht dit toe. "De e-sigaret is een lastig onderwerp, omdat we een dubbele boodschap hebben. E-roken is beter dan roken, maar zeker niet onschuldig. Nicotine is verslavend en de kwaliteit van e-sigaretten is niet constant. Reclames waarin mensen roken boven kinderwagens keuren we af. En jongeren moet je niet met een colasmaakje tot roken brengen." Walschot: "Praat eens in mijn winkel met rokers die zijn overgestapt. Het werkt gewoon. Ze voelen zich veel beter. Maar nu lees ik in de media dat e-roken even slecht is als roken! Dat is niet de juiste boodschap." |

De e-sigaret lijkt stukken gezonder dan de echte sigaret. Als je aan de e-sigaret zuigt, zet je een proces in werking.

1 Hoe werkt de e-sigaret?

Je hebt in de e-sigaret een dampmiddel nodig.

2 Wat is de functie van het dampmiddel?
3 Welke mogelijke dampmiddelen worden er genoemd in het artikel?

De systematische namen zijn niet voor alle dampmiddelen correct weergegeven.

4 Welke naam is niet correct weergegeven? Geef de juiste systematische naam.
5 Geef de structuurformules van de twee meest gebruikte dampmiddelen.

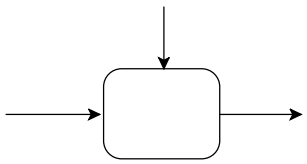
Water lijkt op het eerste gezicht ook een prima dampmiddel als alternatief voor de twee meest gebruikte dampmiddelen.

6 Leg uit waarom water een prima alternatief zou kunnen zijn.

Eén van de redenen dat water niet bruikbaar is als dampmiddel is volgens het artikel dat het kookpunt te hoog zou zijn.

7 Leg uit waarom dit geen goed argument kan zijn.

De werking van een e-sigaret kun je in en blokschema weergeven. Hieronder is het lege blokschema gegeven.



8 Neem het blokschema over en vul het ontbrekende bij de pijlen en in het blok aan.

Maatschappelijk gezien is de e-sigaret een lastig onderwerp, zegt het artikel.

9 Licht deze uitspraak toe.

*Propyleenglycoldamp met nicotine*

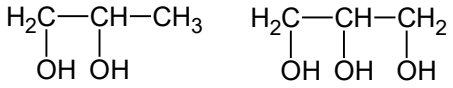
1 Je zuigt een warm wolkje propyleenglycoldamp naar binnen met daarin nicotine en een smaak naar keuze. Het dampmiddel is verdampt doordat het bij het zuigen verhit wordt door een gloeidraadje. Bij sommige e-sigaretten licht ook een rood lichtje op aan het uiteinde.

2 Het dampmiddel moet makkelijk verdampen en in de damp nicotine en een smaakstof meenemen.

3 Propyleenglycol, glycerine en polyethyleenglycol.

4 1,2,3-propaantriol moet propaan-1,2,3-triol zijn.

5

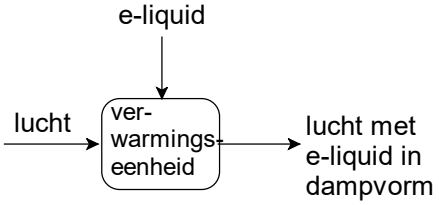



propaan-1,2-diol glycerol (propaan-1,2,3-triol)

6 Het is een prima oplosmiddel en verdampt redelijk goed. Het is een ongevaarlijke stof om te inhaleren.

7 Het kookpunt van glycerol (563 K) is veel hoger dan dat van water (373 K).

8




9 Enerzijds is het ‘gezonder’ dan een normale sigaret omdat je met de e-sigaret aanzienlijk minder toxische stoffen binnen krijgt, geen zware metalen en hij levert geen kankerverwekkende cyclische aromaten. Anderzijds gaat het wel over de inname van een verslavende stof, namelijk nicotine.

**STABIELE PRESTATIES VAN SUIKERBIETEN IN CAMPAGNE**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 3hv |
| *Subdomein* | Chemisch rekenen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Percentages |
| *Trefwoorden* | Suikerbiet, suikergehalte, winbaarheid, bietencampagne |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag |

*Boerderij, 3 januari 2014*

## Stabiele prestaties van suikerbieten in campagne

**Dinteloord** – De prestaties in de suikerbietencampagne blijven stabiel, zo blijkt uit gegevens van Suiker Unie. In week 15, van 22 tot 28 december, is wederom een suikergehalte van gemiddeld 17,1 neergezet. Het campagnegemiddelde is 16,9 procent. Schouwen-Duiveland leverde in week 15 de bieten met het hoogste suikergehalte (17,7 procent), op de voet gevolgd door Noordoostpolder (17,6 procent).

Het tarrapercentage steeg in week 15 licht naar 11,4 procent. Dat resulteert in een campagnegemiddelde van 91,1 procent. Opmerkelijk weer de enorme verschillen; in week 15 hebben de bieten uit De Kempen en De Peel slechts 6,6 procent tarra, terwijl de partijen uit de regio Hoeksche Waard/IJsselmonde 16,2 procent tarra bevatten.

In Nederland worden veel suikerbieten verbouwd. De suiker in suikerbieten is gevormd via de fotosynthesereactie.

1 Geef de vergelijking van deze reactie.

Het suikergehalte van de suikerbieten varieert in Nederland.

2 Hoe zou je dat verschil kunnen verklaren?

Het tarrapercentage varieert ook in Nederland. Tarra geeft aan hoeveel grond er aan de suikerbieten kleeft.

3 Van welke factoren hangt het tarrapercentage af?
4 Verklaar waarom in de Hoeksche Waard het tarrapercentage hoger en in de Peel lager is dan het landelijk gemiddelde.

De opbrengst aan suikerbieten per hectare varieert ook in Nederland. In de Hoeksche Waard is de opbrengst 93 ton suikerbieten per hectare.

5 Waardoor zal de opbrengst in de Hoeksche Waard hoger zijn dan het landelijk gemiddelde? Bedenk wat de plant nodig heeft voor de groei.

Het campagnegemiddelde geeft de winbaarheid van de hoeveelheid suiker weer.

6 Bereken hoeveel kg suiker er per hectare gewonnen kan worden in de Hoeksche waard. Bedenk goed welke gegevens je allemaal nodig hebt.
7 Hoe kun je de suiker winnen uit de suikerbiet? Beschrijf welke scheidingsmethode je daarbij gebruikt.

*Boerderij, 14 februari 2014*

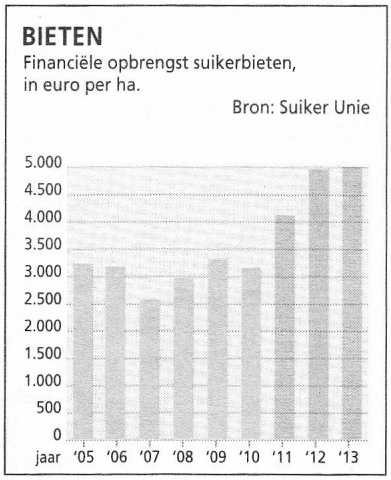
# Bieten brachten nog nooit zo veel geld op

**Breda – De financiële opbrengst per hectare suikerbieten bereikt een nieuw record. Omgerekend ontvangt een bietenteler voor de oogst van vorig jaar gemiddeld 4.917 euro per hectare. Dat is 46 euro meer dan het jaar daarvoor.**

Terwijl de bietenprijs iets lager is dan vorig jaar, zei directievoorzitter Robert Smith in Breda bij de presentatie van de jaarcijfers van Cosun. "We betalen €67,26 per ton quotumbieten bij een gemiddeld suikergehalte van 16,9 procent en een winbaarheid van 91,1 punten. Dat is €1,54 minder dan vorig jaar.

De gemiddelde financiële opbrengst per hectare is toch gestegen omdat 5 procent van de surplusbieten worden afgerekend tegen de quotumprijs. Voor de overige surplusbieten betaalt Cosun €31,84 per ton. Dat was €31,39 voor de oogst van 2012." De kwaliteit van de bieten van oogst 2013 was iets lager dan van de oogst van 2012. Smith: "Het was koud en nat in het voorjaar en de zomer was relatief droog waardoor de groei wat achter bleef. Bij dezelfde gehalten als in 2012 was de bietenprijs hoger uitgevallen dan vorig seizoen."

Voorzitter Jos van Campen van de raad van beheer constateert dat de suikerproductie per hectare de laatste jaren sterk is gestegen. "In 1985 werd 125.000 hectare bieten geteeld in Nederland. Vorig jaar was dat 73.000 hectare. Toch produceert Nederland nog net zoveel suiker als bijna 30 jaar geleden, namelijk 1 miljoen ton." Volgens hem moet het rendement van de bietenteelt verder omhoog.




In 1985 werd 125000 hectare bieten geteeld in Nederland, in 2013 nog maar 73000 hectare. Toch produceert Nederland nog net zoveel suiker.

8 Hoe verklaar je dat de totale hoeveelheid suiker die Nederland produceert hetzelfde is gebleven?

Gemiddeld ontvangt een bietenteler 4917 euro per hectare voor de oogst in 2013.

9 Bereken hoeveel een bietenteler gemiddeld per kg suiker ontvangt.

*Stabiele prestaties van suikerbieten in campagne*

1 Reactievergelijking: $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$.

2 De fotosynthesereactie heeft zonlicht nodig. In Zeeland bijvoorbeeld zijn de meeste zonuren (op jaarbasis).

3 Dat hangt af van de hoeveelheid en de soort grond die aan de suikerbieten kleeft. Bovendien van de weersomstandigheden: bij nat weer zal meer klei vastzitten aan de biet.

4 In de Hoeksche Waard heb je kleigrond, in de Peel zandgrond. Klei blijft beter kleven en weegt meer dan bijvoorbeeld zandgrond. Zandgrond kleeft veel minder en weegt minder dan klei.

5 Er zijn daar meer zonuren en de grond is veel rijker aan meststoffen en mineralen.

6 Hoeksche Waard: 93 ton bieten per hectare met een tarra van 16,2% en een suikergehalte van 17,7%. Suikerbieten: massa (100-16,2)/100 x 93 = 83,8/100 x 93= 78 ton. Hiervan is 17,7% suiker ≡ 17,7/100x78 = 13,794 ton suiker = 13794 kg. Hiervan is de winbaarheid 91,1% dus 91,1/100x13794 = 12600 kg (afgerond 13000 kg).

7 De bieten fijnmaken en dan de suiker extraheren met warm water. (Daarna moet er nog veel meer gebeuren).

8 De rassen zijn steeds beter geworden waardoor er meer kg suiker per hectare gewonnen kan worden.

9 Totaal 1 miljoen ton suiker van 73000 hectare, dus gemiddeld 14 ton suiker per hectare. Per kg suiker dan 4917/14000 = 0,36 euro. (Ter vergelijk in de winkel kost 1 kg suiker €1,01 (dd april 2014).

## VIER ‘OZONVRETERS’ IN ATMOSFEER ONDANKS SUCCES VAN CFK-VERBOD

| | |
|---|---|
| *Klas* | 5,6 v |
| *Subdomein* | Vakmethodes en veiligheid |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Gaschromatografie; massaspectrometrie |
| *Trefwoorden* | Cfk’s, ozonlaag, radicaal, milieu, ppt, gaschromatografie, massapectrum |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag[ weet niet zeker of dit juist is, want iedere vraag kan weer anders zijn!] |

*de Volkskrant, 10 maart 2013*

# Vier ‘ozonvreters’ in atmosfeer ondanks succes van cfk-verbod

Van onze verslaggever
**Martijn van Calmthout**

**AMSTERDAM Europese wetenschappers hebben in de aardatmosfeer sporen van vier chemische ‘ozonvreters’ aangetroffen, waarvan de herkomst onduidelijk is. Dat schrijven ze in het wetenschappelijke tijdschrift *Nature Geoscience* dat vandaag verschijnt. Het Montreal Protocol verbiedt sinds 1987 de productie van zogeheten cfk’s, om de ozonlaag te beschermen.**

Vooralsnog gaat het om relatief lage concentraties van dergelijke chloorfluorkoolwaterstofverbindingen, samen misschien 74 duizend ton die tot 2012 zijn uitgestoten. De verbindingen zijn chemisch net zulke sterke afbrekers van de ozonlaag als de traditionele cfk’s die ooit met miljoenen tonnen werden uitgestoten, onder meer uit koelsystemen en spuitbussen. Van twee van de vier stoffen nemen de concentraties de laatste jaren scherp toe.

‘Het probleem is vooral dat we niet weten waar deze stoffen vandaan komen’, zegt de Utrechtse atmosfeerdeskundige Thomas Röckmann, een van de auteurs van de studie. ‘Dat betekent dat er nog een gat zit in het uitbannen van ozonvretende gassen. Zeker als concentraties oplopen is het zaak dat gat te dichten.’

Volgens Röckmann is het traceren van ozonaantastende gassen ‘waar detectivewerk’, omdat de chemische industrie mondjesmaat informatie vrijgeeft over productieprocessen. Daardoor hebben onderzoekers vaak geen goede chemische vingerafdruk van de stoffen, waardoor het ook moeilijk is ze terug te vinden in luchtmonsters.

## Stoffen vallen als hulpstof mogelijk niet onder protocol

Volgens de auteurs van het artikel in *Nature Geoscience* zijn de aangetroffen verbindingen mogelijk ontstaan als tussenprodiuct, hulpstof of oplosmiddel bij de synthese van andere stoffen, zoals insecticiden. Omdat ze geen eindproduct zijn, zijn ze formeel niet verboden. ‘Maar ze breken wel degelijk ozon af’, zegt Röckmann, die voor de paper de aanwezigheid van de onbekende cfk’s in de ozonlaag aantoonde.

Volgens de Utrechtse onderzoeker is dat des te pijnlijker omdat het internationale Montrealprotocol erg goed heeft gewerkt. ‘De grootste ozonaantasters zijn met groot succes geëlimineerd. Dat heeft de chemische industrie gewoon geregeld. Dan zie ik geen reden om dit wel te laten lopen.’

De groep verbindingen die we de cfk’s noemen bestaat uit stoffen met moleculen die alleen koolstof-, waterstof-, chloor- en fluoratomen bevatten. Cfk’s werden gebruikt als koelmiddel en als drijfgas in spuitbussen.
Cfk’s vernietigen het ozon in de stratosfeer door middel van radicaalreacties. Onder invloed van ultraviolet licht wordt uit een molecuul cfk een chlooratoom afgesplitst. Het chlooratoom reageert vervolgens met een $O_3$ molecuul. Cfk’s verdwijnen maar zeer langzaam uit de atmosfeer.

1 Leg uit waarom een chlooratoom een radicaal is.

Er vindt een soort kettingreactie plaats, waarbij netto $2\ O_3 \rightarrow 3\ O_2$ optreedt. Er worden hierbij net zoveel chloorradicalen gevormd als dat er verdwijnen. Hierdoor blijft er ozon afgebroken worden.

2 Geef een voorbeeld van een radicaalreactie die de kettingreactie kan stoppen.

Uit het artikel blijkt dat er vier nieuwe cfk's in de atmosfeer zijn aangetroffen.

3 Leg uit, aan de hand van een gegeven uit het artikel, dat je zou verwachten dat ook de concentraties van deze vier verbindingen gestaag zouden dalen.

Toch stijgen de concentraties van twee van de vier stoffen.

4 Welke verklaring hiervoor hebben de onderzoekers bedacht?

De vier stoffen hebben de formules: $CFCl_2$—$CFCl_2$, $CF_2Cl$—$CCl_3$ , $CF_3CCl_3$ en $CF_3CH_2Cl$.

5 Geef de systematische namen van deze stoffen.

De onderzoekers hebben de stoffen aangetoond met behulp van gaschromatografie en massaspectrometrie.

6 Leg uit op grond van welke eigenschap(pen) je deze vier stoffen met behulp van gaschromatografie kunt scheiden van elkaar.

De stoffen $CFCl_2$—$CFCl_2$ en $CF_2Cl$—$CCl_3$ hebben dezelfde molecuulmassa.

7 Leg uit welk gevolg dit heeft voor beide massaspectra.
8 Leg uit of de massaspectra van deze twee stoffen verschillend zullen zijn.

De concentraties waarin de stoffen in de atmosfeer voorkomen zijn erg klein. Zo is de laagst gemeten concentratie van $CF_3CCl_3$ 0,48 ppt. Een ppt is een miljoen maal zo klein als een ppm!

9 Bereken hoeveel µL $CF_3CCl_3(g)$ zich bevindt in een $m^3$ lucht.

*Vier ozonvreters in atmosfeer ondanks succes van cfk-verbod*

1 Een chlooratoom heeft 17 elektronen, dus heeft het een ongepaard elektron. Dat maakt het tot een radicaal.

2 $2\ Cl\bullet \rightarrow Cl_2$

3 In het artikel staat dat bij het Montreal Protocol de productie van cfk's verboden is vanaf 1987. Dan verwacht je dat de concentratie van cfk's in de atmosfeer geleidelijk afneemt.

4 De stoffen zijn mogelijk ontstaan bij de productie van insecticiden als tussenproduct of bijproduct. Of ze zijn gebruikt als hulpstof of oplosmiddel.

5 1,1,2,2-tetrachloor-1,2-difluorethaan
1,2,2,2-tetrachloor-1,1-difluorethaan
1,1,1-trichloor-2,2,2-trifluorethaan
2-chloor-1,1,1-trifluorethaan.

6 Alle vier stoffen zijn gemakkelijk gasvormig te maken. Alle moleculen hebben een dipool, maar van verschillende grootte. De stationaire fase zal ze dan verschillend sterk vasthouden

7 Beide massaspectra hebben een molecuulion met dezelfde massa.

8 Ja, want de brokstukken zijn verschillend. Het eerste molecuul kan een brokstuk hebben als $CFCl_2^+$ met massa 110,9 u. Dit brokstuk is bij het tweede molecuul onmogelijk. Deze kan wel $CCl_3^+$ met massa 118,5 u of $CF_2Cl^+$ met massa 85 u hebben.

9 1 ppt = 1. $10^{-12}$ deel. In 1,0 $m^3$ bevindt zich dus $0{,}48.10^{-12}$ $m^3$ $CF_3CCl_3 \equiv 0{,}48.10^{-9}$L = $0{,}48.10^{-3}$ µL = $4{,}8.10^{-2}$ µL.

**ZOEK HET POLONIUM**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 4,5v |
| *Subdomein* | Deeltjesmodellen |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Atoommodel |
| *Trefwoorden* | Polonium, radioactiviteit, verval, atoombouw, uranium |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*C2W, 24 januari 2014*

# ZOEK HET POLONIUM

**Analyses van Arafats botten lijken net iets te laat te komen.**

ARJEN DIJKGRAAF

Is Yasser Arafat nu wel of niet vermoord met polonium-210? De Palestijnse Nobelprijswinnaar overleed eind 2004 in een Frans hospitaal, na een raadselachtig ziekbed van een maand. Een gifmoord lag voor de hand, maar analisten konden niets vinden. Tot 2 jaar later de dissidente Rus Aleksandr Litvinenko op vrijwel identieke wijze stierf. Dát bleek poloniumvergiftiging te zijn, iets waar eerder niet naar was gekeken. Toen bewaard gebleven toiletartikelen en kledingstukken van Arafat ook vol polonium bleken te zitten, liet zijn weduwe de botten opgraven.

Een Zwitserse analyse van zijn stoffelijke resten, door de Arabische nieuwszender Al-Jazeera online gezet, schat de kans op boze opzet in als 5 op een schaal van 6. De auteurs van een Russisch rapport, waarvan slechts een samenvatting circuleert, durven echter geen enkele conclusie aan. Het Franse ministerie van Justitie liet ook onderzoek doen; dat rapport is nog niet openbaar, maar komt volgens ingewijden uit op een natuurlijke dood wegens ouderdom.

## ALFASTRALER

Polonium-210 ($^{210}Po$) is een alfastraler met een halfwaardetijd van 138 dagen. Bij inname verspreidt het zich door het lichaam, waarna de straling overal het DNA aantast. Een minieme dosis is al dodelijk en er bestaat geen tegengif. Je maakt het in een kernreactor, maar het is tevens een natuurproduct, de voorlaatste stap van het verval van uranium-238. Omdat een eerdere stap radon-222 oplevert, een gas, vind je $^{210}Po$ ook op locaties waar geen uranium zit.

Om natuurlijk $^{210}Po$ te onderscheiden van een reactorproduct moet je twee stappen terug in de vervalreeks, naar lood-210. Die bètastraler leeft veel langer: de halfwaardetijd is 21 jaar. Tussen de concentraties $^{210}Pb$ en daaruit voortkomend $^{210}Po$ bestaat een natuurlijk evenwicht, waarbij het polonium even snel verdwijnt als het ontstaat. Meet je meer dan die hoeveelheid, aangeduid als *supported* $^{210}Po$, dan duidt dat op menselijk ingrijpen.

Maar Arafat heeft 8 jaar begraven gelegen. Van eventueel polonium in zijn thee is nu nog één miljoenste deel over, terwijl het natuurproduct al die tijd gewoon is aangevuld. Het verschil tussen beide hoeveelheden kan dan niet groot meer zijn.

## LOOD

De Russen redeneerden dat $^{210}Po$ de actiefste alfastraler in Arafats botten moest zijn. Ze extraheerden dus álle zware metalen en telden de alfadeeltjes. De score was aan de hoge kant, maar de optelsom van meetonzekerheden was nog groter. Vandaar het gebrek aan conclusies.

De Zwitsers, en wellicht ook de Fransen, kozen voor gammaspectrometrie. Die techniek herkent radio-isotopen aan de golflengtes van de energierijke gammastraling, die ze naast alfa- of bètastraling uitzenden. Zo gemeten bleek het $^{210}Po$-gehalte van de botmonsters echt veel te hoog, maar wél supported door een eveneens verhoogde $^{210}Pb$-concentratie.

De Fransen wijten dat aan de aarde rond het graf in Ramallah, waaruit bovengemiddeld veel $^{222}Rn$ vrijkomt. Maar volgens de Zwitsers is dat te weinig om de metingen te verklaren. En toen volgde een geniale inval: wat als er lood in het gif zat? $^{210}Po$ en $^{210}Pb$ zijn lastig te scheiden: ultracentrifuges halen niets uit en destillatie schijnt ook niet te lukken, omdat zich PoPb-complexen vormen. In een willekeurig poloniummonster, besteld in Tsjechië, bleek inderdaad $^{210}Pb$ te zitten. *Elementary, my dear Watson.*

Blijft de vraag wie het dan gedaan heeft. Het moet een partij zijn die aan polonium kan komen, wat connecties suggereert met een overheid die beschikt over een kernreactor. En die zich nu wanhopig afvraagt hoe ze een moord onder de pet kan houden, die minder perfect was dan hij leek.

Is Arafat nu wel of niet vermoord met polonium-210? Hij overleed eind 2004 na een raadselachtig ziekbed van een maand.

1 Waardoor is die vraag pas lang na zijn dood gaan spelen?

Polonium-210 is een alfastraler, de atoomkern stoot bij verval dus een heliumkern uit. De halfwaardetijd van polonium-210 is 138 dagen.

2 Wat voor effecten heeft de aanwezigheid van polonium-210 op het lichaam?

3 Geef de kernsamenstelling van polonium-210.
4 Welke atoomkern ontstaat er als polonium-210 een helium-4-kern uitstoot? Laat zien hoe je aan je antwoord komt.

Polonium-210 is tevens als natuurlijk product de voorlaatste stap in het verval van uranium-238.

5 Waarom vind je polonium-210 ook op plaatsen waar geen uranium zit?

Tussen de concentraties Po-210 en Pb-210 bestaat een natuurlijk evenwicht waarbij dus evenveel Po-210 ontstaat als verdwijnt.

6 Hoe weet je dan of er menselijk ingrijpen heeft plaatsgevonden?

Er is echter een groot probleem omdat Arafat al zo lang begraven heeft gelegen.

7 Waarom is het dan zo moeilijk om te kunnen bewijzen dat er extra Po-210 aanwezig was?
8 Laat met behulp van een berekening zien dat na 8 jaar nog slechts minder dan één miljoenste deel van werkend Po-210 over is.

Het onderzoek door de Russen leverde geen conclusie op.

9 Waardoor konden de Russen geen conclusie trekken?

De Zwitsers en wellicht ook de Fransen kozen voor een andere meetmethode.

10 Welke meetmethode kozen de Zwitsers? Geef kort aan wat die methode is.
11 Wat concludeerden de Zwitsers?

De Fransen wijten de conclusie van de Zwitsers aan de aanwezigheid van een ander radioactief deeltje.

12 Licht kort toe hoe de Zwitsers daardoor tot hun conclusie kwamen.

Toen volgde een geniale inval.

13 Licht toe dat die inval wel tot de conclusie leidt dat Arafat vermoord is met Po-210.

*Zoek het polonium*

1 Twee jaar na de dood van Arafat stierf de Rus Litvinenko op vrijwel identieke wijze ten gevolge van Po-210. Toen heeft men kleren van Arafat onderzocht waar ook Po-210 in werd aangetoond.
2 Bij inname verspreidt het zich over het lichaam waarna de straling overal het DNA aantast.
3 Po-210: atoomnummer 84 dus 84 protonen en 210-84=126 neutronen.
4 Het massagetal wordt 4 minder, het atoomnummer wordt 2 minder, dus er ontstaat Pb-206.
5 In een eerdere stap bij het verval van U-238 ontstaat Rn-222 dat als gas zich over een groot gebied kan verspreiden.
6 Als je meer Po-210 meet dan hoort bij de constante verhouding tussen Pb-210 en Po-210 weet je dat menselijk ingrijpen heeft plaatsgevonden.
7 Van het eventuele Po-210 uit de thee is maar zeer weinig over dus is een ‘supported’ Po-210 nauwelijks aantoonbaar.
8 Na 8 jaar: 8x365=2920 dagen met een halfwaardetijd van 138 dagen is de hoeveelheid Po-210 2920/138=21x gehalveerd. Dus dan is nog over uitgaande van $10^6$ deeltjes: $10^6 x(½)^{21}$=0,5 deeltje.
9 De Russen extraheerden alle zware metalen en telden de alfadeeltjes. De optelsom van de meetonzekerheden was echter zo groot dat geen conclusie getrokken kon worden.
10 De Zwitsers kozen voor gammaspectrometrie: die techniek herkent radio-isotopen aan de golflengte van de gammastraling.
11 De meting bracht een veel te hoog gehalte Po-210 gehalte maar wel supported door een eveneens verhoogde Pb-210-concentratie.
12 De Fransen wijten het veel te hoog gevonden gehalte aan de aarde rondom het graf waar verhoudingsgewijs veel Rn-222 vrijkomt als gas. En Rn-222 levert bij verval ook Po-210 op.
13 Het is waarschijnlijk dat er al lood in het gif zelf zat. Pb-210 en Po-210 zijn lastig van elkaar te scheiden omdat zich PbPo-complexen vormen. In een willekeurig poloniummonster bleek inderdaad Pb-210 te zitten!

## ELEKTRICITEIT UIT AFVALGAS

| | |
|---|---|
| *Klas* | 5v |
| *Subdomein* | Chemische processen en reacties |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Energiebalans, stofkringloop |
| *Trefwoorden* | Afvalgas, koolstofdioxide, elektriciteit, milieu |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebewerkingsvraag |

*Wageningen World, december 2013*

# Elektriciteit uit afvalgas

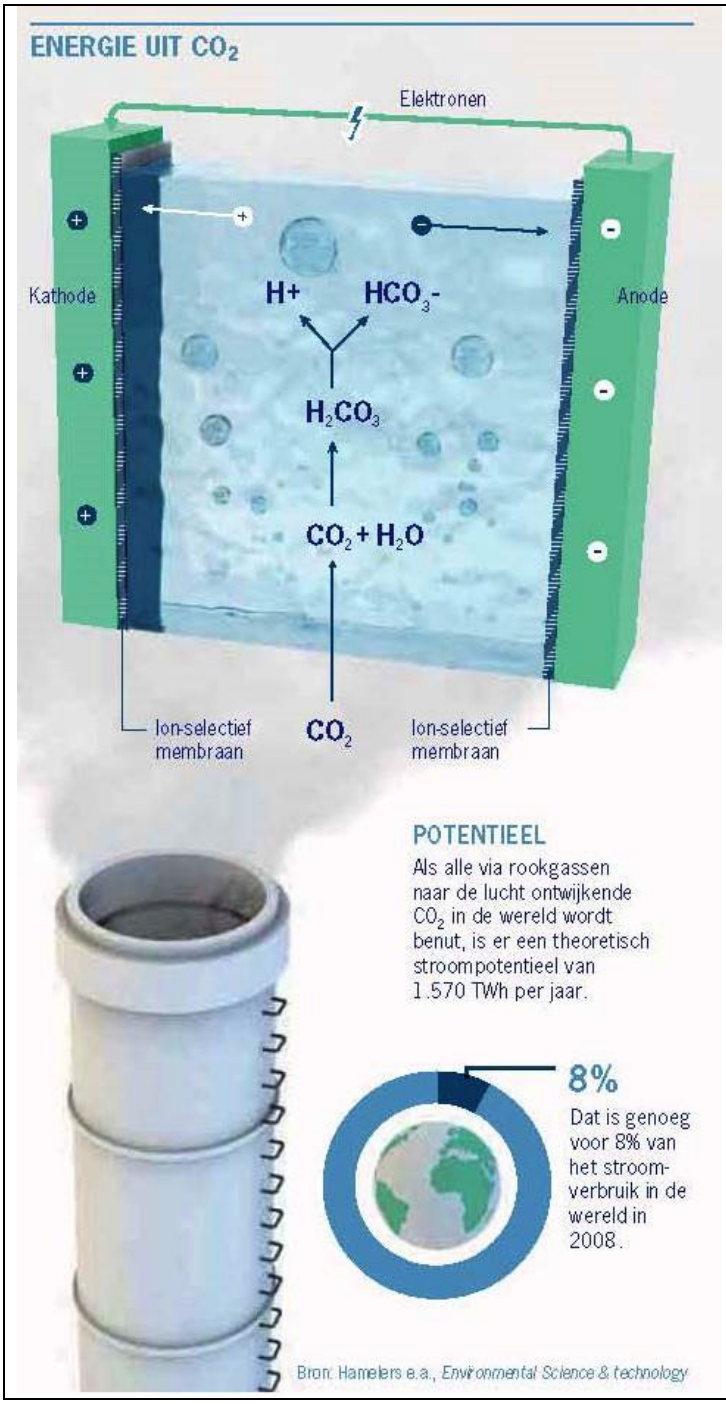
**Deze zomer deden onderzoekers van Wageningen University en Wetsus uit de doeken hoe ze energie kunnen winnen uit $CO_2$. Sindsdien verdringen bedrijven uit de hele wereld zich om samen te werken.**

**TEKST** RENÉ DIDDE **ILLUSTRATIE** SCHWANDT INFOGRAPHICS

Het klinkt te mooi om waar te zijn: elektriciteit opwekken met afval-gassen. Maar dat kan; door gebruik te maken van het enorme concen-tratieverschil van $CO_2$ in rookgas-sen uit de schoorsteen en in de lucht. Door het kooldioxide langs elektroden met een waterig laagje te laten stromen, ontstaan protonen en negatief geladen deeltjes. Die bewegen zich door twee selectieve membranen waarna er een elek-trische stroom gaat lopen.
De ontdekkers, onderzoekers van de sectie Milieutechnologie van Wageningen University, onderdeel van Wageningen UR en van watertechnologie-instituut Wetsus in Leeuwaren denken dat het potentieel enorm is. Alle $CO_2$ uit rookgassen in de wereld vertegenwoordigt een potentieel dat overeenkomt met 1,5 biljard kilowattuur, ongeveer 8 procent van het jaarlijkse stroomverbruik in de wereld.

**BLUE ENERGY IN DE LUCHT**
Energieproductie met behulp van concentratieverschillen is niet nieuw voor de onderzoekers. 'Je kunt dit nieuwe fenomeen opvatten als een spin-off van blue energy',
zegt Cees Buisman, hoogleraar Biologische kringlooptechnologie in Wageningen en wetenschappelijk directeur van watertechnologie- instituut Wetsus in Leeuwarden. Bij blue energy wordt stroom opgewekt door de verschillen in zout-concentratie tussen rivierwater
en zeewater te benutten. Momenteel wordt daarvoor een proeffabriek gebouwd op de Afsluitdijk. Zover is het met de nieuwe variant nog lang niet, maar het potentieel van deze 'blue energy in de lucht' is veel groter, vertelt Buisman. 'Als we uitgaan van 4 tot 8 procent $CO_2$ in rookgassen en 0,04 procent $CO_2$ in de lucht, dan kunnen we profiteren van concentratieverschillen van een factor honderd tot tweehonderd',
zegt Buisman. Bij blue energy verschillen de zoutconcentratie van rivieren zeewater hooguit een factor zestig. Alleen al met de $CO_2$ uit de schoorstenen van de kolen- en gasgestookte elektriciteitscentrales wereldwijd, die duizenden en duizenden kubieke meters $CO_2$- afvalgassen per seconde de lucht in jagen, kan jaarlijkse voor vijftig miljard euro aan elektriciteit worden opgewekt. 'En hoe ouderwetser de techniek, hoe meer kooldioxide er vrijkomt, hoe beter het is voor onze vinding', lacht Buisman. Dat deze fossiele energievormen op termijn uit de gratie zullen raken ten
voordele van duurzame energie, maakt volgens hem niet uit.
'Elektriciteitscentrales zullen in plaats van kolen steeds meer biomassa bijstoken en daarbij komt ook $CO_2$ vrij. Datzelfde geldt ook voor de productie van biogas en vergisting van slib of groente, fruit en tuinafval.'

**WATER ALS INTERMEDIAIR**
In een artikel in het tijdschrift Environmental Science and Techno-logy Letters, dat eind juli verscheen,
werd the proof of principle aan-getoond door eerste auteur Bert Hamelers, onderzoeker bij Wetsus, en vier ander auteurs, waaronder Buisman.
Hamelers, voorheen werkzaam bij Wageningen University, gebruikt voor de energieopwekking water als inter-mediair. 'Als het $CO_2$ in het afvalgas langs elektrodes met een waterig laagje wordt gevoerd, ontstaat als gevolg van een simpele reactie diwaterstofcarbonaat $H_2CO_3$ dat onmiddellijk splitst in een proton (H+) en bicarbonaat ($HCO_3^-$)', legt Hamelers uit.Het proton wordt door een selectief membraan doorgelaten op weg naar een koolstofelektrode,
waar een overschot aan positieve lading ontstaat. Het bicarbonaat gaat op zijn beurt door een ander selectief membraan naar een andere koolstofelektrode, waar een overschot aan negatieve lading ontstaat.
'Als ik de elektrodes verbind, gaan de elektronen bewegen van de elektrode met het overschot
aan bicarbonaat naar de elektrode met een protonenoverschot. Er ontstaat dus elektrische stroom', aldus Hamelers.




# ‘Het potentieel is enorm: 1,5 biljard kilowattuur ’

Dat proces verloopt steeds langzamer totdat de elektroden zijn verzadigd. ‘Door de klep met de rookgassen dan te sluiten en de klep met de buitenlucht te openen, ontstaat het omgekeerde proces’, legt de onderzoeker uit. ‘Het bicarbonaat wil terug door het membraan naar het kanaal met de lage $CO_2^-$concentratie. Er gaat wederom stroom lopen, en de $CO_2$ ontwijkt naar de buitenlucht.’ Om die reden is de vinding geen panacee voor het klimaatprobleem.

**VERDERE ONTWIKKELING**

‘Het is een voortdurend proces van opladen en ontladen, zoals bij een batterij’, aldus Hamelers. Sinds de publicatie wordt hij vanuit de hele wereld benaderd door bedrijven die willen meewerken aan de verdere ontwikkeling van de technologie. Veel wil hij er niet over kwijt. ‘Het gaat zowel om bedrijven die veel $CO_2$ in de aanbieding hebben, als om ondernemingen
die veel elektriciteit nodig hebben.
En uiteraard willen veel technologiebedrijven, zoals producenten van membranen meedoen’, aldus Hamelers. Wetsus wil op korte termijn een cluster van bedrijven vormen die – net als dat bij blue energy gebeurt – de technologie marktrijp gaat maken. ‘Om te beginnen in het lab, om de reactiesnelheid te vergroten en stroom te produceren in een proefopstelling. En uiteindelijk in de schoorsteen van een kolencentrale om een demonstratieproject uit te proberen.’

www.wageningenur.nl/co2uitstoot

Het lijkt een sprookje: elektriciteit opwekken uit afvalgassen. Maar er is al onderzoek naar verricht.

1 Waarop berust het principe waarop deze manier van opwekken van energie gebaseerd is?

Het principe is van een ander project afgeleid, namelijk van het project ‘Blue energy’.

2 Hoe wordt in het project ‘Blue energy’ elektriciteit opgewekt?

In de toekomst zal steeds minder aan fossiele brandstoffen gebruikt worden voor energie-opwekking, mogelijk met een daarbij horende daling van de uitstoot van koolstofdioxide.

3 Is die daling geen probleem voor de aanvoer van voldoende koolstofdioxide in afvalgassen? Licht je antwoord toe.

Het principe wordt in het artikel schematisch weergegeven.

4 Beschrijf kort hoe het proces werkt.

Het systeem maakt gebruik van twee verschillende ion-selectieve membranen.

5 Hoe werkt een ion-selectief membraan?

Het proces gaat steeds langzamer en stopt op een bepaald punt.

6 Welke actie wordt dan ondernomen?
7 Welk effect heeft die actie?

De methode werkt als er voldoende koolstofdioxide uit de afvalgassen gehaald kan worden.

8 Waarom is deze nieuwe methode toch geen oplossing voor het versterkte broeikaseffect?

Het nieuw bedachte proces heeft alles met evenwichten en evenwichtsverschuivingen te maken.

9 Om welke evenwichten en welke evenwichtsverschuivingen gaat het?

Als alle uitstoot van koolstofdioxide in rookgassen over de wereld wordt benut is een theoretische hoeveelheid van 1570 TWh elektrische energie per jaar haalbaar.

10 Geef deze hoeveelheid energie in kWh weer. Noteer je antwoord in de wetenschappelijke notatie.
11 Wat is het stroomverbruik in 2008 wereldwijd geweest? Geef je berekening.

12 Wat moet er nog gebeuren voor de technologie ‘marktrijp’ is?

*Elektriciteit uit afvalgas*

1 Het principe berust op het verschil in de concentratie van koolstofdioxide in afvalgassen ten opzichte van de concentratie van koolstofdioxide in de lucht.
2 Bij Blue energy wint men elektriciteit door verschil in zoutconcentratie in zoet water en zeewater.
3 Voor bijvoorbeeld zonne- en windenergie is dit zeker waar. Maar in plaats van fossiele brandstoffen wordt dan ook veel biomassa verstookt en dat levert wél veel koolstofdioxide op.
4 Koolstofdioxide geeft met water koolzuur dat zich splitst in positieve $H^+$ ionen en negatieve $HCO_3^-$ ionen. Het ene ion gaat naar linker elektrode, het andere naar rechter elektrode waardoor een potentiaalverschil ontstaat. Verbinden van beide elektroden levert een elektrische stroom.
5 Het membraan laat slechts één bepaalde ion soort door.
6 De klep met de afvalgassen wordt gesloten en de klep met de buitenlucht wordt geopend.
7 Nu gaat de reactie terug want er moet weer koolstofdioxide gevormd worden om het opnieuw evenwicht te verkrijgen.
8 De koolstofdioxide uit de afvalgassen komt uiteindelijk toch weer in de atmosfeer terecht.
9 Evenwichten $CO_2 + H_2O \leftrightarrows H_2CO_3$ en $H_2CO_3 \leftrightarrows H^+ + HCO_3^-$. Bij hoge koolstofdioxideconcentraties (afvalgassen) liggen beide evenwichten rechts, bij lage koolstofdioxideconcentraties (buitenlucht) liggen beide evenwichten links.
10 1 TWh = $10^{12}$ Wh dus 1570 TWh = $1{,}57 \cdot 10^{12}$ kWh.
11 Deze hoeveelheid was goed voor 8%, dus totaal 100/8 x 1570 TWh = 19,6 PWh.
12 De technologie moet eerst nog (verder) ontwikkeld worden. Dat vergt laboratoriumonderzoek (proefopstellingen) en uitproberen in de praktijk (demonstratieproject).

**IK VOORZIE EEN $CO_2$-TEKORT**

| | |
|---|---|
| *Klas* | 4hv |
| *Subdomein* | Processen en reacties |
| *Vaardigheid* | Informatie |
| *Specificaties* | Verbrandingen, elementkringloop |
| *Trefwoorden* | $CO_2$, milieu, kringloop, synthesegas, DME, brandstof |
| *Vaardigheidsvraag* | Informatiebegripsvraag |

*C2W, 24 januari 2014*

# *'Ik voorzie een $CO_2$ –tekort'*

## Windenergie, restwarmte en overtollig $CO_2$ komen samen in een mooie business case voor toekomstige chemie, meent katalysatorexpert John Bøgild Hansen. 'Vloeibare brandstoffen zullen altijd blijven.'

CORRY VAN DRIEL

We kunnen alles blijven doen wat we normaal doen, ook als de fossiele brandstoffen op zijn", zegt John Bøgild Hansen (63), *senior scientist* bij Haldor Topsøe in Denemarken, op het symposium ter afsluiting van het langjarige onderzoeksprogramma duurzame waterstof.
Het Deense familiebedrijf waar de katalyse-expert werkt, vernoemd naar *founding father* Haldor Topsøe, is wereldleider in heterogene katalysatoren voor de petrochemie. Hansen reageert bescheiden als ik spreek van een groot katalysebedrijf. "Er werken maar 2.500 mensen ... " Niet zo verwonderlijk als je bedenkt dat de klantenkring voor de stoomreforming -katalysetechnologie van het bedrijf voor een belangrijk deel bestaat uit reusachtige petrochemieconcerns.

(….)

**Waar rijden we op als de aardolie op is?**
"Ach ja, iedereen heeft zo zijn favoriete vervangende transportbrandstof.Waterstof, methanol, aardgas of lpg, het zou allemaal kunnen. Maar ik denk dat dimethylether gaat winnen. Dat komt toch het meest in de buurt van benzine en diesel en sluit goed aan bij de bestaande infrastructuur."

**Dimethylether ?**
"Wij werken er veel mee in het lab, DME is een intermediair voor de productie van benzine. Eén van onze technici nam er op een dag een beetje van mee naar huis als brandstof voor zijn grasmaaier. Hij was laaiend enthousiast. We probeerden het vervolgens voorzichtig in een kleine dieselmotor in het lab van de Technische Universiteit Denemarken. Ook dat werkte prima. Bovendien ontstond er geen roet, zoals bij dieseltrucks. Na uitgebreide testen bouwde Volvo in 1997 een eerste prototype en inmiddels rijdt er een klein DME vrachtwagenpark rond. AkzoNobel bleek de gezondheidsaspecten van DME al te hebben onderzocht vanwege een toepassing als drijfgas. Dat was een meevaller voor ons."

**Hoe wil je dimethylether produceren zonder aardolie?**
"Via elektrolyse met CO2 als koolstofbron. Technisch gezien komt het erop neer dat je het proces in een brandstofcel *in reverse* zet. In zo'n regeneratieve keramische brandstofcel of SOEC, kun je methaan en water

omzetten in synthesegas, een mengsel van koolstof monoxide en waterstof met een restant koolstof-dioxide van ongeveer 1 procent. Met diezelfde vaste keramische elektrolyt kun je koolstofdioxide en water omzetten in puur synthesegas om elke koolwaterstof naar wens te produceren, zoals dat nu ook gebeurt.
Het keramische materiaal werkt tevens als een zuurstof-luchtscheider, waardoor het bij de reactie ontstane zuurstof direct uit het mengsel verdwijnt. Het proces vraagt natuurlijk wel om energie. Door bijvoorbeeld restwarmte in de vorm van stoom te gebruiken, verbetert het rendement enorm. En de energie kun je opwekken met welke vorm van duurzame energie maar voorhanden is. En omgekeerd kun je overschotten aan wind- en zonne-energie opslaan in brandstof."

**Waar haal je al die duurzame energie vandaan?**
"Het mooiste voorbeeld is de natuur. Planten zetten $CO_2$ en water met energie uit zonlicht om in koolwaterstoffen. En anaerobe bacteriën produceren bij de afbraak van biomassa onder meer methaan. In het Zweedse Göteborg draait bijvoorbeeld een houtvergasser van 20 MW met onze technologie. Maar een totaaloplossing voor onze energie-voorziening zal bioenergie niet worden. Dat betekent voor een land als Denemarken, net als Nederland, een gigantische biomassa-import met alle onwenselijke gevolgen van dien. Biomassa en biogas moet je vooral benutten daar waar het voorhanden is, zoals in de landbouw of papierindustrie. Ik voorzie dat of zonne- of windenergie de belangrijkste energiebron zal worden, afhankelijk van de geografie."
(….)

**Waar haal je trouwens die $CO_2$ zo snel vandaan?**
"Uiteindelijk voorzie ik een $CO_2$ -tekort. Je wilt natuurlijk werken met een zo geconcentreerd mogelijke vorm van koolzuurgas, want het kost veel energie om lage concentraties van het molecuul uit afgassen te halen. En dat is zonde van het energetisch rendement. De mooiste business case die ik me kan voorstellen is een combinatie van $CO_2$ -rijk rookgas en restwarmte, bij voorkeur in de vorm van stoom van minimaal 100°C en het liefst zo heet mogelijk, denk bijvoorbeeld aan een cementfabriek of een hoogoven. Een concreet voorbeeld is het Duitse Etogas, dat de energie uit een windmolen naast een autofabriek inzet om elektrolytisch waterstof te produceren. Dat zet het vervolgens $CO_2$ afkomstig uit het productieproces van methaan dat zo het aardgasnet in kan."

(…..)

Waar rijden we op als de aardolie op is? John Hansen, 'senior scientist' bij het Deense bedrijf Haldor Topsøe, heeft zo zijn eigen ideeën over vervangende transportbrandstoffen.

1 Welke brandstof heeft zijn voorkeur?
2 Welke andere alternatieven noemt hij ook?
3 Waarop heeft John Hansen zijn keuze gebaseerd?
4 Ben je het eens met het argument voor zijn keuze? Licht je antwoord toe.

DME is een intermediair voor de productie van benzine. DME is de afkorting voor methoxymethaan.

5 Teken de structuurformule van DME.
6 Is DME bij kamertemperatuur een gas, vloeistof of vaste stof? Leg uit hoe je aan je antwoord komt.

Bij verbranding van DME ontstaat geen roet.

7 Wanneer ontstaat roet bij een verbranding?
8 Geef de volledige verbranding van DME in een vergelijking weer.

John Hansen wil DME gaan produceren door het proces in een keramische brandstofcel 'in reverse' te zetten.

9 Wat wordt er bedoeld met ‘in reverse’ zetten’?

De brandstofcel gebruikt normaal methaan en zuurstof om elektriciteit op te wekken. In de reverse-mode kan de cel het water en methaan omzetten in synthesegas.

10 Geef de reactievergelijking die daarbij optreedt.

De cel kan ook koolstofdioxide met water omzetten in synthesegas en zuurstof.

11 Geef de reactievergelijking die daarbij optreedt.
12 Is dit een endo- of exotherm proces? Licht je antwoord toe.
13 Leg uit hoe het gevormde zuurstof gescheiden wordt van de rest van het gasmengsel.

Daarna moet uit synthesegas de benodigde DME gemaakt worden.

14 Geef de reactievergelijking van deze vorming van DME.

John Hansen vergelijkt zijn idee met processen in de natuur.

15 Licht toe met welke twee processen in de natuur hij zijn idee vergelijkt.
16 Geef de reactievergelijkingen uit de natuur weer die door John Hansen genoemd worden. Gebruik voor biomassa de koolstofverbinding uit de eerste reactievergelijking.
17 Geef commentaar op het genoemde woord ‘koolwaterstoffen’.

Het idee van John Hansen is tot nu toe alleen op laboratoriumniveau uitgetest.

18 Wat is nodig om dit idee van Hansen echt tot een succes te maken?

Uiteindelijk ziet Hansen dat er een $CO_2$-tekort zal ontstaan.

19 Hoe denkt Hansen dat probleem op te lossen?

*Ik voorzie een $CO_2$-tekort*

1 DME, dimethylether.
2 Waterstof, methanol, aardgas en lpg.
3 DME komt het meest in de buurt van benzine en diesel en sluit goed aan bij de bestaande infrastructuur.
4 Ja, het is een goed brandbare stof. Nee, DME-moleculen zijn veel kleiner dan de moleculen in benzine en diesel.
5 $H_3C—O—CH_3$
6 DME is een gas want het kookpunt is 248K (Binas tabel 42).
7 Roet ontstaat bij een onvolledige verbranding van een koolstofverbinding.
8 Reactie: $C_2H_6O + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$.
9 Dat het omgekeerde proces plaatsvindt.
10 Reactie: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3\ H_2$.
11 Reactie: $CO_2 + H_2O \rightarrow CO + H_2 + O_2$.
12 Een endotherm proces want het is de omgekeerde reactie van een verbranding.
13 Het keramische materiaal van de brandstofcel werkt als scheidingsmateriaal
14 Reactie: $2\ CO + 4\ H_2 \rightarrow CH_3OCH_3 + H_2O$.
15 Hij vergelijkt het met de fotosynthesereactie en met de afbraak van biomassa door anaerobe bacteriën.
16 Fotosynthese: $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$.
Afbraak biomassa: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3\ CO_2 + 3\ CH_4$.
17 Bij de fotosynthese ontstaan koolhydraten.
18 Een proeffabriek op grotere schaal bouwen en testen: investeringen dus.
19 De koolstofdioxide die vrijkomt bij andere processen zoals bijvoorbeeld een cementfabriek gebruiken om er DME van te maken. Dus rookgassen gebruiken die een hoog percentage koolstofdioxide bevatten. Verder is er nog energie nodig bij voorkeur in de vorm van stoom die ook door een cementfabriek geleverd kan worden.