

DA VINCI-BRUG VAN IJS

Versie 1

Klas	4 hv
Subdomein	Bindingen, structuur en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Composiet,
Trefwoorden	Pykrete, brosheid, vezels, hout, papier
Vaardigheidsvraag	Informatieverwerkingsvraag

Versie 2

Klas	3,4 hv
Subdomein	Vaardigheden
Vaardigheid	Onderzoeken
Specificaties	Verwerken resultaten, conclusie
Trefwoorden	Pykrete, brosheid, vezels, hout, papier
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag, conclusievraag

Versie 1

<http://delta.tudelft.nl/>, 7 mei 2015

IJsbrug met 50 meter vrije overspanning

Een internationale groep studenten onder leiding van de TU Eindhoven gaat komende winter in Finland een brug bouwen van ijs versterkt met papiervezel. De honderd meter lange brug, die gebaseerd is op een ontwerp van Leonardo da Vinci, krijgt een vrije overspanning van vijftig meter. Dat is de grootste vrije overspanning ooit van een ijsconstructie. (...)

Een impressie van hoe de ijsbrug er uit gaat zien (TU Eindhoven).



De studenten bouwen de brug van ijs versterkt met papiervezel. Dat materiaal wordt pykrete genoemd.

- 1 Leg uit dat het materiaal pykrete dat de studenten bij de bouw van de brug gebruiken een composiet is.

De brug wordt in Finland in de winter gebouwd.

- 2 Leg uit waarom de groep studenten op die plek en in dat seizoen de brug bouwen.

Op internetsites in Amerika kom je over composieten de volgende uitspraken tegen: "one and one is new" en "one and one is more than two".

3 Licht beide uitspraken toe.

In de literatuur over composieten van ijs en papiervezel wordt vaak gewezen op de vrij sterke binding die tussen watermoleculen en moleculen in de papiervezels kan optreden. In papiervezels is veel cellulose (zie Binas tabel 67 F3) aanwezig.

4 Leg uit welke type binding tussen watermoleculen en cellulosemoleculen hiermee bedoeld wordt.

Bruggen worden vaak van beton gemaakt. Pykrete wordt wel eens vergeleken met beton. Men kan pykrete makkelijker onderhouden (in koude streken) dan beton. Men doet dat met water.

5 Wat is een nadeel van het verwerken van water tot ijs/pykrete ten opzichte van het werken met beton?

Versie 2

www.tue.nl, 21 april 2015

TU/e-team bouwt Da Vinci-brug van ijs met 50 meter vrije overspanning

Een impressie van hoe de ijsbrug er uit gaat zien.



Een internationale groep studenten onder leiding van de TU Eindhoven gaat komende winter in Finland een brug bouwen van ijs versterkt met papiervezel. De honderd meter lange brug, die gebaseerd is op een ontwerp van Leonardo da Vinci, krijgt een vrije overspanning van 50 meter. Dat is de grootste vrije overspanning ooit van een ijsconstructie. Als het lukt, verslaan ze het wereldrecord dat een groep TU/e-studenten in 2014 vestigde met een ijskoepel van 30 meter. De presentatie van de plannen is donderdagavond.
(.....)

Leonardo da Vinci

“Het wordt een ranke, lange brug, en dat is constructief een nieuwe uitdaging”, vertelt projectleider en TU/e-docent Arno Pronk over het project. “Er zijn al eens bruggen van 15 meter gemaakt, maar zo groot als dit, nog nooit.” De brug is gebaseerd op een ontwerp dat Leonardo da Vinci maakte voor een brug

over de Bosporus – die overigens nooit is gerealiseerd. De volledige naam van het project is dan ook Da Vinci's Bridge in Ice. De ijsbrug heeft hetzelfde constructieprincipe als de brug van Da Vinci: de gehele constructie ondervindt alleen drukbelasting. Wanneer de brug klaar is, mogen voetgangers eroverheen. Constructief kan de brug dat makkelijk hebben, weet Pronk. "Er moet qua gewicht in ieder geval een auto overheen kunnen."

Toepassing

Pronk en de twee studenten die het project samen met hem trekken, Roel Koekkoek en Thijs van de Nieuwenhof, willen laten zien dat pykrete een prima bouw materiaal is voor tijdelijke constructies. Pronk: "Met pykrete kun je slanke, veilige en goedkope tijdelijke constructies maken. Bijvoorbeeld voor tijdelijke wegen in arctische gebieden, evenementen of ijshotels."

24 uur per dag

De brug wordt gemaakt door in dunne laagjes water en sneeuw te spuiten op een grote opgeblazen mal, en dat te laten bevriezen. Ze spuiten telkens eerst een laagje sneeuw, en daarover een laagje water, met daarin tien procent papiervezels. Die mix trekt direct in de sneeuw, waarna het geheel bevriest. Door de toevoeging van vezels is het materiaal drie keer zo sterk als normaal ijs, en bovendien veel taaier. De bouwers gaan in de vrieskou 24 uur per dag werken, in ploegendienst. Bij lange werkonderbrekingen zou namelijk de apparatuur bevriezen.

(....)

Meer informatie staat op Facebook, www.facebook.com/bridgeinice

De brug wordt gemaakt uit het materiaal pykrete. Men gebruikt in dit geval ijs met daarin papiervezels. Pykrete wordt ook wel gemaakt met houtzaagsel of houtkrullen.

Je gaat in deze proef zelf pykrete maken en testen.

Uitvoering 1

Benodigheden voor het maken van pykrete

- papiervezels of houtzaagsel, houtwol, houtvezels; er zijn verschillende afmetingen van het materiaal mogelijk
- water
- maatcilinder 100 mL
- spatel of lepel
- balans (één decimaal)
- vijf identieke plastic bakjes (bijvoorbeeld bakjes die je voor de diepvriezer gebruikt), afmetingen bijvoorbeeld $l \times b \times h = 7 \text{ cm} \times 7 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$
- watervaste viltstift
- diepvriezer
- bril

Pykrete blokken maken

- Schrijf op een van de vijf plastic bakjes de letter A.
- Schrijf op de andere bakjes respectievelijk B, C, D en E.
- Maak in elk bakje het mengsel zoals aangegeven staat in onderstaande tabel

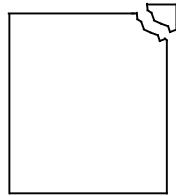
<i>Bakje</i>	<i>Massa water (g) of volume water in mL</i>	<i>Massa vezels (g)</i>
A	100	0
B	95	5
C	90	10
D	85	15
E	80	20

- Zet de bakjes met de mengsels goed horizontaal in de diepvriezer, zodat de laag in alle bakjes overal even dik wordt.
- Laat de bakjes ongeveer 8 uur in de diepvriezer staan.

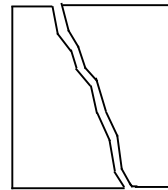
Testen van de blokken

Je gaat de blokken die je gemaakt hebt testen door ze op de grond te laten vallen en te kijken na hoeveel keer vallen ze kapot breken

Ga er bij de testen van het blok ijs (A) en de blokken pykrete (B t/m E) van uit dat een breuk als in afbeelding I niet geldt als kapot en een breuk als in afbeelding II wel geldt als kapot:



afbeelding I



afbeelding II

- Draag een bril in verband met wegspringende stukjes materiaal

- Neem het blok ijs uit het bakje A en laat het blok van een hoogte van 30 cm op een harde ondergrond vallen. Let op dat je het blok alleen maar loslaat en geen extra snelheid meegeeft.
- als het blok niet direct in twee flinke stukken breekt, herhaal dan de val steeds opnieuw van dezelfde hoogte. Noteer in onderstaande tabel het aantal keer vallen dat nodig is om het blok ijs in twee flinke stukken te laten breken.
- Herhaal de valproef met de blokken pykrete uit de bakjes B tot en met E.
- Noteer in onderstaande tabel voor elk blok het aantal keer vallen dat nodig is om het blok pykrete in twee flinke stukken te laten breken.

<i>Blok</i>	<i>Aantal vallen</i>
A	
B	
C	
D	
E	

- Verwerk je gegevens in een grafiek (bijvoorbeeld met Excel)
- Noteer je conclusie.

Uitvoering 2

Benodigdheden voor het maken van pykrete

- papiervezels of houtzaagsel, houtwol, houtvezels; er zijn verschillende afmetingen van het materiaal mogelijk
- water
- maatcilinder 100 mL
- spatel of lepel
- balans (één decimaal)
- vijf identieke plastic bakjes (bijvoorbeeld bakjes die je voor de diepvriezer gebruikt), afmetingen bijvoorbeeld lang en smal l x b x h = 12 cm x 4 cm x 5 cm

- twee stenen of blokken van gelijke dikte
- gewichten
- watervaste viltstift
- diepvriezer
- bril

Pykrete

- *Draag een bril.*

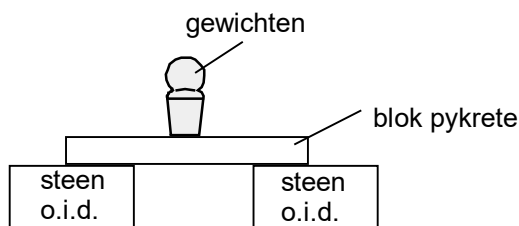
- Schrijf op een van de vijf plastic bakjes de letter A.
- Schrijf op de andere bakjes respectievelijk B, C, D en E.
- Maak in elk bakje het mengsel zoals aangegeven staat in de volgende tabel

<i>Bakje</i>	<i>Massa water (g) of volume water in mL</i>	<i>Massa vezels (g)</i>
A	100	0
B	95	5
C	90	10
D	85	15
E	80	20

- Zet de bakjes met de mengsels goed horizontaal in de diepvriezer, zodat de laag in alle bakjes overal even dik wordt.
- Laat de bakjes ongeveer 8 uur in de diepvriezer staan.

Testen van de blokken

- Plaats de twee stenen/blokken zover uit elkaar dat deze het stuk pykrete kunnen ondersteunen.
- Leg het blok pykrete op de stenen/blokken
- Plaats de gewichten voorzichtig op het blok pykrete



- Noteer in onderstaande kolom bij welke massa het blok breekt.

<i>Bakje</i>	<i>Massa (kg)</i>
A	
B	
C	
D	
E	

- Verwerk je gegevens in een grafiek (bijvoorbeeld met Excel).
- Noteer je conclusie.

Da Vinci-brug van ijs

Volledige artikel versie 1:

<http://delta.tudelft.nl/artikel/ijsbrug-met-50-meter-vrije-overspanning/29895>

Volledig artikel versie 2: <https://www.tue.nl/universiteit/nieuws-en-pers/nieuws/21-04-2015-tue-team-bouwt-da-vinci-brug-van-ijs-met-50-meter-vrije-overspanning/>

Introfilm die u kunt gebruiken:

<http://www.discovery.com/tv-shows/mythbusters/about-this-show/what-is-pykrete/>

Weetjes

- De eigenschappen van dit composietmateriaal werden ontdekt door enkele onderzoekers van de Polytechnische Universiteit van New York en grondiger onderzocht door Max Perutz. Geoffrey Pyke van de Royal Navy stelde tijdens de Tweede Wereldoorlog voor het te gebruiken voor het maken van een groot, onzinkbaar vliegdekschip, eigenlijk meer een drijvend eiland dan een schip. Het werd het Project Habakkuk genoemd.
- "Tijdens de Tweede Wereldoorlog hebben de geallieerden het materiaal gebruikt om een meer bij Stalingrad te versterken zodat vliegtuigen erop konden landen. Daarna is pykrete nauwelijks meer toegepast."

Versie 1

- 1 Een composiet is een materiaal dat is opgebouwd uit verschillende componenten. De matrix is hier ijs, het papier levert de vezels die voor versterking zorgen.
- 2 Om de brug van pykrete te kunnen maken en in stand te houden, heb je gedurende langere tijd een temperatuur flink beneden het vriespunt nodig. In de winter heb je daar in Finland grote kans op.
- 3 "One and one is new": door het mengen van ijs en vezels is een nieuw materiaal ontstaan. "One and one is more than two": de eigenschappen van het pykrete zijn beter dan die van ijs en papier (vezels) apart.
- 4 Waterstofbruggen door de aanwezige OH groepen in zowel watermoleculen als cellulosemoleculen.
- 5 Het ijs/pykrete neemt een groter volume in dan het water dat je gebruikt. Het zet dus uit wanneer het bevriest. Bij de vorming van beton vindt geen volumevergroting plaats.

Versie 2

Opmerkingen:

- met name uitvoering 1 kunnen leerlingen ook thuis uitvoeren
- de hoeveelheid mengsels voor A t/m E is afhankelijk van de grootte van het bakje.
- de tijd in de diepvriezer is afhankelijk van de temperatuur in de diepvriezer en van de grootte van de blokken die gemaakt worden
- Gebruikt houtschaafsel in experimenten met onderstaande resultaten:



Toelichting keuze hoogte uitvoering 1

Te grote valhoogtes geven geen onderscheid in de resultaten. Daarom is gekozen voor de valhoogte van 30 cm

Bij een hoogte van **100 cm**:

<i>Blok</i>	<i>Aantal vallen</i>
A	1
B	1
C	3
D	3
E	3

Bij een hoogte van **50 cm**:

<i>Blok</i>	<i>Aantal vallen</i>
A	1
B	2
C	3
D	3
E	6

Bij een hoogte van **30 cm**:

<i>Blok</i>	<i>Aantal vallen</i>
A	1
B	2
C	11
D	14
E	22

Duplo:

<i>Blok</i>	<i>Aantal vallen</i>
A	1
B	2
C	14
D	21
E	34

Belasting van de balken bij uitvoering 2

Afhankelijk van het soort materiaal, de verdelingsgraad van het materiaal en de dikte van de pykrete blokken kan de benodigde massa van de gewichten oplopen tot 50-60 kg.

Als u geen gewichten heeft die compact zijn kunt u wellicht beter het pykrete tussen twee tafels leggen, een brede band om het pykrete hangen en daar bijvoorbeeld een emmer aan hangen waarin u de gewichten plaatst.

Variaties

U kunt het onderzoek ook op andere manieren insteken:

- in dit voorbeeld: variabele is het massapercentage vezels
- variabele: grootte van de stukjes vezels, snippers, zaagsel et cetera
- variabele: soorten vezels (papier (soorten), katoen, houtsnippers)

Tips voor ander onderzoek:

- Zie: http://agpa.uakron.edu/p16/module-print.php?id=one_plus_one. Leerlingen doen hier onderzoek aan een zelfgemaakt ijshockey puck van pykrete.

GROENE PETFLES UIT AFVALHOUT

Klas	5hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Polymeren
Trefwoorden	PET, polycondensatie, groene chemie, pyrolyse, MEG, tereftaalzuur, aroma
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, april 2015

De huidige pet-flessen zijn voor ongeveer een kwart biologisch



Groene petfles uit afvalhout

Eind dit jaar starten Cumapol uit Emmen en BioBTX uit Groningen op pilot-plantschaal met de productie van 100 procent biogebaseerd pet (polyethyleentereftalaat) voor onder meer frisdrankflessen. De eerste grammen van het materiaal werden half maart gepresenteerd op het Biobased Business Event in Emmen, maar volgend jaar moeten er al enkele honderden kilo's zijn geproduceerd.

"De grondstof die voor bio-pet wordt gebruikt is afvalhout", vertelt Marco Brons, directeur van Cumapol, een afkorting van *custom made polymers*. "Onze partner BioBTX in Groningen is erin geslaagd om hout via pyrolyse (verhitten zonder zuurstof) om te zetten in benzeen, toluen en xyleen, vandaar BTX. Het product is identiek aan zijn fossiele broertje, dus je kunt het als 'drop in' gebruiken; je hoeft niets te veranderen aan je installaties. Je kunt het dus ook omzetten in paraxyleen en vandaar ben je met enkele stappen bij dimethyltereftaalzuur."

Om er pet van te maken moet dimethyltereftaalzuur reageren met bio-MEG (mono-ethyleenglycol), dat Cumapol nu nog importeert uit India. "In de toekomst willen we lokaal geproduceerde reststromen gebruiken", aldus Brons. "De productie van bio-MEG zou prima passen bij de bedrijvigheid in bijvoorbeeld Delfzijl."

Volgens Brons is er een grote markt voor groene kunststoffen, groot genoeg in ieder geval voor bio-pet en voor de 'groene' fles van Avantium gebaseerd op PEF (polyethyleenfuranaat). "Grote bedrijven zoals Coca-Cola en Pepsi Cola willen binnen nu en vijf jaar klimaatneutraal opereren. De huidige petflessen zijn voor ongeveer een kwart biologisch, met ons biologische tereftaalzuur kunnen ze 100 procent groen worden

PET-flessen worden in de frisdrankindustrie heel veel gebruikt. Het polymeer PET wordt via polycondensatie gevormd uit de monomeren ethaan-1,2-diol en benzeen-1,4-dicarbonzuur.

- 1 Geef de structuurformules van deze beide monomeren.
- 2 Wat wordt bedoeld met polycondensatie?
- 3 Teken de repeterende eenheid van het PET-molecuul.

Twee bedrijven gaan binnenkort samen "*biogebaseerd*" PET produceren.

- 4 Waarom spreekt men hier van biogebaseerd PET en niet van PET?

Bio BTX

Uit houtafval worden via pyrolyse diverse aromaten gevormd door het bedrijf BioBTX.

- 5 Wat versta je onder pyrolyse?
- 6 Welk type reactie treedt er op bij pyrolyse?
- 7 Welke aromaten worden er gevormd?
- 8 Geef de structuurformules van de aromaten die gevormd worden.

Cumapol

Bij het bedrijf Cumapol wordt verder gewerkt met de stof paraxyleen. De eerste stap is de oxidatie van paraxyleen tot benzeen-1,4-dicarbonzuur.

- 9 Geef de structuurformule en systematische naam van paraxyleen (zie Binas).
- 10 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van paraxyleen in benzeen-1,4-dicarbonzuur in structuurformules weer.

De tweede stap is de omzetting van benzeen-1,4-dicarbonzuur in dimethyltereftalaat (het artikel noemt dit dimethyltereftaalzuur). Tereftaalzuur is de triviale naam voor benzeen-1,4-dicarbonzuur.

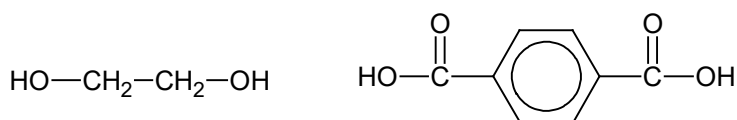
- 11 Geef de vergelijking van deze reactie in structuurformules weer.

Dimethyltereftaalzuur kan daarna met MEG reageren tot groene PET.

- 12 Geef de structuurformule en systematische naam van MEG.
- 13 Waarom wordt het product *groene* PET genoemd?
- 14 Waarom is groen produceren zo'n hot item in de chemische industrie?

Groene PETfles uit afvalhout.

1

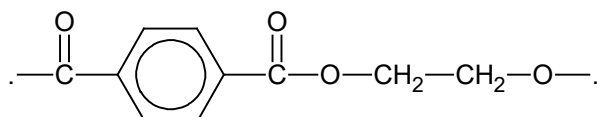


ethaan-1,2-diol

benzeen-1,4-dicarbonzuur

2 Polymerisatie onder afsplitsing van een klein molecuul.

3



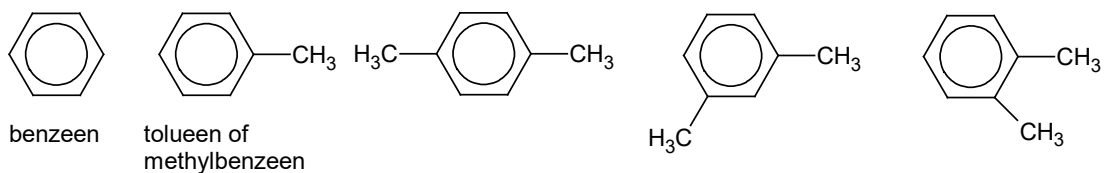
4 De grondstoffen voor de PET zijn niet afkomstig van aardolie, maar uit hernieuwbare grondstoffen.

5 Sterke verhitting van een materiaal in afwezigheid van zuurstof.

6 Thermolyse, ontleding door verwarming/verhitting.

7 Benzeen, toluen en xylenen.

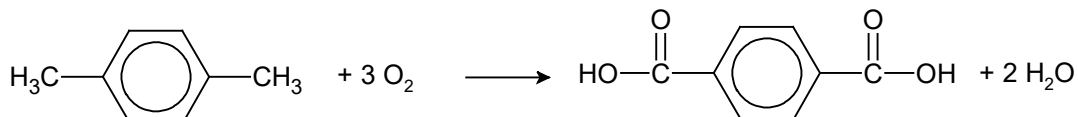
8



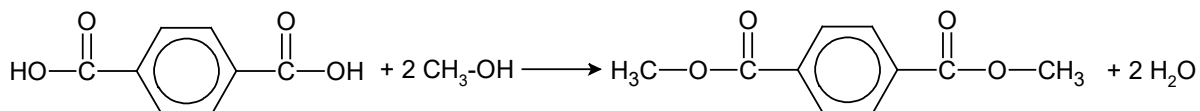
9



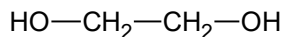
10



11



12



13 Het wordt gevormd uit biologisch materiaal (houtafval), dus geen belasting van het milieu door gebruik van producten uit aardolie.

14 Groen produceren wordt door de overheid steeds meer opgelegd om het gebruik van hernieuwbare grondstoffen te stimuleren.

EENEIIGE TWEELINGEN UIT ELKAAR HOUDEN? VERHIT HUN DNA

Klas	4 hv, 5,6 v
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen; reactiekinetiek
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Stofeigenschappen
Trefwoorden	Waterstofbruggen, smelttemperatuur, reactiemechanisme, nucleofiel
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

<http://www.kijkmagazine.nl/>, 28 april 2015

Eeneiige tweelingen uit elkaar houden? Verhit hun DNA



Amerikaanse wetenschappers hebben een simpelere methode ontwikkeld om het DNA van eeneiige tweelingen uit elkaar te houden.

Zes vrouwen uit Marseille werden tussen 2012 en 2013 op een soortgelijke manier aangerand. Het DNA dat de dader achterliet, kwam overeen met dat van de 24-jarige Elwin, maar ook met dat van zijn tweelingbroer Yohan. Om te achterhalen wie van de twee de aanrader was, zou een tijdrovende dna-test van een miljoen euro moeten worden uitgevoerd. Amerikaanse wetenschappers hebben nu een simpelere methode ontwikkeld.

Het genetische materiaal van een eeneiige tweeling verschilt naarmate de broers of zussen ouder worden. Er ontstaan andere mutaties in hun DNA door verschillende levensstijlen. Methylgroepen zijn hier verantwoordelijk voor; deze chemische groepen hechten aan genen en zorgen ervoor dat ze anders tot expressie worden gebracht. Om deze subtiele verschillen te vinden, moeten onderzoekers vaak het hele genoom afspeuren.

Verhitten

De Amerikaanse wetenschappers pakten het nu anders aan. Allereerst namen ze wangslim van vijf tweelingen. Het DNA dat ze hieruit haalden, werd verhit totdat de waterstofbruggen, die het genetisch materiaal bij elkaar houden, braken. Deze hitte wordt de smelttemperatuur genoemd. Hoe meer waterstofbruggen aanwezig zijn, hoe hoger de vereiste temperatuur om ze te breken.

“Dit betekent ook dat deze smelttemperatuur verschilt wanneer een stuk DNA van de ene persoon meer methylgroepen [en dus meer waterstofbruggen] bevat dan van de andere”, legt hoofdonderzoeker Graham Williams uit in een persbericht. “Dit verschil kan worden gemeten.” Door gebruik te maken van deze techniek kan in een paar uurtjes worden achterhaald wie van de identieke tweeling de dader is.

Nog niet perfect

Helaas is de techniek nog niet perfect. Zo werkt het proces niet bij tweelingen die dezelfde levensstijl hebben en moet er voldoende DNA-materiaal zijn gevonden op de crime scene. Maar de wetenschap zit criminele tweelingen op de hielen.

Bronnen: Analytical biochemistry, University of Huddersfield, New Scientist

Bij eeneiige tweelingen verschilt het DNA toch een heel klein beetje. Amerikaanse wetenschappers hebben een eenvoudiger methode ontwikkeld om het DNA van eeneiige tweelingen te kunnen onderscheiden.

- 1 Leg uit wat het voordeel is van de nieuwe methode.

De kern van het onderzoek is een verschil in smeltpunt. In het artikel staat "Deze hitte wordt de smeltemperatuur genoemd". In deze zin staan twee grootheden.

- 2 Leg uit of je deze twee grootheden gelijk mag stellen aan elkaar.

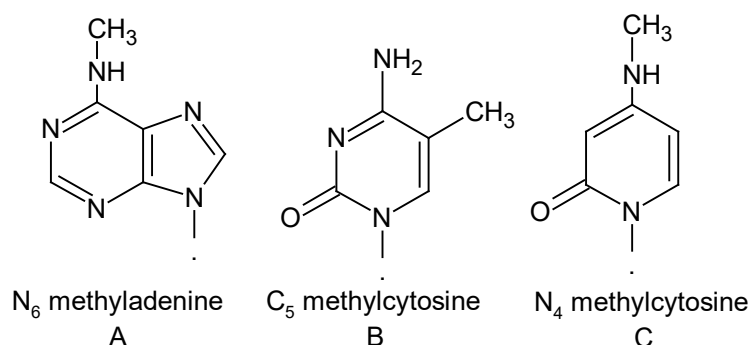
In het vervolg staat " *Hoe meer waterstofbruggen aanwezig zijn, hoe hoger de vereiste temperatuur om ze te breken.*"

- 3 Leg uit waarom bij meer waterstofbruggen een hogere temperatuur nodig is om ze te breken.

"Dit betekent ook dat deze smeltemperatuur verschilt wanneer een stuk DNA van de ene persoon meer methylgroepen [en dus meer waterstofbruggen] bevat dan van de andere".

- 4 Leg uit of deze zin volledig juist is of dat er onjuistheden in zitten. Licht je antwoord toe.

De methylering vindt in DNA plaats bij de basen adenine en cytosine. Methylering betekent dat een waterstofatoom in een molecuul vervangen wordt door een methylgroep (-CH₃). De mogelijke methyleringsproducten van adenine en cytosine staan weergegeven in figuur 1.



Figuur 1

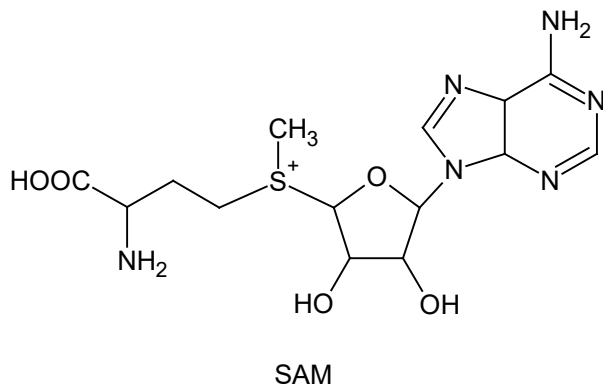
- 5 Leg uit welke methyleringsproducten invloed hebben op het aantal waterstofbruggen

Extra methylgroepen betekent een grotere molecuulmassa, wat weer een gevolg heeft voor de sterkte van de vanderwaalsbinding.

- 6 Verwacht je een hoger of lager smeltpunt door de methylering? Licht je antwoord toe.

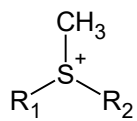
Het mechanisme van de methylering

S-Adenosyl Methionine (of SAM, voor zijn vrienden, zie figuur 2) zorgt voor de methylering. De basen in DNA bijvoorbeeld worden gemethyleerd tijdens het ouder worden. De reactie wordt gekatalyseerd door "methyltransferases".



Figuur 2

In figuur 3 staat een vereenvoudigde weergave van SAM.

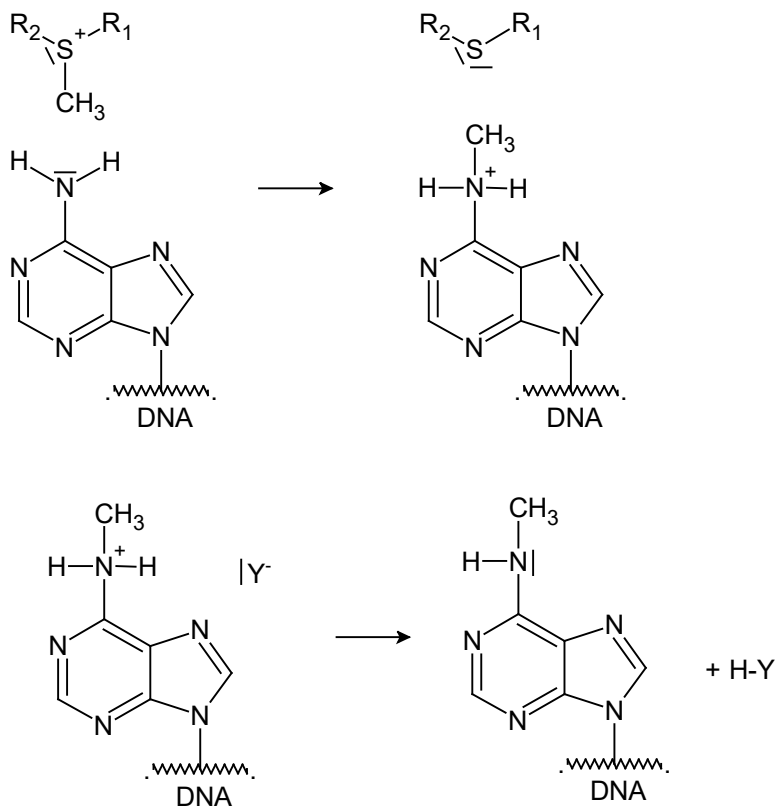


Figuur 3

Methylering adenine

De methylering van de adeninegroep in het DNA waarbij een N₆-methyladeninegroep wordt gevormd, staat in figuur 4 weergegeven.

In deze figuur is de verplaatsing van de elektronen(paren) niet getekend.



Figuur 4

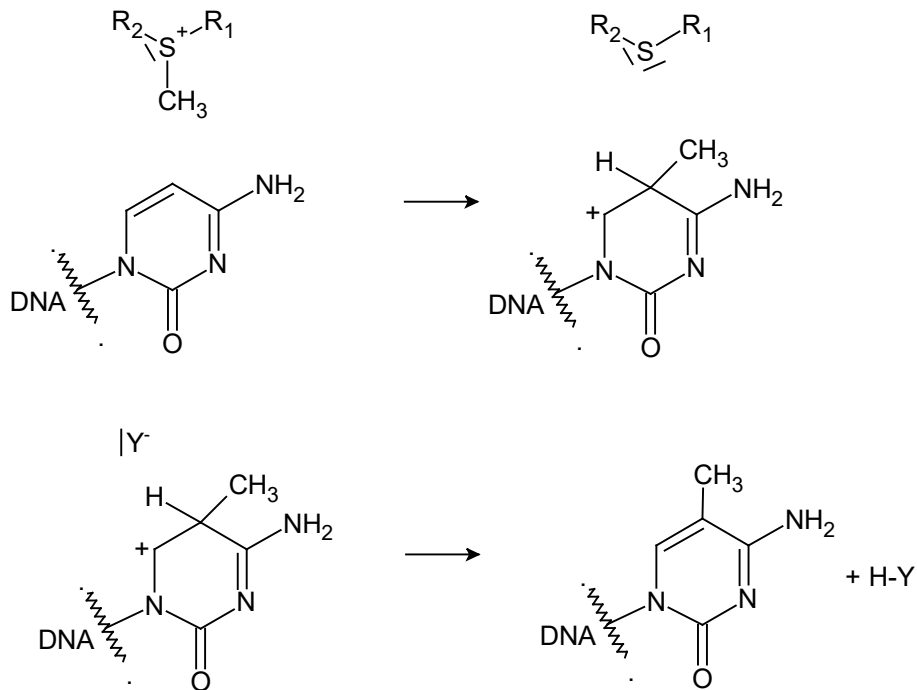
- 7 In de bijlage staat figuur 4 nogmaals afgebeeld. Geef in deze figuur de verplaatsing van de elektronen(paren) duidelijk met pijlen aan.

De eerste stap in de methylering van adenine is een nucleofiele substitutie reactie.

- 8 Leg uit wat hier het nucleofiel is.

Methylering van cytosine

De methylering van de cytosine groep in het DNA waarbij een C₅-methylcytosinegroep gevormd wordt, staat afgebeeld in figuur 5.

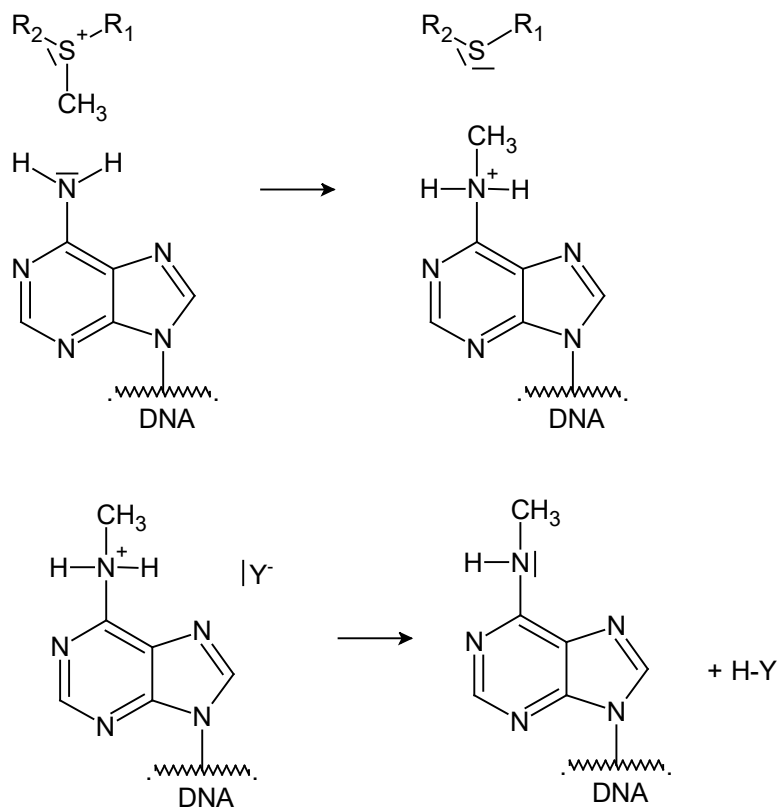


Figuur 5

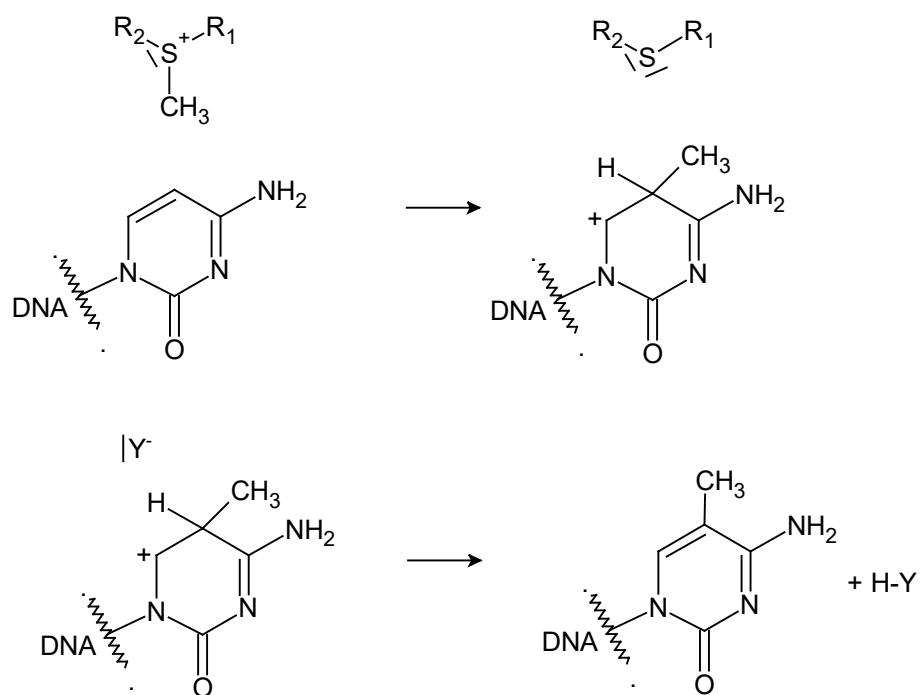
- 9 In de bijlage staat figuur 5 nogmaals afgebeeld. Geef in deze figuur de verplaatsing van de elektronen(paren) duidelijk met pijlen aan.

Bijlage

Antwoord op vraag 6:



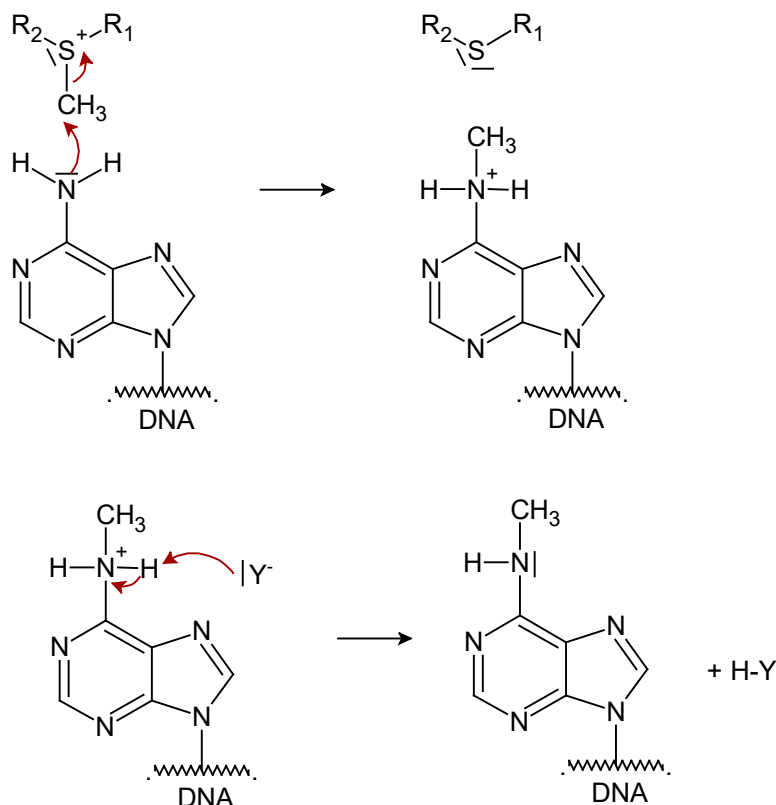
Antwoord op vraag 8:



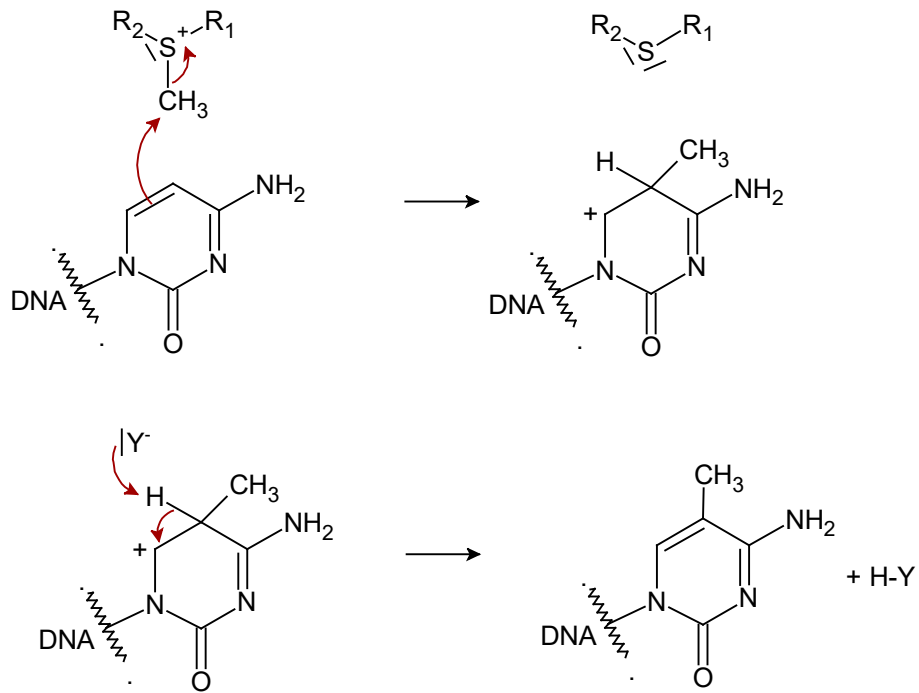
Eeneïge tweelingen uit elkaar houden? Verhit hun DNA

- 1 Men heeft geen tijdrovende en dus dure test meer nodig.
- 2 Hitte kun je zien als warmte, dat is een andere grootte dan temperatuur. Je mag ze dus niet gelijk stellen aan elkaar.
- 3 Meer waterstofbruggen, betekent meer krachten tussen de moleculen, dus meer energie nodig om ze te verbreken. Dit betekent een hogere smelttemperatuur.
- 4 Een methylgroep kan geen waterstofbruggen vormen. Dit kan alleen bij een OH-groep en een NH-groep. Het tekstfragment [en dus meer waterstofbruggen] in de zin uit het artikel moet zijn [en dus *minder* waterstofbruggen].
- 5 In A en C is een H van de NH₂ groep vervangen door een methylgroep. Daar vindt dus geen waterstofbrugvorming meer plaats. Dus bij A en C minder waterstofbruggen.
- 6 Waterstofbruggen zijn veel sterker dan vanderwaalsbindingen dus verwachting is verlaging van het smeltpunt.

7



- 8 Het nucleofiel is hier het stikstofatoom (uit de adenine) met het vrije elektronenpaar.



Opmerking

Vraag 1 t/m 6 is bruikbaar in klas 4. Vraag 7 t/m 9, afhankelijk van de lesmethode, in klas 5,6 vwo

Artikel:

<http://www.kijkmagazine.nl/nieuws/eeneiige-tweelingen-uit-elkaar-houden-verhit-hun-dna/>

BIOPLASTICS IN MELKPAKKEN FRIESLANDCAMPINA

Klas	5 hv, 6 v
Subdomein	Industriële processen en Groene chemie; Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Processen en duurzaamheid
Trefwoorden	Organische reacties, initiatie, propagatie, generaties grondstoffen, radicaal, biobased
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag, argumentenvraag

<http://www.agro-chemie.nl/>, 4 mei 2015

BIOPLASTICS IN MELKPAKKEN FRIESLANDCAMPINA



Berndt Kodden (FrieslandCampina Nederland) overhandigt het eerste biobased melkpak aan Jacqueline Cramer (hoogleraar duurzaam innoveren Universiteit Utrecht)

De dagverse melk en karnemelk van FrieslandCampina hebben vanaf juni 2015 een biobased verpakking. Zowel de dop als de coating aan de binnenkant zijn gemaakt van bioplastics (polyethyleen) uit organisch restmateriaal.



Voor de ontwikkeling van het nieuwe melkpak werkt de zuivelgigant samen met Elopak. Het karton van het pak was al hernieuwbaar en nu zijn ook bioplastics toegevoegd. Dankzij deze toevoeging is de CO₂-uitstoot van het melkpak volgens FrieslandCampina met twintig procent verlaagd. De verpakking is volledig recyclebaar.

De komende anderhalf jaar krijgen ook andere zuivelproducten van FrieslandCampina een biobased verpakking.

Bioplastics worden steeds meer toegepast. Twee zuivelproducten van FrieslandCampina krijgen nu ook een zogenaamde biobased verpakking.

1 Licht de term biobased toe.

In het artikel 'FrieslandCampina stapt over op biobased verpakkingen' (bron: <https://www.nom.nl>) staat "Oude verpakkingen waren gemaakt met aardolie als grondstof."

2 Leg uit waarom men op zoek gaat naar alternatieven voor aardolie als grondstof voor bijvoorbeeld de productie van polyetheen.

Polyetheen wordt gemaakt uit etheen.

- 3 Geef de reactievergelijking van de polymerisatie van etheen tot polyetheen in structuurformules. Teken in het stukje polymeer minimaal vier monomeereenheden.
- 4 Leg uit of het voor de eigenschappen van de kunststof polyetheen uitmaakt of je uitgaat van etheen gemaakt uit aardolieproducten of uit organisch restmateriaal.

Polyetheen uit aardolie

Productie van etheen

De productie van etheen vindt plaats door het stoomkraken van ethaan, LPG (propaan/butaan-mengsel), nafta's, gasolie en wassen. Dit zijn mengsels van koolwaterstoffen met een kookpunt tussen 30°C en 200°C afkomstig van de destillatie van aardolie, gasolie of zelfs hoogmoleculaire wassen. In een stoomkraker (*steam cracker*) worden deze koolwaterstoffen gemengd met stoom en gedurende korte tijd (0,1 tot 0,5 seconde) blootgesteld aan een zeer hoge temperatuur (tot 875°C). De koolwaterstoffen breken daardoor op in kleinere moleculen, waarvan de voornaamste de onverzadigde koolwaterstoffen etheen, propheen, buteen en 1,3-butadien zijn. Deze worden dan van elkaar gescheiden in een opeenvolging van destillatietorens en andere chemische bewerkingen.

Bron: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Etheen>

Van ethaan naar etheen

Het proces van ethaan naar etheen, ook wel thermische dehydrogenering genoemd, verloopt via een aantal stappen met radicalen:

Initiatie: verloopt via openbreken van de C-C-binding in ethaan, waardoor twee methylradicalen ontstaan

Propagatie:

- het methylradicaal reageert met ethaan waarbij methaan en een ethylradicaal ontstaan.
- het ethylradicaal splitst in etheen en een waterstofradicaal
- het waterstofradicaal reageert met ethaan, waarbij waterstof, H₂, en een ethylradicaal ontstaan

Terminatie: twee radicalen reageren met elkaar.

- 5 Geef de initiatiestap en de propagatiestappen zoals hierboven beschreven staan in structuurformules weer.
- 6 Welk type polymerisatie treedt op bij de polymerisatie van etheen tot polyetheen?

Polyetheen uit organisch restafval

Dop van frituurvet op melkpak FrieslandCampina

FrieslandCampina gaat vanaf juni 2015 voor alle melk en karnemelk in Nederland biobased drankverpakkingen gebruiken. Met een coating en een dop op basis van onder meer frituurvet, wordt de CO₂-footprint 20 procent lager. (...)

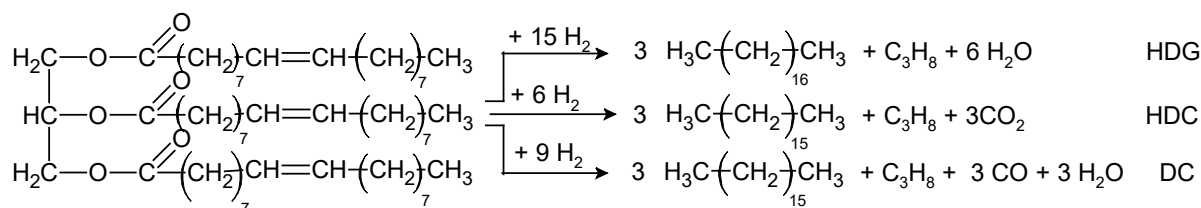
Frituurvetten

Het plastic van de dop en de coating wordt vervangen door plastic gemaakt van gecertificeerd organische reststromen die afkomstig zijn van Sabc. Het gaat dan om grondstofrestproducten uit de natuur, zoals frituurvetten, dus niet om landbouwproducten als maïs. FrieslandCampina werkt voor het nieuwe pak samen met Elopak.

Bron: <http://www.evmi.nl/mensen-en-bedrijven/dop-van-frituurvet-op-melkpak-frieslandcampina/>, 30 april 2015

- 7 Leg uit waardoor de CO₂-footprint lager uitkomt bij het gebruik van een coating en dop op basis van bijvoorbeeld frituurvet.

Uit frituurvet kan men rechtstreeks alkanen maken door bijvoorbeeld hydro-oxygenatie (HDO), hydrodecarboxylatie (HDC) en decarbonylatie (DC). In figuur 1 staat weergegeven welke producten daarbij ontstaan.



Figuur 1

- 8 Geef de naam van het proces dat men zal gebruiken voor het produceren van etheen uit bijvoorbeeld CH₃-(CH₂)₁₆-CH₃. Licht je antwoord met een reactievergelijking toe.

FrieslandCampina stapt over op biobased verpakkingen

Zuivelproducent FrieslandCampina gaat dagverse melk en karnemelk verkopen in duurzame biobased verpakkingen. Ook de andere zuivelproducten worden straks verpakt in duurzaam karton.

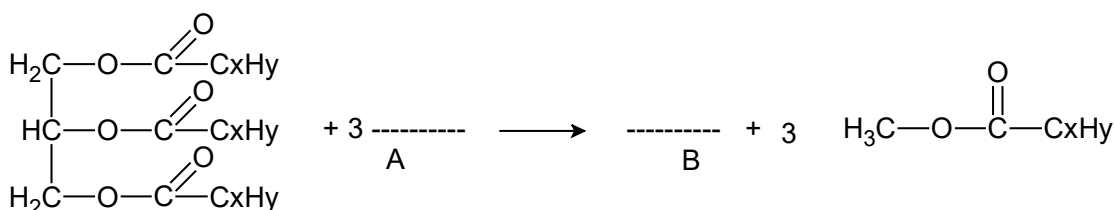
De verpakkingen krijgen een coating en een dop van bioplastic, die is gemaakt van biodiesel. Die diesel is gemaakt uit organisch afval. Oude verpakkingen waren gemaakt met aardolie als grondstof.

Chemieconcern Sabic in Geleen gaat de nieuwe biobased verpakking produceren, die volledig afbreekbaar is. Het pak is daardoor volledig recyclebaar.

Bron: <https://www.nom.nl/frieslandcampina-stapt-over-op-biobased-verpakkingen/>, 4 mei 2015

- 9 Leg op microniveau uit waardoor de kunststof polyetheen recyclebaar is.

De productie van biodiesel uit frituurvet verloopt via een omestering van frituurvet. Uit de triglyceriden in frituurvet ontstaan vetzuren methylesters. In figuur 2 staat de omzetting onvolledig weergegeven.



Figuur 2

- 10 Teken de structuurformules van de moleculen die bij A en B horen te staan.
11 Leg uit hoe men vervolgens etheen kan maken.

Polyetheen uit suikerriet

Tetrapak kiest voor de productie van polyetheen uit suikerriet, zie onderstaand artikel op <http://www.engineeringnet.nl/>, 28 mei 2015

Introductie allereerste biobased verpakking ter wereld

Tetra Pak kiest bewust voor biobased verpakkingen en wil deze verpakkingen ook in Nederland onder de aandacht te brengen bij de levensmiddelenindustrie.

ENGINEERINGNET.NL - Biobased verpakkingen bestaan uit materialen die opnieuw door de natuur gegenereerd kunnen worden en geen beroep doen op bronnen die uitgeput raken zoals aardolie.

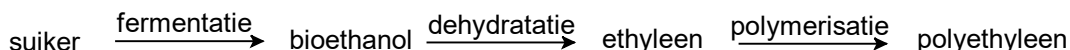
Tetra Pak introduceerde als allereerste ter wereld een verpakking volledig gemaakt van biobased materialen.

Milieudirecteur, Erik Lindroth: "Onze biobased verpakking is volledig traceerbaar en bestaat alleen uit natuurlijke grondstoffen. De coating en de dop zijn bijvoorbeeld gemaakt van biobased polyethyleen afkomstig van suikerriet. Het karton van de verpakking is FSC-gecertificeerd en dus van hout afkomstig uit verantwoord beheerde bossen."
(....)



Productie van biobased polyetheen (PE)

PE wordt verkregen door polymerisatie van etheen, ook wel ethyleen genoemd. Naast aardolie of aardgas kunnen ook hernieuwbare materialen als grondstof dienen voor ethyleenproductie. Suikerriet, suikerbiet of mais leveren de suikers voor bioethanol. Ethyleen wordt vervolgens verkregen door ethanol te dehydrateren over een katalysator bij hoge temperatuur



Bron: "Biobased polyethyleen: markt- en milieu-aspecten": <http://www.groenegrondstoffen.nl/Infosheets.html>, onder kopje Materialen: "Biobased polyethyleen: markt- en milieu-aspecten"

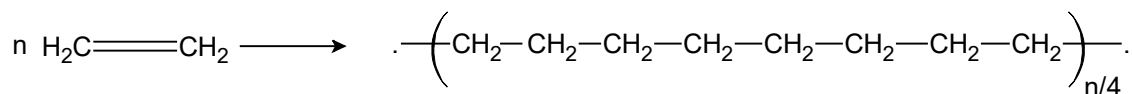
- 12 Noteer de reactievergelijkingen van de fermentatie en de dehydratatie in structuurformules.
- 13 Leg uit wat het voordeel is van het gebruik van bijvoorbeeld frituurvet (tweede generatie grondstof) ten opzichte van het gebruik van mais (eerste generatie grondstof) voor de productie van het polyetheen.

Bioplastics in melkpakken FrieslandCampina

1 Biobased staat voor de inzet van hernieuwbare grondstoffen.

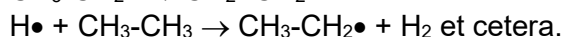
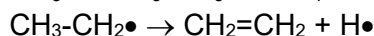
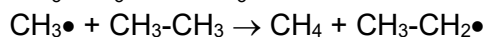
2 De eindigheid van de voorraden aardolie.

3



4 Nee dat zal geen verschil maken als men tenminste het productieproces van etheen naar polyetheen op dezelfde manier uitvoert.

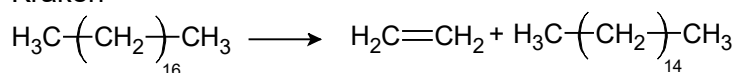
5 $\text{CH}_3-\text{CH}_3 \rightarrow 2 \text{ CH}_3\bullet$



6 Polyadditie.

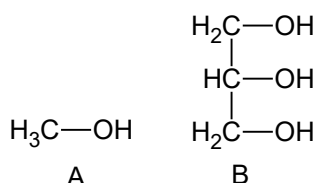
7 CO₂- of carbon footprint is: een maat voor de uitstoot van CO₂ als gevolg van het gebruik van fossiele grondstoffen. In dit geval gebruik je minder fossiele grondstoffen, dus krijg je ook een lagere CO₂-footprint

8 Kraken



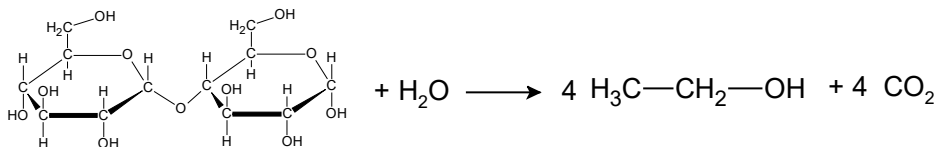
9 De kunststof polyetheen bestaat uit losse polymeerketens. Het is een thermoplast en is dus recyclebaar: opnieuw smelten en vormgeven.

10

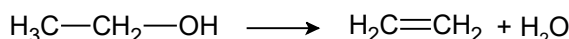


11 Via een van de drie methodes zoals die omschreven zijn weergegeven in de opgave in figuur 1, gevolgd door de kraakstap uit figuur 8.

12 Fermentatie:



Dehydratatie:



13 Onder de eerste generatie grondstoffen vallen grondstoffen die gerelateerd zijn aan voedsel, zoals suikerbiet/riet, mais, sojaolie en palmolie. Tot op de dag van vandaag is er vanuit de maatschappij veel kritiek (o.a. voedselschaarste en voedselprijs opdrijvend) op het gebruik van deze generatie grondstoffen voor iets anders dan voedsel. Door de commotie over de inzet van de eerste generatie grondstoffen, is het gebruiken van de tweede generatie grondstoffen ontstaan. De tweede generatie grondstoffen hebben de stempel afval en leggen dus geen beslag op landbouwgronden voor voedselproductie.

De gebruikte artikelen

- <http://www.agro-chemie.nl/nieuws/bioplastics-in-melkpakken-frieslandcampina/>

-

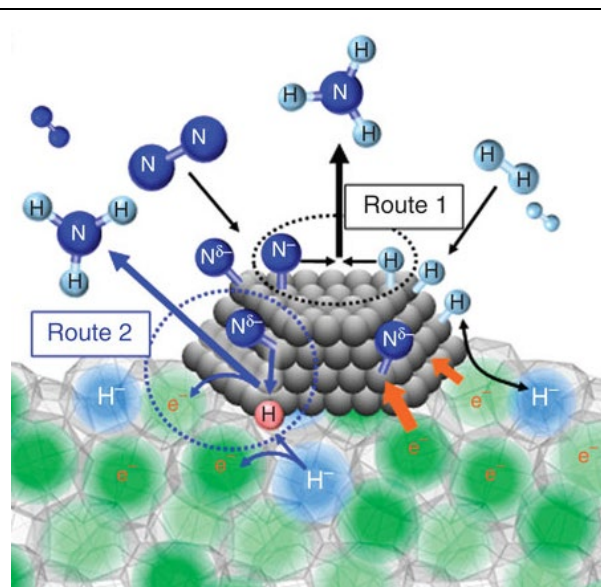
http://www.engineeringnet.nl/detail_nederland.asp?Id=14552&category=nieuws&Week=22&herkomst=netkrantvrijdag&titel=Introductie

- <https://www.nom.nl/frieslandcampina-stapt-over-op-biobased-verpakkingen/>

SPELENDERWIJS STIKSTOF SPLITSSEN

Klas	5v
Subdomein	Reactiekinetiek
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Reactiemechanisme
Trefwoorden	Stikstof, ammoniak, katalysator, elektronenformule, elektride
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W Life Sciences, 24 april 2015



SPELENDERWIJS STIKSTOF SPLITSSEN

Voor het eerst sinds Haber en Bosch is het splitsen van N_2 niet meer de snelheidsbepalende stap bij de ammoniaksynthese, beweert de Japanse onderzoeker Masaaki Kitano in *Nature Communications*. Tenminste, als je het katalyseert met ruthenium-deeltjes op een elektride als actieve drager. Zulke elektrides zijn zouten waarin losse elektronen spelen voor anion. Een paar jaar geleden ontdekten Kitano en collega's er eentje die stabiel is bij vrij hoge temperatuur: $[Ca_{24}Al_{28}O_{68}]^{4+}(e^-)_4$ met de elektronen opgesloten in een soort kooitjes binnen het kristalrooster. Wanneer het ruthenium die elektronen kan lenen om de driedubbele binding van N_2 mee te destabiliseren, stimuleert het de reactie met H_2 tot NH_3 veel efficiënter. Volgens de jongste Japanse kinetiekstudies gaat het zelfs zó soepel dat bij hoge druk en temperatuur de additie van waterstof aan de losse stikstofkernen het tempo gaat bepalen. Over de toepasbaarheid op industriële schaal doet de publicatie overigens geen enkele uitspraak. (AD) I

De productie van ammoniak volgens Haber en Bosch vindt plaats door de reactie van waterstof met stikstof. Dit is een evenwichtsreactie met ijzer als katalysator.

1 Geef de vergelijking van deze evenwichtsreactie.

De snelheidsbepalende stap voor de reactie naar rechts bij dit proces is het splitsen van stikstofmoleculen in losse stikstofatomen.

2 Is de snelheidsbepalende stap de snelste of de langzaamste stap in een proces? Licht je antwoord toe.

Japanse onderzoekers hebben een methode gevonden om het splitsen van stikstofmoleculen te versnellen met behulp van een nieuwe katalysator.

3 Welke katalysator gebruiken de Japanse onderzoekers?

4 Wat is de functie van een katalysator?

In het artikel wordt een elektride genoemd als drager van de katalysator.

5 Wat is een elektride?

De Japanse onderzoekers hebben een elektride gevonden die bij vrij hoge temperatuur nog werkzaam is. De lading van het complexe positieve ion ($4+$) komt niet overeen met de som van de ladingen van de ionen.

6 Leg uit dat de lading $4+$ voor het complexe ion niet klopt.

7 Leg uit welke formule het positieve ion moet hebben om wel op de lading $4+$ uit te komen als in het aantal zuurstofionen een fout gemaakt is.

Het ruthenium in de katalysator maakt gebruik van de elektronen in het elektride om de binding in stikstof te destabiliseren.

8 Leg uit wat er volgens de onderzoekers gebeurt.

9 Geef de elektronenformule van het stikstofmolecuul.

10 Geef de elektronenformule van het stikstofatoom.

11 Licht toe hoe toevoer van elektronen het stikstofmolecuul destabiliseert.

Wellicht is de nieuwe werkwijze geschikt voor de bereiding van ammoniak op industriële schaal.

12 Is deze werkwijze een concurrent voor de ammoniakproductie volgens Haber en Bosch?

Spelenderwijs stikstof splitsen

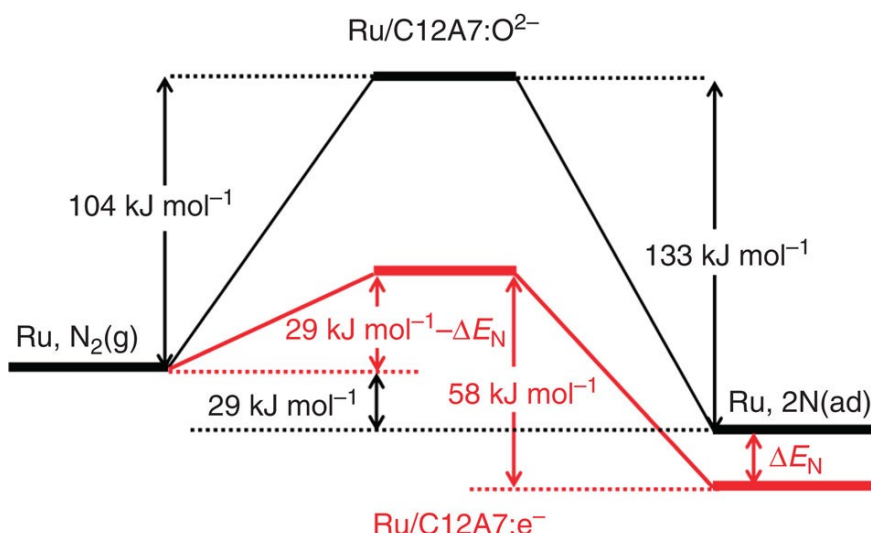
- 1 $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$.
- 2 De snelheidsbepalende stap is de stap die het langzaamst verloopt. Deze stap bepaalt daardoor hoe snel de totaalreactie verloopt.
- 3 Ru-deeltjes op een elektride als actieve drager.
- 4 Een katalysator versnelt de reactie zonder daarbij verbruikt te worden.
- 5 Een elektride is een zout met losse elektronen als negatief ion.
- 6 $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{68}]^{4+}$ kan niet juist zijn: 24 Ca^{2+} , 28 Al^{3+} is samen 132+ en 68 O^{2-} is 136 -, dus totaal 4-. En bij het complexe ion staat hier 4+ als lading en geen 4-.
- 7 Het moeten dan 4 O^{2-} minder zijn dus $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}$.
- 8 Het ruthenium 'leent' de elektronen uit de elektride en destabiliseert zo de driedubbele binding in het N_2 -molecuul.
- 9
- 10 $\text{:N}\equiv\text{N:}$
- 11 $\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}$
- 12 Stikstofatomen in een stikstofmolecuul krijgen dan extra elektronen waardoor splitsing makkelijker wordt omdat ze dan N^{3-} geworden zijn. Na reactie met waterstofatomen geven ze die extra elektronen weer terug.
- 12 Nog niet bekend, de publicatie doet daarover geen uitspraak

Artikel:

Extra figuren uit artikel: Masaaki Kitano (2015), Electride support boosts nitrogen dissociation over ruthenium catalyst and shifts the bottleneck in ammonia synthesis, *Nature Communications*, Volume: 6, 30 March 2015

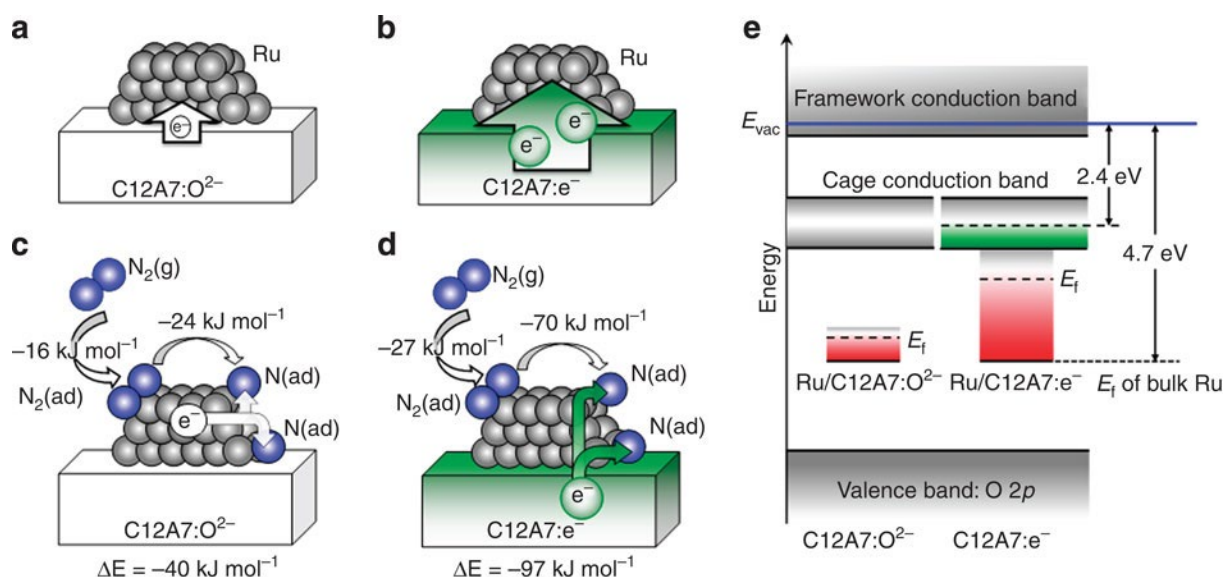
Zie: <http://www.nature.com/ncomms/2015/150330/ncomms7731/full/ncomms7731.html>

It was recently reported that $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ electride (C12A7:e^-), the first room temperature stable electride, functions as an efficient electronic promoter for Ru catalyst¹⁴. C12A7:e^- has a unique crystal structure consisting of a positively charged framework having the chemical formula $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}$, and four extra-framework electrons, accommodated in the cages as the counter ions¹⁵.



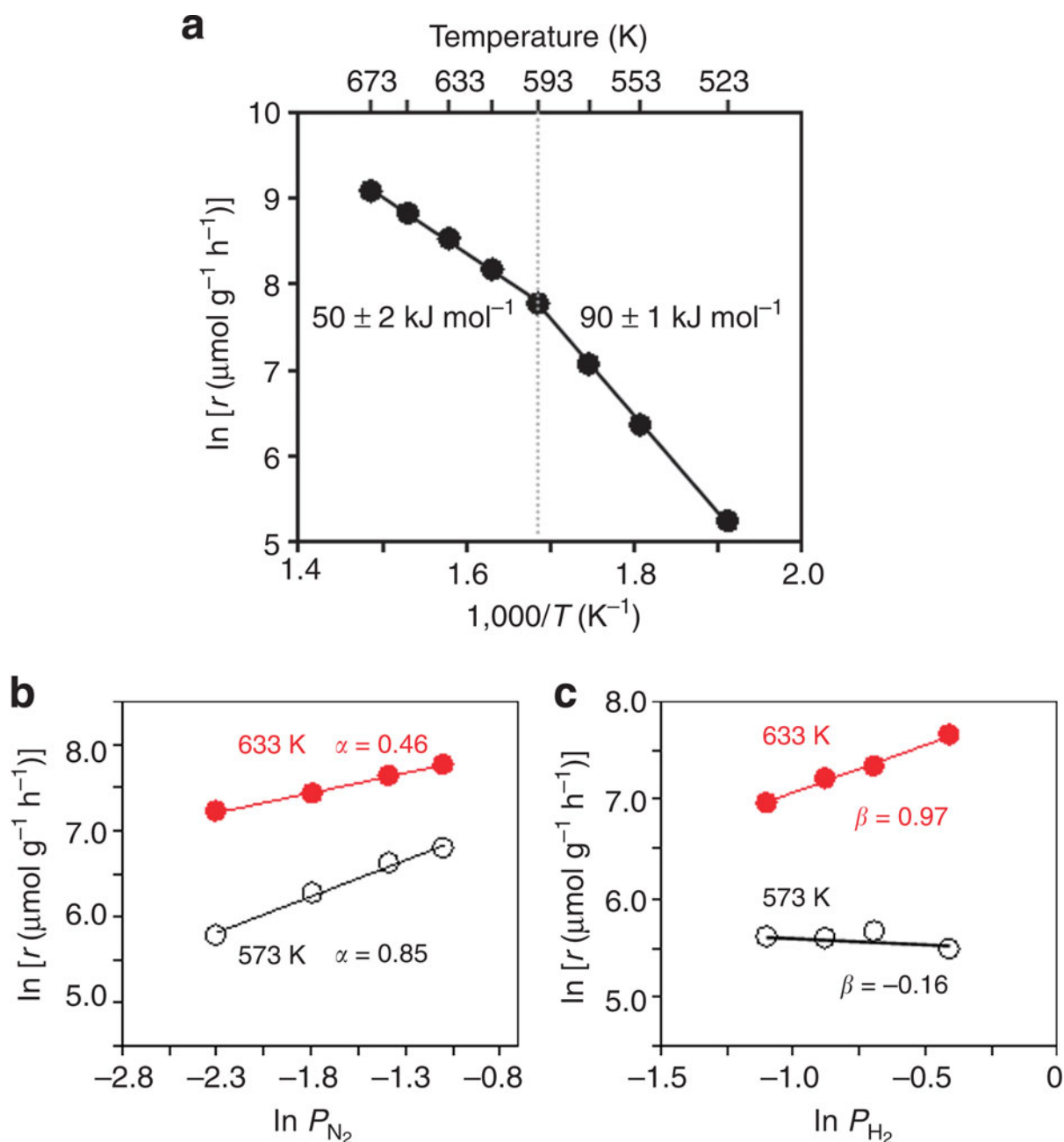
Energy profile of N_2 dissociation

Potential energy profile for dissociative adsorption of N_2 and associative desorption of N_2 on Ru/C12A7:e^- and Ru/C12A7:O^{2-} . These values were estimated from the results of N_2 exchange and ammonia synthesis reactions. $\text{N}_2(\text{g})$ and N(ad) represent N_2 in gas phase and adsorbed nitrogen atom, respectively.



Ab initio simulations of N₂ interaction with the Ru/C12A7 catalysts.

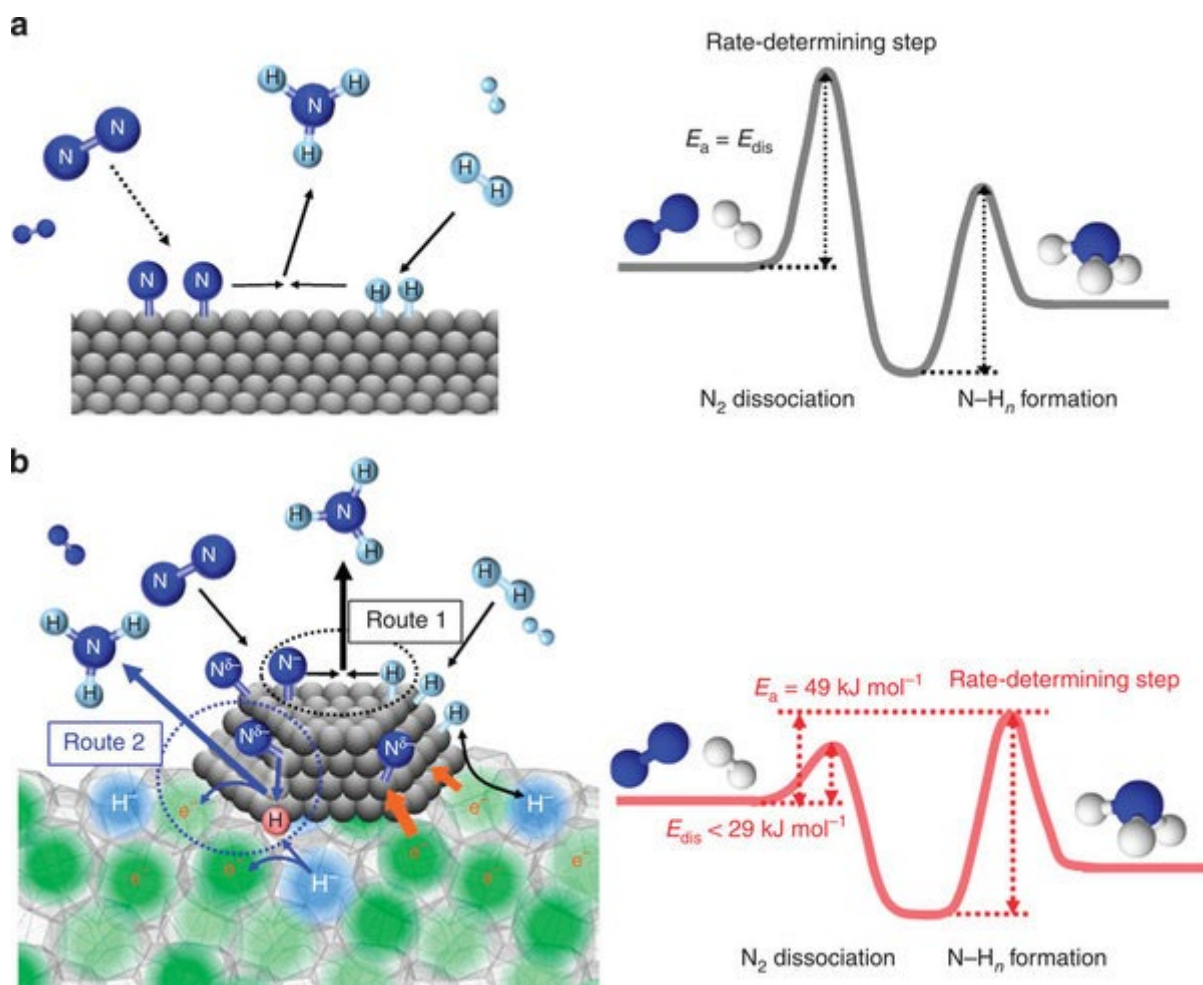
Character of the charge redistribution between C12A7 substrate and deposited Ru clusters for the stoichiometric (**a**) and electride (**b**) C12A7. (**c,d**) Adsorption energies of N₂ on C12A7-supported Ru, charge transfer in the process of N₂ dissociation (N₂(g)+Ru→2N(ad)+Ru) and the corresponding energy gain (ΔE). In Ru/C12A7:O²⁻ system (**c**), N₂ and N accept electron charge from the Ru cluster, making it positively charged. In Ru/C12A7:e⁻ (**d**), the electron charge is transferred from the substrate, leaving the Ru cluster nearly neutral. N₂(g), N₂(ad) and N(ad) represent N₂ in gas phase, adsorbed N₂, and adsorbed nitrogen atom, respectively. (**e**) Electronic structure: the Fermi level (E_i) of Ru on C12A7:O²⁻ is similar to that of bulk Ru (4.7 eV) and that of the Ru/C12A7:e⁻ is determined by the charge transfer from the cage conduction-band electrons of C12A7:e⁻ (2.4 eV). E_{vac} denotes vacuum level.



Kinetic analysis of ammonia synthesis over Ru/C12A7:e⁻ catalysts

(a) Temperature dependence of the rate of ammonia synthesis over Ru/C12A7:e⁻ catalysts at an atmospheric pressure (catalyst=0.025 g, H₂:N₂=3:1, flow rate=60 ml min⁻¹) (b,c)

Dependence of NH₃ synthesis rate on the partial pressures of (b) N₂ and (c) H₂ at 573 (open circles) and 633 K (filled circles) under atmospheric pressure. α And β represent the reaction orders for N₂ and H₂ in equation 2, respectively



Proposed reaction mechanism and energy profile for ammonia synthesis.

Reaction mechanism and energy profile for ammonia synthesis over (a) conventional catalyst and (b) Ru/C12A7:e⁻. (a) N_2 and H_2 react on the catalyst surface through a Langmuir–Hinshelwood mechanism to form NH_3 in which N_2 dissociation is the RDS. The energy barrier (E_{dis}) for this step corresponds to the apparent activation energy (E_a) for ammonia synthesis. As for Ru/C12A7:e⁻ (b), the rate-limiting step is not N_2 dissociation but the formation of $N-H_n$ species. NH_3 is formed through the Langmuir–Hinshelwood mechanism (route 1) and the direct reaction of N adatoms with H radicals (nascent hydrogen) derived from cage H^- anions (route 2). E_a is determined by the difference between the top of the barrier for $N-H_n$ formation and the energy level of reactant molecules (N_2 and H_2).

PYROLYSEFABRIEK IN HENGELO GEOPEND

Klas	3 hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Verbrandingen
Trefwoorden	Pyrolyse, verbranding, reactievergelijking, blokschema
Vaardigheidsvraag	informatiebewerkingsvraag

<http://www.technischweekblad.nl>, 27 mei 2015

Pyrolysefabriek in Hengelo officieel geopend

Mischa Brendel

Zuurstofloze verbranding

Olie uit vaste biomassa

Op 20 mei 2015 vond in Hengelo de officiële opening plaats van de pyrolysefabriek van Empyro. Deze fabriek produceert pyrolyseolie uit hout.

Pyrolyse is een proces waarbij uit vaste biomassa olie wordt gemaakt door deze biomassa in zuurstofloze omstandigheden te verhitten tot enkele honderden graden. In het geval van de Empyrofabriek is dit circa 500 °C. Bij het verhitten ontstaat een olieachtige damp, die wordt gecondenseerd. ‘Het condensaat is de pyrolyseolie’, vertelt Gerhard Muggen, algemeen directeur van Empyro. ‘De gedroogde biomassa die overblijft, is in feite houtskool en die kunnen we zelf gebruiken om het proces draaiende te houden. Dat is het mooie van het systeem: als het eenmaal is opgestart, voorziet het in zijn eigen energievoorziening.’
(...)

Boven de tekst van het artikel staat als een omschrijving voor pyrolyse: “zuurstofloze verbranding”.

1 Leg uit dat de omschrijving “zuurstofloze verbranding” chemisch gezien onjuist is.

Je bent bij het vak scheikunde de termen fotolyse en elektrolyse tegengekomen.

2 Geef nu een definitie voor de term pyrolyse.

3 Is pyrolyse een endotherm of een exotherm proces? Licht je antwoord toe.

4 Geef het proces dat in de pyrolysefabriek verloopt in een blokschema weer.

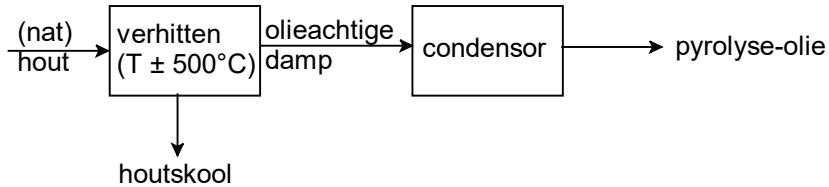
Bij het pyrolyseproces wordt ook houtskool gevormd. Houtskool bestaat voornamelijk uit koolstof. Men verbrandt het ten behoeve van de eigen energievoorziening.

5 Noteer de reactievergelijking voor de volledige verbranding van de houtskool.

6 Wat is het nut van het bijproduct?

Pyrolysefabriek in Hengelo geopend

- 1 Een verbranding is een reactie met zuurstof. De pyrolyse is een proces zonder zuurstof, dus ook geen verbranding.
- 2 Ontleding onder invloed van hoge temperatuur zonder aanwezigheid van zuurstof.
- 3 Het is een endotherm proces, want het proces heeft warmte nodig.
- 4



- 5 $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- 6 Het verbranden ervan kan het proces draaiende houden.

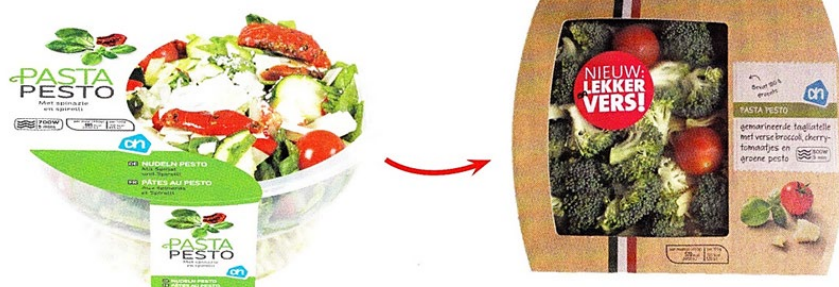
Volledige artikel:

<http://www.technischweekblad.nl/nieuws/pyrolysefabriek-in-hengelo-officieel-geopend/item7503>

KANT-EN-KLAAR IN KARTON

Klas	5hv
Subdomein	Stoffen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Redox
Trefwoorden	Karton, cellulose, lignine, verpakkingsmateriaal, milieu
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

C2W, 10 april 2015



Kant-en-klaar in karton

Kant-en-klaarmaaltijden zitten steeds vaker in karton, omdat dat beter is te bedrukken is dan plastic. Een doorzichtige kartonnen deksel is nog in de maak.

MARGA VAN ZUNDERT

De kant-en-klaarmaaltijd in karton is nieuw in de supermarkt. Maar het gebruikte materiaal bestaat al langer. Directeur van het Kennis-centrum papier en karton Arie Hooimeijer "Cateraars werken er al meer dan tien jaar mee, bijvoorbeeld in vliegtuigen." Een groot voordeel van karton boven kunststof of aluminium is de bedrukbaarheid. Er hoeft geen papierwikkel meer omheen om het product de gewenste *look and feel* mee te geven. Bij kleine oplagen is karton bovendien ook concurrerend in prijs.

BRANDLUCHT

Karton kan prima tegen hoge temperaturen. De ontbrandingstemperatuur ligt boven de 300 °C. Maar voor ovenmaaltijden is wel speciaal, 'houtvrij' papier vereist. Dit bevat nauwelijks lignine. Het natuurlijke bindmiddel is door verhitting met sulfaat of sulfiet van de cellulose-vezels gescheiden. Hierdoor ruikt of verkleurt ovenkarton niet tot 240 °C.

Oven- en magnetronkarton is ook voorzien van een vet- en vochtwerende coating. Die laag van

polyethyleentereftalaat (PET) zorgt ervoor dat het papier niet aan het eten plakt en voorkomt dat vocht uit het voedsel het papier doorweekt. De kunststoflaag is niet inkt werend, wat betekent dat inkt op termijn door het papier kan migreren (zie C2W life sciences 21 2013). Bij verse kant-en-klare producten (die je snel nuttigt) is dit geen probleem, maar diepvriesmaaltijden vind je daarom niet in karton. Een doorzichtige PET-afdekfolie bovenop zorgt dat het eten luchtdicht verpakt is en zichtbaar.

Nederlanders willen zien wat erin zit

Wesly Printing & Packaging in Maastricht ontwikkelde een jaar geleden een vetwerende coating die je niet als folie aanbrengt, maar door te printen. Je kunt dus een ovenverpakking maken door het karton tweemaal door dezelfde printer te sturen. Eerst om aan de binnenkant de coating aan te brengen, vervolgens om de buitenkant te bedrukken. Directeur Ron van Gog: "Het karton vindt vooral toepassing voor afbakproducten zoals worsten en saucijzenbroodjes en pizzaslices." Niet voor

kant-en-klare maaltijden? "Nee, de coating is niet vochtdicht." Over de coatingsamenstelling wil Van Gog niet meer kwijt dan dat het geen PET is. In het buitenland is de kartonverpakking van kant-en-klarmaaltijden vaak geheel gesloten, maar Nederlanders willen zien wat ze kopen. Hooimeijer: "Doorzichtig afdekkarton staat dus hoog op ons verlanglijstje, maar is nog heel duur." Voor transparant karton of papier moeten de cellulosevezels dunner zijn dan de golflengte van het licht en mag het geen holtes of stoffen bevatten die licht verstrooien. Om cellulose zo zuiver in handen te krijgen, moet je hout lang mechanisch bewerken.

NANOCELLULOSE

Dit jaar opent papierfabrikant Sappi een proeffabriek op de Chemelot Campus voor nanocellulose, vezels van 5 tot 10 nm breed en 100 tot 200 nm lang. Het is een fabriek op basis

van een nieuw, energiebesparend proces zonder grote hoeveelheden chemisch afvalwater, aldus Sappi. Nanocellulose is niet alleen transparant, het geleidt ook stroom, is licht van gewicht en sterker dan staal. Bovendien laat het geen zuurstof door. Doorzichtig karton is dus maar een van de gedroomde toepassingen. Ook kogelwerende vesten, buigbare batterijen en flexibele beeldschermen staan op de wensenlijst.

Details over het energiezuinige productieproces zijn niet vrijgegeven vanwege lopende octrooiaanvragen. In de VS opende in 2012 een eerste nanocellulose proeffabriek. De crux van dat proces is de oxidatie van hydroxylgroepen in cellulose tot carbonzuren. De zuurgroepen stoten elkaar af en zorgen er zo voor dat nanovezels loskomen.

Kant-en-klaar maaltijden zitten steeds vaker in een kartonnen verpakking in plaats van in plastic. Van beide verpakkingsmaterialen wordt een aantal eigenschappen genoemd.

- 1 Welke eigenschappen worden genoemd voor plastic als verpakkingsmateriaal?
- 2 En welke eigenschappen worden genoemd voor karton als verpakkingsmateriaal?

Karton dat in een oven of magnetron verhit wordt, is bedekt met een coating.

- 3 Welk materiaal wordt als coating toegepast?
- 4 Waarom juist dit materiaal?

In het artikel wordt gesproken over houtvrij papier.

- 5 Wat wordt er in dit verband bedoeld met houtvrij papier?

Hout kun je beschouwen als een composiet.

- 6 Licht deze uitspraak toe.

Een nieuwe ontwikkeling is het gebruik van nanocellulosevezels.

- 7 Over welke orde van grootte wordt gesproken als het gaat om nanocellulose?
- 8 Reken de genoemde afmetingen om in meter (m).

Nanocellulose heeft een aantal eigenschappen die het tot een uitzonderlijk materiaal maken.

- 9 Noem deze eigenschappen en geef aan welke vooral van belang zijn voor de toepassing als verpakkingsmateriaal.

Nanocellulose wordt in een proeffabriek volgens een nieuw proces gemaakt. De 'crux' van dat proces is de oxidatie van hydroxylgroepen in cellulose tot carbonzuren.

- 10 Geef de halfreactie van deze oxidatie waarbij hydroxylgroepen omgezet worden in zuurgroepen. Gebruik voor cellulose de formule $R-CH_2-OH$.
- 11 Leg uit dat niet alle hydroxylgroepen in cellulose omgezet kunnen worden in zuurgroepen.

In het artikel geeft men als verklaring voor de eigenschappen van nanocellulose dat door de oxidatie van OH-groepen in cellulose de gevormde zuurgroepen elkaar afstoten.

- 12 Leg op microschaal uit dat het vreemd is dat de zuurgroepen elkaar afstoten.

Kant-en-klaar in karton

- 1 Plakt niet aan het eten, laat geen vocht en vet door, is doorzichtig.
- 2 Kan prima tegen hoge temperaturen, is makkelijk te bedrukken
- 3 Een PET-laag, polyethyleentereftalaat.
- 4 Zorgt ervoor dat het papier niet aan het eten plakt en voorkomt dat het karton doorweekt wordt door het vrijkomende vocht.
- 5 Voor houtvrij papier is het hout ontdaan van het bindmiddel lignine.
- 6 Het is een combinatie van cellulose en lignine die elkaar versterken.
- 7 Breedte van 5 tot 10 nm en lengte van 100 tot 200 nm.
- 8 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ dus breedte van $5 \cdot 10^{-9}$ tot 10^{-8} m en lengte van 10^{-7} tot $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.
- 9 Het is transparant (+), geleidt ook stroom, is licht van gewicht (+) en sterker dan staal. Bovendien laat het geen zuurstof door (+). De eigenschappen met een (+) zijn vooral voor verpakkingsmaterialen van belang.
- 10 $\text{R-CH}_2\text{-OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{R-COOH} + 4 \text{ H}^+ + 4 \text{ e}^-$.
- 11 Alleen primaire OH-groepen kunnen omgezet worden in zuurgroepen.
- 12 Zuurgroepen bevatten C=O en OH-groepen die met elkaar H-bruggen kunnen vormen dus afstoting is vreemd. In een basische oplossing zijn het negatief geladen groepen (-COO^-) die elkaar dan wel afstoten.

WE GOOIEN VOOR 48 MILJARD AAN METALEN WEG

Klas	3 hv
Subdomein	Deeltjesmodellen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Elementbegrip
Trefwoorden	e-afval; metalen, milieu
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

De Gelderlander, 20 april 2015

We gooien via apparaten voor 48 miljard ijzer, koper en goud weg

door onze redactie buitenland

TOKYO – Grote huishoudelijke apparaten als vaatwassers, wasmachines en magnetrons zijn goed voor 60 procent van al het elektronisch afval dat mensen wereldwijd produceren. In 2014 gooiden we 41,8 miljoen ton aan elektronische apparaten weg.

Dat blijkt uit een rapport van de Universiteit van de Verenigde Naties (UNU). In dat rapport wordt er ook op gewezen dat minder dan een zesde van het afval correct gerecycled wordt. Mede daardoor bevat het e-afval

vaak nog waardevolle stoffen, zoals ijzer, koper en zelfs goud. De totale waarde ervan bedraagt naar schatting 48 miljard euro.

Daarnaast bevat het e-afval ook 2,2 miljoen ton aan gevaarlijke bestanddelen als kwik, cadmium en chroom. De Verenigde Staten en China leveren de grootste bijdrage aan de elektronische afvalberg. De Amerikanen zijn goed voor 7.072 kiloton, de Chinezen voor 6.032 kiloton. Een kiloton is duizend ton. Samen zijn de VS en China goed voor 32 procent van het wereldwijde totaal aan witgoedafval. Japan, Duitsland en India maken de top vijf compleet.

In verhouding tot het aantal inwoners is het echter Noorwegen dat de grootste hoeveel e-afval voortbrengt (28,4 kg per inwoner), gevolgd door Zwitserland (26,3 kg) en IJsland (26,1 kg). De regio die het minst verantwoordelijkheid draagt is Afrika, met een volume van naar schatting 1,7 kilogram per inwoner.

Volgens het rapport van de VN-universiteit groeit de afvalberg van elektronische apparaten snel. Dat komt doordat huishoudens over de hele wereld er steeds meer gebruik van maken en doordat apparaten niet zo lang meer meegaan als vroeger.

Er worden veel 'elektronische' apparaten afgedankt: grote huishoudelijke apparaten zijn goed voor het grootste deel van dat 'e-afval'.

- 1 Hoeveel ton aan e-afval bestaat uit grote huishoudelijke apparaten?
- 2 Waar staat de letter e voor in e-afval?

In het e-afval komen veel waardevolle stoffen voor. Maar ook gevaarlijke stoffen.

- 3 Welke elementen, die in e-afval voorkomen, worden in het artikel genoemd? Geef zowel de naam als het symbool.

Amerikanen en Chinezen leveren de grootste bijdrage aan de e-afvalberg.

- 4 Bereken hoeveel procent van de e-afvalberg door Amerika veroorzaakt wordt.
- 5 Bereken op twee manieren de e-afvalberg die door China veroorzaakt wordt.
- 6 Komen de twee berekende waarden overeen? Verklaar een eventueel verschil.

De hoeveelheid e-afval per inwoner is in Noorwegen veel hoger dan in de Afrikaanse landen.

- 7 Verklaar dit verschil.

De e-afvalberg groeit steeds sneller.

8 Welke twee oorzaken worden daarvoor genoemd?

We gooien voor 48 miljard aan metalen weg

- 1 60% van 41,8 miljoen ton = 25,1 miljoen ton.
- 2 De letter e staat voor elektronisch.
- 3 De elementen ijzer, Fe; koper, Cu; goud, Au; kwik, Hg; cadmium, Cd; chroom, Cr.

4 Amerika: 7072 kiloton = 7,072 miljoen ton. Procentueel: $\frac{7,072}{41,8} \times 100\% = 16,9\%$.

5 China: 6032 kiloton = 6,032 miljoen ton. Procentueel: $\frac{6,032}{41,8} \times 100\% = 14,4\%$.

Samen zijn VS en China goed voor 32% van al het witgoedafval. Dus China dan $32 - 16,9 = 15\%$.

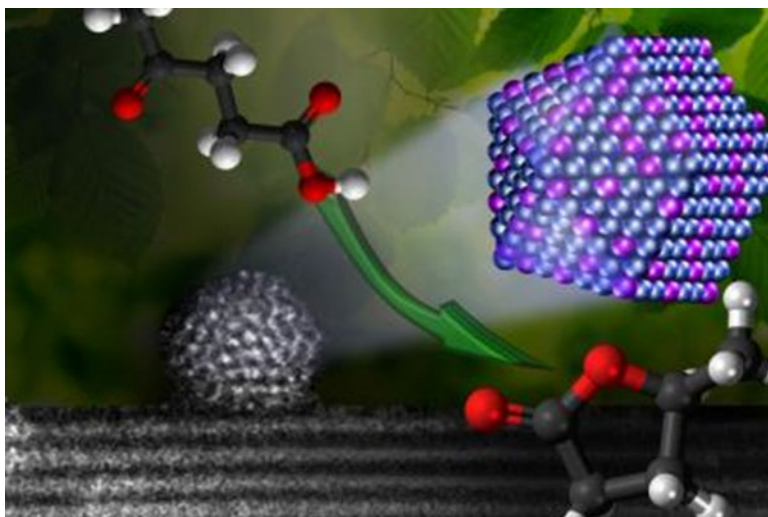
- 6 Het verschil kan in afronding van getallen zitten.
- 7 In Noorwegen veel hogere levensstandaard dus ook veel meer elektronische apparaten die gebruikt worden.
- 8 Huishoudens maken steeds meer gebruik van elektronische apparaten en de levensduur van die apparaten is steeds korter (ze gaan niet meer zo lang mee als vroeger).

KATALYSATOR VERSNELT OMZETTING BIOMASSA

Klas	5hv
Subdomein	Processen en reacties
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Estervorming
Trefwoorden	Katalysator, biomassa, industrie, estervorming, levulinezuur, γ -valerolacton
Vaardigheidsvraag	Informatiebegripsvraag

Chemie Magazine, april 2015

KATALYSATOR VERSNELT OMZETTING BIOMASSA



Scheikundigen van de Universiteit Utrecht hebben samen met Britse en Amerikaanse collega's een nieuwe (herbruikbare) katalysator ontwikkeld die biomassa sneller en efficiënter omzet in waardevolle hernieuwbare producten. Het onderzoek werd uitgevoerd binnen het publiek-private samenwerkingsverband CatchBio.

De katalysator versnelt zeer selectief een van de chemische reacties die nodig zijn voor de verwerking van cellulose, een onderdeel van plantenmateriaal. Bij deze reactie wordt levulinezuur omgezet in een volgende groene chemische bouwsteen, γ -valerolacton. Uitgebreid onderzoek leidde tot de ontwikkeling van een katalysator gebaseerd op de metalen ruthenium en palladium. Deze stuurt de omzetting veel sneller dan bestaande katalysatoren en doet dat bovendien heel specifiek, waardoor minder afval wordt geproduceerd. "Voor dit onderzoek hebben wij nauw samengewerkt met een aantal chemische bedrijven. Zij zijn zeer geïnteresseerd in deze katalysator", aldus Bert Weckhuysen, hoogleraar Anorganische Chemie en Katalyse aan de Universiteit Utrecht.

In het samenwerkingsverband CatchBio wordt onderzoek gedaan naar de omzetting van biomassa. Scheikundigen, onder andere van de Universiteit Utrecht, hebben een katalysator ontwikkeld die zeer selectief werkzaam is.

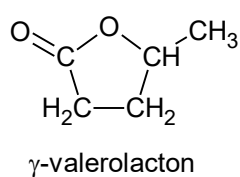
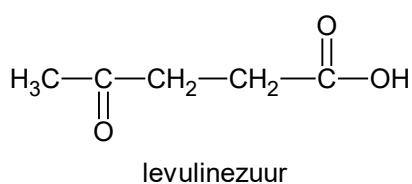
1 Wat is de functie van een katalysator?

- 2 Wat wordt bedoeld als gesproken wordt over 'een katalysator die selectief werkzaam is'?
- 3 Waarom is het belangrijk in de chemische industrie dat een katalysator selectief werkzaam is?
- 4 Waarom is versnelling van een reactie belangrijk in de chemische industrie?

In plaats van een katalysator zijn ook andere mogelijkheden voorhanden om een proces te versnellen.

- 5 Waarom kiest men voor een katalysator en bijvoorbeeld niet voor sterke verhitting?

Het onderzoek richtte zich op de verwerking van cellulose. Één van de reacties daarbij is de omzetting van levulinezuur in γ -valerolacton. Hierbij wordt de nieuwe selectieve katalysator ingezet.



- 6 Geef de systematische naam van levulinezuur. Raadpleeg Binas!
- 7 Licht toe dat de omzetting van levulinezuur in γ -valerolacton geen isomerisatie kan zijn.
- 8 Maak van de omzetting een kloppende reactievergelijking in structuurformules. Bedenk welke extra stoffen je daartoe nodig hebt.

Het voorvoegsel γ , gamma, geeft de plaats aan waar de koppeling tot de vorming van de ringstructuur plaatsvindt.

- 9 Leg uit waarom het voorvoegsel γ de juiste aanduiding is.

De nieuwe katalysator wordt 'herbruikbaar' genoemd.

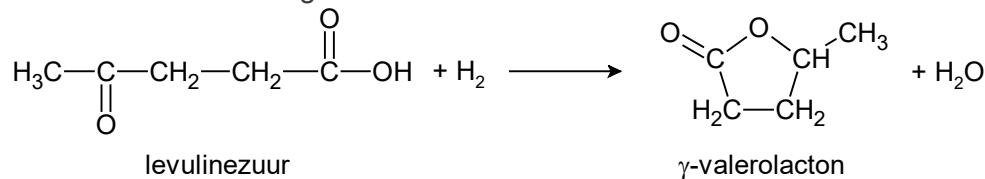
- 10 Leg uit waarom dit, gezien de samenstelling, heel belangrijk is.

De chemische industrie is steeds vaker op zoek naar hernieuwbare grondstoffen.

- 11 Licht toe waarom de chemische industrie dit steeds vaker doet.

Katalysator versnelt omzetting biomassa

- 1 Een katalysator versnelt een reactie zonder daarbij verbruikt te worden.
- 2 Dat de betreffende katalysator slechts één reactie versnelt.
- 3 Er ontstaan dan zeer weinig bijproducten dus weinig afval.
- 4 Tijd is geld: men wil in zo kort mogelijke tijd zo veel mogelijk (en zo goedkoop mogelijk) de gewenste stoffen produceren.
- 5 Sterke verhitting kost veel energie en bovendien treden er dan vaak allerlei nevenreacties op.
- 6 4-oxopentanoëenzuur.
- 7 Het aantal atomen komt niet overeen: levulinezuur is $C_5H_8O_3$, terwijl γ -valerolacton de formule $C_5H_8O_2$ heeft.
- 8 Je hebt waterstof nodig om het zuurstofatoom te binden tot water:



- 9 Het is bij de derde C geteld vanaf de C van de carbonzuurgroep dat de ringsluiting plaats vindt. γ is de derde letter in het Griekse alfabet.
- 10 De katalysator is samengesteld uit de zeldzame en (daardoor) zeer dure metalen ruthenium en palladium.
- 11 De chemische industrie gebruikt hernieuwbare grondstoffen omdat ze daardoor geen extra koolstofdioxide produceren en daar dus ook geen heffing over hoeven te betalen.

DUNNE FILM VOORKOMT VERDAMPING

Versie 1

Klas	3-5 hv
Subdomein	Vaardigheden
Vaardigheid	Onderzoeken
Specificaties	Onderzoeksvraag, werkplan
Trefwoorden	Proefomstandigheden, monolaag, zeep, stearylalcohol, cetylalcohol
Vaardigheidsvraag	Informatieselectievraag

Versie 2 t/m 4

Klas	3 hv (versie 2,3), 4 hv (versie 4)
Subdomein	Bindingen, structuren en eigenschappen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Oplosbaarheid, hydrofiel, hydrofoob
Trefwoorden	Stearylalcohol, monolaag
Vaardigheidsvraag	Informatieselectievraag

Versie 5

Klas	4 hv
Subdomein	Chemisch rekenen
Vaardigheid	Informatie
Specificaties	Bekende chemische berekeningen
Trefwoorden	Stearylalcohol, volume molecuul,
Vaardigheidsvraag	Informatiebewerkingsvraag

www.technischweekblad.nl, 2 april 2015

Dunne film voorkomt verdamping

Teake Zuidema

Een proef in de Amerikaanse staat Texas wijst erop dat een film van WaterSavr verdamping in waterreservoirs met 15 % kan verminderen.

WaterSavr is een mengsel van gehydrateerd kalkpoeder met stearyl- en cetylalcohol. Dit bio-afbreekbare, niet-giftige materiaal kan in een superdunne film – één molecuul dik – op het water worden aangebracht. Het waterreservoir met de film verloor 15 % minder water dan een aanpalend reservoir dat geen behandeling kreeg. De behandeling kost € 150 voor het redden van 1.250 m³ water. Niet gek, wanneer je weet dat zo'n hoeveelheid drinkwater in het droge Texas € 350 tot € 650 kost.

Nadeel is nog wel dat wind de film kan opbreken.

Versie 1

In warme gebieden verliezen waterreservoirs veel water door verdamping.

Het product WaterSavr kan volgens onderzoekers uit Texas de verdamping van het water verminderen. De onderzoekers hebben dat met proeven vastgesteld.

- 1 Noteer de onderzoeksvraag waarmee de onderzoekers aan de slag zijn gegaan.
- 2 Noteer hoe zij de proef aangepakt zullen hebben.
- 3 Welke twee omstandigheden zullen invloed hebben op de resultaten van de proef? Licht je antwoord toe.

In het artikel op de site van het Technisch Weekblad staat dat het materiaal, dat in een superdunne film op het water wordt aangebracht, bio-afbreekbaar en niet-giftig is.

- 4 Noem nog twee eigenschappen die van belang zijn voor het goed functioneren van het product WaterSavr.

WaterSavr blijkt niet goed te werken bij windigere plaatsen.

- 5 Leg uit waarom dit te verwachten is.
- 6 Leg uit waar je rekening mee moet houden bij het aanbrengen van de laag als het rustig waait.

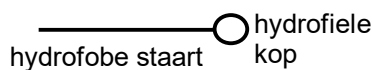
Ook in Australië wordt veel onderzoek gedaan naar het tegengaan van waterverlies door verdamping. En in Algerije staat het thema ook in de belangstelling van onderzoekers.

- 7 Leg uit waarom men in deze landen onderzoek doet naar het tegengaan van waterverdamping.
- 8 Noem een branche die ook geïnteresseerd zal zijn in de uitkomst van dit onderzoek.

Versie 2

- 1 Leg uit waarom men in warme en droge landen op zoek is naar materialen als WaterSavr.

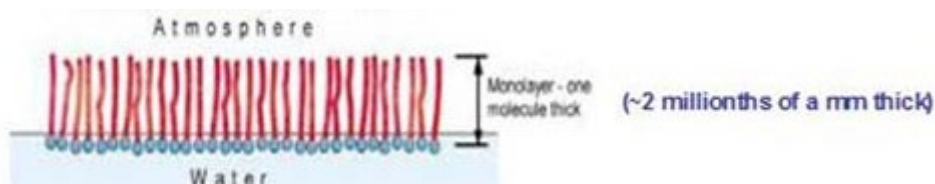
WaterSavr bevat onder andere stearylalcohol en cetylalcohol. Je kunt de moleculen van beide stoffen schematisch weergeven zoals in figuur 1 is afgebeeld.



Figuur 1

Het verschil tussen de twee is dat de staart van stearylalcohol iets langer is dan die van cetylalcohol omdat hij uit meer C- en H-atomen bestaat.

Op de site van de firma die WaterSavr maakt staat figuur 2. Ze leggen daarmee uit hoe de superdunne film er op microschaal uitziet.



Figuur 2

Bron: <http://www.flexiblesolutions.com/products/WaterSavr/>

- 2 Leg uit waarom de moleculen cetylalcohol en stearylalcohol zich zo rangschikken als in figuur 2 is getekend.

Cetylalcohol en stearylalcohol zijn bio-afbreekbaar: de stoffen worden na 2-3 dagen omgezet in koolstofdioxide en water. Hiervoor is zuurstof nodig.

- 3 Noteer de reactievergelijking voor de reactie van stearylalcohol ($C_{18}H_{38}O$) tot koolstofdioxide en water.

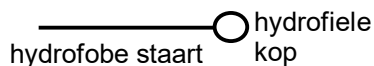
Een andere eigenschap van WaterSavr is dat het niet giftig is.

4 Leg uit waarom dat belangrijk is.

Versie 3

1 Leg uit waarom men in warme en droge landen op zoek is naar materialen zoals WaterSavr.

WaterSavr bevat onder andere stearylalcohol en cetylalcohol. Je kunt de moleculen van beide stoffen schematisch weergeven zoals in figuur 1 is afgebeeld.



Figuur 1

Het verschil tussen de twee is dat de staart van stearylalcohol iets langer is dan die van cetylalcohol omdat hij uit meer C- en H-atomen bestaat.

2 Met welk type moleculen heb je te maken als je kijkt naar de bouw zoals is getekend in figuur 1.

De firma die WaterSavr maakt, wil een tekening hebben waarin je kunt zien hoe de dunne film op het water aanwezig is, maar dan wel op microniveau, dat wil zeggen dat je laat zien hoe de moleculen zijn gerangschikt op het wateroppervlak.

3 Geef in een tekening weer hoe de cetylalcoholmoleculen (minimaal acht) zich rangschikken op het grensvlak van water en lucht.. Maak daarbij gebruik van de schets in figuur 2. Gebruik voor de moleculen van de filmlaag de schematische tekening uit figuur 1. Licht je tekening toe.



Figuur 2

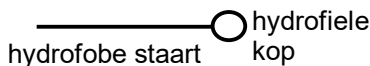
Cetylalcohol en stearylalcohol zijn bio-afbreekbaar: de stoffen worden na 2-3 dagen omgezet in koolstofdioxide en water. Hiervoor is zuurstof nodig.

4 Noteer de reactievergelijking voor de reactie van stearylalcohol ($C_{18}H_{38}O$) tot koolstofdioxide en water.

Versie 4

1 Leg uit waarom men in warme en droge landen op zoek is naar materialen zoals WaterSavr.

WaterSavr bevat onder andere stearylalcohol en cetylalcohol. Je kunt de moleculen van beide stoffen schematisch weergeven zoals in figuur 1 is afgebeeld.



Figuur 1

Het verschil tussen de twee is dat de staart van stearylalcohol iets langer is dan die van cetylalcohol omdat hij uit meer C- en H-atomen bestaat.

De rationele naam voor stearylalcohol is octadecan-1-ol en voor cetylalcohol hexadecan-1-ol.

- 2 Teken de structuurformule van hexadecan-1-ol. Maak gebruik van een gegeven uit Binas tabel 66C

De firma die WaterSavr maakt, wil een tekening hebben waarin je kunt zien hoe de dunne film op het water aanwezig is, maar dan wel op microniveau, dat wil zeggen dat je laat zien hoe de moleculen zijn gerangschikt op het wateroppervlak.

- 3 Geef in een tekening weer hoe de cetylalcoholmoleculen (minimaal acht) zich rangschikken op het grensvlak van water en lucht.. Maak daarbij gebruik van de schets in figuur 2. Gebruik voor de moleculen van de filmlaag de schematische tekening uit figuur 1. Licht je tekening toe.



Figuur 2

- 4 Leg uit welke krachten een rol spelen tussen de verschillende delen van de moleculen

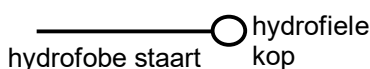
Cetylalcohol en stearylalcohol zijn bio-afbreekbaar: de stoffen worden na 2-3 dagen omgezet in koolstofdioxide en water. Hiervoor is zuurstof nodig.

- 5 Noteer de reactievergelijking voor de reactie van stearylalcohol ($C_{18}H_{38}O$) tot koolstofdioxide en water.

Versie 5

- 1 Leg uit waarom men in warme en droge landen op zoek is naar materialen zoals WaterSavr.

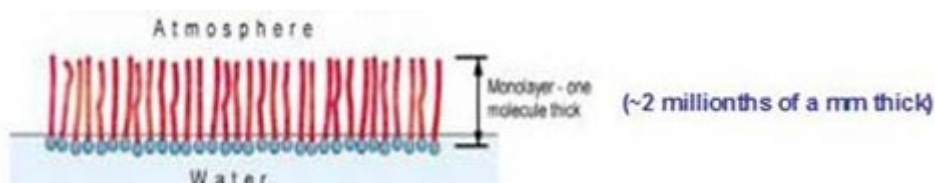
WaterSavr bevat onder andere stearylalcohol en cetylalcohol. Je kunt deze moleculen beide schematisch weergeven zoals in figuur 1 is afgebeeld.



Figuur 1

Het verschil tussen de twee is dat de staart van stearylalcohol iets langer is dan die van cetylalcohol omdat hij uit meer C- en H-atomen bestaat.

Op de site van de firma die het product WaterSavr maakt staat figuur 2. Ze leggen daarmee uit hoe de superdunne film er op microschaal uitziet.



Figuur 2

Bron: <http://www.flexiblesolutions.com/products/WaterSavr/>

- 2 Leg uit waarom de moleculen cetylalcohol en stearylalcohol zijn gerangschikt zoals in figuur 2 is weergegeven.

Kies nu één van de drie onderstaande rekenopgaven I, II en III, dus je maakt óf de vragen 3,4 óf 5,6 óf 7,8.

Berekening I: Hoe dik is de monolaag die stearylalcohol vormt op het water?

Op de site van de producent van WaterSavr en in andere literatuur staan allerlei gegevens met betrekking tot het gebruik van WaterSavr:

- men gebruikt 0,50 kg WaterSavr op een oppervlak van 10.000 m²,
- WaterSavr bevat 4,6 massaprocent stearylalcohol en 4,6 massaprocent cetylalcohol: je mag dit vereenvoudigen tot: er is aanwezig 9,2 massaprocent stearylalcohol,
- molaire massa van stearylalcohol = 240,49 g mol⁻¹
- de dichtheid van stearylalcohol is 0,812 g cm⁻³.

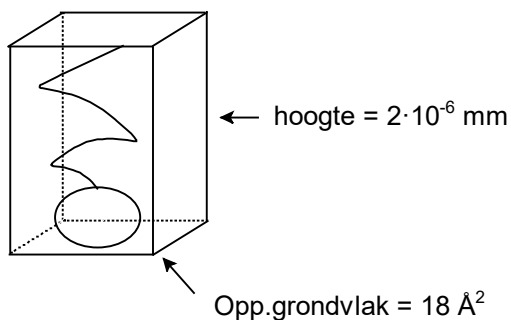
De hoogte van de monolaag is volgens gegevens op de site van de producent van WaterSavr ongeveer $2 \cdot 10^{-6}$ mm (zie ook figuur 2).

- 3 Controleer met een berekening de hoogte van de monolaag van stearylalcohol zoals weergegeven in figuur 2. Maak hierbij gebruik van de gegevens van de site van WaterSavr en uit de literatuur zoals hierboven staan vermeld.
- 4 Geef commentaar op je antwoord van vraag 3

Berekening II: Berekening van het massapercentage stearylalcohol in WaterSavr.

Op de site van de producent van WaterSavr en in andere literatuur staan allerlei gegevens met betrekking tot het gebruik van WaterSavr:

- de hoogte van de monolaag is ongeveer $2 \cdot 10^{-6}$ mm (zie ook figuur 2),
- grondoppervlak van één stearylmolecuul is 18 Å² (Å is de eenheid Ångström, 1 Å = 10⁻¹⁰ m)



Figuur 3

- de molaire massa van stearylalcohol = $240,49 \text{ g mol}^{-1}$

Je mag stearylalcoholmoleculen als rechthoekige blokjes beschouwen die volledig tegen elkaar aan liggen. Verder brengen we als vereenvoudiging aan dat er in WaterSavr alleen stearylalcohol aanwezig is en geen cetylalcohol.

- 5 Bereken hoeveel gram stearylalcohol men nodig heeft op een wateroppervlak van 10.000 m^2 . Maak in je berekening gebruik van de constante van Avogadro (zie Binas tabel 7).

Men gebruikt $0,50 \text{ kg}$ WaterSavr op een oppervlak van 10.000 m^2 .

- 6 Bereken het massapercentage stearylalcohol in WaterSavr.

Berekening III: Hoeveel moleculen stearylalcohol verspreiden zich over een wateroppervlak van 10.000 m^2 ?

Op de site van de producent van WaterSavr en in andere literatuur staan allerlei gegevens met betrekking tot het gebruik van WaterSavr:

- de hoogte van de monolaag is ongeveer $2 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$ (zie ook figuur 2),
- WaterSavr bevat 4,6 massaprocent stearylalcohol en 4,6 massaprocent cetylalcohol: je mag dit vereenvoudigen tot: er is aanwezig 9,2 massaprocent stearylalcohol,
- de molaire massa van stearylalcohol = $240,49 \text{ g mol}^{-1}$
- de dichtheid van stearylalcohol is $0,812 \text{ g cm}^{-3}$.

- 7 Bereken het aantal mol stearylalcohol dat zich verspreidt over een wateroppervlak van 10.000 m^2 .
- 8 Bereken het aantal moleculen stearylalcohol dat zich verspreidt over een wateroppervlak van 10.000 m^2 . Maak in je berekening gebruik van de constante van Avogadro (zie Binas tabel 7).

Dunne film voorkomt verdamping

Versie 1

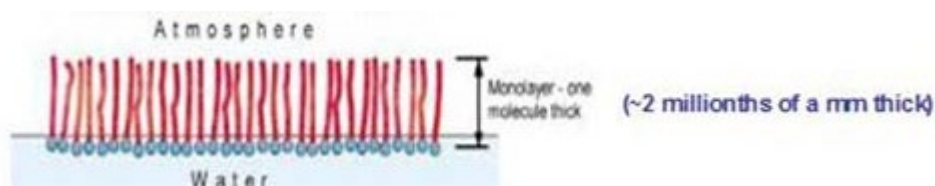
- 1 Is het mogelijk om met het product WaterSavr een merkbare vermindering van het verdampen van water uit waterreservoirs te bereiken?
- 2 Twee waterreservoirs gebruiken, waarvan het wateroppervlak en ook de waterdiepte even groot zijn. Bij de ene wel WaterSavr gebruiken en bij de andere niet. De proef een aantal malen herhalen bij gelijke omstandigheden. Geen metingen doen als het bijvoorbeeld regent of sneeuwt. Zorgen dat er geen water kan weglekken uit de waterreservoirs.
- 3 De temperatuur waarbij zij werken: bij hogere temperatuur verdampt meer water uit het onbeschermd reservoir. Wind, bij grotere windkracht zal er ook meer water verdampen bij het onbeschermd reservoir.
- 4 Het materiaal moet een gesloten film vormen op het wateroppervlak, het materiaal moet zichzelf makkelijk kunnen verspreiden over het water. De film moet niet te makkelijk weer verdwijnen.
- 5 De film zal dan makkelijk breken en er zal dan meer verdamping optreden.
- 6 Je moet op de windrichting letten. De filmlaag zal moeilijker gevormd worden tegen de windrichting in.
- 7 Het kan daar erg warm zijn en er kan droogte heersen, dus hoe minder water verdampt hoe beter.
- 8 Zwembaden.

Versie 2

- 1 In warme landen zijn er hoge temperaturen. Daardoor zal er makkelijker water verdampen. De reservoirs zullen dus water verliezen waardoor dat dan niet als drinkwater of als water voor bijvoorbeeld landbouw (irrigatie) kan worden gebruikt. Landen waar droogte heerst willen natuurlijk zoveel mogelijk water beschikbaar houden. Verdamping tegen gaan zorgt voor een grotere watervoorraad.
- 2 De staart is hydrofoob en zal dus niet met water in contact willen komen, de hydrofiele koppen willen dat wel.
- 3 $\text{C}_{18}\text{H}_{38}\text{O} + 27 \text{O}_2 \rightarrow 18 \text{CO}_2 + 19 \text{H}_2\text{O}$
- 4 Primair: het water zal (voor een deel) geschikt moeten zijn voor consumptie/irrigatie. Ook kan het zijn dat er in waterreservoirs levende organismen aanwezig zijn. Die zouden dan vergiftigd worden. dan vergiftigd worden.

Versie 3

- 1 In warme landen zijn er hoge temperaturen. Daardoor zal er makkelijker water verdampen. De reservoirs zullen dus water verliezen dat dan niet als drinkwater of als water voor bijvoorbeeld landbouw (irrigatie) kan worden gebruikt. Landen waar droogte heerst willen natuurlijk zoveel mogelijk water achter de hand houden. Verdamping tegen gaan zorgt voor een grotere watervoorraad.
- 2 Moleculen van een emulgator; zeepmoleculen.
- 3 De staarten zijn hydrofoob en zullen dus niet met water in contact willen komen, de hydrofiele koppen willen dat wel.

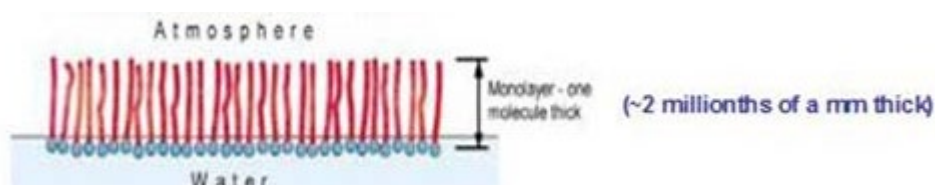


Bron: <http://www.flexiblesolutions.com/products/WaterSavr/>

- 4 $\text{C}_{18}\text{H}_{38}\text{O} + 27 \text{O}_2 \rightarrow 18 \text{CO}_2 + 19 \text{H}_2\text{O}$

Versie 4

- 1 In warme landen zijn er hoge temperaturen. Daardoor zal er makkelijker water verdampen. De reservoirs zullen dus water verliezen dat dan niet als drinkwater of als water voor bijvoorbeeld landbouw (irrigatie) kan worden gebruikt. Landen waar droogte heerst willen natuurlijk zoveel mogelijk water beschikbaar houden. Verdamping tegengaan zorgt voor een grotere watervoorraad.
- 2 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
- 3 De staarten zijn hydrofoob en zullen dus niet met water in contact willen komen, de hydrofiele koppen willen dat wel.



Bron: <http://www.flexiblesolutions.com/products/WaterSavr/>

- 4 Tussen de hydrofiele OH groepen die tussen de watermoleculen steken en de watermoleculen: waterstofbruggen. Tussen de hydrofobe staarten onderling: vanderwaalskrachten of molecuulbinding
- 5 $\text{C}_{18}\text{H}_{38}\text{O} + 27 \text{O}_2 \rightarrow 18 \text{CO}_2 + 19 \text{H}_2\text{O}$

Versie 5

- 1 In warme landen zijn er hoge temperaturen. Daardoor zal er makkelijker water verdampen. De reservoirs zullen dus water verliezen dat dan niet als drinkwater of als water voor bijvoorbeeld landbouw (irrigatie) kan worden gebruikt. Landen waar droogte heerst willen natuurlijk zoveel mogelijk water beschikbaar houden. Verdamping tegen gaan zorgt voor een grotere watervoorraad.
- 2 De staart is hydrofoob en zal dus niet met water in contact willen komen, de hydrofiele koppen willen dat wel.

Berekening I

- 3 9,2 massaprocent stearylalcohol: 0,50 kg WaterSavr bevat $0,092 \times 500 = 46 \text{ g}$ stearylalcohol $\equiv 46/0,812 = 57 \text{ cm}^3$ stearylalcohol.
Wateroppervlak = $10000 \text{ m}^2 = 1,0 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$
 $V = A \cdot h \rightarrow 57 = 1,0 \cdot 10^8 \cdot h \rightarrow h_{\text{monolaag}} = 57 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 5,7 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$
- 4 Dit komt niet overeen met de hoogte van de monolaag die de producent van WaterSavr aangeeft. De berekende hoogte is bijna 3 maal zo groot.

Berekening II

- 5 $1 \text{ m} = 1 \cdot 10^{10} \text{ \AA}$. $10.000 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^{24} \text{ \AA}^2$. Grondoppervlak van 1 molecuul = $18 \text{ \AA}^2$. Dat betekent op 10000 m^2 passen $1 \cdot 10^{24}/18 = 5,6 \cdot 10^{22}$ stearylalcoholmoleculen. 1 mol stof bevat $6,02 \cdot 10^{23}$ moleculen (constante van Avogadro, tabel 7). $5,6 \cdot 10^{22}/6,02 \cdot 10^{23} = 0,0924 \text{ mol}$ stearylalcohol $\equiv 0,0924 \times 240,49 = 22,2 \text{ g}$ stearylalcohol.
- 6 Massapercentage stearylalcohol = $(22,2/500) \cdot 100 \% = 4,4 \text{ massaprocent}$.

Berekening III

- 7 $h_{\text{monolaag}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}$; $A_{\text{vlek op water}} = 10.000 \text{ m}^2$. Volume stearylalcohol = $A_{\text{vlek}} \times h_{\text{vlek}} = 1 \cdot 10^4 \times 2 \cdot 10^{-9} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 20 \text{ cm}^3$ stearylalcohol $\equiv 20 \times 0,812 = 16,2 \text{ g}$ stearylalcohol $\equiv 16,2/270,49 = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ stearylalcohol.
- 8 $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ stearylalcohol $\equiv 6,0 \cdot 10^{-2} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 3,6 \cdot 10^{22}$ stearylalcoholmoleculen.

Opmerking

Het calciumhydroxide doet dienst als dispersant, verstrooiingsmiddel.

Artikel: <http://www.technischweekblad.nl/dunne-film-voorkomt-verdamping.403153.lynkx>

KNIESCHIJF UIT DE PRINTER

<i>Klas</i>	5hv, 6v
<i>Subdomein</i>	Bindingen, structuren en eigenschappen;
<i>Vaardigheid</i>	Informatie
<i>Specificaties</i>	Composiet, vervormbaarheid, crosslink
<i>Trefwoorden</i>	Polycaprolacton, vezel, hydrogel, GelMA,
<i>Vaardigheidsvraag</i>	Informatiebewerkingsvraag

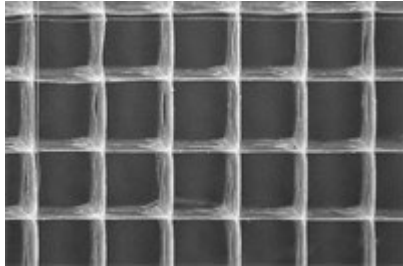
www.c2w.nl, 28 april 2015

Knieschijf uit de printer

Nieuwe 3D-techniek maakt ook grotere stukken kraakbeen stevig genoeg

Arjen Dijkgraaf

Dankzij versterkend weefsel uit de 3D-printer wordt de vervanging van kraakbeen in gewrichten eindelijk praktisch haalbaar. Dat beloven Utrechtse onderzoekers in een publicatie in *Nature Communications*.



Voorbeeld van het 3D-geprinte weefsel.

Het idee is dan dat je menselijke kraakbeencellen (chondrocyten) uitzaait in een hydrogel met de juiste afmetingen, in de hoop dat ze geleidelijk die hydrogel vervangen. Tot nu toe lukt dat alleen met kleine stukjes; om grotere gewrichtsbeschadigingen te herstellen zijn de beschikbare hydrogels veel te slap.

Onder leiding van de Utrechtse hoofddocent Jos Malda en de in Australië werkzame Duitser Dietmar Hutmacher probeert men nu die hydrogel te versterken met een poreuze weefselstructuur van polycaprolacton (PCL, fabrikaat Purac/Corbion).

Die structuur wordt opgebouwd met een eerder door Hutmacher c.s. ontwikkelde 3D-printer. Die werkt op basis van electrospinning, een technologie die gewoonlijk dient om kunststoffen te verspinnen tot textielvezels. Hiermee kun je vezels genereren met een minimale dikte van zo'n 5 micrometer, een factor 20 dunner dan wat er komt uit een klassieke 3D-printer met een extruder als printkop.

In dit geval leg je de vezels kruiselings over elkaar heen met een flinke tussenruimte, zodat je een constructie krijgt die voor 93 tot 98 % uit lucht bestaat. Die lucht vul je vervolgens op met je hydrogel, in dit geval een mengsel van gelatine en methacrylamide (GelMA) dat je ter plekke crosslinkt.

De eerste proeven wijzen uit dat je zo een materiaal krijgt dat qua stijfheid vergelijkbaar is met echt kraakbeen. Die stijfheid kun je nog een beetje instellen door de afstand tussen de geprinte vezels te veranderen. Kraakbeencellen lijken er bovendien goed in te gedijen, en je merkt zelfs dat hun genetische expressie gaat reageren op mechanische belasting van het materiaal.

En anders dan de hydrogel doet het PCL-weefsel er wel een paar jaar over om te degraderen, zodat de kraakbeencellen ruimschoots de tijd krijgen om uit te groeien en te rijpen.

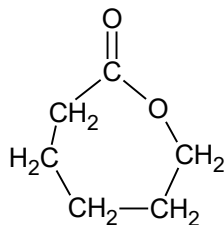
Kraakbeen in een gewricht kan stuk gaan of slijten. Men probeert nieuw kraakbeen te laten groeien om daarmee beschadiging te kunnen herstellen. De beschikbare hydrogels zijn niet geschikt voor grotere beschadigingen. De onderzoekers Malda en Hutmacher werken aan een methode om de hydrogel te versterken.

- 1 Leg uit welke twee eigenschappen van het nieuwe materiaal van belang zijn zodat het een (deel van) een knieschijf kan vervangen.
- 2 Leg uit of het weefsel dat men wil gaan gebruiken voor de vervanging van kraakbeen in gewrichten een composiet is. Onderbouw je antwoord met details uit het artikel.

In het artikel is zowel sprake van textielvezels gemaakt van polycaprolacton als van een hydrogel.

Polycaprolacton

Polycaprolacton ontstaat door de ring-openende polymerisatie van het ringvormige monomeer ϵ -caprolacton.



Figuur 1 ϵ -caprolacton

- 3 Geef de naam van de kenmerkende groep in ϵ -caprolacton.
- 4 Teken de structuurformule van het molecuul waaruit na ringsluiting ϵ -caprolacton is ontstaan.
- 5 Noteer de naam van het molecuul dat je getekend hebt in je antwoord op vraag 4.
- 6 Teken een stukje van de keten van het polymeer polycaprolacton. Teken minimaal 3 monomeereenheden.

Om van polymeren vezels te maken ondergaan ze een spinproces. Electrospinning is een techniek waarbij kunststofvezels worden geproduceerd die vijfhonderd tot duizend keer dunner zijn dan een haar. De kunststoffen moeten daarvoor zover verwarmd worden dat ze voldoende week worden.

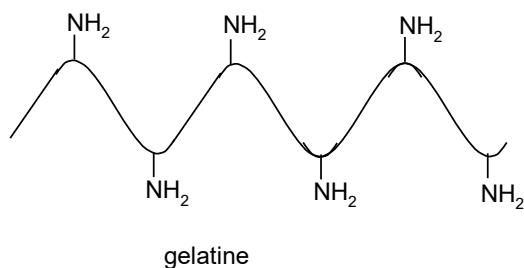
- 7 Leg aan de hand van de bouw van polycaprolacton uit dat het geschikt is om via een spinproces verwerkt te worden.

Polycaprolacton is biologisch afbreekbaar. Het kan worden afgebroken met behulp van enzymen, namelijk lipases, volgens het sleutel-slot principe. Deze enzymen hebben een hydrofoob gedeelte dat in dit geval bindt aan het hydrofobe gedeelte van het substraat, het polycaprolacton.

- 8 Leg uit wat het hydrofobe deel van het polymeer polycaprolacton is.

Vorming van de hydrogel

De stof gelatine vormt de basis van de hydrogel. Gelatine is opgebouwd uit aminozuren.



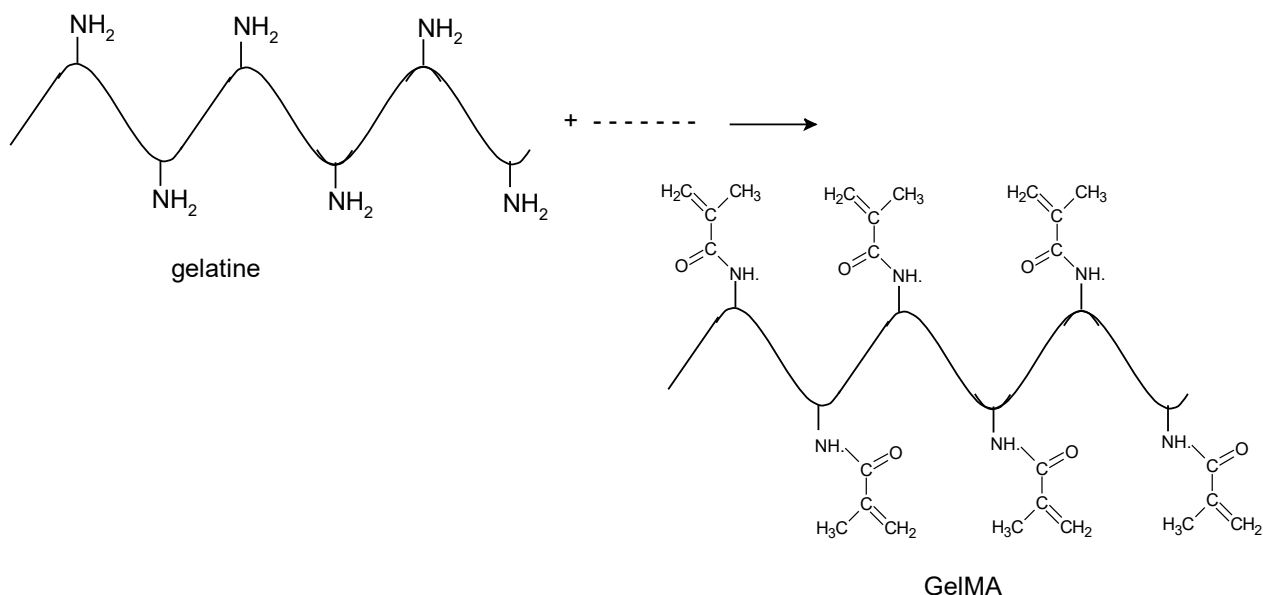
Figuur 2

- 9 Noteer de namen van drie aminozuren die in gelatine aanwezig kunnen zijn, gezien het feit dat gelatine vrije aminogroepen bevat.

De vorming van de hydrogel verloopt in twee stappen.

Stap 1

In stap 1 reageert gelatine (Gel) met methacrylamide (MA). Figuur 3 geeft stap 1 in de vorming van het hydrogel “methacrylated gelatine” (GelMA) weer waarbij de structuurformule van methacrylamide (MA) niet is getekend (in plaats daarvan staan stippeltjes).



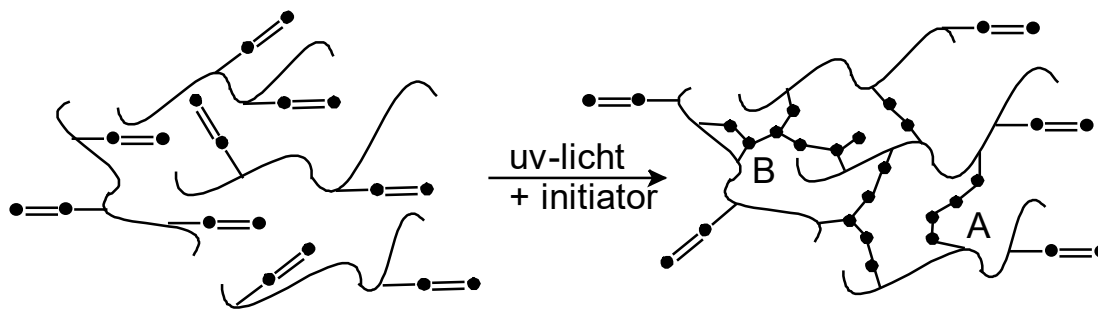
Figuur 3

- 10 Teken de structuurformule van het molecuul methacrylamide waar gelatine mee moet reageren om GelMA te vormen en op de plaats van de stippeltjes moet staan.

Stap 2

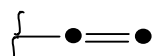
Om het hydrogel te vormen crosslinkt men in de tweede stap de ketens van het polymeer GelMA met behulp van UV-licht en een initiator.

In figuur 4 zie je een schematische weergave van GelMA (voor de pijl) en de gecrosslinkte structuur (na de pijl).



Figuur 4

- 11 Leg uit hoe de verschillende koppelingen aangegeven A en B tussen de GelMA ketens zijn ontstaan. Ga daarbij uit van losse elementen zoals weergegeven in figuur 4, • is een C-atoom



Figuur 4

Stijfheid

Om de met vezels versterkte hydrogel als vervanger voor het kraakbeen te gebruiken is het van belang dat het materiaal voldoende stijf is.

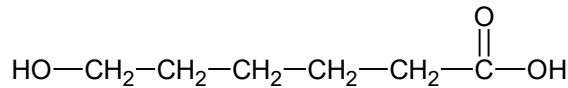
- 12 Benoem minimaal drie veranderingen aan de vezels of aan de hydrogel waarmee je de stijfheid van het materiaal kunt beïnvloeden. Noteer dit als volgt:

Verandering	Stijfheid wordt kleiner/groter

Knieschijf uit de printer

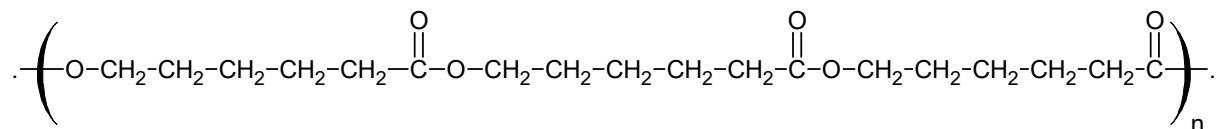
- 1 Voldoende stijfheid (minder slap) en bioafbreekbaar.
- 2 Het nieuwe materiaal is een composiet. Er zijn polycaprolactonvezels en de matrix wordt gevormd door de hydrogel. In artikel: "versterkend weefsel", "die hydrogel te versterken met een poreuze weefselstructuur".
- 3 Estergroep.

4



5 6-hydroxyhexaanzuur

6

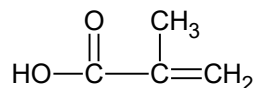


- 7 Polycaprolacton bestaat uit een lineaire polymeermoleculen. Het materiaal is daardoor een thermoplast. Dit verweekt bij verwarming waardoor het via spinnen verwerkt kan worden.

8 Het centrale alkylgedeelte $-(\text{CH}_2)_5-$.

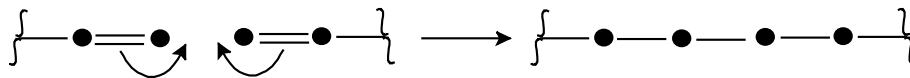
9 Lysine, histidine en arginine bevatten $-\text{NH}_2$ groepen.

10

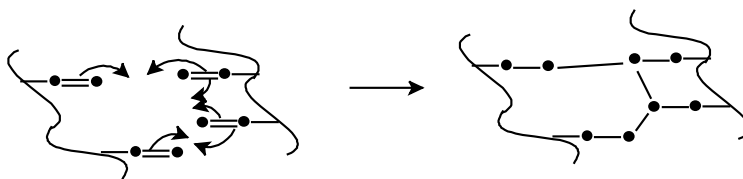


11

Vorming A



Vorming B



12

Verandering	Stijfheid wordt kleiner/groter
Polycaprolactonvezels dicht bij elkaar printen	groter
Meer NH_2 groepen in gelatine omzetten	groter
Meer initiator toevoegen bij het crosslinken	groter

Volledige artikel: <http://www.c2w.nl/knieschijf-uit-de-printer.407912.lynkx>