

INHOUDSOPGAVE

Titel opgave <i>klas</i>	hoofddomein, subdomein vaardigheid kernwoorden	pagina
Toekomstscenario, benzine uit lucht <i>4 m hv</i>	stoffen en materialen, reacties informatie ontledingsreacties, koolstofdioxide, absorptie	1
DSM stopt met aspartaam <i>5v</i>	koolstofchemie, toepassing stoffen, reacties informatie structuurformule, aspartaam, zoetstof, aminozuur, methylester	2
Emulsies mengen en ontmengen <i>5 hv</i>	stoffen (anorganisch), binding informatie intermoleculair, emulgator, emulsie, evenwicht, zuur-base reactie, polair, apolair, hydrofiel, hydrofoob	4
Consument kan blijven koken <i>5v</i>	kenmerken van reacties, energie informatie, rekenen reactiewarmte, stookwaarde, vormingswarmte	6
Geurstoffen <i>4 hv</i>	koolstof-chemie, structuur informatie stereo-isomeer, carvon, geurstof, koolstofverbindingen	7
Rijden op plastic zakjes <i>4 hv</i>	koolstof-chemie, brandstoffen informatie polymeren, kunststofafval, pyrolyse, brandstof, milieu	8
Loodwit <i>4 m hv</i>	stoffen en materialen, toepassing van stoffen informatie reacties, berekeningen, gevarenteken, pictogram, formuletaal	10
Stroom uit rioolwater <i>5,6 v</i>	redox, redox als proces informatie brandstofcel, rioolwater, bacteriën, halfreactie, milieu	12
Hip met biotech <i>6v</i>	koolstofchemie, polymeren informatie bioplastic, biopolymeer, melkzuur, glucose, dextrose	14
Rijden op bietanol <i>5,6v</i>	biochemie, toepassing stoffen informatie bio-ethanol, bio-butanol, benzineadditief, milieu	15
Opruimen met kalkinjectie <i>5hv</i>	zuren en basen, reacties informatie zuur, base, kalkmelk, kalk, neerslag	16
Gekookte andijvie <i>4 mh</i>	stoffen en materialen, anorganisch informatie formuletaal, rekenen	17
Antivries bij de biodiesel <i>5,6v</i>	koolstof-chemie, reacties informatie hydrolyse, glycerine, milieu, antivries, propyleenglycol, katalysator	19
Zuinige mebranen produceren esters <i>5 hv</i>	koolstofchemie, reacties informatie	20

INHOUDSOPGAVE *(vervolg)*

Titel opgave <i>klas</i>	hoofddomein, subdomein vaardigheid kernwoorden	pagina
Methaan <i>3,4 mhv</i>	ester, evenwicht, rekenen vaardigheden, informatie koolstofchemie literatuur onderzoek (Internet), koolwaterstoffen, broeikaseffect, milieu	21
Polyvruchtensap <i>4 hv</i>	koolstof-chemie, structuur/reacties Informatie structuurformules, halfreacties, fructose, HMF, FDCA, polymeer, polyester, milieu	23
Smeltkroes van smeltpunten <i>3 mhv</i>	stoffen en materialen, gebruik van stoffen informatie eigenschappen van stoffen, smeltpunten, smelten, reactie	25
Erts van de oceaanbodem <i>3 hv</i>	stoffen (anorganisch), naam/formule informatie metalen, symbolen, rekenen, formuletaal	27
Norm biobrandstof niet haalbaar <i>4 hv</i>	koolstof-chemie, brandstoffen informatie bio-ethanol, milieu, biobrandstof, EU-norm	28
Rennie Refluxine <i>4 mhv</i>	zuren en basen, reacties informatie reacties, zuren, basen, pH berekening, koolstofdioxidegas, Rennie refluxine	29
Microreformer produceert waterstof <i>5 hv</i>	koolstofchemie, reacties informatie brandstofcel, rekenen, rendement	31
Gebruik oppervlaktewater <i>4 hv, 5v</i>	stoffen (anorganisch), reacties informatie structuurformule, halfreactie, perazijnzuur, waterstofperoxide, ontleding, bruinrot	32

DSM STOPT MET ASPARTAAM

Holland Sweetener Company VoF in Geleen houdt eind dit jaar op te bestaan. De joint venture van DSM en het Japanse Tosoh, naar eigen zeggen de grootste aspartaamproducent in Europa, is volgens de moederbedrijven chronisch onrendabel.

En dat terwijl aspartaam ooit gold als het nieuwe witte goud van Limburg. In de jaren tachtig ontwikkelden DSM en Tosoh gezamenlijk een productieproces voor deze zoetstof. In 1995 werd hij verder verfijnd tot Twinsweet, een combinatie van aspartaam en de zoetstof acesulfam.

De laatste jaren komen er steeds meer berichten dat aspartaam kankerverwekkend of anderszins ongezond zou zijn. Voedsel-

en warenautoriteiten hebben die publicaties nooit echt serieus genomen. Aspartaam wordt gemaakt van de aminozuren asparaginezuur en fenylalanine, die van nature in het lichaam voorkomen. Als er al een schadelijke stof uit kan ontstaan, dan is de hoeveelheid veel te klein om kwaad te kunnen, zo stelt men de gebruikers gerust. Maar wat met indianenverhalen niet lukte, krijgt structurele overcapaciteit op de wereldmarkt nu wel voor elkaar. Het kost zo'n honderd mensen in Limburg hun baan. Gedwongen ontslagen zijn waarschijnlijk niet te vermijden. (ADI)

www.hollandsweetener.com

www.aspartaam.nl

Wat is aspartaam?

Aspartaam is een kunstmatige zoetstof die o.a. veel wordt gebruikt in 'light' frisdranken en 'light' desserts. In de Wikipedia-encyclopedie op Internet kun je lezen "*Chemisch gezien is aspartaam de methylester van de dipeptide die bestaat uit de aminozuren aspartaat en fenylalanine, aangevuld met methanol*".

1 Zoek op Internet het Wikipedia-artikel over aspartaam op en neem de structuurformule over. [

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Aspartaam>].

2 Teken de structuurformule met alle C- en H-atomen zoals je dat voor organische moleculen hebt geleerd (*tip*: de molecuulformule is $C_{14}H_{18}N_2O_5$).

Een dipeptide is (hier) een verbinding van twee aminozuren. De peptidebinding is daarin de 'brug' tussen de aminozuren.

3 Omlijn de beide bouwstenen in de formule uit vraag 2.

4 Hoe heten de reactieve groepen waartussen de peptidebinding is gevormd.

5 Geef de vorming van de peptidebinding in een reactievergelijking met structuurformules weer.

In de beschrijving "Chemisch gezien ..." aan het begin van deze opgave wordt aspartaam een methylester genoemd.

6 Wijs in de formule aan waaruit blijkt dat aspartaam een methylester is.

Het linker aminozuur wordt in Binas anders genoemd en ook anders getekend dan bij Wikipedia.

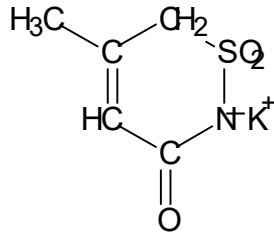
7 Zoek op hoe in Binas het linker aminozuur wordt genoemd.

8 Beschrijf het verschil tussen de beide weergaven van het aminozuur.

Verfijning tot Twinsweet

- 9 Op welke wijze werd aspartaam in 1995 verfijnd?
10 Verklaar de naam Twinsweet.

De stof acesulfam wordt ook wel acesulfam-K genoemd. De structuurformule is



Aspartaam en acesulfam-K zijn beide goed oplosbaar in water.

- 11 Leg uit waardoor aspartaam goed in water kan oplossen.
12 Leg uit waardoor acesulfam-K goed in water kan oplossen.

Aspartaam is ongeveer 150 tot 200x zo zoet als 'gewone' suiker (sacharose), acesulfam-K is ongeveer 200 x zo zoet. Een mengsel van beide zoetstoffen heeft een 30-40% hogere zoetkracht dan elk van de stoffen afzonderlijk.

- 13 Leg uit dat je bij het gebruik van Twinsweet maar heel kleine hoeveelheden van de zoetstoffen binnenkrijgt.

Toevoegingen aan voedingsmiddelen worden vaak aangeduid met E-nummers.

- 14 Zoek in Binas de E-nummers op van aspartaam en van acesulfa(a)m.

Aspartaam ongezond?

Niet iedereen is overtuigd van de veiligheid van (consumptie van) aspartaam.

- 15 Welke risico's van aspartaam-consumptie worden genoemd?
16 Welk gevaar noemt Binas van het afbraakproduct methanol?
17 Met welke argumenten stellen voedsel- en warenautoriteiten gebruikers van aspartaam gerust?

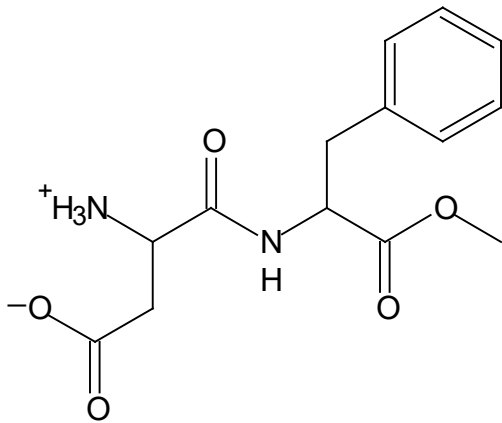
DSM stopt met aspartaam.

De titel van het artikel is kernachtig, maar niet volledig.

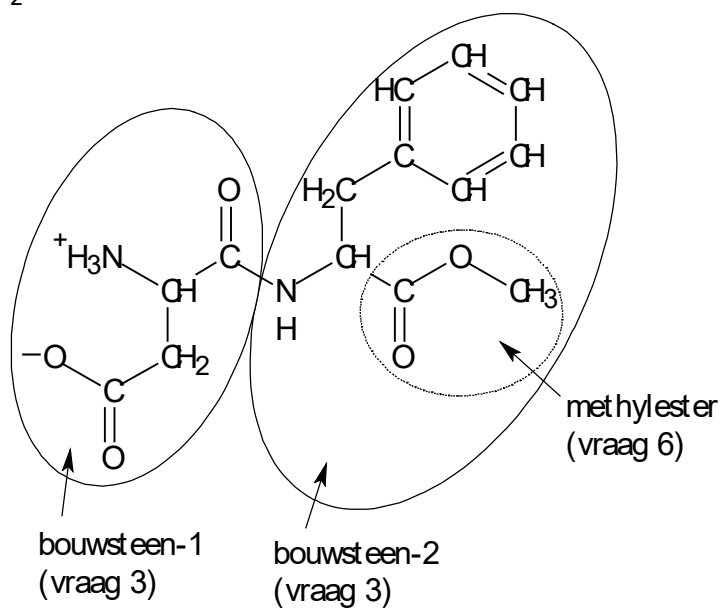
- 18 Welk bedrijf stopt met de aspartaam-productie?
19 Wat is een 'joint venture'?
20 Wat was de (grote) rol van DSM voor de aspartaam-productie?
21 Geef in je eigen woorden weer waarom de aspartaam-productie wordt stopgezet.

DSM stopt met aspartaam

1



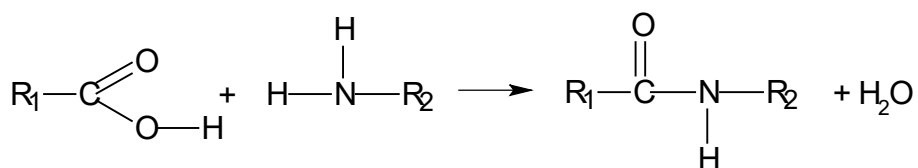
2



3 Zie het antwoord op vraag 2.

4 Tussen een carboxylgroep (van het linker aminozuur) en de aminogroep (van het rechter aminozuur).

5



6 Zie de structuurformule in het antwoord op vraag 2.

7 Asparaginezuur

8 In Binas worden de COOH groep en de NH₂ groep ongesplitst ('neutraal') genoteerd. In de formule van Wikipedia staan de ionen COO⁻ en NH₃⁺, alsof er een H⁺ van de COOH groep naar de NH₂ groep verhuisd is. In deze (geladen) voorstelling wordt het aminozuur ook wel *aspartaat* genoemd.

9 Door het te combineren met de zoetstof acesulfam

10 Een 'tweeling' mengsel van beide zoetstoffen.

11 Aspartaam bevat de groepen NH, C=O en OH die met water H-bruggen kunnen vormen. Ook zijn er ionen mogelijk (zie het antwoord op vraag 8).

12 Acesulfam bevat ladingen, die voor water aantrekkelijk zijn. Acesulfam is een kaliumzout, (vrijwel) alle kaliumzouten zijn oplosbaar in water.

13 Om eenzelfde zoetsmaak te krijgen is er veel minder van de zoetstof nodig in vergelijking tot gewone suiker. Met een (globale) berekening toegelicht:

Als beide stoffen 200x zo zoet zijn en het mengsel een 35% hogere zoetkracht oplevert, dan is de zoetkracht van het mengsel 270x zo groot als die van gewone suiker. In plaats van één klontje suiker (5 gram) is er dan $\frac{1}{270} \times 5 = 0,02$ gram van het zoetstoffenmengsel nodig

14 Aspartaam: E-951; acesulfa(a)m-K: E-950 (Binas tabel 82 C)

15 Het zou kankerverwekkend zijn of anderszins ongezond.

16 Methanol is zeer vergiftig (Binas tabel 97 A, rubriek VI).

17 Ze wijzen er op dat aspartaam wordt gemaakt van de aminozuren asparaginezuur en fenylalanine die van nature in het lichaam voorkomen.

(Bedoeld wordt natuurlijk dat die aminozuren bij de afbraak van aspartaam in het maagdarmkanaal ook weer worden teruggevormd.)

Zij redeneren: Als er al een schadelijke stof uit kan ontstaan dan is de hoeveelheid veel te klein om kwaad te kunnen.

(Zie in dit verband het N.B. na het antwoord op vraag 21.)

18 Het bedrijf Holland Sweetener Company VoF in Geleen.

19 Een bedrijf dat door twee of meer andere bedrijven is gesticht.

20 Zij ontwikkelden (samen met het bedrijf Tosoh) het productieproces.

21 Er wordt meer aspartaam geproduceerd (overcapaciteit) dan er op de hele wereld kan worden verkocht (wereldmarkt). Daardoor is het niet meer lonend.

Opmerking: - 1 op de 10.000 mensen mist het enzym dat fenylalanine afbreekt (deze aandoening heet fenylketonuri, FKU). Fenylalanine wordt bij hen omgezet in fenylpyruvaat. Een chronisch hoge bloedspiegel van deze beide stoffen leidt tot ziekteverschijnselen en kan bij kinderen de normale geestelijke ontwikkeling vertragen. FKU-patienten zijn daarom gebaat bij een fenylalanine-arm dieet.

De Nederlandse Warenwetgeving stelt de aanduiding: "bevat een bron van fenylalanine" verplicht.

Bron: Chemische Feitelijkheden 160/161, Zoetstoffen, pag. 9, januari 1999.

- Op de site die het artikel noemt (www.hollandsweetener.com) staat zowel over aspartaam als over twinsweet nuttige informatie. Bij aspartaam staat onder andere gegevens over de oplosbaarheid bij andere pH's dan die van het iso-elektrisch punt. Bij twinsweet staat een structuurformule die laat zien dat de ladingen in beide moleculen zorgen voor een ionbinding wat één groter molecuul oplevert.

Intermediair, 15 juni 2006

Consument kan blijven koken

Beschikbare hoeveelheid gas van de Gasunie voor volgend jaar is uitverkocht, melden de media vorige week. Vervelend voor de industrie, maar niet voor de consument, want die kookt en stookt op laagcalorisch gas uit Slochteren, zegt Christian Bos, petroleumingenieur bij TNO-NITG.

Wat is het verschil tussen hoog- en laagcalorisch gas?

'Laagcalorisch gas heeft een relatief laag methaangehalte, in Slochteren rond de 85 procent. Die overige 15 procent is voornamelijk stikstof, waar je niks aan hebt. Hoogcalorisch aardgas – het Russische aardgas bijvoorbeeld en een deel van de Noordzee-aardgasveldjes – heeft een methaangehalte van rond de 95 procent. Daar komt bij verbranding meer energie bij vrij.'

Draait de industrie de gastoevoer toch gewoon wat verder open als er laag- in plaats van hoogcalorisch gas uit de leiding komt? 'Nee, zo werkt dat niet. Voor hoog- en laagcalorisch gas zijn aparte infrastructuren aangelegd in Nederland. En je hebt er verschillende typen branders voor nodig. Voordat in 1959 de aardgasbel in Slochteren werd gevonden, gebruikten Nederlandse consumenten hoogcalorisch stadsgas, dat in gasfabrieken uit steenkool werd gewonnen. Daarom kregen mensen in de jaren zestig van de overheid een nieuwe brander zodra ze op het Slochterengas werden aangesloten.'

Kun je dat Slochterengas niet opwaarderen door die 15 procent stikstof eruit te halen?

'Dat is erg duur. Andersom gebeurt dat overigens wel in speciale industriële mengstations: stikstof aan hoogcalorisch toevoegen zodat het geschikt is voor consumenten.' (KV)

Het artikel onderscheidt hoog- en laag-calorisch gas

1 Waarop is dit onderscheid gebaseerd?

2 Waardoor wordt dit verschil veroorzaakt?

Het meeste aardgas in Nederland komt bij Slochteren (in Groningen) uit de bodem, in Binas (tabel 28A) wordt dit aardgas 'Gronings' genoemd. Veel van dit gas is voor huishoudelijk gebruik.

3 Bereken hoe warm 1,00 L water van 20 °C wordt, als je 10,0 L van dit gas volledig verbrandt en de brander 80 % van de vrijkomende warmte aan het water overdraagt. Gebruik hierbij de stookwaarde die Binas geeft.

Het is de vraag of het 'Gronings' aardgas volgens Binas wel hetzelfde methaan-gehalte heeft als het gas dat in het artikel wordt genoemd.

Dat kun je onderzoeken door uit te rekenen (m.b.v. andere gegevens uit Binas) hoeveel warmte vrijkomt bij de verbranding van het methaan dat volgens het artikel in 1 m³ aardgas aanwezig is.

Het antwoord van je berekening kun je dan vergelijken met de gegeven stookwaarde van het 'Gronings' aardgas.

4 Hoeveel mol methaan bevat één m^3 aardgas uit het artikel bij de omstandigheden die de stookwaarde-tabel uit Binas noemt?

5 Schrijf de reactievergelijking op voor de volledige verbranding van methaan.

Bij het berekenen van de hoeveel warmte bij de verbranding van de portie methaan uit vraag 4 moet je voor het water dezelfde eindtoestand gebruiken als die bij de stookwaarde-tabel.

6 Welke eindtoestand noemt de stookwaarde-tabel?

7 Voor welke eindtoestand worden de verbrandingswarmten in Binas vermeld?

8 Welke stap ontbreekt er tussen beide eindtoestanden?

Om de berekende warmte met de stookwaarde-tabel te kunnen vergelijken moet je dus de vrijkomende warmte van twee stappen kennen:

I De verbranding van methaan tot (o.a.) $\text{H}_2\text{O}(g)$;

II De stap uit vraag 8.

9 Zoek op hoeveel warmte er (per mol methaan) bij stap I vrijkomt.

10 Bereken hoeveel warmte er (per mol methaan) bij stap II nodig is.

11 Maak een energieschema waarin je beide stappen weergeeft.

12 Bereken hoeveel warmte er totaal vrijkomt voor de portie methaan die je bij vraag 4 uitrekende.

13 Vergelijk de totaal vrijgekomen hoeveelheid warmte met de in Binas opgegeven stookwaarde.

14 Trek je conclusie t.a.v. het methaangehalte van het 'Gronings' aardgas dat in de stookwaarde-tabel van Binas wordt genoemd.

Consument kan blijven koken.

1 Op de hoeveelheid energie ('calorieën') die bij de verbranding vrijkomt.

2 Door het methaangehalte van het gas.

3 1,00 L water heeft een massa van $0,998 \cdot 10^3 \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} = 0,998$ kg. Stookwaarde (Binas 28A) van aardgas ('Gronings'): $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$. Het water ontvangt $Q = 0,80 \cdot 0,0100 \cdot 32 \cdot 10^6 = 25,6 \cdot 10^4 \text{ J}$. $\Delta T = Q / (m \cdot c) = 25,6 \cdot 10^4 / (0,998 \cdot 4,18 \cdot 10^3) = 77 \text{ K}$. $t = 20 + 77 = 97 \text{ }^\circ\text{C}$

4 $0,85 \cdot 1 / 2,24 \cdot 10^{-2} = 38 \text{ mol}$

5 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

6 Waterdamp, dus $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

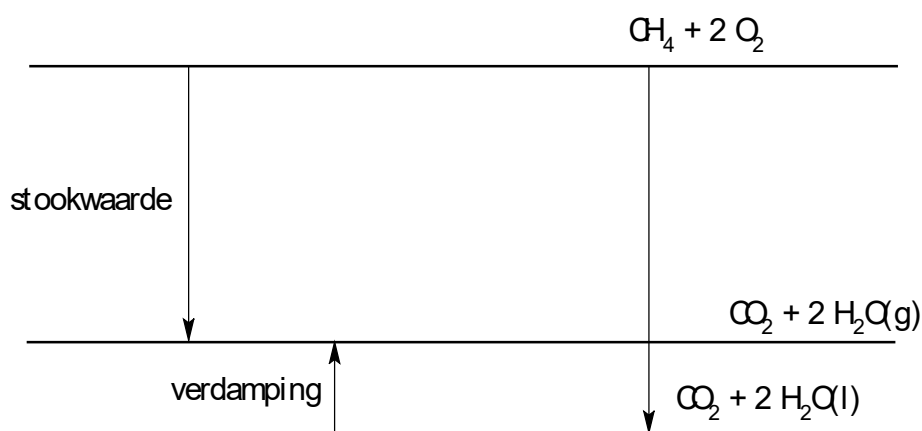
7 Vloeistof, dus $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

8 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, de verdamping van water

9 Binas tabel 56: $(-) 8,90 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

10 Binas tabel 57: $(-2,42 - -2,86) \cdot 10^5 = (+) 0,44 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$

11



12 Beide stappen samen: $(-8,90 + 0,44) \cdot 10^5 = -8,46 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$; $37,95 \times 8,46 \cdot 10^5 = 32,1 \cdot 10^6 \text{ J mol}^{-1}$

13 Berekend voor aardgas met 85 % methaan: $32,1 \cdot 10^6 \text{ J mol}^{-1}$; Opgegeven voor 'Gronings' aardgas: $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$

14 De getalwaarden komen zo goed overeen dat het 'Gronings' aardgas dat in Binas wordt genoemd (ook) 85 % methaan zal bevatten.

N.B. Gebruik van de verdampingswarmte voor water uit Binas tabel 11 is af te raden, daar deze bij het (atmosferisch) kookpunt geldt.



Hip met biotech

Mode en wetenschappers, dat is doorgaans geen gelukkige combinatie. En hier lijkt de wetenschapper achter het kathedoor ook niet helemaal op zijn gemak. Het tafereel speelde zich vorige week af tijdens het World Congress on Industrial Biotechnology and Bioprocessing in Toronto. De congresgangers werden er getraakteerd op een mode-show met kleding gemaakt van de nieuwe vezel Ingeo. De stof is dun en rekt of scheurt niet.

Ingeo is de merknaam voor het biopolymeer polymelkzuur. Het wordt gemaakt uit dextrosesuiker, afkomstig uit bijvoorbeeld maïs. De stof is composteerbaar, en er kan van alles uit gemaakt worden, van eierdozen tot avondjurken. En zo komt het dat het podium van een serieus wetenschappelijk congres tijdens de lunchpauze ineens veranderde in een catwalk. Natureworks LLC, de fabrikant van Ingeo, maakt geen onderscheid tussen wel of niet genetisch gemanipuleerde maïs. Daarom is Ingeo, net als het Amerikaanse maïsareaal, voor de helft een product van biotechnologie. (SV)

Mooi gekleed gaan, en dat op een congres showen. Dat is dus óók scheikunde!

Zou je het weefsel van die nieuwe vezel wel eens in de hand willen nemen om een indruk te krijgen hoe deze aanvoelt?

Voorlopig kunnen we de nieuwe Ingeo-vezel alleen nog 'op papier' verkennen.

1 Schrijf de eigenschappen op van het weefsel van de Ingeo-vezel die in het artikel worden genoemd.

Ingeo is een merknaam van de fabrikant Natureworks LLC.

2 Wat is de chemische naam van de stof waaruit de vezel bestaat?

3 Leg uit wat je uit deze naam kunt afleiden.

De nieuwe vezel wordt een biopolymeer genoemd.

4 Wat wordt in dit verband met 'bio' bedoeld?

5 Waaruit is de grondstof voor de Ingeo-vezel afkomstig?

6 Bepaal de molecuulformule van de grondstof (let op: in het artikel staat de *triviale* naam).

Als grondstof voor de vezel wordt 'dextrosesuiker' genoemd. Deze grondstof moet nog chemisch worden bewerkt om een polymeriseerbare stof te krijgen.

7 Geef de naam en de molecuulformule van de polymeriseerbare stof.

8 Wat is de *rationele* naam van de polymeriseerbare stof?

9 Schrijf voor de omzetting van de dextrosesuiker de reactievergelijking op in molecuulformules.

10 Schrijf in structuurformule twee reactiestappen op van de polymerisatie.

11 Welk *type* reactie verloopt hier?

12 Omlijn in je antwoord op vraag 10 de zich herhalende eenheid.

13 Geef met een molecuulformule het product weer in de vorm $(\dots)_n$.

Hip met biotech

1 Het weefsel is dun, rekt niet, scheurt niet (en is composteerbaar).

2 Polymelkzuur.

3 Dat het materiaal van de stof is ontstaan door heel veel melkzuurmoleculen aan elkaar te koppelen.

4 Dat de grondstof voor deze polymeer door een levend organisme is gemaakt.

5 Uit maïs.

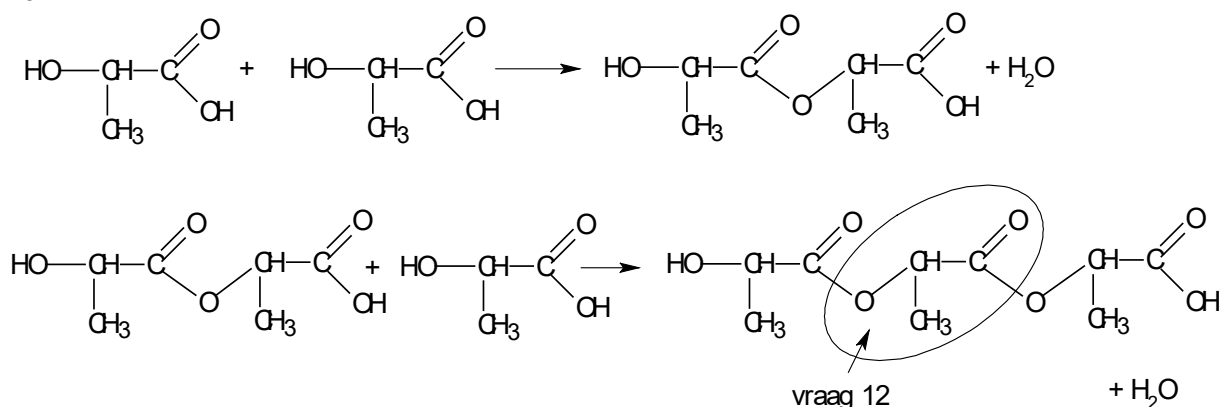
6 Dextrose = glucose (Binas tabel 66 A). In tabel 67 A vind je de structuurformule, daaruit kun je als molecuulformule afleiden $C_6H_{12}O_6$.

7 Melkzuur, $C_3H_6O_3$

8 2-hydroxypropaanzuur.

9 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_6O_3$

10



11 Dit is een verestering.

12 Zie vraag 10.

13 $(C_3H_4O_2)_n$

Opmerking - Als textiel materiaal heeft 'polyester' wisselende waardering. De stof is meestal licht en soepel, is makkelijk te wassen en droogt snel. Maar het draagcomfort wordt niet altijd positief beoordeeld: veel mensen vinden polyester kleding benauwd. Dat ligt natuurlijk aan de chemische samenstelling van de textielvezel, de ene 'polyester' is de andere niet. Aan de hand van deze nieuwe vezelsoort zou het een interessant discussiepunt kunnen zijn of de naamgeving van de stof wel de 'lading' dekt, nu deze nieuwe vezelstof zo anders samengesteld is dan veel van de traditionele polyesters.

- Hoe de "bio" werkt kwam al eerder aan bod in Chemie Aktueel nummer 48 (mei 2005) in de opdracht Bioraffinaderij (vooral de vragen 12 t/m 21).

De Nieuwsbode Zeist, 28 juni 2006

Opruimen met kalkmelkinjectie

DEN DOLDER - Holland Milieutechniek (HMT) uit Geldermalsen is begonnen met de sloop en sanering van het voormalig bedrijfsterrein van Overtoom International in Den Dolder. De sanering gebeurt met kalkmelkinjecties.

De sloopwerkzaamheden aan de Tolhuislaan zijn inmiddels begonnen. De bodem is vervuild met zink. Die vervuiling is ontstaan bij het galvaniseren van metalen.

Door lekkage van een put is het grondwater vervuild. Deze verontreiniging strekt zich niet uit buiten de terreingrenzen.

Een aantal jaren geleden is de grond al eens gesaneerd waarbij de bron van de verontreiniging is weggenomen. HMT ruimt nu de resterende grondwaterverontreiniging op en maakt daarbij gebruik van injecties met kalkmelk. Door deze kalkmelk (water met kalkhydraat) verandert het evenwicht in de bodem van zuur tot licht basisch.

Door deze verschuiving van het bestaande chemische evenwicht breekt het zink af, laat HMT weten.

HMT kiest voor deze methode omdat andere oplossingen onvoldoende snel resultaat op leveren. Het terrein is na de sanering geschikt voor woningbouw. De plannen hiervoor zijn in de maak bij de projectontwikkelaar en de Gemeente Zeist.

Wat is er aan de hand?

Het bedrijf Holland Milieutechniek (HMT) gaat aan het werk in Den Dolder.

- 1 Wat is er mis op het voormalige bedrijfsterrein?
- 2 Waarbij is de vervuiling ontstaan?
- 3 Waarom is de sanering nodig?
- 4 Hoe gaat het bedrijf HMT de bodem behandelen?

Waarmee behandelen?

In het artikel wordt kalkmelk omschreven als 'water met kalkhydraat'. De stof kalkhydraat staat niet in Binas tabel 66 A, maar met wat puzzelen kom je er wel achter wat er bedoeld wordt. Daar gaat-ie.

- 5 Zoek op wat 'ongebliste kalk' is en geef daarvan de formule.

Er zal dus wel met water zijn geblust.

- 6 Zoek op wat 'gebluste kalk' is.
- 7 Schrijf de reactievergelijking op van de reactie die verloopt tussen ongebluste kalk en water.
- 8 Wat is dus een 'kalkhydraat'?

Als je bij het blussen veel water gebruikt ontstaat een oplossing.

- 9 Hoe noemt Binas die oplossing?

Het woord 'kalkmelk' geeft aan dat de vloeistof er melkachtig uitziet.

- 10 Waardoor kan dat komen?

De behandeling

Het bedrijf maakt gebruik van injecties met kalkmelk.

- 11 Beschrijf hoe je denkt dat die injecties worden uitgevoerd.

Het artikel zegt: "Door deze kalkmelk (...) verandert het evenwicht in de bodem van zuur naar licht basisch."

12 Leg uit waardoor je dat van kalkmelk mag verwachten.

Het artikel zegt dat HMT de resterende grondwaterverontreiniging opruimt.

Veronderstel dat het zink als zink-ionen in het grondwater zit opgelost.

13 Welke reactie verwacht je als de kalkmelk wordt geïnjecteerd? Schrijf de reactievergelijking op.

14 Wat gebeurt er met het product van de reactie uit vraag 13?

15 Is het zink nu 'afgebroken' zoals het artikel zegt? Geef je commentaar.

16 Waarom is het terrein (toch) geschikt voor woningbouw?

Opruimen met kalkmelkinjectie.

1 De bodem is vervuild met zink.

2 Bij het galvaniseren van metalen.

3 Om het terrein geschikt te maken voor woningbouw.

4 Door injecties met kalkmelk.

5 Calciumoxide, CaO.

6 Calciumhydroxide

7 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

8 $\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ofwel $\text{Ca}(\text{OH})_2$

9 Kalkwater

10 Doordat er kleine stukjes (niet-opgelost) calciumhydroxide in de vloeistof zweven.

11 Er zullen wel buizen in de grond worden gestoken waardoor kalkmelk naar beneden kan worden gepompt.

12 Door de calciumhydroxide is kalkmelk een base, die OH^- ionen bevat.

Eerst reageert het aanwezige zuur met de OH^- ionen, daarna maken de overblijvende OH^- ionen het grondwater (licht) basisch.

13 $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 (\text{s})$

14 Dat blijft 'zitten waar het zit' want het is een vaste stof.

15 Nee. Maar het is wel vastgelegd (met een deftig woord: geïmmobiliseerd).

16 Het zink zit niet langer in het grondwater, maar (diep) in de bodem als vaste, niet-oplosbare stof.

Gekookte andijvie: slechts 1,6 mg aan ijzer

Millioenen mensen over de hele wereld hebben moeite om het ijzergehalte in hun lichaam op peil te houden. De meeste mensen krijgen per dag te weinig ijzer binnen, zodat het lichaam niet meer aan de behoefte kan voldoen en er een tekort ontstaat.

opgenomen. Dit verklaart dan ook waarom FerroFlore zo laag wordt gedoseerd.
(...)

Ijzer is onmisbaar

Een tekort aan ijzer kan op den duur anemie (bloedarmoede) veroorzaken. Anemie ontstaat als de ijzerreserves in het lichaam zo laag zijn dat de hoeveelheid hemoglobine in het bloed afneemt. Ook is ijzer onmisbaar voor het goed functioneren van de hersenen en een tekort aan ijzer bij kinderen kan de groei en hun ontwikkeling remmen.

Gekookte andijvie: slechts 1,6 mg aan ijzer

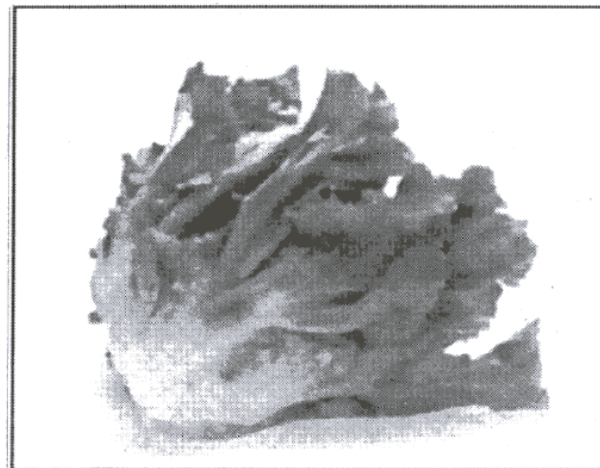
Zelfs bij een goede voeding blijft het raadzaam een ijzersupplement te slikken.

Een hamburger bevat bijvoorbeeld maar 3 milligram ijzer, terwijl een ons gekookte andijvie slechts 1,6 milligram bevat.

Dit geeft een idee hoe moeilijk het is om via het de maaltijd het lichaam van een toereikende ijzerabsorptie te voorzien.

Hoge dosering aan gebonden ijzer

In Finland is een ijzer voedingssupplement in vloeibare vorm ontwikkeld met een hoge dosering aan organisch gebonden ijzer.



Het ijzer is afkomstig van plantenextracten en een speciaal gecultiveerde gistsoort.

Wordt beter door het lichaam opgenomen

Het ijzer in FerroFlore is in zijn natuurlijke vorm verwerkt in FerroFlore. Het kan hierdoor beter door het lichaam worden

IJZERSTERK

voor bloed

FerroFlore 500 ml
€ 15,95

plus gratis 7 dagen dagverpakking voor op vakantie.

In de eerste tussentitel staat: "IJzer is onmisbaar".

- 1 Gaat het in het artikel over ijzeratomen of ijzerionen?
- 2 Noem vier problemen die kunnen ontstaan als je te weinig ijzer in je lichaam hebt

In de tweede tussentitel staat: Gekookte andijvie: slechts 1,6 mg aan ijzer. Dit is een erg vage uitspraak.

- 3 Wat zou er bij moeten staan om iets aan deze uitspraak te hebben?

Bron: voedingsmiddelentabel

Voedingswaarden andijvie:	per 100 gram andijvie	Rauw	Gekookt z. zout
	IJzer	0.8 mg	0.6 mg

Tips

- Bij rauwe andijvie, in salades of een aardappelstampot kunt u uitgaan van 150 gram per persoon. Voor gekookte andijvie kunt u rekenen op 300-500 gram per persoon.

Voedingsaanbevelingen voor ijzer:

Leeftijd	Behoefte (mg/dag)
11 - 14 jaar	jongens: 10 meisjes: 10 (bij menstruatie twee keer zoveel!)

- 4 Hoeveel mg ijzer krijg je binnen als je 150 gram rauwe andijvie eet?
- 5 Hoeveel hamburgers moet je nog bij de andijvie eten om aan de Behoefte per dag te komen? (We letten even niet op alle vet dat je dan binnen krijgt!)
- 6 Bereken in hoeveel gram gekookte andijvie 1,6 mg ijzer zit

Ferro-ijzer wordt goed opgenomen in het bloed. Ferro-ijzer is ijzer(II).

- 7 Geef de formule van ijzer(II)-ionen

Spinazie bevat 2 mg ijzer per 100 gram.

- 8 Waarom schrijft de adverteerder die dit artikel heeft geschreven liever over andijvie dan over spinazie?
- 9 Hoe kun je aan dit artikel zien, dat het geen betrouwbare informatie hoeft te zijn?

In de voedingswijzer staat dat er 0,6 mg ijzer in andijvie aanwezig is. De maker van de advertentie vermeldt 1,6 mg.

- 10 Is het verstandig dat de advertentie een hogere waarde vermeldt dan de voedingswijzer?

Gekookte andijvie

1 IJzerionen

2 Bloedarmoede, hersenen functioneren minder goed, groei en ontwikkeling remmen bij kinderen

3 Je moet weten over hoeveel andijvie het gaat. / Er moet bijstaan in hoeveel gram andijvie het ijzer zit. / Er moet bij staan hoeveel gram ijzer je per dag nodig hebt.

4 $1,5 \times 0,8 = 1,2 \text{ mg}$

5 $10 - 1,2 = 8,8$ en $8,8 : 3 =$ ongeveer 3 hamburgers

6 In 100 gram zit 0,6 mg ijzer, dus in 1,6 : $0,6 \times 100 = 267$ gram andijvie

7 Fe^{2+}

8 In spinazie zit meer ijzer dan in andijvie en men wil FerroFlore verkopen. Via andijvie krijg je te weinig ijzerionen binnen en daardoor zul je eerder ferroflore kopen.

9 In het artikel gaat het over FerroFlore en daarvan staat een advertentie in het artikel.

10 Nee als hij 0,6 mg gebruikt in plaats van 1,6 mg kan hij mogelijke kopers nog beter overtuigen.

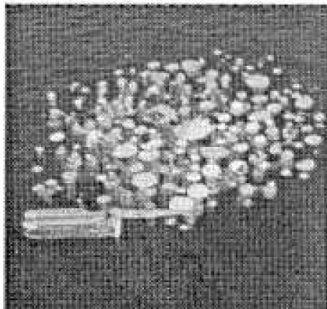
METHAAN

de Volkskrant, 9 september 2006

Methaانبellen in ijs. FOTO NATURE

Veel meer methaan uit Siberische meren

> **BROEIKASGAS** De uitstoot van methaan uit ontdooiende meren in Siberië is mogelijk maximaal vijfmaal groter dan tot nog toe werd aangenomen. Dat schrijven Amerikaanse en Russische onderzoekers in *Nature* (7 september). Volgens de onderzoekers is vooral het vrijkomen van ingevroren methaانبellen tot nog toe over het hoofd gezien. Het vrijkomende broeikasgas versterkt eenmaal begonnen opwarming van het klimaat, aldus *Nature*.



In het artikel wordt methaan genoemd als broeikasgas. Misschien dacht je, dat koolstofdioxide het enige broeikasgas was? In de kop staat, dat er “Veel meer methaan uit Siberische meren” ontstaat.

Hoe zit dat? Zoek dat uit!

Opdracht

Maak met z'n tweeën een werkstukje waarin je uitlegt

- 1 welk verband er is tussen methaan en broeikasgas.,
- 2 waardoor er steeds meer methaan uit Siberische meren komt.

Aanpak van je onderzoek:

1 Titel werkstuk: Methaan uit Siberische meren

2 Wat willen we precies weten? De onderzoeksvragen zijn:

- Zoek op het Internet op wat methaan is en welke eigenschappen het heeft en
- hoe methaan op de bodem van meren kan ontstaan
- Zoek op het Internet uit hoe methaan bijdraagt aan het broeikaseffect
- Welk verband is er tussen het broeikaseffect en het feit dat er “Veel meer methaan uit Siberische meren” komt?

3 Maak een onderzoeksplan

Bespreek wie welke vraag gaat beantwoorden en wanneer dat klaar moet zijn.

4 Ga op onderzoek uit. Denk aan de eisen over gebruik van Internet!

5 Lees door wat de ander heeft geschreven. En geef aan wat je goed en niet zo goed vindt. Laat de ander dat veranderen

6 Presenteer je onderzoek: Je kunt presenteren door een werkstuk in te leveren, door er over te vertellen, met een PowerPoint, een poster, een stripverhaal, een videofilm: De mogelijkheden voor presenteren zijn eindeloos!

Je presenteert altijd:

- wat de aanleiding was voor het onderzoek, welke onderzoeksvragen jullie beantwoorden en hoe jullie dat hebben aangepakt;
- de antwoorden die jullie hebben gevonden op de vragen. Let heel goed op: in een onderzoek gaat het om betrouwbare feiten, niet om eigen meningen;
- een conclusie.

7 Bespreek of het resultaat naar jullie mening goed was. En hoe de samenwerking is verlopen.

Beoordeling

Je wordt beoordeeld op het volgende:

- Inleveren op de afgesproken dag:
- Zijn de antwoorden op de hoofdvragen juist? Klopt wat je vertelt?
- Groepje van 2. Elk doet evenveel. Elk moet kunnen aanwijzen wat hij/zij heeft gedaan.
- Je mag nooit letterlijk van Internet overnemen, dus:
- Gebruik steeds je eigen woorden.
- Vertaal moeilijke woorden, maak er een goede zinnen van*.
- Gebruik de juiste scheikundige termen. Dus niet: koolzuurgas, maar koolstofdioxide.
- Gebruik geen engelse termen, maar vertaal deze.
- Noteer je bron (NIET: Google!!, maar bijvoorbeeld: www.methaan.nl/page14 en als het erbij staat de schrijver van het artikel). Als je een boek gebruikt noteer je titel van het boek, bladzijde en naam schrijver.
- Je mag WEL plaatjes, grafieken en dergelijke overnemen van Internet, maar dan moeten ze wel bij het onderwerp horen en je moet kunnen vertellen wat met het plaatje wordt bedoeld. En noteer hier ook de bron.
- Zet er bij hoe je gecontroleerd hebt of de informatie klopt. Je kunt dat doen door een andere bron te bekijken, bijvoorbeeld je scheikunde boek of je BINAS.

* Onderstaand stukje stond in een werkstuk.:

“Het broeikaseffect wordt veroorzaakt doordat bepaalde gassen zichtbaar licht wel doorlaten maar een deel van het infrarode spectrum niet. Een foton uit het zichtbare deel van het spectrum heeft meer energie dan een uit het infrarode deel”

Dit is dus veel te moeilijke uitleg, zorg dat je zoiets niet doet!

Methaan

Veel leerlingen zullen via “Google” terecht komen op www.wikipedia.nl. Daar worden sommige zaken heel goed uitgelegd en sommige veel te ingewikkeld, zoals te zien is in het hiervoor genoemde voorbeeld.

Als u ze een tip wil geven over hoe te zoeken:

Leerlingen zouden eerst met het zoekwoord “methaan” kunnen zoeken op “Google”, dan komen ze op “Wikipedia” waar ze vraag 1 beantwoorden. Vervolgens zouden ze verder kunnen gaan met de zoekmachine www.davindi.nl. Zoeken met: “broeikaseffect”

Kijk ook eens naar de discussie op: <http://www.kennislink.nl/web/show?id=135317>

en naar <http://www.milieuloket.nl/9292000/modulesf/vfz0qpqn1000> en

<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=9228>

Technisch Weekblad, 20 mei 2006

Toekomstscenario: benzine uit lucht

ENERGIE In 2030 kunnen lucht en water dienen als grondstof voor de petrochemische industrie in plaats van aardolie. Met die visie won Chemagine, een groep Eindhovense studenten, de scenariowedstrijd Petrovision.

Marianne Vincken

Eindhoven – Producten van de petrochemische industrie bestaan uit verbindingen met koolstof en waterstof. Ze worden op dit moment uit olie gemaakt. Die wordt steeds duurder en raakt ooit op. Kooldioxide en water kunnen ook als uitgangsmateriaal dienen. Dat is tenminste wat Marte Guldemon, studente bedrijfskunde, Chris Aldewereld en Bart Dautzenberg, studenten

scheikundige technologie, in hun winnende scenario beweren. Het is mogelijk waterstof uit water te winnen en kooldioxide uit lucht te halen. Dat klinkt eenvoudig, maar is het niet, anders zou het nu al gebeuren. Maar het kan wel, blijkt uit de gedetailleerde visie op hun website.

Hergebruik

Bij negenhonderd graden Celsius kan water gesplitst worden in waterstof en zuurstof. Een nieuw veiliger type kernreactor levert de benodigde energie. Chemagine wijst op onderzoeken die aantonen dat kernafval deels voor hergebruik geschikt te maken is. Dat heeft twee voordelen: er hoeft minder kernafval opgeslagen te worden en de voorraad uranium is voldoende voor de komende vijftigduizend jaar.

Emissierecht exploiteren

De studenten willen kooldioxide verzamelen door lucht door een adsorptiekolom te leiden met als belangrijkste adsorberende bestanddelen natrium- en calciumhydroxide. Er is veertien km³ lucht per dag nodig om de huidige productie in de Rijn-Scheldedelta te bereiken. Chemagine citeert onderzoek waaruit blijkt dat vijftien km³ mogelijk is. Met waterstof en CO₂ is het mogelijk methanol en propaan te produceren, en – na verdere bewerking – benzine of andere grondstof voor de chemische industrie.

De infrastructuur voor de verdere verwerking kan blijven zoals die is, wat een groot voordeel is. De studenten geven in hun scenario aan wat de taak van wetenschap, regering en industrie is tot 2030. Verder laten ze zien dat bij een olieprijs van 77 dollar per vat hun scenario voordelen biedt. Dat bedrag kan omlaag door overtollige warmte en emissierechten te exploiteren en het productieproces te optimaliseren. **TW**

De studenten hebben onderzocht hoe je uit lucht en water allerlei belangrijke stoffen kunt maken.

- 1 Waarom is dat erg handig om dat met water en lucht te doen?
- 2 Noem een belangrijke stof die zij kunnen gaan maken.
- 3 Noem een product van de petrochemische industrie dat een verbinding is uit koolstof en waterstof.

Het is mogelijk waterstof uit water te winnen

- 4 Geef daarvan de reactievergelijking
- 5 Welke soort energie gebruik je meestal om water te ontleden in waterstof?

Onder het kopje “Hergebruik” staat een andere soort energie dan je in vraag 3 genoemd hebt om water te ontleden (te ‘splitsen’)

- 6 Welke soort energie is dat?

De studenten willen koolstofdioxide verzamelen door het te laten adsorberen aan natrium- en calciumhydroxide

- 7 Geef van deze twee hydroxiden de formule

Uit waterstof en koolstofdioxide kan methanol (CH₄O) en propaan worden geproduceerd volgens het artikel

- 8 Geef van de stoffen die reageren en de stoffen die ontstaan de formules
- 9 Waarom wordt het toekomstscenario van de beide studenten zo belangrijk gevonden?

Toekomstscenario, benzine uit lucht

1 Van water en lucht is er erg veel en andere grondstoffen (bijvoorbeeld aardolie) raken op.

2 Methanol /propeen/benzine.

3 Bijvoorbeeld benzine, propaan, etheen

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

5 Elektrische energie

6 Hitte / hoge temperatuur

7 NaOH en $\text{Ca}(\text{OH})_2$

8 $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ en CH_4O en C_3H_6

9 Aardolie raakt op / wordt steeds duurder.

Loodwit, zuiver gif

Maagdelijk wit is in het Westen de kleur van de onschuld. In de kunst bestaat er geen mooier wit dan loodwit. Maar het is verf van een dodelijke schoonheid.

door Lindy Jense

Als je het zuiver theoretisch bekijkt, zegt Luuk Stofferris, dan bestaat wit helemaal niet. "Transparant, dat is de naam die wit licht krijgt in de klassieke kleurentheorieën van Newton en Goethe. Zij stellen dat wit licht onzichtbaar is. Pas als je het met een prisma breekt kun je zien welke kleuren er in zitten." Nu is Luuk Stofferris (45, Sint-Michiëlgestel) meer een man van de praktijk. En voor hem, als schilder en docent kunstfilosofie en oude schildertechnieken, is wit juist een heel tastbare kleur. "Witte verf is de meest dekkende verf, het verhult alles zoals sneeuw die over een landschap valt." Stofferris probeert, samen met zijn cursisten, om zo veel mogelijk oude schildertechnieken te laten herleven. "Ik ben bezig met de verf zelf, met de techniek. Mijn cursisten leren bij voorbeeld om schilderijen in transparante laagjes op te bouwen. Je expressie eruit gooien leren ze nog wel op de kunstacademie, maar van het ambacht weten ze weinig meer." Een serieuze schilder die zelf zijn verf maakt van pigmenten, weet hoe moeilijk het is om aan wit te komen. Zuiver wit komt in de natuur nauwelijks voor. Stofferris: "Krijt is wel wit, maar als je er water of olie bijdoet wordt het bruinig. Er zijn ook wel pogingen gedaan om met kalk, zand of fijn-

gemalen eierschalen maagdelijk witte verf te maken, maar dat werkte ook niet."

Tegelijkertijd bestaat er al sinds de Oude Egyptenaren een prachtige witte verf: loodwit. Daar zit, de naam zegt het al, lood in en dat maakte de verf gevaarlijk. Wie het maakte of gebruikte, kreeg last van loodvergiftiging, met verschijnselen van misselijkheid tot verlamming en toevallen. Stofferris: "Nederland was in de zeventiende eeuw een grote producent van loodwit, we zijn er heel rijk van geworden. Je moest lood heel fijn schaven. Dat werd vaak gedaan door kleine jongens. Die werden dan ook niet oud. Dat loodschaafsel ging met azijn in Keulse potten die werden bedekt met een berg verse stalmest. Dat werd vervolgens maanden met rust gelaten. In de potten ging het broeien en daardoor oxydeerde het lood tot een spierwit poeder. Loodwit."

Loodwit, in Europa sinds 2001 officieel verboden (men schildert nu met zinkwit of titaanwit), was eeuwenlang de ondergang van ambitieuze schilders en modieuze dames die het op hun gezicht smeerden in crèmes om het gezicht blank te maken.

In de schilderkunst was de Amerikaans/Engelse schilder James McNeill Whistler (1834-1903) een enthousiaste loodwit-gebruiker. Hij veroorzaakte in 1862 ophef met zijn schilderij *The White Girl*, waarop een vrouw in een witte jurk tegen een witte achtergrond is afgebeeld. "Wit werd daarna een modekleur in kleding", weet Stofferris. "Whistler schilderde nog meer schilderijen met voorname witte figuren en een donkere achtergrond die hij met wit afdekte. Hij gebruikte loodwit. Whistler wist heus wel dat het giftig was, maar hij kon geen mooier wit vinden. Uiteindelijk werd hij er doodziek van."

www.oudeschildertechnieken.nl

Volgens het artikel is loodwit “zuiver gif”

1 Zoek in Binas op hoeveel mg lood of loodverbinding er in een m³ lucht mag voorkomen.

2 Welk pictogram moet er op een potje met loodwit staan?

3 Welke verschijnselen krijg je als je loodvergiftiging hebt?

In het artikel worden een aantal andere witte verfstoffen genoemd.

4 Zet in de tabel hieronder welke formules deze verfstoffen hebben.

naam	scheikundige naam	formule
loodwit	Loodcarbonaat en loodhydroxide	
krijt	calciumcarbonaat	
zinkwit	Zinkoxide	
titaanwit	Titaan(IV)oxide (titaanion : Ti ⁴⁺)	

5 Waarom is krijt niet geschikt als witte verfstof?

Als lood reageert met azijn, ontstaat loodacetaat. Acetaat = CH₃COO⁻

6 Geef de formule van loodacetaat

De journalist schrijft: “In loodwit zit lood”

7 Zit in loodwit het metaal lood? Waarom denk je dat?

De journalist schrijft ook: “lood oxydeerde tot een spierwit poeder”

8 Geef de formule van de stof die ontstaat als lood oxideert en geef ook de naam.

9 Leg uit waarom deze opmerking van de journalist niet juist is?

In het artikel wordt de bereiding van loodwit beschreven: “.....loodschaafsel ging met azijn in keulse potten...”.

Preciezer uitgelegd deed men het volgende:

In de potten deed men onderin een laag azijn en daarboven legde men zeer dunne platen lood. Om de potten zat een laag mest. De broeiende mest hield de potten warm en gaf koolstofdioxide af. De potten waren poreus. Dit betekent dat het koolstofdioxide er doorheen kon. Op de loodstrips werd met behulp van de azijn door de koolstofdioxide een laag loodwit gevormd die je er af kon schrapen.

10 Welk negatief ion kan uit koolstofdioxide ontstaan en zal in het loodwit zitten?

In het artikel zegt Luuk Stooferis: “Nederland was in de zeventiende eeuw een grote producent van loodwit, we zijn er heel rijk van geworden”. Je kunt rijk worden op twee manieren: veel van iets maken of het duur verkopen.

11 Welk van beide mogelijkheden zal hebben plaats gevonden?

Loodwit

1 0,15 mg/m³ lucht

2 pictogram (zeer) giftig

3 Misselijkheid tot verlammingen en toevallen

4

naam	scheikundige naam	Formule
loodwit	Loodcarbonaat en loodhydroxide	PbCO ₃ Pb(OH) ₂ of PbCO ₃ ·Pb(OH) ₂
krijt	calciumcarbonaat	CaCO ₃
zinkwit	Zinkoxide	ZnO
titaanwit	Titaanoxide (titaanion : Ti ⁴⁺)	TiO ₂

5 Als je er water of olie bij doet, wordt het bruinig.

6 Pb(CH₃COO)₂

7 Er zit geen metaal in; loodwit is een ionaire stof / verbinding / zout waarin loodionen aanwezig zijn.

8 PbO, loodoxide

9 Loodwit is geen loodoxide maar loodcarbonaat + loodhydroxide, er gebeurde dus meer dan alleen het lood oxideren.

10 CO₃²⁻

11 Duur verkopen, want veel produceren was met zo'n tijdrovend proces niet mogelijk.

Zie ook Chemie Aktueel nummer 51.

Extra informatie:

Uit: <http://webexhibits.org/pigments/indiv/recipe/leadwhite.html>

Artificial variety of pigment

Strips of metallic lead are placed in porous earthenware pots, over weak acetic acid (vinegar) in sheds with fermenting manure that produce heat and CO₂. After a few months, the acetic and carbonic acid reacts with the surface lead forming a white crust which is scraped off, dried, and ground.

Smeltkroes van smeltpunten

Bent u gisteren niet gesmolten? Dan maakt u een goede kans de komende tijd in vaste vorm door te komen. Maar wat smelt er wel?

Breda **Hittegolf**
door Jeroen Roth

Ijs smelt boven de nul graden Celsius. Heel onhandig bij deze temperaturen als je aan zo'n kleurig raketje bezig bent. Niet zo gek dus dat Unilever sinds enige tijd aan een waterijsje werkt dat langzamer smelt. Het bindmiddel pectine zou hiervoor moeten zorgen. Smeltproblemen ondervinden we in de huidige hitte bij boter, dat smelt bij 30,6 graden. Het smeltpunt van chocola

moet rond de 36 graden liggen omdat dat dan zo heerlijk zacht in mond wordt. Ligt het smeltpunt te hoog, dan resulteert dit in een 'rubberig' mondgevoel en zal de chocola niet helemaal smelten.

Asfalt

Wordt het echt heet onder de voeten, dan smelt ook asfalt en wel vanaf 54 graden. Bij ongeveer dezelfde temperaturen worden kaarsen vloeibaar: stearine bij 50, paraffine bij 54 en waxine bij 55,8 graden. En de kazen - in ieder geval de geraspte - smelten vanaf 70 graden. Om suiker te laten smelten moet het boven de 165 graden zijn. Bij 176,6 graden wordt ook rubber vloeibaar. Aluminium bereikt deze vorm bij 660 graden. Boven de duizend graden gaan ook andere ijzerwaren eraan: goud bij 1062, koper bij 1083 en ijzer bij 1536 graden. Glas bereikt zijn

smeltpunt bij 1300 graden. Nee, dan heeft koolstof nog een tijdje te gaan. Dat smelt pas bij 3500 graden. Dat vinden ze vooral in de ruimtevaart erg fijn. Om te voorkomen dat een vaartuig opbrandt en om de mensen en apparatuur binnenin te beschermen, moet er aan de buitenzijde een materiaal worden gebruikt dat niet smelt bij een dergelijke hitte-ontwikkeling. Hier nu komt koolstof uitstekend van pas.

Rubber

Maar niet alles smelt. Een voorbeeld daarvan is ge vulkaniseerd rubber. Wie dat vloeibaar wil maken, doet dat tevergeefs. Het materieel wordt eerst wat vervormbaar om daarna - in een behoorlijk walm van stank - te ontleiden. En tot slot, ook mensen smelten, al heeft dat meestal niet zoveel met de temperatuur te maken.

In dit artikel wordt gesproken over het smeltpunt van stoffen. Het smeltpunt is een eigenschap van een stof. Als je een stof wilt maken om te verkopen moet die wel de eigenschappen hebben die de klant wil.

1 Waarom is het lage smeltpunt van boter soms een probleem?

Je hebt een chocolade gemaakt met een hoog smeltpunt, want je bent bang dat het anders gaat smelten als mensen het in hun broekzak meenemen.

2 Waarom zal deze chocolade toch slecht verkopen?

Je kunt stoffen "au bain marie" laten smelten. Je doet de stof dan in een klein pannetje dat je in een grotere pan zet. In de grote pan verwarm je dan water.

3 leg uit waarom je waxinelichtjes wel op deze manier kunt laten smelten maar suiker niet.

Als je suiker probeert te smelten in een pannetje verkleurt de suiker en komt er rook vanaf.

4 Is de suiker gesmolten of ontleed? Leg je antwoord uit.

Joram en Jessica doen veel suiker in een klein beetje water en verwarmen dit voorzichtig. Ze roeren ook steeds goed. Ze krijgen een dik papje dat ze in een suikerbeestjes-vormpje gieten. Als het hard is halen ze het suikerbeestje uit het vormpje.

5 Wat is er precies gebeurd met de suiker tijdens deze proef?

6 Waarom kun je rubber niet smelten?

Hieronder zie je vijf temperatuurschalen.

Vijf temperatuurschalen

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	190
0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
0	250	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500

7 Kies een temperatuurschaal waarop je op de beste manier de verschillende smeltpunten van alleen de mengsels (niet de metalen) in dit artikel kunt aanstrepen. Zet streepjes op de goede plaats. Zet erbij van welke stof elk streepje is.

8 Doe hetzelfde met de smelttemperaturen van de metalen en van glas en koolstof in het artikel. Zoek in je Periodiek Systeem of Binasboek de symbolen op van de metalen. Zet die symbolen erbij.

SMELTKROES VAN SMELTPUNTEN

1 Het smelt bij 30,6 °C en soms is het warmer.

2 De chocolade heeft een rubberen mondgevoel en zal niet smelten.

3 Waxine smelt bij 55,8 graden, maar suiker smelt pas bij 165 graden. Water wordt maar 100 graden als je het kookt.

4 De suiker ontleed want er ontstaan andere stoffen.

5 De suiker is opgelost in het water en daarna weer hard geworden (gestold).

6 Rubber gaat ontleden.

7

0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	190
Ijs		boter	choc	asf		kaas						suiker
rubber												
				Stea								
				Paraf								
				waxine								

8

0	250	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
	Al	Au	Glas	Fe			C					
				Cu								

RENNIE REFLUXINE

Advertentie

U kent het probleem, wij een oplossing.



Vloeibare Rennie Refluxine Suikervrij.

U kent het probleem: brandend maagzuur kan uw dagelijkse bezigheden enorm verstoren. Gelukkig is er nieuwe Rennie Refluxine Suikervrij voor een snelle en langdurige verlichting van uw klachten. Door de vloeibare vorm neutraliseert Rennie Refluxine Suikervrij het overtollige maagzuur direct vanaf de inname. Bovendien brengt Rennie Refluxine Suikervrij een beschermende laag aan in de maag, waarmee het terugstromende maagzuur wordt tegenhouden. Met nieuwe Rennie Refluxine Suikervrij is uw maag in één slok (= 10 ml) weer in balans.

Brandend maagzuur? Zo opgelost met Rennie.

Kijk op www.rennie.nl voor meer informatie.



Lees voor gebruik de bijsluiter. 1 dosering = 10 ml. Rennie Refluxine Suikervrij: niet te gebruiken bij ernstige nierfunctiestoornissen en/of nierstenen, verlaagd fosfaatgehalte in het bloed en veel te hoog gehalte aan calcium in het bloed.
K04G nr. 80-0406-0425

De advertentie gaat over een middel tegen brandend maagzuur.

1 Leg uit of brandend maagzuur scheikundig gezien brandt.

De pH van maagzuur is ongeveer 1,5

2 Leg uit of de pH van het maagzuur hoger of lager wordt als je water drinkt

3 Als je last van maagzuur hebt, moet dan de pH van dat maagzuur worden verhoogd of verlaagd?

De BIJSLUITER: (www.rennie.nl)

Rennie® Refluxine Suikervrij, suspensie voor oraal gebruik

De werkzame bestanddelen zijn per 10 ml: 1200 mg calciumcarbonaat, 140 mg magnesiumcarbonaat (licht) en 300 mg natriumalgiinaat.

Andere bestanddelen (hulpstoffen) zijn natriumbicarbonaat (E500), xanthaangom (E415), natriumsacharine (E954), pepermuntolie, chocoladesmaakstof, benzylalcohol (1501), natriumpropylparahydroxybenzoaat (E217) en gedemineraliseerd water.

4 Geef van de eerste twee genoemde stoffen (die veranderen de pH) in de bijsluiter de formules

Naast Rennie Refluxine, bestaan er ook pillen.

5 Waardoor zal Rennie Refluxine “het overtollige maagzuur direct vanaf de inname neutraliseren” en zullen Rennie pillen niet direct vanaf de inname werken?

VMBO 4

Uit 100 mg calciumcarbonaat ontstaat 44 mg koolstofdioxidegas.

100 mg koolstofdioxide heeft een volume van 0,050 dm³

6 Bereken eerst hoeveel mg koolstofdioxidegas ontstaat als je 10 ml Rennie Refluxine drinkt (Bijsluiter).

Bereken daarna hoeveel dm³ gas dit is

HAVO/VWO:

6 Bereken hoeveel dm³ koolstofdioxidegas ontstaat als je 10 mL Rennie refluxine drinkt. Het molair volume bij 37 °C is 25,4 dm³/mol.

Rennie maakt ook tabletten. In een Rennie-tablet zit 680 mg Calciumcarbonaat.

7 Hoeveel keer is een slok (10 ml) Rennie Refluxine sterker dan één Rennie-tablet? Ga er van uit dat een tablet helemaal oplost.

8 Geef de formules van twee soorten ionen die meer in je maag voorkomen als je Rennie Refluxine hebt gedronken.

9 Geef ook de formule van het ion dat veel minder aanwezig zal zijn in de maag.

Reflux betekent: terugstroming (terugstromend maagzuur in de slokdarm). Natriumalgiinaat zorgt ervoor dat de reflux in de slokdarm vermindert. Lees de informatie hieronder over natriumalgiinaat.

Naam: natriumalgiinaat, E 401

Toepassingen: Natriumalgiinaat wordt gebruikt om pasta's, crème en gels te maken. Het is een stabilisator, een geleermiddel en een verdikkingsmiddel. Het in Rennie Refluxine aanwezige natriumalgiinaat blijft op de maaginhoud drijven als een laagje gel.

10 Reageert het natriumalgiinaat met het maagzuur? Licht je antwoord toe.

Rennie Refluxine

1 Nee, bij branden reageert een stof met zuurstof en dat doet maagzuur niet.

2 Je verdunt dan een zure oplossing, dus de pH stijgt.

3 Verhoogd, het moet minder zuur worden.

4 CaCO_3 en MgCO_3

5 De werkzame stoffen in vloeibare Rennie zijn al opgelost, die van de pillen nog niet.

6 Uit 1200 mg calciumcarbonaat ontstaat 1200: 100 x 44 = 528 mg CO_2 (g); 100 mg geeft 0,05, dus 528 mg geeft 0,26 dm^3 CO_2 (g)

7 1200 : 680 = 1,8 x sterker

8 Ca^{2+} , Mg^{2+} (Na^+)

9 H^+

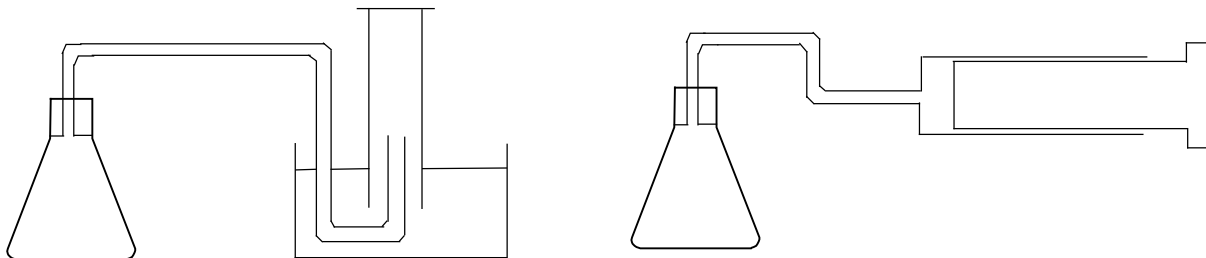
10 Nee, het vormt alleen een laagje gel.

Tip voor practicum

Proef 1: Rennies zijn opgebouwd uit een mengsel van magnesiumcarbonaat en calciumcarbonaat. Werkt een mengsel inderdaad beter dan de individuele componenten? Zie:

<http://www.thuisexperimenteren.nl/science/maagzuur/maagzuur.htm>

Proef 2 Uit vraag 6 blijkt dat er gassen worden gevormd in de maag bij het gebruik van Rennie Refluxine. Je zou kunnen onderzoeken hoeveel gas er in de praktijk wordt gevormd. Neem als maagzuur bijvoorbeeld 100 mL zoutzuur met een pH van 1,5 en giet daar 10 mL Rennie refluxine bij. Vang de gassen op via een gasdoorleidbuisje in een omgekeerde maatcilinder die gevuld is met water of met een gasmeetspuit. Hiermee kun je precies bepalen hoeveel mL gas er ontstaat.



ANTIVRIES BIJ DE BIODIESEL

Chemisch2Weekblad, 22 juli 2006

ANTIVRIES BIJ DE BIODIESEL

Glycerine, die ontstaat bij de productie van biodiesel uit grondstoffen zoals soja of maïs, is een prima grondstof voor propyleenglycol. Dat stelt onderzoeker Galen Suppes, van de universiteit van Missouri-Columbia. Zijn proces komt neer op hydrogenolyse bij 200 °C en 13,7 bar (200 psi) op een edelmetaalkatalysator. Het voordeel is dat je propyleenglycol gemakkelijk kunt slijten als antivries, terwijl de glycerine vrijwel onverkoopbaar is. Suppes, die zijn uitvinding recentelijk bekroond zag met een Presidential Green Chemistry Challenge Award, schat dat biodiesel er 40 dollarcent per gallon goedkoper door kan worden.

Glycerine ontstaat als bijproduct bij de productie van biodiesel uit soja of maïs.

1 Zoek in Binas de rationele naam op van glycerine. Noteer deze naam.

2 Teken de structuurformule van glycerine.

Glycerine ontstaat bij de hydrolyse van oliën en vetten.

3 Wat is een vet of olie?

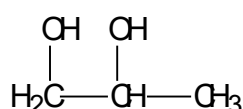
4 Wat is hydrolyse?

Bij de hydrolyse van oliën en vetten ontstaan meerdere producten

5 Welk product van de hydrolyse van oliën en vetten zal voor de productie van biodiesel gebruikt worden?

Licht je antwoord toe.

Volgens het artikel is glycerine een prima grondstof voor propyleenglycol. Propyleenglycol heeft de volgende structuurformule



6 Geef de systematische naam voor propyleenglycol.

Propyleenglycol ontstaat bij de hydrogenolyse van glycerine.

7 Onder welke omstandigheden verloopt deze reactie?

8 Wat is de functie van het edelmetaal bij deze reactie?

9 Waarom is het geen probleem dat er een kostbaar edelmetaal gebruikt wordt bij de reactie?

Bij de hydrogenolyse reageert glycerine met waterstof tot onder andere propyleenglycol.

10 Geef de vergelijking van de reactie in structuurformules weer.

Propyleenglycol kan gebruikt worden als antivriesmiddel. Een antivriesmiddel wordt gemengd met water.

11 Wat doet een antivriesmiddel?

12 Leg uit dat propyleenglycol goed oplosbaar is in water.

De onderzoeker Galen Suppes schat dat door dit nieuwe proces biodiesel 40 dollarcent per gallon goedkoper kan worden.

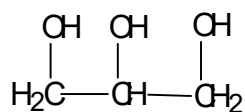
13 Licht kort toe hoe dit mogelijk is.

14 Denk je dat dit proces veelbelovend is? Waaruit leid je je antwoord af?

Antivries bij de biodiesel

1 Rationele naam: 1,2,3-propaantriol.

2



3 Een vet of olie is een triglyceride (ester van glycerol en vetzuren).

4 Hydrolyse is de afbraak van stoffen door reactie met water.

5 Glycerine is het bijproduct, dus de vetzuren zullen gebruikt worden voor het maken van de biodiesel.

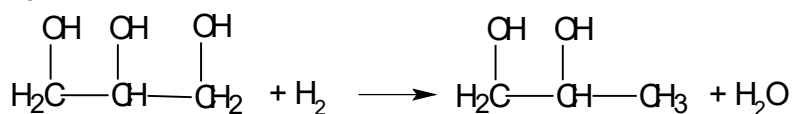
6 Naam: 1,2-propaandiol.

7 Temperatuur van 200°C, druk van 13,7 bar en onder invloed van een edelmetalkatalysator.

8 Het edelmetaal is een katalysator.

9 Een katalysator wordt niet verbruikt bij de reactie.

10



11 Verlaagt het vriespunt van een water-antivriesmengsel beneden 0 °C. Zorgt ervoor dat de vloeistof in de koeling tot ver onder 0°C vloeibaar blijft.

12 Propyleenglycol heeft twee OH-groepen per molecuul en kan dus heel goed H-bruggen met water vormen.

13 Het geproduceerde propyleenglycol levert geld op terwijl glycerine vrijwel onverkoopbaar is.

14 Ja , want Suppes werd bekroond met een prijs.

POLYVRUCHTENSAP

Fructose als groene grondstof voor de kunststoffenindustrie.

Fructose kan de basis vormen voor 'groene' polyesters. Om te beginnen maak je er 5-hydroxymethylfurfural (HMF) van, via zuurgekatalyseerde dehydratie. HMF laat zich vrij gemakkelijk oxideren tot 2,5-furandicarboxylzuur (FDCA) een mogelijke vervanger voor tereftaalzuur in PET. Eventueel is HMF ook te reduceren tot 2,5-dihydroxymethylfuran of 2,5-bis(hydroxymethyl)tetrahydrofuran. En laat je dat weer reageren met FDCA, dan krijg je een polyester waar geen spoor van petrochemie meer in zit.

De omzetting van fructose in HMF is geen nieuws. Wanneer je voedingsmiddelen verhit, bijvoorbeeld om ze te steriliseren, treedt deze reactie ook op. HMF heeft echter de neiging om meteen verder te reageren tot een onbruikbare cocktail van bijproducten. Dat is te voorkomen door een organisch extractiemiddel toe te voegen dat niet met de waterfase mengt en het gevormde HMF direct absorbeert. Maar



En van de kunststof kun je weer fruit maken.

hoe meer extractiemiddel je nodig hebt, hoe meer energie het kost om de HMF er weer uit te krijgen.

Onderzoekers van de universiteit van Wisconsin-Madison hebben het proces nu weten te optimaliseren. Ze remmen de nevenreacties al in de waterfase af door dimethylsulfoxide (DMSO) en/of het hydrofiele polymeer poly(1-vinyl-2-pyrrolidone) toe te voegen. Omdat HMF in dit mengsel beter oplost dan in puur water, modificeerden ze tevens de organische fase (methylisobutylketon, MIBK) met dertig procent 2-butanol. Op deze manier konden ze een oplossing van vijftig gewichtsprocent fructose voor negentig procent omzetten met een HMF-selectiviteit van bijna tachtig procent, zo schrijven ze in *Science*. Bovendien heeft MIBK een relatief laag kookpunt, zodat de scheiding achteraf niet al te veel energie kost. De onderzoekers denken dat fructose op deze manier een commercieel aantrekkelijk alternatief voor aardolie kan worden. (ADIJ)

Als de aardolie binnenkort op is, kunnen we toch platsics blijven maken, maar nu uit fruit! Fruit bevat onder andere fructose, dat je om kunt zetten in één van de bouwstenen van polyesters.

Fructose

Fructose kan dus een basis vormen voor 'groene' polyesters.

1 Geef de structuurformule van fructose waarbij je alle koolstof- en waterstofatomen weergeeft.

Fructose is een mono-sacharide.

2 Geef de molecuulformule van fructose.

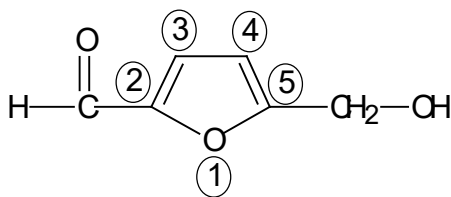
HMF

Via een zuur gekatalyseerde dehydratie maak je van fructose de stof HMF (5-hydroxymethylfurfural) met molecuulformule $C_6H_6O_3$.

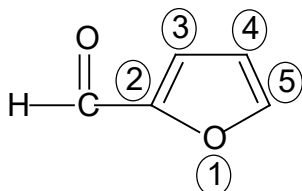
3 Verklaar de benaming 'zuur gekatalyseerde dehydratie'.

4 Geef de reactie in een vergelijking met molecuulformules weer.

De moleculen van HMF hebben de volgende structuurformule:



Furfural heeft de volgende structuur:



Oxideren en reduceren

HMF laat zich vrij gemakkelijk oxideren (bijvoorbeeld met behulp van kaliumpermanganaat in zuur milieu) tot FDCA, $C_6H_6O_5$. Hierbij wordt zowel de aldehyde- als de hydroxylgroep van HMF geoxideerd tot een carboxylgroep.

5 Teken de structuurformule van FDCA.

6 Geef de halfreactie van de oxidatie van HMF tot FDCA in molecuulformules weer.

7 Stel met behulp van de halfreactie van permanganaat in zuur milieu de totaalvergelijking op.

HMF kun je ook reduceren tot 2,5-dihydroxymethylfuran.

8 Teken de structuurformule van 2,5-dihydroxymethylfuran.

Polymeriseren

HMF en FDCA kunnen met elkaar reageren tot een polyester.

9 Teken een stukje van de keten van deze polyester. Teken minstens drie monomeereenheden midden in de keten.

Het oude proces

De omzetting van fructose in HMF is niet nieuw, maar gaf allerlei problemen bij de uitvoering. Om te voorkomen dat HMF te ver door reageert voegde men vroeger een organisch extractiemiddel toe.

10 Wat was de taak van dat extractiemiddel?

11 Wat weet je van de oplosbaarheid in water van dat extractiemiddel? Licht toe.

12 Wat kun je afleiden uit de gegevens in het artikel over de oplosbaarheid van HMF in water vergeleken met de oplosbaarheid van HMF in het organisch extractiemiddel?

13 Welk nadeel bracht het gebruik van het organisch extractiemiddel met zich mee?

Het nieuwe proces

Bij de bereiding van HMF uit fructose start men met een oplossing van fructose in water. Aan de oplossing voegt men stoffen toe om nevenreacties af te remmen. Vanwege het toevoegen van die stoffen moest men het organische oplosmiddel (de organische fase) modifieren.

14 Waarom was dat nodig?

15 Wat zal men bedoelen met 'modifieren'?

Men beschrijft ook het rendement van het vormingsproces van HMF.

16 Bereken, uitgaande van het fructose-water mengsel, het rendement van het totaalproces van de vorming van HMF.

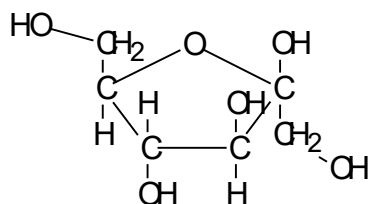
Als laatste beschrijft men de scheiding van HMF en het extractiemiddel.

17 Hoe zal de scheiding van HMF en het oplosmiddel plaatsvinden? Licht toe.

18 Wat hebben de onderzoekers met het nieuwe proces bereikt?

Polyvruchtensap

1

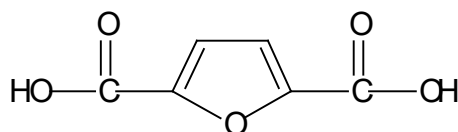


2 Molecuulformule is $C_6H_{12}O_6$.

3 Men gebruikt een zuur als katalysator, Het proces bestaat uit het wegnemen van enkele moleculen water.

4 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_6H_6O_3 + 3H_2O$.

5

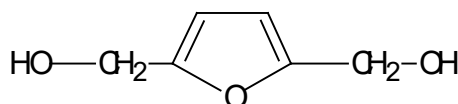


6 Halfreactie: $C_6H_6O_3 + 2H_2O \rightarrow C_6H_6O_5 + 4H^+ + 4e^-$.

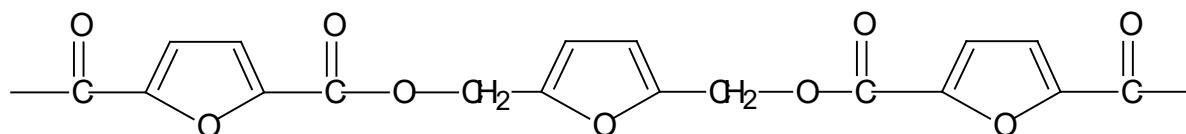
7 Halfreactie oxidator: $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$.

Totaalreactie: $4MnO_4^- + 12H^+ + 5C_6H_6O_3 \rightarrow 4Mn^{2+} + 6H_2O + 5C_6H_6O_5$.

8



9



10 Het extractiemiddel mag niet met water mengen dus zal de oplosbaarheid in water slecht zijn.

11 HMF lost beter in het extractiemiddel op dan in water want er staat dat HMF direct wordt geabsorbeerd.

12 Het kost veel energie om HMF en het extractiemiddel van elkaar te scheiden.

13 HMF lost goed op in de toegevoegde stoffen en dat wil men niet. HMF moet in het extractiemiddel terechtkomen.

14 Aanpassen van de eigenschappen zodat die eigenschappen geschikter worden.

15 Ze kunnen het voor 90% omzetten met een HMF-selectiviteit van bijna 80%. Dus totaal een rendement van bijna 80% van 90%, dus van bijna 72%.

16 Het oplosmiddel heeft een betrekkelijk laag kookpunt dus zal men destillatie toepassen waarbij HMF als residu achterblijft. (Het oplosmiddel kan men weer opnieuw gebruiken).

17 Dat fructose op deze manier een commercieel aantrekkelijk alternatief voor aardolie kan worden.

Fruit kan grondstof zijn voor medicijnen en kunststoffen

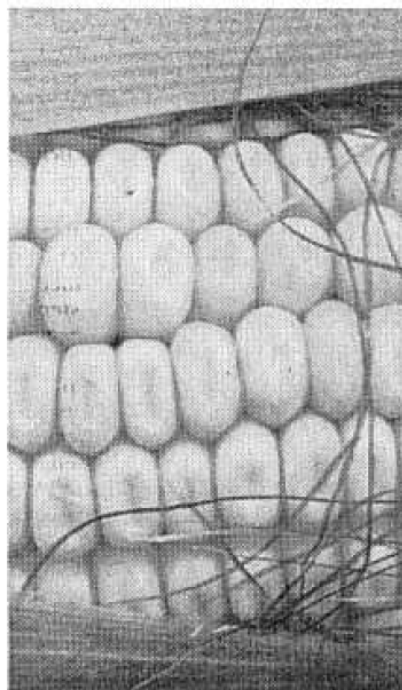
Als de olie binnenkort op is, kunnen we plastics en geneesmiddelen maken uit appelsap en maïs. Fruit bevat fructose, een suiker die James Dumesic en zijn groep aan de universiteit van Wisconsin in Madison hebben weten om te zetten in een van de bouwstenen van polyesters. Dit 5-hydroxymethylfurfural (HMF) zou zelfs geschikt zijn als grondstof voor dieselolie (*Science*, 30 juni).

HMF ontstaat wanneer suikers onder invloed van warmte worden afgebroken. Het komt bijvoorbeeld in lage concentratie voor in gepasteuriseerde voedingsmiddelen, zoals appelsap. Dat betekent echter niet dat de vorming van HMF eenvoudig kan plaatsvinden door een fructose oplossing in water te verwarmen. Daarbij ontstaan namelijk veel ongewenste nevenproducten. De enige bekende methode om de reactie selectief te laten verlopen, maakt gebruik van speciale, zure katalysatoren en vereist de toepassing van dure scheidingsmethoden om het product zuiver in handen te krijgen. Ook Dumesic en zijn collega's maakten

gebruik van een zuur als katalysator, maar vonden een elegante en snelle oplossing om het gevormde HMF uit het reactiemengsel te verwijderen, zodat verdere reacties niet konden plaatsvinden. Daartoe plaatste hij een olie-achtige laag van het organische MIBK (een soort acetone) bovenop de waterlaag waarin de reactie zich afspeelt. Het HMF dat gevormd wordt, heeft een grotere affiniteit voor het MIBK en hoopt zich daarin op. Het kan vervolgens simpel daarvan afgescheiden worden door het MIBK te laten verdampen.

Door extra chemicaliën in beide fasen toe te voegen, werden bovendien weinig bijproducten gevormd. Dumesic wist uiteindelijk 90 procent van het fructose om te zetten met een selectiviteit van 80 procent. Jeff Hardy van de Royal Society of Chemistry in Londen gaf in een begeleidend commentaar aan dat de methode veelbelovend is, maar dat voor toepassing op industriële schaal de omzetting van fructose nog efficiënter zal moeten worden en dat ook de zuivering van het HMF nog wat omslachtig is. In hun artikel geven de onderzoekers aan op welke manier en met welke oplosmiddelen ze aan die eisen denken te kunnen voldoen.

Rob van den Berg



• **Maïskolf**

BLOOMBERG/MATTHEW STAYER

RIJDEN OP 'BIETANOL'

Een bio-ethanolfabriek van British Sugar in Wisington (Engeland) wordt omgebouwd om 30.000 ton butanol per jaar te produceren uit suikerbieten. Opdrachtgever is een joint venture van BP en DuPont, dat de biotechnologische kennis inbrengt.

Op papier heeft butanol als benzine-additief alleen maar voordelen boven ethanol. De calorische waarde is hoger en te vergelijken met die van benzine. De dampspanning is relatief laag. Je kunt er meer van door de benzine mengen zonder de motor aan te passen. BP en DuPont hanteren een voorlopig maximum van tien procent en Environmental Energy, Inc. (EEI) uit Blacklick, Ohio, claimt zelfs dat sommige auto's zonder problemen rijden op pure butanol.

Dat biobutanol nooit op grote schaal is geproduceerd, kwam doordat het proces niet concurrerend was te krijgen. De traditionele fermentatie door de bacterie *Clostridium*

acetobutylicum levert een mengsel op van butanol, ethanol en aceton. De opbrengst is vrij laag en de destillatie vreet energie. EEI heeft dit opgelost met een tweetrapsproces (octrooi US 5.753.474) met twee *Clostridium*-soorten. Eén zet de biomassa om in boterzuur en waterstof, de andere maakt butanol van het boterzuur. Die processen vinden plaats in *fibrous bed bioreactors* (US 5.563.069) waarin de bacteriën zijn geïmmobiliseerd op een losjes opgerolde vezelmat.

Of BP en DuPont het ook zo aanpakken, is onbekend. Wel verklapt de joint venture dat ze werkt aan een genetisch gemodificeerde 'ultimate bug' die een nog hogere conversiegraad kan halen. Naar micro-organismen die ook houtachtige vezels (lignocellulose) kunnen omzetten in biobutanol, wordt nog gezocht. (ADIJ)

www.bpdupontbiofuels.com

EEI: www.butanol.com

Het bedrijf "British Sugar" gaat een bio-ethanolfabriek ombouwen tot een bio-butanolfabriek. Op papier heeft butanol als benzineadditief alleen maar voordelen ten opzichte van ethanol.

- 1 Welke voordelen noemt men?
- 2 Waarom heeft men dan al niet veel langer bio-butanol geproduceerd?
- 3 Geef de molecuulformule van ethanol en van butanol.
- 4 Leg uit hoe men bio-ethanol produceert uit suikerbieten.

Het nieuwe proces verloopt in twee stappen. In de eerste stap zet men biomassa (lees suiker) om in boterzuur en waterstof.

- 5 Zoek in Binas de systematische naam op van boterzuur. Noteer deze naam.
- 6 Geef de molecuulformule van boterzuur.
- 7 Noteer de vergelijking van de reactie waarbij glucose omgezet wordt in boterzuur in molecuulformules. Er ontstaat ook nog koolstofdioxide bij dat proces.

In de tweede stap zet men boterzuur om in butanol.

- 8 Geef de structuurformules van boterzuur en van 1-butanol.
- 9 Hoe kan men 1-butanol uit boterzuur maken?
- 10 Geef de vergelijking van de daarbij optredende reactie waarbij je de organische stoffen in structuurformules weergeeft.
- 11 Moet je voor deze tweede stap ook een waterstoffabriek bouwen?
- 12 Leg uit dat men uitgaande van boterzuur wel 1-butanol maar niet 2-butanol zal krijgen.
- 13 beschrijf in goed Nederlands hoe de reactor voor dit proces is uitgevoerd.
- 14 Welk voordeel zal deze uitvoering hebben?
- 15 Welke twee ontwikkelingen voor de toekomst staan nog op het programma?

Rijden op 'bietanol'

1 De calorische waarde is hoger, de dampspanning is relatief laag, je kunt er meer door benzine mengen zonder dat de motor moet worden aangepast.

2 Het proces voor de productie van butanol was niet concurrerend te krijgen: het was te duur.

3 Ethanol: C_2H_6O ; butanol: $C_4H_{10}O$.

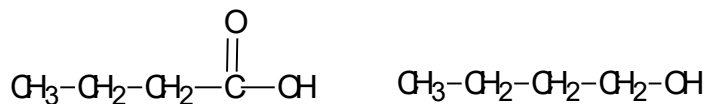
4 Eerst wint men via extractie de suiker uit de bieten. Daarna vergist men de suiker waarbij ethanol en koolstofdioxide ontstaan. Als laatste destilleert men het vergiste mengsel waarbij ethanol als destillaat ontstaat en opgevangen kan worden.

5 Butaanzuur.

6 Molecuulformule: C_3H_7COOH , ofwel $C_4H_8O_2$.

7 RVG: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_4H_8O_2 + 2 H_2 + 2 CO_2$.

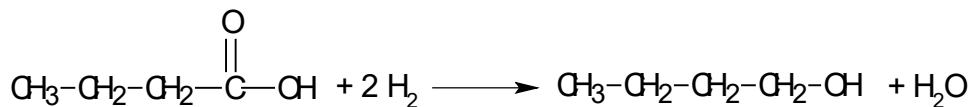
8



boterzuur/ butaanzuur

9 Men laat daarbij boterzuur met waterstof reageren tot butanol en water.

10



11 Nee, de benodigde waterstof komt bij de eerste stap vrij.

12 De zuurgroep bepaalt de plaats van de hydroxigroep in butanol. En de zuurgroep zit aan de buitenste C.

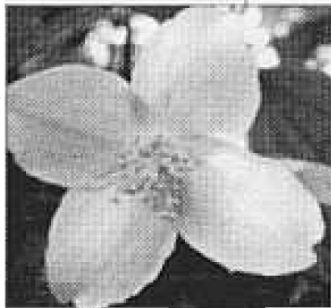
13 In de reactor bevindt zich een vezelig be (vezelmat) waarop bacteriën zich hebben vastgehecht.

14 De bacteriën blijven op deze manier in de reactor, je hoeft ze niet van het product te scheiden.

15 Een nog beter micro-organisme ontwikkelen, dat een hogere omzettingsgraad kan halen. Een micro-organisme vinden dat ook houtachtige vezels kan omzetten in biobutanol

GEURSTOFFEN

GEURSTOFFEN behoren tot de laagkokende alcoholen, fenolen, ketonen, aldehyden, ethers of esters. Een klein verschil in ketenlengte, zijgroep of een andere enantiomeervorm heeft een grote invloed op de geurbeleving. Zo ruiken de twee isomeren van carvon naar karwiizaad en kruizemunt.



Geurstoffen behoren tot de laagkokende stoffen.

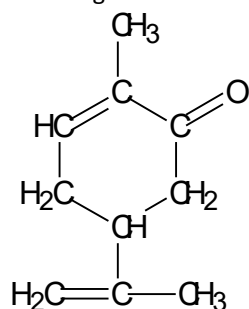
1 Waarom moet een geurstof laagkokend zijn?

Men noemt verschillende klassen koolstofverbindingen.

2 Welke klassen noemt men?

3 Wat is de karakteristiek groep in elk van die klassen?

Carvon gebruikt men in het artikel als voorbeeld. Carvon heeft de volgende structuur: @structuur@



4 Tot welke van de eerder genoemde klassen behoort carvon?

5 Leg uit dat er van carvon verschillende stereo-isomeren mogelijk zijn.

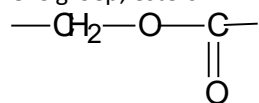
6 Waaruit blijkt in het artikel dat de verschillende stereo-isomeren ook verschillende stoffen zijn?

Geurstoffen

1 Een geurstof moet in de gasfase zijn om het te kunnen waarnemen.

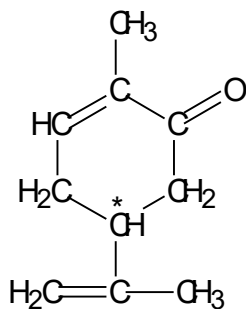
2 Alcoholen, fenolen, ketonen, aldehyden, ethers en esters.

3 Alcoholen fenolen: hydroxygroep; ketonen: C=O aan secundaire C; aldehyden: C=O aan primaire C; ethers: C-O-C groep; esters:



4 Tot de ketonen.

5 Het molecuul van carvon heeft een asymmetrisch C-atoom, er zijn dus twee spiegelbeeldvormen mogelijk:



6 Ze verschillen in de stoffeigenschap geur: karwijzaad versus kruisemunt

Agrarisch Dagblad, 18 februari 2006

Gebruik oppervlaktewater mogelijk

Wageningen – Toepassing van de stof perazijnzuur maakt gebruik van oppervlaktewater in de pootgoedteelt weer mogelijk. Volgens de Plantenziektenkundige Dienst (PD) in Wageningen doodt deze werkzame stof in het middel Clarmarin bruinrotbacteriën volledig. Bij het gebruik komen alleen de reststoffen water, zuurstof en organische zuren vrij.

De PD meldt dat de bestrijdingsrichtlijn Bruinrot binnenkort gewijzigd wordt. Gebruik van Clarmarin voor ontsmetting van oppervlaktewater wordt dan toegestaan. Voor telers die in een schurftgevoelig gebied zitten en die niet beschikken over een bron is de verandering positief. De verandering zal per 1 april of eerder doorgevoerd zijn.

4 havo/vwo

Telers van pootgoed moeten oppassen met het gebruik van oppervlaktewater.

1 Welk risico lopen ze daarbij?

2 Welke functie heeft de werkzame stof in het bestrijdingsmiddel?

Als werkzame stof noet het artikel perazijnzuur. Perazijnzuur, $C_2H_4O_3$, ontstaat als men azijnzuur en waterstofperoxide met elkaar laat reageren.

3 Geef de vergelijking van de optredende reactie weer in molecuulformules.

Perazijnzuur lijkt qua structuur op azijnzuur, maar heeft één O meer. In perazijnzuur is een peroxide-binding, O-O, aanwezig.

4 Teken de structuurformule van perazijnzuur.

Als perazijnzuur in water oplost valt het weer uiteen in azijnzuur en waterstofperoxide. Het ontledende waterstofperoxide doodt de bacteriën. Bij de ontleding van waterstofperoxide ontstaan zuurstof en water.

5 Geef de reactievergelijking van de ontleding van waterstofperoxide.

6 Leg uit dat dit een ontledingsreactie is.

5 vwo

Vraag 1 tot en met 4 als bij 4 havo/vwo

Als perazijnzuur in water is opgelost, kan het net zo reageren als een oplossing van waterstofperoxide: het kan andere stoffen oxideren

5 Zoek in Binas de halfreactie op voor waterstofperoxide als oxidator in zuur milieu. Noteer deze halfreactie.

6 Leg uit of waterstofperoxide in zuur milieu een krachtige oxidator is.

7 Leid de halfreactie af voor perazijnzuur in zuur milieu als je weet dat als product azijnzuur (ethaanzuur) ontstaat.

Je zou ook kunnen denken dat een peroxide eerst ontleedt en dat de zuurstof daarna als oxidator optreedt.

8 Noteer de reactievergelijking voor de ontleding van waterstofperoxide.

9 Noteer aan de hand van Binas de halfreactie van zuurstof als oxidator in zuur milieu.

10 Bij welke reactie, direct reageren of eerst ontleden, reageert de oxidator het krachtigst?

Het artikel zegt over het middel Clarmarin "bij het gebruik komen alleen de reststoffen water, zuurstof en organische zuren vrij".

11 Wijst dit op een directe oxidatie door perazijnzuur. Licht je antwoord toe.

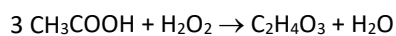
12 Wat zal de doodsoorzaak van de bacteriën zijn?

Gebruik oppervlaktewater mogelijk

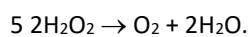
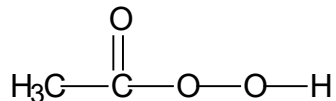
4 havo/vwo

1 Besmetting met bruinrotbacteriën

2 Doden van de bruinrotbacterie.

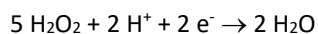


4

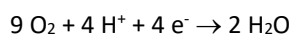
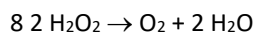
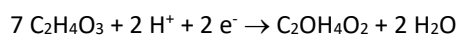


6 Uit één stof ontstaan twee nieuwe stoffen.

5 vwo



6 Ja zie Binas, het is een sterkere oxidator dan aangezuurde permanganaat.



10 Bij direct reageren heb je te maken met een krachtigere oxidator: Standaardelektrodepotentiaal 1,77 V versus 1,23 V.

11 Nee, want er ontstaat zuurstof.

12 Oxidatie.

Agrarisch Dagblad, 17 maart 2006

'Norm biobrandstof 2010 niet haalbaar'

DOOR MARISKA VERMAAS

ACHTERGROND

Staatssecretaris Pieter van Geel van milieu heeft aan de Tweede Kamer laten weten dat in 2010 minimaal 5,75 procent van de benzine en diesel uit biobrandstoffen moeten bestaan. Volgens Gerard Borm van het Praktijkonderzoek voor Plant en Omgeving van Wageningen Universiteit is het niet mogelijk om de hiervoor benodigde biobrandstof in Nederland te produceren.

Onder biobrandstoffen vallen ethanol, dat kan worden vervangen of bijgemengd bij benzine, plantaardige olie en slacht- of frituurvet dat diesel kan vervangen.

"In 2003 werd 4,2 miljoen ton benzine en 6,3 miljoen ton diesel verbruikt als transportbrandstof", legt Borm uit. Benzine heeft een energie-inhoud van 41 gigajoule per ton. Bij ethanol is

dit 28 gigajoule. Voor de verplichte norm van 5,75 procent biobrandstof is 385.000 ton ethanol nodig. Voor 1 ton ethanol is 3,5 ton drogestof uit graan, 3,2 ton drogestof uit mais of 10 ton aardappelen of suikerbieten (vers) nodig. Dit betekent dat er ongeveer 140.000 hectare graan moet

Norm van 2 procent voor 2006 kan wel gerealiseerd worden

komen voor de ethanolproductie. Bij suikerbieten zou dit bijna 60.000 hectare zijn.

De opbrengst van een hectare koolzaad, 3.600 kilo per hectare, komt overeen met 1.200 liter biodiesel per hectare. De norm van 5,75 procent biodiesel die in 2010 verplicht wordt, komt overeen met 437.000 ton biodiesel. Hier-

voor is 360.000 hectare koolzaad nodig. "Dat is niet haalbaar als je kijkt dat er 2 miljoen hectare landbouwgrond in Nederland is, waarvan de helft al grasland is. De norm van 2 procent, die voor 2006 was gesteld, kan wel gerealiseerd worden. Hiervoor is 125.000 hectare koolzaad nodig. Door de inkrimping van het areaal suikerbieten en het aantrekkelijker worden van de teelt is het mogelijk dat het huidige areaal van 70.000 hectare groeit tot 125.000 hectare", aldus Borm.

De norm van 2 procent betekent voor ethanol dat er 49.000 hectare graan of 20.000 hectare suikerbieten nodig is, zegt Borm. Vorig jaar werd in Nederland 143.000 hectare graan geteeld voor veevoer en consumptie.

Plantaardige oliën worden in Noordwest-Europa gewonnen uit koolzaad en olievlas. In Zuid-Europa wordt olie gewonnen uit zonnebloemen en soja.

In 2010 moet 5,75% van de benzine en diesel uit biobrandstoffen bestaan, meldt staatssecretaris Rick van Geel. Voor 2006 was de norm op 2% gesteld.

1 Waarom voegt men biobrandstoffen aan benzine en diesel toe? Wat wil men daarmee bereiken?

Bij toevoeging van ethanol aan benzine zal er minder km per liter brandstof afgelegd gaan worden.

2 Licht dit toe aan de hand van gegevens in het artikel.

Voor de verplichte norm van 5,75% in 2010 is 385000 ton ethanol nodig. Dit kan onder andere uit suikerbieten gemaakt worden. Suikerbieten bevatten sacharose, $C_{12}H_{22}O_{11}$. door vergisting in waterig milieu kan sacharose omgezet worden in ethanol en koolstofdioxide.

3 Schrijf de reactievergelijking op van deze vergisting.

Voor de verplichte norm van 5,75% in 2010 is 385000 ton bio-ethanol en 437000 ton biodiesel nodig.

4 Bereken het verwachte verbruik aan benzine en diesel in 2010.

5 Bereken de verwachte procentuele toename van het benzine- en dieselverbruik ten opzichte van de gegevens uit 2003.

Volgens gegevens van de suikerunie bevatten suikerbieten 16,9% suiker met een winbaarheidsgehalte van 90,8%.

6 Bereken hoeveel ton suiker nodig is voor de productie van de 385000 ton ethanol aan de hand van gegevens in het artikel.

7 Laat aan de hand van de reactievergelijking van vraag 3 zien of dit eenzelfde verhouding oplevert als het gegeven dat voor 1 ton ethanol 10 ton suikerbieten nodig is.

Volgens gegevens van de suikerunie levert een hectare suikerbieten ruim 11 ton suiker op.

8 Laat via een berekening zien dat er bijna 60000 hectare suikerbieten nodig is om de gevraagde 385000 ton ethanol te leveren.

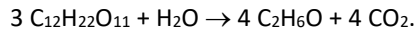
In Nederland is 2 miljoen hectare landbouwgrond, waarvan de helft grasland is.

9 Bereken op welk percentage van de landbouwgrond moeten dan suikerbieten worden geteeld?

Norm biobrandstof 2010 niet haalbaar

1 Men wil bereiken dat er minder uitstoot van koolstofdioxide ontstaat, dus dat het versterkte broeikaseffect teruggedrongen wordt.

2 Benzine heeft een energie-inhoud van 41 gigajoule per ton, bij ethanol is dit 28 gigajoule. De dichtheden van benzine en ethanol ontkopen elkaar niet veel dus zal er per liter minder energie geleverd worden en heb je dus meer liters nodig aan ethanol vergeleken met benzine.



4 Gegeven: 5,75% = 385000 ton bio-ethanol, dus 100% $\equiv 100/5,75 \cdot 385000 = 6700000$ ton benzine. 5,75% $\equiv 437000$ ton biodiesel, dus 100% $\equiv 100/5,75 \cdot 437000 = 7600000$ ton diesel.

5 Benzine: $((6700000 - 4200000) / 4200000) \cdot 100\% = 59\%$ toename t.o.v. 2003.

Diesel: $((7600000 - 6300000) / 6300000) \cdot 100\% = 21\%$ toename t.o.v. 2003.

6 Voor 385000 ton ethanol is $385000 \cdot 10 = 3850000$ ton suikerbieten nodig. Dit bevat 16,9% suiker $\equiv 650650$ ton suiker.

7 In 10 ton suikerbieten zit 16,9% suiker = 1,69 ton suiker. Hiervan is winbaar 90,8% $\equiv 1,53$ ton suiker = 1530 kg suiker. Dit komt overeen met $1530/342,3 = 4,47$ kmol. Dan komt er $4 \cdot 4,47 = 17,9$ kmol ethanol vrij $\equiv 17,9 \cdot 46,07 = 824$ kg ethanol. Het is iets minder dan de genoemde 1 ton. (Voor 3850000 ton suikerbieten komt dit overeen met 317000 ton ethanol. Minder dan de genoemde 385000 ton).

8 Zie vraag b, je hebt 3850000 ton suikerbieten nodig. Dit komt overeen met $3850000 \cdot 16,9/100 = 650650$ ton suiker. Dus $650650/11 = 59000$ hectare. Dit komt prima overeen met de genoemde 60000 hectare.

9 $(60.000/1000000) \cdot 100\% = 6\%$

Gelderlander, 30 juni 2006

Huishouden haalt stroom straks gewoon uit het rioolwater

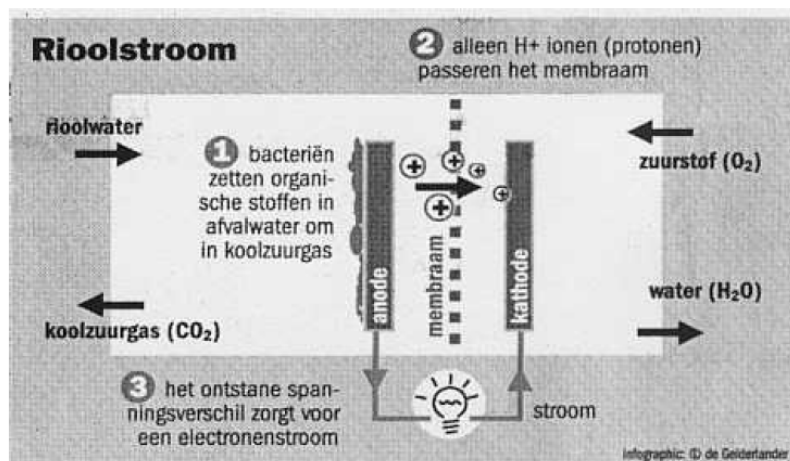
Huishoudelijk afvalwater gaat zo het riool in. Terwijl daar toch heel veel energie uit te halen valt. Professor Cees Buisman van Wageningen Universiteit en Research Centre weet hoe. Op den duur hebben we de stroom van Nuon, Essent en Eneco misschien niet meer nodig.

Door CHRIS VAN ALEM

Een stofzuiger die draait op stroom uit je eigen riool. Of een koelkast die dankzij dezelfde bron de pilsjes koud houdt? 'Het kan', zegt professor Cees Buisman, hoogleraar Biologische Kringlooptechnologie aan Wageningen Universiteit en Research Centre. Dankzij bio-elektrochemie, waarbij organische stoffen uit rioolwater worden omgezet in stroom. Koreaanse, Belgische en Amerikaanse wetenschappers sleutelden al eerder aan deze techniek. Maar Cees Buisman en zijn staf kregen de boel echt aan de praat.

„Hoe haal je energie uit water. Die vraag fascineert mensen al vijftig jaar,” zegt de hoogleraar. „Dat gebeurt nu al met methaan. Dat is tot nu toe de meest effectieve manier, omdat je 85 procent van de energie nuttig gebruikt. Het nadeel is dat je een flink volume - tachtig kuub methaan per uur - nodig hebt om er met behulp van een verbrandingsmotor gas van te maken. En bij die omzetting houd je een rendement van nog maar 20 of 30 procent over. Dus moet je iets bedenken waarmee je niet in twee, maar in één keer stroom kunt maken. Bovendien zou je de kleinst mogelijke hoeveelheid stroom al aan het net kwijt moeten kunnen. Dat is dus fascinerend.”

Buitenlandse wetenschappers slaagden erin langs bio-elektrochemische weg stroom te maken. „Ze creëerden wel spanningsverschil tussen de polen, maar konden alleen elektriciteit opwekken door er chemicaliën bij te gooien.” Buisman



ontdekte dat alleen een tweezijdig membraan werkt. Alleen daarmee kan stroom worden opgewekt. „Dat membraan bestond al. Wij hebben die techniek samengebracht en de reactie tot stand gebracht. Onze vinding is gepatenteerd.” Buisman kreeg de bio-elektrochemiecentrale aan de gang met acetaat (kleine moleculen) uit rioolwater als brandstof. De volgende test is met met suiker.

Bacteriën zetten het afvalwater om in koolzuurgas. Daarin bevinden zich elektronen met een negatieve lading en protonen met een positieve lading. Het membraan laat alleen de protonen door, de elektronen blijven achter. Dankzij het spanningsverschil ontstaat er stroom. Buisman schat het rendement op 60 procent. Samen met Triqua, een Wageningse bedrijf in waterprocestechniek en Magento uit Schiedam, wil Buisman nu werken aan een bio-elektrochemische generator die op suiker draait. Die moet in een woonhuis worden geplaatst.

„Eens kijken of we zoveel kunnen opwekken dat het huishouden van het stroomnet af kan. We hebben berekend dat we met een halve kilowatt opwekkingsvermogen op jaarbasis vierduizend kilowattuur stroom kunnen opwekken. Dat is ge-

noeg voor een huishouden. Omdat het piekverbruik te kunnen opvangen hebben we accu's nodig. Je moet alleen niet je vaatwasser, wasmachine en tv tegelijk aanzetten.”

Nuon, dat ervaring heeft met verbruikspatronen, helpt de Wageningse universiteit hierbij. De proef moet uitwijzen of de generator (ter grootte van een halve kubieke meter) stabiel is.

Buisman: „En hij moet betaalbaar zijn. Als het honderdduizend euro kost heeft het geen nut.”

Blijkt de generator straks ook goed te kunnen werken op rioolwater, dan zijn de mogelijkheden groot. Want dat zou betekenen dat een groot deel van de grootschalige opwekking van stroom in Nederland, uit milieuvriendelijke kolen en gas, overbodig wordt.

De Wageningse bio-elektrochemiecentrale herbergt nog meer mogelijkheden dan stroomopwekking alleen. Buisman: „Je kunt er ook waterstof mee maken. Groene waterstof produceren, dat is nog niemand gelukt. Dat hebben we dus meteen gepatenteerd. Wij denken dat de bio-elektrochemie een het nieuwe vorm van biotechnologie gaat worden.”

Infographic: © de Gelderlander

'Hoe haal je energie uit water?', vragen mensen zich al lang af.

1 Leg uit of het artikel hierover gaat.

2 Zijn alle stoffen in huishoudelijk afvalwater geschikt?

In rioolwater zit afval dat na vergisting methaan oplevert.

3 Hoe wordt de gewonnen methaan tot nu toe in energie omgezet?

4 Geef de vergelijking van de daarbij optredende reactie.

5 Waarom zoekt men naar een alternatief voor deze omzetting?

Een alternatief is mogelijk het gebruik van een biobrandstofcel. Bacteriën zetten organische stoffen in het afval om, onder andere in koolstofdioxide.

6 Hoe noemt men koolstofdioxide in het artikel?

7 Verklaar deze benaming voor koolstofdioxide.

Professor Buisman kreeg de bio-elektrochemiecentrale aan de gang met acetaat. Bacteriën zetten de acetaationen (CH_3COO^- , ethanoationen) om in koolstofdioxide, H^+ ionen en elektronen.

8 Geef de halfreactie van deze omzetting.

9 Hoe komen de elektronen in de stroomdraad?

10 Beschrijf de 'weg' die de drie reactieproducten van deze halfreactie afleggen.

11 Geef de vergelijking van de andere halfreactie die optreedt tijdens stroomlevering.

De beschrijving in het artikel is zuiver chemisch gezien niet helemaal juist.

12 Lees in de **derde kolom** vanaf 'Bacteriën zetten het afvalwater om

.....' tot '..... ontstaat er stroom.' Geef commentaar op deze passage.

Een proefopstelling is mooi. Het kunnen uitbreiden tot een bruikbare praktijkopstelling voor een huishouden is een andere zaak.

13 Aan welke voorwaarden moet zo'n praktijkopstelling voldoen?

Stroom uit rioolwater

1 Nee, de energie wordt gehaald uit het afval in het water.

2 Nee, alleen organische stoffen.

3 Men verbrandt het methaan.

4 $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

5 Het totaalrendement is slechts 20-30%.

6 Koolzuurgas.

7 Koolstofdioxide ontstaat als koolzuur ontleedt.

8 Halfreactie: $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 7 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-$.

9 Doordat de bacteriën op de anode groeien.

10 Koolstofdioxide wordt als afvalgas uit de reactor afgevoerd. Protonen diffunderen door het membraan naar de andere elektrode. Elektronen gaan via de draad naar de andere elektrode.

11 Andere halfreactie: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

12 Er staat dat de elektronen achterblijven, maar tegelijk met de verplaatsing van de protonen verplaatsen de elektronen zich door de draad.

13 De opstelling moet voldoende energie leveren om aan de vraag te kunnen voldoen, moet stabiel zijn en betaalbaar. De geleverde energie moet ook tijdelijk opgeslagen kunnen worden in accu's.

RIJDEN OP PLASTIC ZAKJES

Grote plannen voor omzetting kunststofafval in schone brandstof.

Envosmart Technologies in Roosendaal heeft een licentie verworven op het Thermofuelproces (Europees octrooi EP1577366) van Ozmotech uit Notting Hill, Australië. Hierbij wordt kunststofafval gesmolten in een extruder en vervolgens bij 280 tot 420 °C gepyrolyseerd. Daarna worden de kunststofketens in stukjes geknipt met behulp van een heterogene katalysator, waarvan de samenstelling geheim wordt gehouden. Het kraakproces levert selectief fragmenten in het gebied C₈-C₂₅ op, met



Plastic zakjes als basis voor schone diesel.

een piek bij C₁₆. Na een destillatiestap is het product te verkopen als 'schone' diesel. De opbrengst bedraagt 930 liter per ton afvalplastic.

Het afval mag verontreinigd zijn, maar het gaat niet met alle kunststof-

fen goed. PE en PS vormen de beste voeding. PP lukt ook nog prima, maar Ozmotech ontraadt om meer dan anderhalf procent PVC of PET in de extruder te storten. Volgens Envosmart-directeur John Bouterse zijn er echter genoeg afvalstromen beschikbaar die aan de specificaties voldoen.

Envosmart heeft fabrieken gepland in maar liefst veertien Europese landen. Samen kosten ze tweehonderd miljoen euro. In Berlijn komt de eerste, met een capaciteit van 42.000 ton plastic per jaar. In Eindhoven en in Rotterdam zijn fabrieken voor 21.000 ton gepland. Volgend jaar zomer moeten ze klaar zijn.

Voor het hoge ambitieniveau heeft Bouterse overigens een goede reden: "Steeds meer investeerders richten zich op de milieumarkt. Het risico is laag, het rendement hoog. Maar kleinschalige projecten leveren voor *venture capitalists* te weinig op. Het is gemakkelijker om tweehonderd miljoen binnen te halen dan twee miljoen." (AD|)

www.envosmart.com
www.ozmotech.com.au

In de ondertitel van het artikel staat "schone brandstof".

- 1 Welke brandstof wordt bedoeld?
- 2 Van welke (groep) verbindingen is die brandstof een mengsel?

De brandstof wordt gemaakt uit kunststofafval.

- 3 Wat moet er daarom gebeuren met de kunststofketens?

Voor het chemische proces dat verloopt gebruikt men termen als 'pyrolyse', 'in stukjes knippen' en 'kraakproces'.

- 4 Zoek op internet/in een encyclopedie/woordenboek op wat men bedoelt met pyrolyse. Noteer de omschrijving.
- 5 Leg uit dat de drie genoemde termen in principe hetzelfde weergeven.

In het proces wordt een heterogene katalysator gebruikt.

- 6 Wat is de functie van een katalysator?
- 7 Wat bedoelt men met 'heterogeen'?

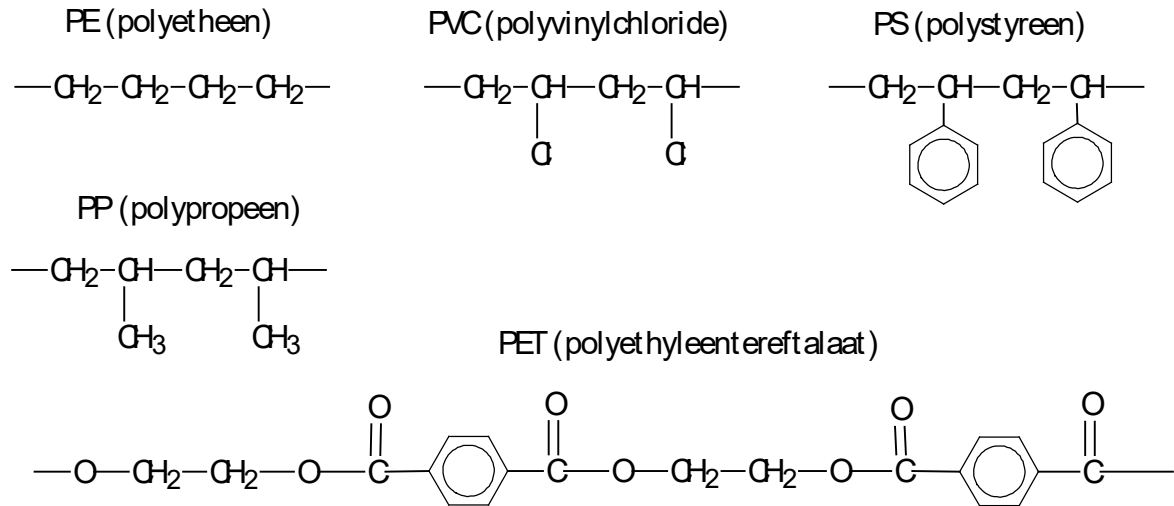
Aan het einde van het proces wordt gedestilleerd.

8 Waarvoor is dat nodig?

Niet alle kunststofafval is met het nieuwe proces goed te verwerken.

9 Welk kunststofafval wel en welk niet?

Hieronder staan fragmenten van de genoemde polymeren weergegeven.



10 Geef aan de hand van de fragmenten een mogelijke verklaring waarom de ene soort beter te verwerken is dan de andere soort.

In Berlijn komt de eerste fabriek te staan.

11 Wat is de capaciteit van deze fabriek?

12 Hoeveel liter schone diesel zal dit jaarlijks gaan opleveren?

Rijden op plastic zakjes

1 Diesel.

2 Koolwaterstoffen.

3 In stukjes knippen.

4 Chemisch proces waarbij een stof ontleedt door verhitting.

5 Bij alle drie gaat het om een groot molecuul in kleinere stukjes te breken.

6 Een katalysator versnelt een reactie zonder daarbij verbruikt te worden.

7 Heterogeen geeft aan dat de fase van de stoffen en de fase van de katalysator niet hetzelfde zijn.

8 Om de gewenste stoffen te scheiden van het residu.

9 PE, PS en PP wel, PVC en PET niet.

10 Als er alleen maar koolstof en waterstof aanwezig is, lukt het prima. Bij aanwezigheid van andere atomen levert het problemen op.

11 Capaciteit 42000 ton plastic per jaar.

12 Per ton afval is de opbrengst 930 liter diesel, dus bij 42000 ton dan $42000 \cdot 930 = 39000000$ liter.

Technisch Weekblad, 22 april 2006

Zuinige membranen produceren esters

SCHEIDINGSTECHNIEK TNO en de TU Eindhoven hebben een reactor ontwikkeld waarmee zij heel efficiënt esters kunnen produceren. Het nieuwe concept kan een energiebesparing van maar liefst negentig procent ten opzichte van de huidige productiemethode opleveren.

Thomas van de Sandt

Amersfoort – De reactor maakt gebruik van speciale holle-vezelmembranen. Die combineren katalyse en membraanscheiding, zodat de productie van esters efficiënt en energiezuinig verloopt.

Op de membranen is een katalysator aangebracht, die voor de verestering van een alcohol en een carbonzuur zorgt. Als het water dat hierbij vrijkomt

niet wordt afgevoerd, remt het de verdere productie. Daarom hebben de holle-vezelmembranen een waterspecifieke toplaag. Zij voeren het water af, terwijl ze de esters en de nog te reageren alcoholen en zuren in het reactiemengsel houden. ‘Wij hebben een hele goede combinatie gevonden van een drager en een toplaag, zodat onze membranen zeer stabiel

en waterselectief zijn’, zegt dr. Esther van Soest, projectleider bij TNO. Het bedrijf heeft inmiddels patent aangevraagd op het membraan.

Voor de producenten van esters kan het nieuwe proces een hoop kosten schelen. Momenteel vangen zij het water af door middel van destillatie, maar dat proces kost minimaal 5000 megajoule per ton geproduceerde ester. Door de membraanmodule kan die energiebehoefte volgens TNO met negentig procent worden teruggebracht.

De grote producenten zijn daarom bijzonder geïnteresseerd in de nieuwe techniek. ‘We zijn nu in algemene termen met elkaar in overleg. Op korte termijn is het voor veel producen-

ten echter te ingrijpend om nieuwe reactoren in te bouwen’, aldus Van Soest.

Doorbraak

Dr.ir. Thijs Peters promoveerde op 29 maart aan de TU Eindhoven op het nieuwe reactorconcept. De onderzoeker is inmiddels werkzaam voor het Noorse Sintef. Hij pleit voor proeven op een middelgrote schaal, zodat de industrie vertrouwen kan krijgen in de membraantechnologie. Mocht de techniek op grote schaal gebruikt gaan worden, dan zou dat een doorbraak betekenen in de chemische industrie. De wereldproductie van esters ligt rond de 2,5 miljoen ton per jaar. 

Esters worden voor veel toepassingen gebruikt. Ze moeten dus in grote hoeveelheden worden gemaakt.

1 Wat is het voordeel van de reactor voor de esterproductie die medewerkers van TNO en de TU Eindhoven hebben ontwikkeld?

In het artikel is sprake van de verestering van een alcohol met een carbonzuur. Het onderzoek is uitgevoerd met 1-butanol en azijnzuur (ethaanzuur).

2 Geef de kloppende reactievergelijking in structuurformules voor de reactie tussen 1-butanol en azijnzuur waarbij onder andere een ester ontstaat.

3 Geef de naam van de ester van 1-butanol en azijnzuur.

4 Licht de uitspraak in het artikel “Als het water dat hierbij vrijkomt niet wordt afgevoerd, remt het de verdere productie” chemisch toe.

Het artikel meldt: “Daarom hebben de holle vezelmembranen een waterspecifieke toplaag”.

5 Leg uit welke eigenschappen van die waterspecifieke toplaag van belang zijn.

De molecuulformule van de ester die ontstaat bij vraag 2 is $C_6H_{12}O_2$.

6 Bereken hoeveel gram water er ontstaat als je één ton (= 1000 kg) ester produceert.

Zowel bij dit nieuwe proces als bij het “oude proces” is de werktemperatuur 75 °C. Het artikel meldt dat het verwijderen van het water door middel van destillatie minimaal 5000 megajoule kost per ton geproduceerde ester.

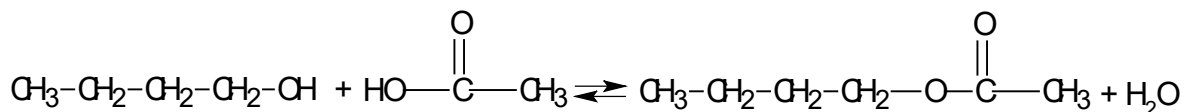
7 Bereken hoeveel megajoule het kost om de hoeveelheid water die bij vraag 6 ontstaat te verwarmen naar 100 °C en hoeveel megajoule het kost om deze hoeveelheid vervolgens te verdampen.

8 Controleer met behulp van een berekening of de in het artikel genoemde 5000 MJ juist is.

Zuinige membranen produceren esters

1 Het levert een energiebesparing op van 90 %

2



3 Butylethanoaat

4 De vorming van de ester is een evenwichtsreactie Door het wegnemen van één van de stoffen uit een evenwicht kun je een evenwicht laten aflopen. Door het water uit het reactiemengsel te halen, zal het evenwicht naar rechts aflopen en kan er dus een maximale hoeveelheid ester ontstaan.

5 De toplaag moet zo zijn dat de (kleine) watermoleculen doorgelaten kunnen worden en de overige moleculen worden tegen gehouden.

6 $1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2 \equiv 116,16 \text{ g mol}^{-1}$. $1000 \text{ kg C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2 \equiv 1000 \cdot 10^3 / 116,16 = 8,609 \cdot 10^3 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2 \equiv 8,609 \cdot 10^3 \text{ mol H}_2\text{O} \equiv 8,609 \cdot 10^3 \times 18,02 = 155,1 \cdot 10^3 \text{ g H}_2\text{O}$.

7 *Stap 1* verwarmen van water van 75 °C naar 100 °C: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 155,1 \times 4,18 \cdot 10^3 \times 25 = 16,2 \cdot 10^6 \text{ J} = 16,2 \text{ MJ}$

Stap 2 verdampen van water: verdampingswarmte $\text{H}_2\text{O} = + 0,44 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$. Om $8,609 \cdot 10^3 \text{ mol H}_2\text{O}$ te verdampen is nodig $8,609 \cdot 10^3 \times 0,44 \cdot 10^5 = 3,788 \cdot 10^8 \text{ J} = 378,8 \text{ MJ}$.

8 Totaal nodig: $378,8 + 16,2 = 395 \text{ MJ}$, een groot verschil met 5000 MJ

Onderwaterrobot haalt erts van de oceaانبodem

MIJNBOUW Het Canadees-Australische bedrijf Nautilus Minerals gebruikt een onderwaterrobot voor het winnen van koper en goud in de oceaانبodem.

Teake Zuidema

Pittsburgh – Rondom vulkanische bronnen op de bodem van de oceaan ten noorden van Papoea Nieuw Guinea bevinden zich dikke lagen polymetaalsulfiden waaruit koper, goud, zilver, zink en andere mineralen kunnen worden gewonnen. Dat blijkt uit de resultaten van proefboringen die Nautilus Minerals in januari en februari van dit jaar op 1600 meter diepte heeft laten uitvoeren door het 104 meter lange boorschip DP Hunter en een onderwaterrobot. De monsters bevatten gemiddeld 9,6 procent koper en 15,5 gram goud per ton. Sommige monsters bevat-

ten 24 procent koper en 32,7 gram goud per ton.

Nautilus Minerals haalde tijdens de proefboringen meer dan zestien ton aan monsters op uit de soms meer dan twintig meter dikke laag sulfiden. Bij de boringen werd gebruikt gemaakt van een 200 pk ROV (*remote operated vehicle*) van Perry Slingsby, een onderwaterrobot die in de olie-industrie gebruikt wordt voor het inspecteren van boorputten op de oceaانبodem. De laag sulfiden is zeer bros waardoor het ophalen van monsters gemakkelijker gaat met een robot dan met een booroperatie vanaf een schip.

(...)

Klas 3

Het erts bevindt zich op de zeebodem, 1600 m onder water.

1 Leg uit waarom men gebruik maakt van een onderwaterrobot in plaats van een booroperatie vanaf een schip.

2 Geef de omschrijving van het begrip erts.

In het artikel worden meerdere metalen genoemd.

3 Geef de symbolen van de metalen die worden genoemd.

De metalen worden gewonnen uit 'polymetaalsulfiden'.

4 Geef het symbool waarmee je 'sulfide' in een formule weer geeft.

"De monsters bevatten 9,6 procent koper en 15,5 gram goud per ton." Een ton is 1000 kg.

5 Bereken hoeveel gram koper er per ton erts aanwezig is.

6 Bereken hoeveel % goud er per ton aanwezig is.

Klas 4

Kleine gehalten drukt men ook wel uit in ppm, parts per million.

7 Bereken het goudgehalte van het rijkste gouderts in ppm.

8 Noem het voordeel van de eenheid ppm. Leg dit uit met behulp van je antwoord op vraag 6.

Erts van de oceaanbodem

1 De laag sulfiden is zeer bros en dan gaat ophalen van monsters met een onderwaterrobot gemakkelijker.

2 Een gesteente dat waardevolle mineralen, bijvoorbeeld metalen, een erts is een grondstof waar het economisch gezien haalbaar is om er op grote schaal een bepaalde stof uit te winnen.

3 Cu, Au, Ag, Zn

4 S

5 $1000 \text{ kg} = 1000000 \text{ g}$. 9,6 % wil zeggen $0,096 \times 1000000 = 96000 \text{ g}$ koper.

6 Percentage = (deel/geheel) $\times 100\%$ = $(15,5/1000000) \times 100\% = 0,00155\%$.

7 32,7 gram per 1000 kg $\equiv$ 32,7 gram per 1000000 g, dus 32,7 (massa)ppm.

8 Voor kleine gehalten krijg je toch getallen die makkelijk leesbaar zijn. In ppm: $15,5 \text{ g} / 1000 \text{ kg} = 15,5 \text{ g} / 1000000 \text{ g} = 15,5 \text{ ppm}$. Het antwoord in procenten was: 0,00155 %.

Microreformer produceert waterstof voor notebook

Tokio – Het Japanse bedrijf Toshiba is erin geslaagd een microreactor te ontwikkelen die uit dimethylether (DME) of uit fossiele brandstoffen waterstof kan produceren. De vuistgrote reformer is ongeveer vijf keer zo klein als de huidige generatie waterstofreformers. De microreformer produceert 200 cm³ waterstof per minuut uit 50 cm³ DME en 200 cm³ water. Dit is voldoende om een vaste polymeer brandstofcel te voeden, die uit deze hoeveelheid waterstof 20 watt aan elektrisch vermogen kan opwekken, bijvoorbeeld voor een notebook. (...)

Een reformer is een 'omzetter', dus een reactor waarin stoffen worden omgezet.

1 Welk voordeel heeft de door Toshiba ontwikkelde microreactor?

In de microreactor wordt dimethylether (DME) omgezet.

2 Geef de structuurformule van DME.

De microreactor produceert uit DME (C₂H₆O) en water niet alleen waterstof maar ook koolstofdioxide.

3 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.

De dichtheid van DME is 0,73 g cm⁻³ (p₀ en T = 298 K).

4 Bereken hoeveel mol DME per minuut in de reactor wordt omgezet.

5 Bereken hoeveel mol water per minuut in de reactor wordt omgezet.

6 Welk van de twee stoffen uit vraag 5 en 6 is in overmaat aanwezig?

7 Bereken hoeveel dm³ waterstofgas de microreactor zou kunnen produceren op basis van je antwoorden op vraag 4 tot en met 6.

8 Bereken het rendement van de microreactor met betrekking tot de productie van waterstofgas.

In het artikel wordt vermeld hoeveel waterstof er per minuut wordt geproduceerd.

9 Reken met behulp van een getal uit tabel 28 in het Binasboek uit hoeveel J s⁻¹ (watt) het direct verbranden van deze waterstof oplevert.

10 Bereken het rendement van de brandstofcel die uit deze waterstofvorming, 20 watt elektrisch vermogen kan opwekken.

Microreformer produceert waterstof

1 Vijf keer zo klein als de huidige reformers.

2 $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

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

4 $50 \text{ cm}^3 \text{ DME} \equiv 50 \times 0,73 = 36,5 \text{ g C}_2\text{H}_6\text{O} \equiv 36,5/46,0 = 0,793 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}$.

5 $200 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O} \equiv 200 \text{ g H}_2\text{O} \equiv 200/18,02 = 11,098 \text{ mol H}_2\text{O}$

6 Volgens 3 is de molverhouding $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 3$, ofwel voor $0,793 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}$ is nodig $3 \times 0,793 = 2,379 \text{ mol H}_2\text{O}$. Water is dus in overmaat aanwezig.

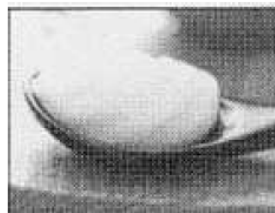
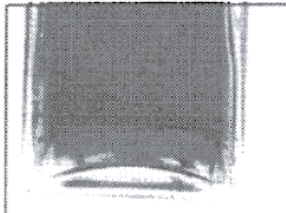
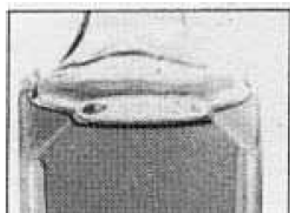
7 $0,793 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O} \equiv 6 \times 0,793 = 4,76 \text{ mol H}_2 \equiv 4,76 \times 24,5 = 116 \text{ dm}^3 \text{ H}_2$

8 De werkelijk productie is $200 \text{ cm}^3 = 0,200 \text{ dm}^3$. Het rendement is $(0,200/116) \times 100 \% = 1,72 \%$

9 Stookwaarde waterstof: $10,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3} = 10,8 \cdot 10^3 \text{ J dm}^{-3}$. $200 \text{ cm}^3/\text{minuut} = 200/60 = 3,33 \text{ cm}^3/\text{s}$.

$33,3 \text{ cm}^3/\text{s} \equiv 33,3 \times 10,8 = 36,0 \text{ J s}^{-1} \text{ (watt)}$.

10 $(20/36,0) \times 100 \% = 56 \%$.



• **Olie en azijn mengen niet. Maar met een emulgator (klassiek een ei) vormen ze samen de zachte en stabiele emulsie mayonaise.**

FOTO'S JUPITERIMAGES

Emulsies mengen en ontmengen na doorleiden van gas

Sauzen en smeersels ontmengen soms ongewenst snel, soms nooit; Amerikaanse en Canadese scheikundigen hebben nu emulgatoren ontwikkeld, die met behulp van koolzuurgas of lucht naar believen aan- en uitgezet kunnen worden. Dat is belangrijk nieuws voor de chemische industrie, omdat er stapsgewijze processen zijn waarbij in de ene keer een emulsie wel, maar in de volgende stap de emulsie niet handig is. (*Science*, 18 augustus). Emulgatoren zorgen ervoor dat twee stoffen die onder normale omstandigheden niet mengen (zoals vet en water, keukenvoorbeeld: olie en azijn), toch in een stabiel en homogeen mengsel

(mayonaise) bij elkaar blijven.

Emulgatoren zijn ideale moleculaire bemiddelaars tussen de twee ontmengende fasen, omdat ze twee verschillende kanten hebben: een lange, vetminnende staart en een waterminnende, ~~was~~ geladen kop.

Een bekende toepassing van emulgatoren is bij de synthese van kleine latex bolletjes, gebruikt in verf. Zodra de bolletjes gevormd zijn, mogen ze niet aan elkaar kleven. Dat gebeurt door een emulgator toe te voegen die het oppervlak bedekt en de bolletjes van elkaar afschermt. Om de bolletjes echter na afloop van de reactie makkelijk te kunnen afscheiden van het reactiemengsel, zou de emulgator weer geïnactiveerd moeten worden.

Dat is precies wat Yingxin Liu en zijn collega's van Queens University in Ontario en het Georgia Institute of Technology voor elkaar hebben gekregen.

Ze activeren en de-activeren de emulgator met behulp van een gas dat ze door de emulsie borrelen. Door blootstelling aan koolzuurgas krijgt hun emulgator een positief geladen kop, die na het doorvoeren van lucht of argon weer verdwijnt.

Een opvallend neveneffect kwam aan het licht toen de onderzoekers de emulgator toevoegden aan mengsels van lichte aardolie en water. Die vormen al een min of meer stabiel mengsel door de aanwezigheid van natuurlijke emulgatoren in olie. In aanwezigheid van koolzuurgas bleven de mengsels zoals verwacht veel langer stabiel, maar na blootstelling aan argon trad er heel abrupt een volledige scheiding op. Dat opent perspectieven voor toepassing van deze emulgatoren bij het vrijmaken van olie uit teerzanden met behulp van stoom.

Rob van den Berg

Een ontdekking

Amerikaanse en Canadese scheikundigen hebben nieuwe emulgatoren ontwikkeld?

- 1 Wat is een emulsie?
- 2 Wat doet een emulgator?
- 3 Geef een voorbeeld van een emulgator.
- 4 Wat is het bijzondere aan de nieuw ontwikkelde emulgatoren?
- 5 Waarmee bestuur je de nieuwe emulgatoren.

Afstoten of aantrekken

Onder normale omstandigheden mengen olie en water niet.

- 6 Leg uit waardoor olie en water niet mengen.

"Emulgatoren zijn ideale moleculaire bemiddelaars ..." zegt het artikel.

- 7 Zoek in het artikel de beschrijving waardoor ze die bemiddelende rol kunnen spelen. Noteer die beschrijving.

- 8 Maak een schematische tekening van een emulgator.

- 9 Maak een schematische tekening van de situatie van een emulsie van vet in water in aanwezigheid van een emulgator.

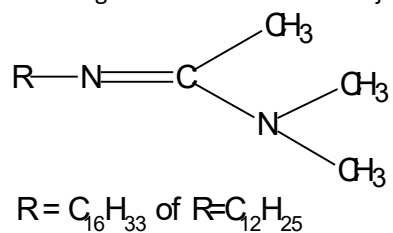
Emulgatoren in de praktijk

In het artikel worden een huiselijk en een technisch voorbeeld van emulgatorgebruik vermeld.

- 10 Geef voor elk voorbeeld de rol van de emulgator weer.

Aan en uit

De emulgator van Yinhxin Liu en zijn collega's heeft de volgende structuurformule.



11 Leg uit dat de emulgator in deze vorm niet actief zal zijn.

Hij wordt geactiveerd door reactie met koolstofdioxide in waterig milieu. Hierbij ontstaat naast de geactiveerde emulgator het waterstofcarbonaat.

12 Leg uit dat de activering een zuur-base reactie kan zijn.

13 Leg aan de hand van gegevens in het artikel uit dat er sprake is van een evenwicht.

14 Geef activering van de emulgator in een reactievergelijking weer.

Invoeren van lucht of argongas zorgt voor deactivering van de emulgator.

15 Leg uit waardoor dit komt.

Nieuwe toepassingen

16 Welk voorbeeld wordt gegeven van een toepassing die al aan het licht kwam?

17 Welke nieuwe toepassing biedt perspectief?

Emulsies mengen en ontmengen

1 Een mengsel van vet/olie en water.

2 Een stof die een mengsel van vet/olie en water gemengd houdt.

3 Zeep

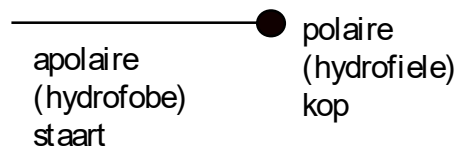
4 Dat ze aan- en uitgezet kunnen worden.

5 Met behulp van koolzuurgas of lucht.

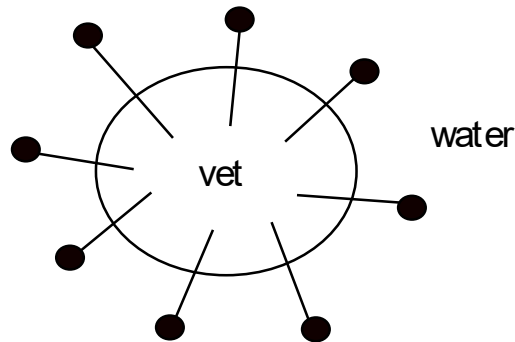
6 Water is een polaire stof. Olie is apolair en daardoor hydrofoob.

7 Doordat ze tuseen twee niet-mengbare fasen gaan zitten omdat ze twee verschillende kanten hebben: een lange vetminnende staart en een waterminnende, wat geladen kop.

8



9



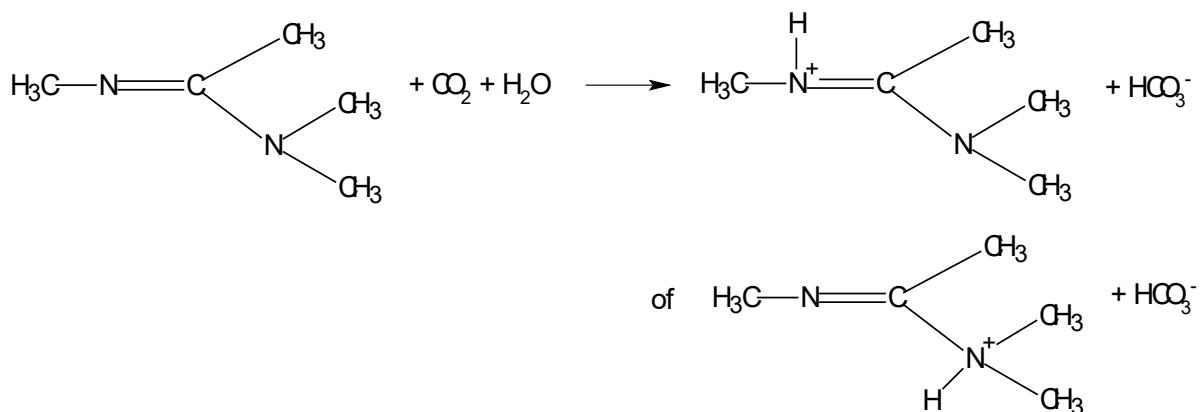
10 Olie en azijn: in het ei zitten moleculen die een stabiele emulsie geven. Latex-verf: de emulgator bedekt het oppervlak van de latexbolletjes en schermt zo de bolletjes van elkaar af (zodat ze niet samen vloeien)

11 De emulgator heeft overal apolaire alkylstaarten en geen polaire kop.

12 Uit $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ ontstaat HCO_3^- . $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ heeft dus als zuur gereageerd.

13 Je kunt de emulgator activeren en de-activeren.

14



15 Door het invoeren van lucht (N_2/O_2) of argon voeg je een hydrofobe stof toe aan de emulsie. De geactiveerde emulgator en het waterstofcarbonaation zullen daardoor terug reageren naar de niet geactiveerde toestand en $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$

16 Een emulsie van (lichte) olie in water laten ontmengen onder invloed van argon.

17 Bij het vrijmaken van (aard)olie uit teerzanden met behulp van stoom. (Na condensatie van de stoom zal er een emulsie van aardolie in water zijn ontstaan, lucht of argon doorleiden kan die emulsie breken).