

TAGETES-RASSEN TESTEN OP PRODUCTIE LUTEÏNE

Versie 1

Klas	3 hv
Subdomein	Industriële processen
Vaardigheid	Onderzoeken
Specificaties	Probleem herkennen, onderzoeksvraag, hydrofiel, hydrofoob, blokschema
Trefwoorden	Afrikaantjes, luteïne, hexaan
Vaardigheidsvraag	Informatieselectievraag

Versie 2

Klas	4 hv
Subdomein	Industriële processen en Groene chemie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Onderzoeksvraag, hydrofiel, hydrofoob
Trefwoorden	Biobased economy, bioraffinage, waardepiramide,
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

<http://www.nieuweoogst.nu/>, 24 augustus 2015

Tagetes-rassen testen op productie luteïne



Afrikaantjes



Onderzoeksinstituut HLB zoekt in een veldproef het meest geschikte ras van Tagetes (afrikaantjes) voor de productie van de gele kleurstof luteïne.

Op een proefveld van Stichting ROL (Regionaal Onderzoek Lelieteeelt in Noord- en Oost-Nederland) in Vledder vergelijkt HLB acht Tagetes-rassen.

Tijdens de opendag van ROL afgelopen vrijdag vertelde HLB-onderzoeker Weijnand Saathof dat het luteïnegehalte in bloemen van Tagetes met een factor 7 kan variëren.

Gelijkmatig bloeien

'Het is daarom interessant om uit te zoeken welk ras het meeste luteïne produceert. Verder zoeken we ook vooral naar rassen van Tagetes die gelijkmatig bloeien en waarvan de bloemen gemakkelijk mechanisch te oogsten zijn', stelt Saathof. De geteste Tagetes-rassen hebben allemaal dezelfde werking op aaltjes.

Bollenkwekers kunnen Tagetes afrikaantjes inzaaien als alternatief voor natte (chemische) grondontsmetting voor aaltjes. Om de teelt van het vanggewas aantrekkelijker te maken zijn extra opbrengsten bijvoorbeeld in de vorm van luteïne zeer welkom.

Ouderdomsblindheid

Luteïne is een gele kleurstof en voedingssupplement dat via kippenvoer aan ei producten kan

worden toegevoegd. De stof zou onder meer een positieve invloed hebben op het tegengaan van ouderdomsblindheid. De productie van luteïne kan na drogen en extraheren volgens Saathof variëren van 5 tot 20 kilo zuivere stof per hectare.

'Uitgaande van een jaar grondhuur zonder opbrengsten kun je stellen dat de teelt van Tagetes voor de bestrijding van aaltjes ongeveer 3.000 euro kost per hectare. Voor natte grondontsmetting betalen bollentelers zo'n 1.500 euro. Als luteïne dus 1.500 euro oplevert dan zijn de kosten in elk geval vergelijkbaar', berekent Saathof.

Versie 1

Er zijn door het onderzoeksinstituut proefvelden aangelegd voor het kweken van afrikaantjes.

- 1 Welke drie onderzoeksvragen willen de onderzoekers beantwoorden?
- 2 Welke twee toepassingen voor 'afrikaantjes' worden in het artikel genoemd.
- 3 Waarom willen boeren nu wel afrikaantjes gaan kweken?

In een ander artikel staat het volgende over de winning van de stof luteïne.

Ook in spinazie, andijvie, boerenkool, broccoli, gras en brandnetels zit de stof, maar in afrikaantjes zit een hoog en kwalitatief goed gehalte. Na oogst van de bloemen worden deze gedroogd, gemalen, en volgt een extractiestap met behulp van hexaan en resteert 5 tot 20 kilo zuivere vaste luteïne per hectare.

Bron: <http://www.agro-chemie.nl/artikelen/afrikaantjes-als-basis-voor-winning-van-luteine/>

Voor het extraheren van luteïne wordt hexaan gebruikt. Hexaan is een vloeistof met vergelijkbare eigenschappen als wasbenzine.

- 4 Leg uit of luteïne een hydrofiele of een hydrofobe stof is.
- 5 Teken het blokschema van de winning van de stof luteïne uit afrikaantjes.

Versie 2

Er zijn door het onderzoeksinstituut proefvelden aangelegd voor het kweken van afrikaantjes.

- 1 Welke drie onderzoeksvragen willen de onderzoekers beantwoorden?
- 2 Welke twee toepassingen voor 'afrikaantjes' worden in het artikel genoemd.

In een ander artikel staat het volgende over de winning van de stof luteïne.

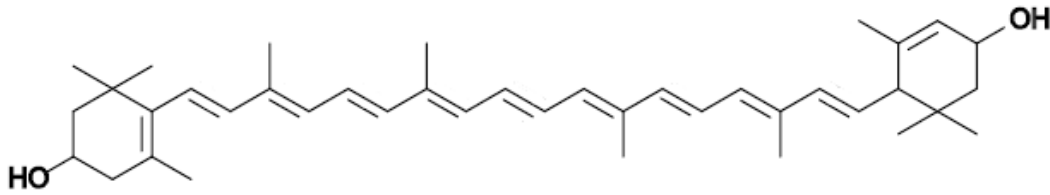
Ook in spinazie, andijvie, boerenkool, broccoli, gras en brandnetels zit de stof, maar in afrikaantjes zit een hoog en kwalitatief goed gehalte. Na oogst van de bloemen worden deze gedroogd, gemalen, en volgt een extractiestap met behulp van hexaan en resteert 5 tot 20 kilo zuivere vaste luteïne per hectare.

In 2011 hebben wij tests gedaan met het vergisten* van het restmateriaal, dus exclusief de bloemetjes. Als je dat combineert met de winning van luteïne, krijg je meer waarde.

Bron: <http://www.agro-chemie.nl/artikelen/afrikaantjes-als-basis-voor-winning-van-luteine/>

* In een vergister wordt organisch materiaal met behulp van micro-organismen afgebroken tot methaan en koolstofdioxide.

De structuurformule van luteïne staat hieronder afgebeeld:



- 3 Leg uit, gebruikmakend van de bouw van luteïne moleculen op microniveau, waarom men bij het extractieproces gebruik maakt van hexaan.

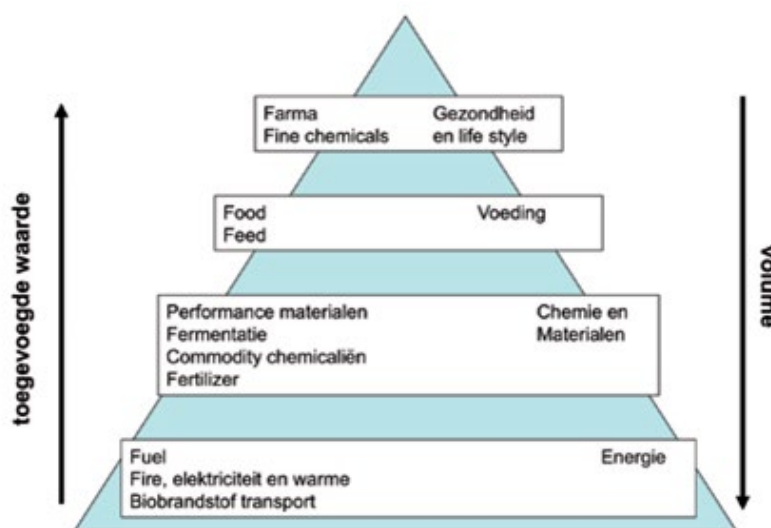
Biobased Economy (BBE) gaat over de overgang van een economie die draait op fossiele grondstoffen naar een economie die draait op biomassa als grondstof: van 'fossil based' naar 'bio based'. In een biobased economy gaat het dus over het gebruik van biomassa voor niet-voedsel toepassingen. Deze toepassingen zijn bijvoorbeeld chemicaliën, transportbrandstoffen, elektriciteit en warmte.

- 4 Leg uit of de drie voorbeelden van het toepassen van afrikaantjes, zoals genoemd in beide bronnen, gerekend kan worden tot biobased economy.

BIORAFFINAGE

Binnen een biobased economy wil je biomassa zo hoogwaardig mogelijk inzetten. Daarbij wil je alle componenten van de biomassa zo goed mogelijk benutten, de zogenaamde cascadering.

De onderstaande piramide geeft aan dat de toegevoegde waarde van biomassa wordt bepaald door de toepassing.. Door het toepassen van **bioraffinage** kunnen verschillende componenten van de biomassa worden vrijgemaakt met een minimale afvalproductie. Na de raffinage krijgen de verschillende componenten een eigen toepassing en dus een eigen economische waarde, vaak verspreid over de verschillende treden van de **waardepiramide**. Hierdoor kan biomassa een hogere economische waarde krijgen dan zonder deze scheiding in componenten.



De waardepiramide

bron: <http://www.biobasedeconomy.nl>

In de bron over bioraffinage staat dat biomassa door bioraffinage een hogere economische waarde kan krijgen.

- 5 Licht dit toe aan de hand van het gebruik van de afrikaantjes.
- 6 Geef voor elk van de drie toepassingen die in de bronnen worden genoemd aan tot welk niveau van de waardepiramide ze horen.

http://www.nieuweoogst.nu/scripts/edoris/edoris.dll?tem=LTO_TEXT_VIEW&doc_id=230814&utm_source=nieuwsbrief-24-08-2015&utm_medium=email&utm_campaign=nieuwsbrief_dagelijks#.Vhkya8vsmr9

NOOIT MEER DE GEUR VAN VARKENS

Klas	3hv
Subdomein	Stoffen en materialen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	scheidingsmethoden
Trefwoorden	Stank, varkensgeur, Farmsuit
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

De Gelderlander, 6 oktober 2015

Nooit meer de geur van varkens in de kroeg

door **Alice Plekkenpol**

BELTRUM. Al sta je twee keer per dag onder de douche, de varkens-geur gaat niet uit je haar en huid, weet Anne Groot Zevert. De veehouderij is haar grote liefde, maar van het bijbehorende aroma is ze minder gecharmeerd. Dus ging ze zelf aan de slag als kledingontwerper.

„Het idee voor stankwerende kleding werd geboren in de varkensschuur, en wel uit eigen frustratie. Die dierengeur neem je met je mee, die blijft hangen, echt heel irriterant. Zelfs in de kroeg ruik ik meteen welke jongens met varkens werken.”

Dat moet anders kunnen, dacht ondernemer. Dus ontwierp ze bijna twee jaar geleden twee prototypes van een overall met capuchon, gemaakt van sweaterstof. Dat bleek het niet helemaal te zijn. Tot ze vorig jaar een fabrikant vond die een goed absorberende stof produceert. Sinds maart van dit jaar steekt ze extra veel tijd in haar nieuwe bedrijf.

Zo werd met hulp van de Universiteit Twente een testplan opgesteld om het geurvretende pak, dat de naam Farmsuit kreeg, in de praktijk te toetsen. „Zelf heb ik het deze zomer in een varkensschuur gedragen toen het ruim dertig graden was. Nadat ik het uittrok kon mijn familie niet ruiken dat ik in de schuur was geweest.”

Als alles meezit komt de geur-werende bedrijfskleding eind dit jaar of uiterlijk begin volgend jaar op de markt. De eerste verkoop zal via de website verlopen, daarna wil Anne Groot Zevert graag dat winkels als bijvoorbeeld Welkoop de overall ook aanbieden. En dat het product daarna de grens overgaat, want ze hoopt een wereldwijde primeur in handen te hebben.

Het principe is simpel: de Farmsuit slaat penetrante geuren op in het textiel. In de wasmachine komt de opgeslagen geur weer vrij en verdwijnt met het vieze waswater. De kleding wordt zo weer schoon en welriekend. Je moet minder vaak douchen. „En dat is weer beter voor huid en haar. Bovendien bespaart het tijd en geld”, weet de Beltrumse.

Ze verwacht dat de geurwerende bedrijfskleding ook uitkomst biedt in andere sectoren.

„Denk aan mensen die in het riool werken, of in een worstfabriek.”

Anne Groot Zevert is 29 jaar en woont met haar partner Edwin en de twee dochters Ize en Fleur in Beltrum. Ze studeerde mbo Veehouderij. Al heeft ze zelf tot haar spijt geen eigen varkensbedrijf. (...)

Op aanraden van de Rabobank Noord- en Oost-Achterhoek dingt ze dit jaar mee naar de titel The Next Entrepreneur, een wedstrijd van de bank. (...)

Wie in een varkensstal werkt, gaat er naar ruiken. Die geur raak je niet zo maar weer kwijt. Het ontwerpen van stankwerende kleding is geboren uit eigen frustratie van Anne.

1 Wat was daarbij het uitgangspunt van Anne?

Het principe van de Farmsuit is simpel.

2 Beschrijf het principe van de Farmsuit.

Het principe van het proces van de geurverwijdering berust op twee scheidingsmethoden.

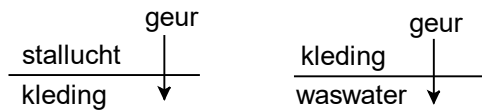
3 Beschrijf welke twee scheidingsmethoden toegepast worden.

4 Leg uit op welk principe elk van de twee gebruikte methoden bij de zuivering berusten.

5 Maak de principes met twee tekeningen duidelijk. Geef in je tekeningen aan hoe de geur zich verplaatst.

Nooit meer de geur van varkens

- 1 Het uitgangspunt was om te voorkomen dat de geur van varkens blijft hangen aan de persoon die met varkens omgaat.
- 2 Een Farmsuit is een overall die gemaakt is van een geurabsorberende stof. Deze stof slaat de geurstoffen op.
- 3 Als eerste de opslag van geurstoffen door de absorberende stof. Als tweede het oplossen van de geurstoffen in het waswater zodat de absorberende stof weer zijn werk kan doen.
- 4 Opslag van de geurstoffen berust op het verschil in absorberend vermogen. Verwijderen door wassen berust op het verschil in oplosbaarheid.
- 5



CHLOORTRANSPORT OP BETUWEROUTE GESTOPT

Klas	3hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Elektrolyse
Trefwoorden	Chloor, transport, giftig
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

De Gelderlander, 11 september 2015

Chloortransport op Betuweroute gestopt

Er komen vooralsnog geen nieuwe chloortreinen over de Betuweroute. Dat maakte de Veiligheidsregio Gelderland-Zuid bekend. De storting op het bedrijfsterrein van AkzoNobel is verholpen en er kan weer chloor worden geproduceerd in de Botlek.

Er zijn in de eerste week van september twee transporten over de Betuweroute geweest, een derde geplande transport is nu niet meer nodig. De treinen reden van Ibbenbüren door Duitsland via de Betuweroute richting Botlek. Eind augustus werd bekendgemaakt dat er nieuwe chloortransporten zouden plaatsvinden in september.

In 2001 heeft AkzoNobel met het rijk in een convenant afgesproken dat er alleen nog incidenteel chloortransporten plaatsvinden. De veiligheidssystemen van de Betuweroute lopen voor op wat in Nederland gebruikelijk is. Daarom wordt de route gerekend tot de veiligste Europese sporen. Chloor is een zeer giftig gas, dat samengeperst tot een vloeistof wordt vervoerd. Het is zwaarder dan lucht en bij een lekkage verspreidt het zich als een deken over een groot gebied. De industrie gebruikt chloor als desinfectiemiddel, als bleekmiddel en bij de productie van pvc.

- 1 Waarom is het chloortransport op de Betuweroute gestopt?
- 2 Leg uit welk gevarensymbool op een wagon met chloor aanwezig moet zijn.

Chloor is een belangrijke grondstof voor de productie van diverse producten.

- 3 Welke producten worden volgens het artikel met chloor geproduceerd?

Chloor wordt onder andere bij AkzoNobel geproduceerd via elektrolyse van een keukenzoutoplossing.

- 4 Wat is elektrolyse voor type proces?

Chloorgas wordt voor vervoer samengeperst tot een vloeistof.

- 5 Welke faseovergang vindt daarbij plaats?
- 6 Waarom zal men het chloorgas samenpersen tot een vloeistof?

7 Leg uit wat de uitspraak 'Chloor is zwaarder dan lucht' betekent.

Bij een lekkage verspreidt chloorgas zich als een deken over een groot gebied.

8 Licht deze uitspraak toe.

Bleekmiddel

De industrie gebruikt chloor als desinfectiemiddel en als bleekmiddel. Hiertoe laat men chloor reageren met natronloog (een oplossing van NaOH) waarbij opgelost natriumhypochloriet (NaClO), opgelost natriumchloride (NaCl) en water ontstaan.

9 Geef de reactievergelijking van dit proces.

10 Leg uit dat hierbij het elementbehoud duidelijk is.

Huishoudelijk gebruik van "chloorbleek" kent risico's. Als bleekmiddel gemengd wordt met een zure oplossing ontstaat weer het gas chloor.

11 Wanneer kan dit bij je thuis plaatsvinden?

PVC

Chloor wordt ook gebruikt bij de productie van PVC. De afkorting PVC staat voor polyvinylchloride ofwel polychlooretheen.

12 Wat voor type stof is PVC?

Chloortransport op Betuweroute gestopt

- 1 De storing bij AkzoNobel is voorbij en men kan ter plekke weer chloor produceren.
- 2 Giftig: doodskop, zie Binas tabel 97B, pictogram 6.
- 3 Desinfectiemiddel, bleekmiddel, pvc.
- 4 Elektrolyse is een ontleding door middel van elektrische stroom.
- 5 Faseovergang van gas naar vloeistof.
- 6 Dan neemt het veel minder ruimte in, makkelijker voor transport.
- 7 Chloorgas heeft een hogere dichtheid dan lucht.
- 8 Doordat chloorgas een hogere dichtheid heeft dan lucht zal het niet opstijgen maar zich laag over de grond verspreiden.
- 9 $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$.
- 10 Chloor blijft als element aanwezig.
- 11 Als je bleekmiddel mengt met bijvoorbeeld wc-eend, een zure oplossing.
- 12 PVC is een kunststof, een kunststof bestaat uit polymeren.

KOFFIECUPJES HEBBEN PRIJS

Klas	5 hv, 6 v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Onderzoeken
Specificaties	Hydrolyse
Trefwoorden	PLA, polymelkzuur, demonstratie, praktische opdracht, depolymerisatie
Vaardigheidsvraag	Onderzoeksvraag

<http://www.stichtingpavo.nl/>, 13 oktober 2015

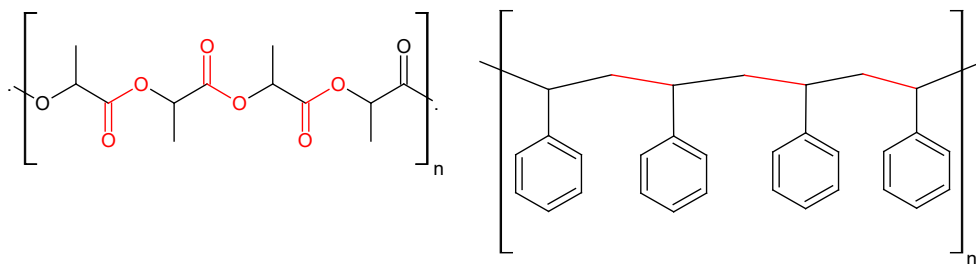
Koffiecupjes hebben prijs



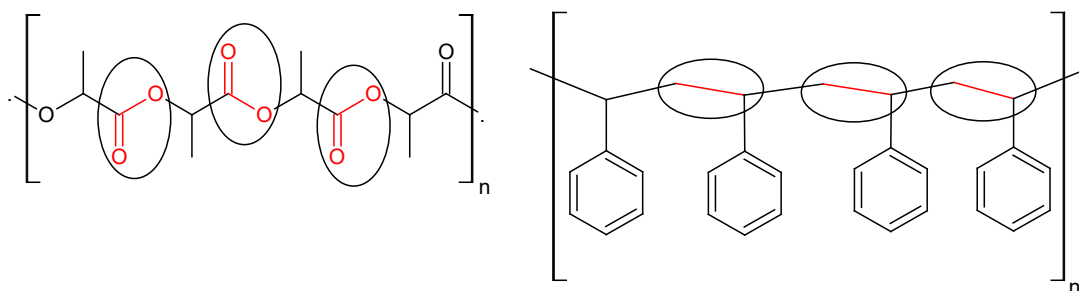
Food Valley Award 2015 is naar de Arnhemse koffiemakers Peeze gegaan. De onderscheiding kan gezien worden als een duurzaamheidsprijs, want de koffiecup is gemaakt van hernieuwbare grondstoffen op basis van polymelkzuur (PLA) en is gevuld met klimaatneutrale Arabica-koffie uit eerlijke handel. De cupjes zijn biologisch afbreekbaar en kunnen met koffiedik en al in de gft-bak.

Polymelkzuur (PLA) is het polymeer van melkzuur. De melkzuureenheden zijn door esterbindingen aan elkaar verbonden tot een zogenaamd polyester, zoals weergegeven in figuur 1 en 2 (esterbinding omcirkeld). Door de aanwezigheid van deze esterbindingen is PLA een polymeer dat eenvoudig (biologisch) afbreekbaar is. Het materiaal wordt daarom veel gebruikt in biomedische toepassingen (bijvoorbeeld hechtingen die vanzelf oplossen in het lichaam), maar ook ter vervanging van 'normale' polymeren om te voorkomen dat plastic afval zich blijft ophopen in het milieu. Een plastic bekertje gemaakt van PLA wordt 'buiten' binnen korte tijd volledig afgebroken tot wateroplosbare, onschadelijke degradatieproducten. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld een bekertje van polystyreen (PS), waarin de monomeereenheden verbonden zijn door de veel stabielere koolstof-koolstof bindingen (omcirkeld).

In dit experiment ga je onderzoeken hoe snel een bekertje van polymelkzuur degradeert in een warme, vochtige omgeving.



Figuur 1: Structuurformules van polymelkzuur (links) en polystyreen (rechts).



Figuur 2: Figuur 1: Structuurformules van polymelkzuur (links) en polystyreen (rechts) met de kenmerkende binding omcirkeld

Benodigdheden

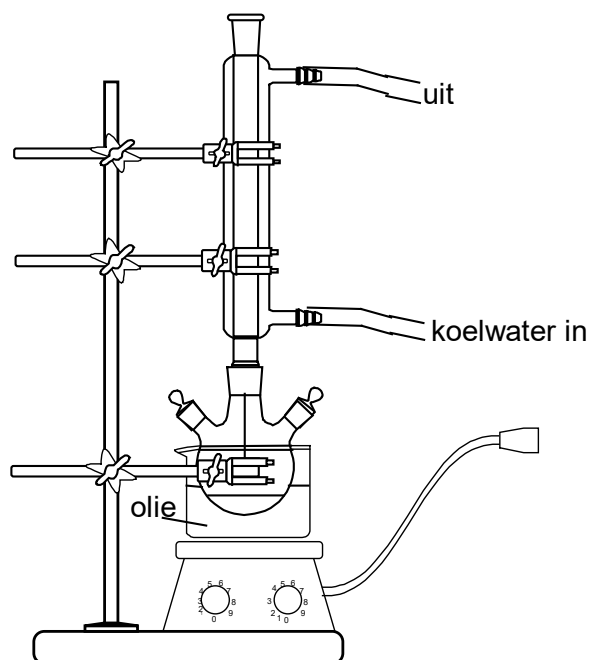
- Plastic bekertje van polymelkzuur (PLA) (<http://www.biofutura.nl/>)
- (Kraan)water
- 3-hals rondbodempkolf (100 ml) met 2 stoppen
- Refluxkoeler met slangen
- Kookplaatje (met temperatuurregelaar)
- Oliebad (alternatief: verwarmingsmantel)
- Statief, klemmen
- Kooksteentjes
- Maatcilinder (50 ml)
- Bekerglas (50 ml)
- Schaar
- Koperdraad (ongeveer 0,5 mm dikte)
- IJzer(III)chloride of ijzer(III)chloridehexahydraat
- Methylroodoplossing (1% in ethanol)
- Pipetten met speentje
- Laptop/computer met Coach6

En voor uitvoering 2 ook:

- CoachLab II+2 meetpaneel
- Vernier pH sensor (PH-BTA)
- 5 ml monsterpotjes of reageerbuizen die breed genoeg zijn voor de pH sensor

Uitvoering 1

Bouw een refluxopstelling zoals in figuur 3.



Figuur 3

Sluit de twee overgebleven halzen van de kolf af met de twee stoppen. Leid een stuk koperdraad door de koeler en bevestig deze aan de bovenkant. Zorg ervoor dat het andere einde van het koperdraad tot in de kolf reikt.

Vul de kolf met 50 ml water en voeg twee druppels methyloordoplossing en wat kooksteentjes toe.

Knip uit het PLA-bekertje een stukje plastic uit van ongeveer 2x2 cm en bevestig hieraan het uiteinde van het koperdraad. *Zorg ervoor dat het stukje PLA net boven het wateroppervlak hangt maar dit niet raakt.*

Verwarm het water tot het kookt. Zet het oliebadje hiervoor op ongeveer 120-130 °C. Vergeet niet het koelwater aan te zetten.

Controleer gedurende twee dagen de kleur van de indicator regelmatig en noteer deze in de tabel. Observeer ook eventuele veranderingen aan het stukje PLA of het water.

Laat de kolf na afloop afkoelen en haal het stukje PLA voorzichtig los. Vergelijk het materiaal met een stukje nieuw PLA.

Herhaal het experiment met een stukje polystyreen van ongeveer 2x2 cm.

Experiment met polymelkzuur		
Datum en tijd	Aantal uur reflux	Kleur indicator

Experiment met polystyreen		
Datum en tijd	Aantal uur reflux	Kleur indicator

Uitvoering 2

Sluit het Coachpaneel aan op de computer en start Coach6 op. Sluit de pH sensor aan op het paneel en maak vervolgens een nieuwe activiteit aan waarin je de pH waarde kunt aflezen.

Maak een ijzer(III)chloride oplossing door 0,5 gram FeCl_3 (of 8,3 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) op te lossen in 10 ml water. Let op: de ijzer(III)chloride oplossing is niet langer dan een paar dagen houdbaar.

Bouw een refluxopstelling zoals in figuur 3. Sluit de twee overgebleven halzen van de kolf af met de twee stoppen. Leid een stuk koperdraad door de koeler en bevestig deze aan de bovenkant. Zorg ervoor dat het andere einde van het koperdraad tot in de kolf reikt.

Vul de kolf met 50 ml water en voeg wat kooksteentjes toe.

Knip uit het PLA-bekertje een stukje plastic uit van ongeveer 2x2 cm en bevestig hieraan het uiteinde van het koperdraad. *Zorg ervoor dat het stukje PLA net boven het wateroppervlak hangt maar dit niet raakt.*

Verwarm het water tot het kookt. Zet het oliebadje hiervoor op ongeveer 120-130 °C. Vergeet niet het koelwater aan te zetten.

Neem nu gedurende twee dagen regelmatig (bijvoorbeeld om de 2 uur) twee even grote monsters van ongeveer een halve ml met een pipet. Neem ook nog een groter monster van 2-3 ml. **Pas op: het water is kokendheet!** Laat de monsters goed afkoelen tot kamertemperatuur. Meet van het 2-3 ml monster de pH met de pH sensor en giet het monster daarna terug in de kolf. Noteer de gemeten pH in in onderstaande tabel. Voeg aan de kleine monsters respectievelijk 1 druppel methyldroodoplossing en 1 druppel ijzer(III)chlorideoplossing toe. Noteer de kleur van de monsters+indicator in de tabel. Giet deze monsters **NIET** terug in de kolf.

Laat de kolf na afloop afkoelen en haal het stukje PLA voorzichtig los. Vergelijk het materiaal met een stukje nieuw PLA.

Experiment met polymelkzuur				
Datum en tijd	Aantal uur reflux	pH	Kleur monster met methylrood	Kleur monster met ijzer(III)chloride

Koffiecupjes hebben prijs

Met dank aan Bas van Genabeek voor het uitvoeren en uitwerken van het experiment.

De proef is gezien de materialen en duur niet geschikt voor klassikaal gebruik. Maar wel voor een demonstratie, praktische opdracht of als aanzet tot een profielwerkstuk.

Resultaten

Uitvoering 1

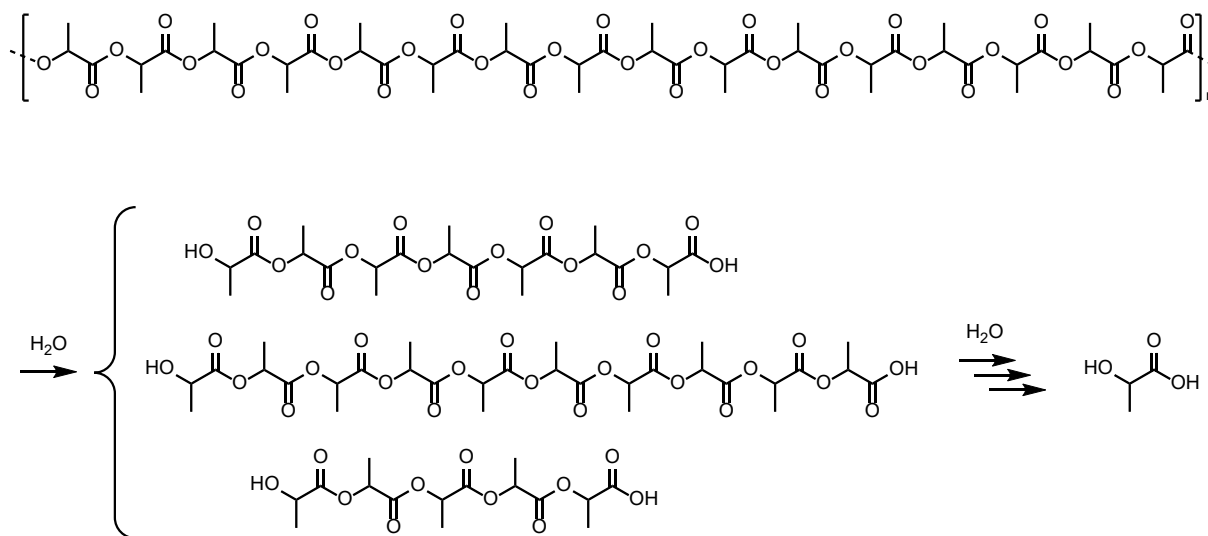
Het kokende water condenseert zowel in de koeler als op het stukje PLA. De druppels vallen vervolgens weer terug in het kokende water. In de tabel is de kleur van de methylroodindicator genoteerd voor de verschillende reactietijden.

Experiment met polymelkzuur		
Datum en tijd	Aantal uur reflux	Kleur methylrood indicator
26 sep – 8:00 h	0	Geel
26 sep – 11:00 h	3	Geel
26 sep – 14:00 h	6	Geel
26 sep – 17:00 h	9	Geel
27 sep – 8:00 h	24	Geel
27 sep – 11:00 h	27	Geel
27 sep – 14:00 h	30	Geel
27 sep – 17:00 h	33	Geel
28 sep – 8:00 h	48	Rood

Het duurt tussen de 33 en 48 uur voordat de kleur van de methylroodindicator omslaat van geel naar rood. Deze omslag geeft aan dat de pH van het water gedaald is tot onder 5 (het omslaggebied van methylrood ligt tussen 4,4 en 6,2). Deze daling van de pH is een indirecte indicatie voor de degradatie van het polymelkzuur. Als namelijk het PLA in contact komt met het (hete) gecondenseerde water, treedt hydrolyse op van de polymeerketens tot kleine brokstukken en uiteindelijk tot het monomeer melkzuur (zie figuur A). Zodra de brokstukken klein genoeg zijn, zullen deze oplossen in de waterdruppels en met deze druppels in het kokende water met de indicatoroplossing vallen. Door de vorming van melkzuur neemt het aantal vrije zuurgroepen enorm toe. Een voorbeeld: een polymeerketen bestaande uit 500 monomeereenheden heeft slechts 1 zuurgroep. Als deze keten volledig wordt gehydrolyseerd tot 500 melkzuur moleculen (met ieder 1 zuurgroep), dan is het aantal zuurgroepen 500-maal toegenomen. De toename van het aantal zuurgroepen in oplossing zorgt voor een daling van de pH en de omslag van de methylrood indicator. Bovendien zorgt de afbraak van de lange polymeerketens voor een grote vermindering van de sterkte van het PLA. Hierdoor is het overblijvende stukje folie na 48 uur zeer bros en kan eenvoudig tussen 2 vingers worden verkruid.

Wanneer het experiment wordt herhaald met polystyreen (PS), dan treedt zelfs na meerdere dagen geen verkleuring van de indicator. Bovendien is het stukje PS dat overblijft nog steeds even sterk als een ongebruikt stukje PS. Omdat de repeterende eenheden in PS door middel van koolstof-koolstof bindingen met elkaar verbonden zijn, kan hier geen hydrolyse of degradatie van het materiaal plaatsvinden.

Opmerking De tijd waarna de omslag van de pH en indicatoren zichtbaar is, is variabel. Afhankelijk van de grootte van het stuk PLA en, met name, hoe hard het water kookt, kan de omslag eerder of later plaatsvinden.



Figuur I: Hydrolyse van polymelkzuur via oligomeren naar melkzuur

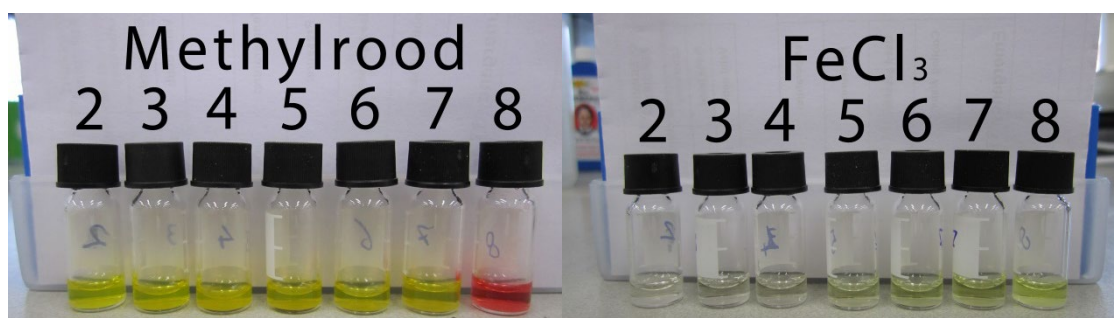
Uitvoering 2

In de tabel zijn de pH en kleur van de twee indicatoren genoteerd voor de verschillende reactietijden. In figuur II valt eveneens te zien hoe de kleuren van beide indicatoren veranderen in de loop van de tijd.

Experiment met polymelkzuur					
Monster	Datum en tijd	Aantal uur reflux	pH	Kleur monster met methylrood	Kleur monster met ijzer(III)chloride
1	1 sep – 8:30 h	0	7,7	Geel	Lichtgeel
2	1 sep – 11:30 h	3	8,2	Geel	Lichtgeel
3	1 sep – 14:30 h	6	8,3	Geel	Lichtgeel
4	1 sep – 16:30 h	8	8,1	Geel	Lichtgeel
5	1 sep – 8:00 h	23,5	8,2	Geel	Lichtgeel
6	2 sep – 11:00 h	26,5	7,7	Geel	Fel geel
7	2 sep – 14:00 h	29,5	7,0	Geel	Fel geel
8	2 sep – 17:00 h	32,3	4,5	Rood	Fel geel

Opvallend is dat gedurende de eerste uren de pH van het water toeneemt. Vermoedelijk is dit het gevolg van het oplossen van een kleine hoeveelheid glas in het water bij hoge temperatuur (dit zorgt voor een lichte stijging van de pH). Na ongeveer 26,5 uur begint de pH te dalen en na ruim 32 uur is de pH voldoende laag (4,5) om de kleur van de methyl indicator

om te laten slaan van geel naar rood. Zoals beschreven bij uitvoering 1, is dit het gevolg van de toename van de zuurgroepen door de hydrolyse van de PLA-polymeerketens. De aanwezigheid van melkzuur in het water kan ook worden aangetoond met een ijzer(III)chloride oplossing. Fe^{3+} ionen vormen met melkzuur een complex dat geel-groen gekleurd is. Een monster waarin 1 druppel FeCl_3 oplossing is toegevoegd is slechts licht geel gekleurd indien het geen melkzuur bevat. In de aanwezigheid van melkzuur treedt echter een felgele verkleuring op door de complexvorming. Zoals te zien valt in de tabel en de Figuur 3, treedt de verkleuring van de FeCl_3 indicator eerder op dan de omslag van de methylrood indicator (bij monster 5 is al een lichte verkleuring te zien). Dit geeft aan dat er ook voordat de pH significant begint te dalen al voldoende melkzuurmoleculen in het water opgelost zijn om met de FeCl_3 indicator een gekleurd complex ijzer(III)-lactaat complex ($\text{Fe}^{3+}(\text{CH}_3\text{CHOH-COO}^-)_3$ of $\text{Fe}^{3+}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-)_3$) te vormen.



Figuur II: Monsters 2-8 met methylroodindicator (links) en FeCl_3 indicator (rechts).

Opmerking: De tijd waarna de omslag van de pH en indicatoren zichtbaar is, kan variëren. Afhankelijk van de grootte van het stuk PLA en, met name, hoe hard het water kookt, kan de omslag eerder of later plaatsvinden.

Bron: deze proef is gebaseerd op het artikel: Harmsen D., e.a., 2013, Bioabbaubare Polymere, Hydrolytischer Abbau von Polymilchsäure-Folie, Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule, 62 (4), 30-33.

Volledig artikel 'Koffiecupjes hebben prijs': <http://www.stichtingpavo.nl/nieuws>

DRINKBAAR WATER

Klas	3hv
Subdomein	Stoffen en materialen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Scheidingsmethoden
Trefwoorden	Water zuiveren, destillatie
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

NRC Handelsblad, 12 september 2015

Drinkbaar water

Door Karel Knip

Een oude belofte eindelijk ingelost. In april 2001, toen hier voor het eerst werd gehoord op al die survivalgidsen die zo populair zijn, de *SAS Survival Guide* voorop, is aangekondigd dat het AW-team* *binnenkort* een trucje hoopte te bevestigen dat wél werkte. De meeste adviezen, proefjes en trucjes uit de *SAS Survival Guide* werken voor geen meter maar er was er één die het proberen waard leek. (...)

In het hoofdstuk over nijpend watergebrek geeft *SAS-instructor* John Wiseman de aspirant overlever aanwijzingen voor de zuivering van vuil water door middel van destillatie. Steek een buis of slang door de deksel van het vat waarin zich het vieze water bevindt, verhit dat vat op een vuur, en laat de waterdamp die aan het andere eind van de slang vrij komt condenseren in een afgesloten blikje dat in een waterbad koel wordt gehouden. Zo is zelfs van zeewater en urine weer drinkwater te maken.

Van AW-wege is deze opzet in december 2007 nagebootst met een fluitketel die zijn fluitgat kreeg afgesloten door een doorboorde kurk waarin een aquariumslang stak. De ketel werd op een gasfornuis fors aan de kook gebracht,

maar uit het slang-eind twee meter verderop ontsnapte slechts hete damp die in het opvangglas nauwelijks condenseren wilde. De koeling schiet tekort, was de conclusie. Afgelopen week is de proef herhaald met dezelfde fluitketel en hetzelfde fornuis maar een andere slang: langer en breder. De 'Polyform'-slang had een lengte van 4 meter en een binnendiameter van 5 mm. Hij liep, hier en daar door tape of touw omhoog gehouden, schuin naar beneden naar een metalen kampeerketeltje op de vloer. Een koelend waterbad ontbrak, de luchttemperatuur was 18 graden. Het losse deksel van het keteltje stond schuin op een kier zodat condenswater moeiteloos terug druppelde de ketel in.

En verdoemd: nu werkte het. Uit 250 ml leidingwater ontstond 185 ml destillaat, een opbrengst van 75 procent. De fluitketel stond op een uiterst laag pitje, het destilleren van die 250 ml duurde een vol uur, dat heeft zeker geholpen. Ook kreeg de koeling van de damp extra tijd doordat zich hier en daar in de lussen van de slang water ophoopte. De slang ledigde zich met tussenpozen in een intermitterend proces. Ten slotte kon het metalen keteltje zijn warmte ook beter kwijt dan destijds het glazen glas.(....)

* AW: *Alledaagse wetenschap*

De *SAS Survival Guide* levert vaak proefjes die niet werken. Journalist Karel Knip onderzocht twee keer de aanwijzingen van *SAS-Instructor* John Wiseman voor het zuiveren van vuil water.

1 Waarom zullen er in de *SAS Survival Guide* juist proeven over water staan?

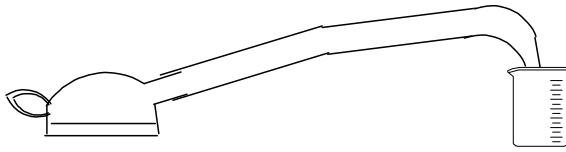
Er wordt een beschrijving gegeven hoe het AW-team twee tests heeft gedaan om uit vuil water zuiver water te maken.

2 Maak een tekening van de eerste proefopstelling, de het AW-team heeft getest, en licht de tekening toe met woorden uit de beschrijving van deze eerste test.

- 3 Waarom bracht deze proefopstelling niet het gewenste resultaat?
- 4 Na welke aanpassingen van de proefopstelling en de uitvoering van de proef kwam wel het gewenste resultaat?
- 5 Leg uit op welk principe de toegepaste methode van zuivering berust.
- 6 Laat via een berekening zien of de genoemde opbrengst van 75% juist is.

Drinkbaar water

- 1 Water is essentieel om in leven te blijven.
- 2



- 3 De koeler werkte niet goed genoeg.
- 4 De koelslang verlengen van 2 naar 4 meter. De fluitketel op een heel laag pitje zetten
- 5 Destillatie: berust op verschil in kookpunt.
- 6 Uit 250 mL water onstond 185 mL destillaat dus $\frac{185}{250} \times 100\% = 74\%$. Klopt dus vrij goed.

PLANEET VOL PEROXIDE

Versie 1

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reactie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Verbrandingen, beginstoffen-reactieproducten
Trefwoorden	Magnesiumperoxide
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Versie 2

Klas	4 v
Subdomein	Energie
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Energiediagram, activeringsenergie, elektronenstructuurformule
Trefwoorden	Magnesiumperoxide, reactievergelijkingen
Vaardigheidsvraag	informatiebewerkingsvraag

Versie 3

Klas	4 h,v
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Ionrooster, verhoudingsformule
Trefwoorden	Planeten, zouten
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag, informatiebewerkingsvraag

C2W, special Labtechnologie, 25 september 2015

PLANEET VOL PEROXIDE

Mineralogen kunnen op exoplaneten hun hart ophalen

Planeten die vanuit de verte op de Aarde lijken, kunnen chemisch zomaar heel anders zijn samengesteld. Misschien zitten ze wel vol magnesiumperoxide, suggereert een publicatie in *Scientific Reports*.

In onze aardmantel zijn magnesium en zuurstof eveneens de meest voorkomende elementen, maar daar vormen ze gewoon magnesiumoxide oftewel MgO . Dat oxide is uiterst stabiel, ook bij de hoge drukken en temperaturen die je binnenin een planeet mag verwachten.

Magnesiumperoxide oftewel MgO_2 is veel minder bekend. In het lab kun je het synthetiseren uit magnesium en een grote overmaat zuurstof. Maar het is thermodynamisch instabiel: als je bij atmosferische druk de temperatuur verhoogt tot boven de 650 K, ontleeft het spontaan tot MgO en O_2 .

Het vermoeden bestond al dat MgO_2 bij zeer hoge druk wél stabiel zou kunnen zijn, en onderzoekers van het Carnegie Institution in Washington DC hebben het nu experimenteel bevestigd. Ze persten MgO en O_2 samen tussen twee stukken diamant, terwijl ze het verhitten met een laser. Met röntgendiffractie en Ramanspectrometrie kon worden bevestigd dat boven 2.150 K en 96 GPa inderdaad MgO_2 ontstaat.

In het inwendige van een rotsachtige planeet haal je die waarden gemakkelijk. De onderzoekers stellen daarom dat verre planeten inderdaad vol MgO_2 kunnen zitten, als er extreem veel zuurstof aanwezig was op het moment dat het zonnestelsel in kwestie ontstond.

En dat het zuurstofgehalte van zonnestelsels lang niet constant is, is al eerder door waarnemingen bevestigd.

Wat voor consequenties het heeft, is overigens niet duidelijk. De auteurs brengen het vooral als waarschuwing dat je heel erg moet uitkijken wanneer je van hier uit probeert te voorspellen hoe zo'n verre planeet chemisch in elkaar zit.

Versie 1

Op onze aarde is magnesiumoxide uit magnesium en zuurstof gevormd. Op exoplaneten wellicht magnesiumperoxide.

- 1 Noteer de reactievergelijking voor de vorming van magnesiumoxide op aarde.
- 2 Wat voor type reactie is dit?
- 3 Is de vorming van magnesiumoxide een exotherme of een endotherme reactie?
- 4 Welke omstandigheid zouden op een exoplaneet aanwezig moeten zijn geweest zodat magnesiumperoxide zich kon vormen?
- 5 Noteer de reactievergelijking voor de vorming van magnesiumperoxide.
- 6 Noteer de reactievergelijking voor de ontleding van magnesiumperoxide bij atmosferische druk en een temperatuur van 650 °C.
- 7 Leg uit of de onderzoekers nu zeker weten of er op exoplaneten magnesiumperoxide aanwezig is.

Versie 2

Op onze aarde is magnesiumoxide uit magnesium en zuurstof gevormd. Op exoplaneten wellicht magnesiumperoxide.

- 1 Noteer de formules van de ionen waaruit magnesiumoxide en magnesiumperoxide zijn opgebouwd.
- 2 Teken de elektronenstructuurformule van het peroxide-ion.

Magnesiumoxide

De vorming van magnesiumoxide is een exotherme reactie.

- 3 Omschrijf een proefje met magnesium en zuurstof (klas 3) waarbij je uit de waarnemingen kunt afleiden dat de reactie exotherm is. Noteer ook die waarnemingen.
- 4 Teken het energiediagram van de reactie van magnesium met zuurstof.

Magnesiumperoxide

- 5 Welke stof zou in ruime mate aanwezig moeten zijn geweest op een exoplaneet zodat magnesiumperoxide zich kan vormen?
- 6 Noteer de reactievergelijking voor de vorming van magnesiumperoxide op een exoplaneet.
- 7 Noteer de reactievergelijking voor de ontleding van magnesiumperoxide bij atmosferische druk en een temperatuur van 650 °C.

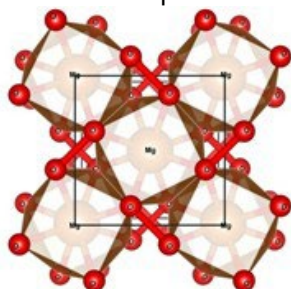
De ontleding van magnesiumperoxide is een endotherme reactie.

- 8 Teken het energiediagram voor de ontleding van magnesiumperoxide bij atmosferische druk en een temperatuur van 650 °C.
- 9 Leg uit waardoor deze ontleding bij kamertemperatuur en normale druk niet plaats vindt.

Planeet vol peroxide

Mineralogen kunnen op exoplaneten hun hart ophalen

Planeten die vanuit de verte op de Aarde lijken, kunnen chemisch zomaar heel anders zijn samengesteld. Misschien zitten ze wel vol magnesiumperoxide, suggereert een publicatie in Scientific Reports.



Kristalstructuur van magnesiumperoxide. (Copyright: Sergey Lobanov)

In onze aardmantel zijn magnesium en zuurstof eveneens de meest voorkomende elementen, maar daar vormen ze gewoon magnesiumoxide oftewel MgO. Dat oxide is uiterst stabiel, ook bij de hoge drukken en temperaturen die je binnenin een planeet mag verwachten.

Magnesiumperoxide oftewel MgO₂ is veel minder bekend. In het lab kun je het synthetiseren uit magnesium en een grote overmaat zuurstof. Maar het is thermodynamisch instabiel: als je bij atmosferische druk de temperatuur verhoogt tot boven de 650 K, ontleedt het spontaan tot MgO en O₂.

Het vermoeden bestond al dat MgO₂ bij zeer hoge druk wél stabiel zou kunnen zijn, en onderzoekers van het Carnegie Institution in Washington DC hebben het nu experimenteel bevestigd. Ze persten MgO en O₂ samen tussen twee stukken diamant, terwijl ze het verhitten met een laser. Met röntgendiffractie en Ramanspectrometrie kon worden bevestigd dat boven 2.150 K en 96 GPa inderdaad MgO₂ ontstaat.

In het inwendige van een rotsachtige planeet haal je die waarden gemakkelijk. De onderzoekers stellen daarom dat verre planeten inderdaad vol MgO₂ kunnen zitten, als er extreem veel zuurstof aanwezig was op het moment dat het zonnestelsel in kwestie ontstond.

En dat het zuurstofgehalte van zonnestelsels lang niet constant is, is al eerder door waarnemingen bevestigd.

Wat voor consequenties het heeft, is overigens niet duidelijk. De auteurs brengen het vooral als waarschuwing dat je heel erg moet uitkijken wanneer je van hier uit probeert te voorspellen hoe zo'n verre planeet chemisch in elkaar zit.

bron: Carnegie Institution

Op aarde wordt er volgens het artikel vast MgO gevormd uit zuurstof en magnesium.

- 1 Geef de reactievergelijking voor de vorming van MgO(s) uit zuurstof en magnesium. Vermeld tevens de fasen.

Magnesiumperoxide, MgO₂(s), bevat niet dezelfde ionen als MgO(s).

- 2 Leg uit dat magnesiumperoxide niet dezelfde zuurstofionen kan bevatten als magnesiumoxide.

Magnesiumperoxide bestaat uit gewone magnesiumionen en één ander ion.

- 3 Beredeneer wat de formule van dat andere ion moet zijn.

Boven een bepaalde temperatuur ontleedt magnesiumperoxide volgens het artikel.

- 4 Geef de reactievergelijking van deze ontleding, vermeld tevens de fasen.

- 5 Leg uit waarom volgens het artikel op sommige planeten het magnesiumperoxide toch kan bestaan.

De bouw van het magnesiumperoxide is voor mineralogen interessant. Met behulp van de genoemde Ramanspectometrie en röntgendiffractie hebben de onderzoekers de bouw, zoals in de tekening voorgesteld, gevonden. De bouw van een stof hangt af het type verbinding.

- 6 Tot welke groep stoffen hoort magnesiumperoxide?

- 7 Leg uit wat voor type rooster deze stof zal hebben.

Het magnesiumperoxide wordt gevormd uit magnesium en zuurstof.

- 8 Teken de structuurformule van een zuurstof molecuul.

Het artikel geeft niet duidelijk aan of men heeft gevonden dat er zich op planeten magnesiumperoxide bevindt of dat men heeft aangetoond dat magnesiumperoxide kan ontstaan bij grote hoeveelheden zuurstof en kan blijven bestaan bij hoge druk.

- 9 Leg uit welke van deze mogelijkheden het artikel bedoelt. Geef aan hoe je dat uit het artikel hebt afgeleid.

De eerste regels van het artikel zijn (te) vaag.

- 10 Schrijf een inleiding van het artikel waarin de vraagstelling duidelijker uit de verf komt.

Planeet vol peroxide

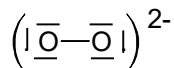
Versie 1

- 1 $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$
- 2 Verbranding (oxidatie).
- 3 Een exotherme reactie (een verbranding is exotherm).
- 4 Een overmaat zuurstof aanwezig.
- 5 $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}_2$
- 6 $2 \text{MgO}_2 \rightarrow 2 \text{MgO} + \text{O}_2$
- 7 Nee, ze kunnen alleen voorspellingen doen op basis van de proeven hier op aarde.

Versie 2

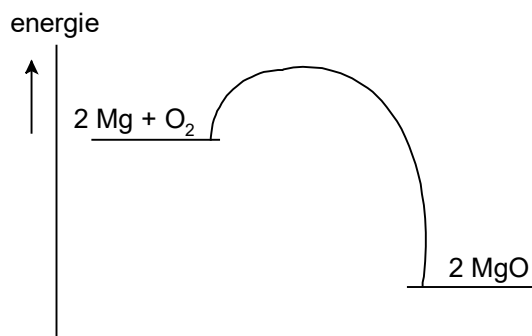
- 1 Magnesiumoxide: Mg^{2+} en O^{2-} ; Magnesiumperoxide: Mg^{2+} en O_2^{2-} .

2



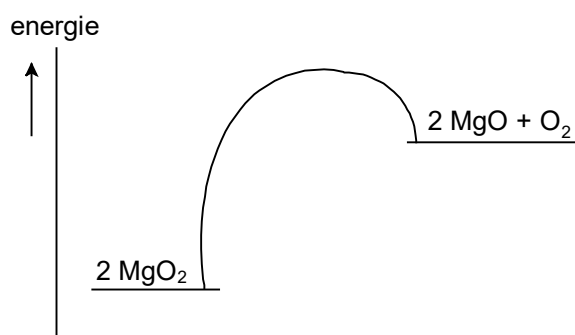
- 3 Je neemt een stukje magnesiumlint, uiterlijk beetje glimmend, grijs. Je houdt dat stukje magnesiumlint in een vlam. Het stukje magnesiumlint ontbrandt met een felle (witte) vlam. Dit duidt op een exotherme reactie. Je houdt een witte stof over.

4



- 5 Overmaat zuurstof.
- 6 $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}_2$
- 7 $\text{MgO}_2 \rightarrow 2 \text{MgO} + \text{O}_2$

8



- 9 De activeringsenergie zal te hoog zijn om te overwinnen.

Versie 3

- 1 $2 \text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{MgO(s)}$
- 2 Wanneer er twee O^{2-} ionen zouden zijn, moet het magnesium Mg^{4+} ionen hebben. Deze bestaan niet.
- 3 Mg^{2+} , dus ook $2-$ voor het negatieve ion. Dat moet dan O_2^{2-} zijn.
- 4 $2 \text{MgO}_2(\text{s}) \rightarrow 2 \text{MgO(s)} + \text{O}_2(\text{g})$
- 5 Bij zeer hoge druk kan het MgO_2 toch bestaan. In het binnenste van planeten wordt deze druk makkelijk gehaald.

- 6 Zouten
- 7 Ionrooster, want in het rooster van een zout zijn positieve en negatieve ionen aanwezig.
- 8 $O=O$
- 9 Ze hebben op aarde aangetoond dat magnesiumperoxide bij hoge druk kan blijven bestaan. En leiden daaruit af dat het op planeten zou kunnen bestaan. Dit blijkt uit het woordje misschien in de tweede zin.
- 10 Bij voorbeeld: het is interessant om te weten uit welke stoffen planeten zijn opgebouwd. Als ze vanuit de verte op aarde lijken, kun je niet direct aannemen dat deze planeten ook dezelfde stoffen bevatten als de aarde. Daarom heeft men onderzocht of bij de omstandigheden op deze planeten naast MgO ook MgO_2 kan bestaan.

KOESTER ONZE GASCENTRALES

Klas	5 h/v
Subdomein	Energie, Duurzaamheid
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Energie-omzettingen, brandstoffen en duurzaamheid, duurzaamheid elektrische energie, uitspraken duurzaamheid
Trefwoorden	Zonne-energie, windenergie, opslag overtollige energie
Vaardigheidsvraag	Informatie-begripsvraag, informatie-bewerkingsvraag

<https://www.deingenieur.nl/artikel/koester-onze-gascentrales>, oktober 2015

KOESTER ONZE GASCENTRALES

Nederland is prima in staat om met zon en wind in onze energiebehoefte te voorzien, maar dat kan alleen door in de zomer het overschot aan elektriciteit te gebruiken om gas te maken, waarmee we in de winter elektriciteit produceren. Die gascentrales zijn in een duurzame energievoorziening dus essentieel. Dat stelt hoogleraar Fokko Mulder in een interview in het oktobernummer van De Ingenieur.

Om zicht te krijgen op de energietoekomst koos Mulder de normen die de Europese landen met elkaar hebben vastgelegd als startpunt: de uitstoot van CO₂ moet in 2030 met 40 % omlaag en in 2050 met 80 tot 95 %. 'Dat lukt alleen als we het merendeel van onze energie met zon en wind produceren.'

Punt is alleen dat zon en wind niet continu produceren. Er is het dag-nachtverschil, maar daar nog wel wat aan te doen. Met een thuisaccu kan iemand overdag voldoende produceren om ook 's avonds licht te hebben. Het zomer-winterverschil is veel lastiger te overbruggen. 'Uit simulaties blijkt dat gemiddeld over Europa de opbrengst tussen zomer en winter al gauw een factor twee scheelt. We moeten dus zorgen dat we in de zomer voldoende overschot hebben om daarmee de energiebehoefte in de winter aan te vullen.' Er is dus grootschalige opslag nodig. Mulder vergelijkt die met onze strategische olievoorraad. 'In 2050 hebben we drie keer zo veel nodig.'

Voor opslag is de omzetting van de met zon en wind opgewekte elektriciteit in waterstofgas de meest aangewezen route. 'Met waterstof kunnen we allerlei andere stoffen maken, bijvoorbeeld gas, brandstoffen en ammoniak.' Dat gas is onderdeel van de reservevoorraad die 's winters kan worden aangesproken om de elektriciteitsproductie aan te vullen.

'We hebben de gascentrales die nu in de mottenballen staan tegen die tijd dus heel hard nodig, dus we moeten zorgen dat die behouden blijven en niet worden ontmanteld.' Veel van de modernste, pas gebouwde gascentrales staan nu stil omdat het goedkoper is elektriciteit met kolen te produceren.

In de publicatie in De Ingenieur doet Mulder nog enkele andere opvallende uitspraken. Zijn simulaties maken duidelijk dat het idee om de schommelingen in de productie weg te nemen door de aanleg van een soort supergrid in Europa, niet werkt. 'We hadden dat supergrid wel nodig om regionale fluctuaties uit te middelen, maar het seizoensverschil heffen we er niet mee op.' Ook vraagsturing helpt volgens hem niet. 'Voor het dag-nachtverschil kun je er ver mee komen, het is geen probleem om de vriezer overdag aan te zetten als er veel zonne-energie is en hem 's avond uit te laten. Maar op een termijn van zes maanden werkt die vraagaanpassing niet.'

Verder onderstreept hij dat er financieringsmechanismen nodig zijn die ervoor zorgen dat degene

die energie opslaat er ook aan kan verdienen. 'Ons huidige marktmodel zit zo niet in elkaar, dat moet dus veranderen.'

Mulder voorziet dat de energiekosten zullen stijgen. 'Maar dat gebeurt toch, ook als we aan fossiele energie vasthouden. Men gaat niet fraccen of diepzee en arctisch boren omdat het zo goedkoop is. De tijd van de goedkope olie en gas is voorbij, dat moet je los zien van de huidige prijsschommelingen. Die zijn hooguit tijdelijk.'

Vooraf milieu-organisaties pleiten voor het sluiten van gasgestookte elektriciteitscentrales, omdat hierbij veel te veel koolstofdioxide vrijkomt. Duurzamere vormen van energie moeten het stokje overnemen. Zon en wind moeten in Nederland in de energiebehoefte gaan voorzien. Maar daarbij is volgens het artikel wel een groot probleem te signaleren.

1 Omschrijf dit probleem.

Er zijn ook andere mogelijkheden voor duurzame energie dan zon en wind.

- 2 Noem nog twee vormen van duurzame energie.
- 3 Geef voor deze genoemde vormen aan of ze continu voorradig kunnen zijn.
- 4 Geef aan hoe deze twee vormen van duurzame energie de koolstofdioxide uitstoot verlagen.

In het artikel staat: *'Met waterstof kunnen we allerlei andere stoffen maken, bijvoorbeeld gas, brandstoffen en ammoniak.'*

In deze zin staat niet duidelijk wat de functie van het waterstofgas is met betrekking tot duurzame energie. Wat bedoelen ze precies met het gas? Heeft ammoniak iets te maken met duurzame energie? Enzovoorts.

- 5 Herschrijf deze zin zodat duidelijker wordt wat je met waterstofgas kunt doen met betrekking tot duurzame energie.

Mulder doet de uitspraak dat de gascentrales moeten worden gekoesterd.

- 6 Leg uit hoe hij tot deze conclusie komt.

De benodigde hoeveelheden energie worden vaak in EJ, exajoule weergegeven. De E in EJ staat voor exa, 10^{18} . In het oorspronkelijke artikel van Mulder staan kwantitatieve gegevens over energieproductie. In de periode 2010- 2013 is de toename van energieproductie wereldwijd 32 EJ, dit is een toename van 6,5 %. De productie van duurzame energie is in diezelfde periode toegenomen met 8 EJ, dit is een toename van 1,6 %.

- 7 Bereken hoeveel procent van de toename van het energieverbruik wordt gecompenseerd door de groei van duurzame energie.
- 8 Leg uit of dit betekent dat de situatie steeds beter of juist steeds slechter wordt, wat betreft duurzaamheid.

De aanleg van een supergrid, een supernetwerk, heeft volgens Mulder ook geen zin. Deze supergrid zou zich moeten uitstrekken over West-Europa en Noord-Afrika.

- 9 Leg uit waarom zo'n supergrid niet zoveel zin heeft.

Koester onze gascentrales

- 1 Overdag wordt veel meer energie geproduceerd dan 's nachts. 's Zomers wordt veel meer energie geproduceerd dan 's winters. Het is dus nodig om voorraden aan te leggen om de verschillen op te vangen.
- 2 Geothermische energie, Hydro-energie enz.
- 3 De aardwarmte is door reacties in de aardkern vrijwel onbeperkt voorradig. Hydro-energie wordt opgewekt door stromend water. Hopelijk blijft dit ook onbeperkt aanwezig.
- 4 Beide vormen berusten niet op de verbanding van koolstofhoudende brandstoffen en produceren geen $\text{CO}_2(\text{g})$.
- 5 De duurzaam geproduceerde elektrische energie kun je gebruiken om water te elektrolyseren tot $\text{H}_2(\text{g})$ en $\text{O}_2(\text{g})$. Je kunt het $\text{H}_2(\text{g})$ als voorraad aanleggen om later te gebruiken om energie te leveren. Je kunt ook H_2 gebruiken om brandstoffen als $\text{CH}_4(\text{g})$, maar ook benzine te produceren.
N.B.: Uit het artikel blijkt niet waarom NH_3 belangrijk zou kunnen zijn. Je kunt NH_3 produceren uit het H_2 en er een voorraad van aanleggen. De energie zit dan opgeslagen als chemische energie.
- 6 Als je de overtollige energie opslaat als H_2 of andere brandstof, kun je deze brandstoffen 's winters weer gebruiken in de gascentrales. Deze liggen dan 's zomers stil en in de winter worden ze gebruikt.
- 7 Er is slechts een toename van 8 EJ van duurzame energie tegenover een toename van 32 EJ in de energie productie. Dit is dus $8/32 \cdot 100 = 25 \%$.
- 8 Dit betekent dat de situatie eigenlijk steeds meer verslechtert. De toename van de energiebehoefte is groter dan de toename van het percentage duurzame energie.
- 9 Binnen dit gebied is overal tegelijkertijd overschot of tekort. Het is in dit hele gebied ongeveer tegelijkertijd dag en tegelijkertijd zomer en winter.

Artikel: <https://www.deingenieur.nl/artikel/koester-onze-gascentrales>

CHLOORVRIJ ROOD IS NIET LELIJK

Klas	5v
Subdomein	Deeltjesmodellen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Verhoudingsformules, structuurformules
Trefwoorden	Strontiummonohydroxide, formuletaal, naamgeving, PVC, 5-AT, aroma
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, 25 september 2015

CHLOORVRIJ ROOD IS NIET LELIJK

Strontiummonohydroxide brandt net zo mooi rood als strontiumchloride. Dat opent perspectieven voor chloorvrij vuurwerk, melden onderzoekers van het Amerikaanse leger in *Angewandte Chemie*. Dat gasvormige SrOH moet je laten ontstaan tijdens de verbranding van $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ in de vuurwerkmix. Door daar tevens 5-amino-1H-tetrazool (5-AT) aan toe te voegen, een raketbrandstof die ook wordt gebruikt als gasgenerator in airbags, voorkom je de vorming van SrO, dat een meer oranje-achtige vlam oplevert. Met hexamethyleentetramine (hexamine, E239) lukt het eveneens, en ongetwijfeld zijn er nog meer bruikbare verbindingen te vinden. Tot nu toe is de rode kleur gecreëerd door

de mix te verrijken met de kunststof PVC, waardoor in de vlam SrCl ontstaat. Maar dat levert als bijproduct allerlei ge-chloreerde aromaten op, waarvan er een paar kankerverwekkend zijn. Vooral bij legeroefeningen, waarbij soldaten frequent de rook van rode fakkels inademen, is dat een punt van zorg. (AD)



Nieuwe chemie voor vuurwerkmakers.

Voor de rode kleur van vuurwerk is niet langer strontiumchloride nodig want strontiummonohydroxide brandt net zo mooi rood als strontiumchloride.

- 1 Leg uit aan de hand van de plaats in het periodiek systeem welke ionlading een strontiumion in een zout zal hebben.
- 2 Geef de formule van strontiumchloride.

De naam strontiummonohydroxide is een beetje vreemd.

- 3 Wat klopt er niet aan deze naam, lettend op de regels voor de naamgeving van zouten?

In het artikel geeft men voor strontiummonohydroxide de formule SrOH.

- 4 Wat klopt er niet aan deze formule?

In werkelijkheid blijkt strontiummonohydroxide een zout met de systematische naam strontiumhydridehydroxide.

- 5 Geef de formule van strontiumhydridehydroxide.
- 6 Leg uit dat dit eigenlijk een dubbelzout is.

Door gebruik te maken van de verbinding met de afkorting 5-AT voorkom je de vorming van SrO .

- 7 Geef de naam van SrO .

De verbinding 5-AT heeft als molecuulformule CH_3N_5 . Het molecuul van 5-AT heeft een vijfring van stikstofatomen en een koolstofatoom met één aminozijtak ($-\text{NH}_2$).

- 8 Teken de structuurformule van 5-AT.
- 9 Teken ook de Lewisstructuur van 5-AT.

Tot nu toe creëerde men de gewenste rode kleur door pvc (polyvinylchloride) toe te voegen aan het vuurwerk.

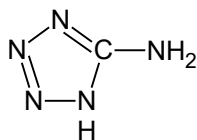
- 10 Welk zout ontstaat dan in de vlam?
- 11 Leg uit wat je opvalt als je naar de formule van deze verbinding in het artikel kijkt.

Nadeel van gebruik van pvc is de vorming van gechloreerde aromaten.

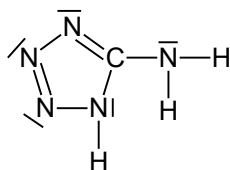
- 12 Teken een gechloreerde aromaatsysteem en geef de systematische naam van je getekende aromaatsysteem.
- 13 Waarom is men op zoek gegaan naar een alternatief voor het gebruik van pvc?

Chloorvrij rood is niet lelijk

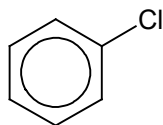
- 1 Strontium staat in groep 2 van het periodiek systeem en zal dus de lading 2+ hebben.
- 2 SrCl_2 .
- 3 Het toevoegsel mono mag niet bij zouten.
- 4 SrOH : dat zou betekenen dat het strontiumion 1+ als lading zou hebben en dat klopt niet.
- 5 SrHOH met als ladingen Sr^{2+} , H^- en OH^- .
- 6 Je hebt twee soorten negatieve ionen, dus eigenlijk heb je strontiumhydride en strontiumhydroxide.
- 7 Strontiumoxide.
- 8



9



- 10 Strontiumchloride, formule in artikel: SrCl .
- 11 Foute formule want het strontiumion is 2+ geladen dus het zou SrCl_2 moeten zijn.
- 12



chloorbenzeen

- 13 Het gebruik van pvc "levert als bijproduct allerlei gechloreerde aromaten op waarvan er een paar kankerverwekkend zijn".

KOBALT REDUCEERT CO₂

Klas	5v
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Redox
Trefwoorden	Organokobalt, CO ₂ , CO, broeikasgas
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, 25 september 2015

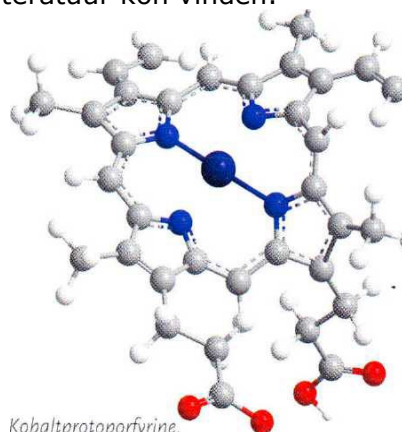
KOBALT REDUCEERT CO₂

Aan kathode gebonden porfyrene stimuleert reductie broeikasgas.

Met een organokobaltverbinding op een grafietelektrode verloopt de elektrochemische omzetting van CO₂ verrassend efficiënt. Het zou een relatief goedkope manier kunnen opleveren om aan broeikasgasreductie te doen, suggereren Marc Koper en collega's van de Universiteit Leiden in *Nature Communications*.

Ze bouwen kobaltionen in een protoporfyrine, een structuur die ook in de natuur dient als omlijsting van metaalionen. Als je een elektrode van pyrolytisch grafiet in een oplossing van dit kobaltprotoporfyrine dompelt, hecht het zich vanzelf aan het oppervlak. Eerder onderzoek suggereert dat het een monolaag vormt, waarbij de moleculen plat op de ondergrond liggen.

Met deze combinatie als kathode heb je slechts 0,5 V overpotentiaal nodig om CO₂ te reduceren. Er ontstaat vooral CO; een klein deel wordt verder gereduceerd tot HCOOH of CH₄. Volgens Koper werkt het zeker zo efficiënt als alle eerdere katalysatoren op porfyrenebasis die hij in de literatuur kon vinden.



Nog steeds wordt gezocht naar methoden voor de omzetting van het broeikasgas CO₂. Onderzoekers Marc Koper en collega's ontdekten dat een organokobaltverbinding op een grafietelektrode zorgt voor een omzetting van de CO₂.

- 1 Welke functie heeft de organokobaltverbinding hierbij?

Het CO₂ wordt bij een overpotentiaal van 0,5 V omgezet in CO en HCOOH of CH₄.

- 2 Leg uit dat voor de vorming van HCOOH of CH₄ naast CO₂ nog een andere stof nodig is.
- 3 Leg uit welke andere stof dat zal zijn.

Bij de omzetting aan de elektroden spelen elektronen een rol.

- 4 Geef de halfreactie van de omzetting van CO₂ in CO.

5 Laat via een reactievergelijking zien hoe uit CO dan HCOOH ontstaat.

Uit HCOOH kan CH₄ ontstaan.

6 Geef de halfreactie waarbij uit HCOOH de CH₄ ontstaat.

Omzetting van CO₂ helpt mee om het versterkt broeikaseffect te verminderen.

7 Welke eis stelt dit aan de elektriciteit die voor de elektrochemische omzetting nodig is?

Kobalt reduceert CO₂

- 1 Deze dient als katalysator.
- 2 Er is zeker ook een stof nodig die H-atomen levert.
- 3 Dat zal water zijn.
- 4 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{CO} + 2 \text{OH}^-$.
- 5 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH}$.
- 6 $\text{HCOOH} + 4 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{e}^- \rightarrow \text{CH}_4 + 6 \text{OH}^-$.
- 7 Dat deze zonder belasting van het milieu wordt geproduceerd. Dat hierbij geen CO₂ vrijkomt.