

Inhoudsopgaven CA 48 (mei 2005)

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
1	Trui van colaflessen	6v	koolstofchemie	Synthetische polymeren	informatie	Structuur polymeren, PET, recyclen, polycondensatie
2	Brandend fosfor	3 hv	Stoffen (anorganisch)	Toepassing stoffen	informatie	Verbranden, veiligheid, fosfor berekeningen, vergelijking artikelen
3	Je eigen geurtje I	2,3 mhv	Stoffen en materialen	Reinigingsmiddelen/ cosmetica	informatie	Scheidingsmethoden, parfum
	je eigen geurtje II		vaardigheden	ontwerp	Stoffen en materialen	Ontwerp, Maken parfum
5	Tegel verwijderd stikstof uit de lucht	5,6 v	vaardigheden	informatie	Stoffen (anorganisch)	Selectie informatie, bewerking informatie, standpunt, denox, NOx
6	Plastic in plaats van cokes I	3 hv, 4m	chemische industrie, stoffen en materialen	maken van stoffen	reactievergelijkingen opstellen	Formules, reacties
	Plastic in plaats van cokes II	4,5 hv	Chemische techniek	Maken van stoffen	Informatie	Corus, hoogoven, milieu, cokes, plastic
7	Ultrasterk polypropyleen	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Structuur polymeren, pure, polypropeen, recyclebaar
8	Heineken waarschuwt	4 hv	koolstofchemie	structuur	informatie	Structuurformule
9	Nu nog langer vers	5,6 v	vaardigheden	onderzoek	informatie	Vooronderzoek, werkplan, versheid, vruchtensap, vitamine C, titraties
10	Surlyn, polymeer stopt lek	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Surlyn, ionomeer, methacrylzuur, ethyleen poly-additie, copolymeer
11	Windeln fuer die Wueste	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Bioplastic, superslurper, wateradsorptie, biologisch afbreekbaar, Duits artikel
12	Propeenoxideproces	5,6 v	koolstofchemie	structuur	informatie	Structuurformules, polymeren, berekeningen, propeenoxide
13	Het mysterie van Schotland	5,6 hv	Chemische techniek	procesindustrie	informatie	Blokschema, whisky,
14	850 kolencentrales tellen niet	5,6 hv	Kenmerken van reacties	Rekenen aan reacties	informatie	Chemische berekeningen, verbrandingswarmte, Kyoto
16	Krystallos art	4	stoffen en materialen	in en om het huis	rekenen	Berekeningen, zouten, internetopdracht

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
18	Romeinse make-up	1,2,3	stoffen en materialen	maken van stoffen	onderzoek	stoffen onderzoeken, practicum
22	Lood vergt controle	4	stoffen en materialen	in en om het huis	informatie	formules, symbolen, legeringen
23	Roze toverformule voor een stralend wit plafond	3,4,5	stoffen en materialen	in en om het huis	onderzoek	onderzoek, practicum, zuur base, fenolftaleïne
26	Koolstofdioxide uit Pernis	4,5 hv	Koolstofchemie	Brandstoffen	Rekenen	Koolstofdioxide, CO ₂ , milieu, tuinbouw, fotosynthese
27	Celkalk	4,5 hv	Stoffen (anorganisch)	Toepassing stoffen	Informatie	Oplosbaarheid, kalk, vruchtboom kanker, pH, fruitteelt
28	Bioethanol	4,5 hv	Stoffen (anorganisch)	Brandstoffen	Rekenen	Alternatieve brandstof, bioethanol, granen milieu
30	Goedkoper PETproces	5,6 v	Koolstofchemie	Synthetische polymeren	Informatie	Structuur polymeren ,PET, industrie, polycondensatie
33	Het oogsten van zonne-energie	4,5 hv	Koolstofchemie	Brandstoffen	Informatie	Biomassa, milieu, koolstofdioxide, brandstoffen
35	Bioraffinaderij	5 v	Koolstofchemie	Milieu	Informatie	Bioethanol, melkzuur, bacteriën, vergisting
36	Zweedse benzine	4,5 hv	Koolstofchemie	Milieu	Informatie	Bio-alcohol, industrie, milieu, blokschema
38	Geurvreter	5,6 v	Koolstofchemie	Structuur	informatie	Structuurformule, oplosbaarheid, allicin

Van de redactie

Bij het ter perse gaan van dit nummer waren er nog niet veel reacties op de enquête in nummer 47. Wilt u in de toekomst de opgaven en artikelen graag ook digitaal, vul dan alsnog de enquête uit nummer 47 in of op www.chemieaktueel.nl.

Blijkbaar gebeurt er veel op het gebied van polymeren dat de aandacht trekt van de media: surlyn stopt lekken, Pure een ultrasterk polymeer, superadsorber voor de woestijn, trui van colaflessen, plastic in plaats van cokes. In dit nummer wat meer practica dan normaal: je eigen geurtje, nu nog langer vers, romeinse make-up, roze toverformule voor een stralend plafond.

Hopelijk biedt dit nummer u weer voldoende aanknopingspunten voor in uw les.

Miek Scheffers-Sap

Veiligheid

De redactie neemt geen verantwoording voor de experimenten. Aangeraden wordt om zelf experimenten op veiligheid te beoordelen en de bijbehorende maatregelen te treffen.

Vaardigheidsvragen in Chemie Aktueel 48

Voor toelichting zie Chemie Aktueel nummer 37 of op de website www.chemieaktueel.nl (vaardigheidsvragen)

<i>Vraagtype</i>	<i>Titel van de opdracht uit Chemie Aktueel nummer 48</i>
<i>1 informatiebegripsvraag</i>	Alle opgaven
<i>2 informatieselectievraag</i>	Brandend fosfor
<i>3 informatiebewerkingsvraag</i>	Tegel verwijdert stikstof uit de lucht Polypropyleen uit Sneek is ultrasterk Heineken waarschuwt voor C_2H_5OH Het mysterie van Schotland Zweedse benzine bevat 5% ethanol
<i>4 aanvaardbaarheidsvraag</i>	Tegel verwijdert stikstof uit de lucht
<i>5 argumentenvraag</i>	850 kolencentrales tellen niet in 'Kyoto' Het oogsten van zonne-energie
<i>6 standpuntvraag</i>	Tegel verwijdert stikstof uit de lucht
<i>8 probleemstellingvraag</i>	Nu nog langer vers Surlyn, polymeer stopt lek Romeinse make-up voelt goed aan Roze toverformule voor een stralend wit plafond
<i>9 werkplanvraag</i>	Nu nog langer vers Romeinse make-up voelt goed aan Roze toverformule voor een stralend wit plafond
<i>10 conclusievraag</i>	Nu nog langer vers Roze toverformule voor een stralend wit plafond

TRUI VAN COLAFLESSEN (OPGAVE)

Quest, december 2004



Trui van colaflessen

Colaflessen kunnen heerlijk warm zijn. Het Pet-materiaal, waar frisdrankflessen van worden gemaakt, is erg belastend voor het milieu. Gelukkig kunnen we de flessen een 2de leven geven als fleecetrui. Van 15 vermalen 2-liter flessen wordt een kilo fleecetrui gemaakt. Sommige outdoormerken profiteren van de positieve uitstraling die recycling heeft op hun klanten. Maar in Nederland staat recycling van de Pet-fles op de helling. De frisdrankflessen van nu kunnen tot 15 keer worden hergebruikt, maar toch worden ze in 2006 waarschijnlijk vervangen door dunner flessen die niet of minder goed gerecycled worden.

Colaflessen zijn gemaakt van PET-materiaal.

1 Zoek in je Binasboek op wat de lettercodering PET betekent. Noteer de naam.

In het artikel worden twee soorten hergebruik van de PET-flessen genoemd.

2 Noem beide soorten hergebruik

Colaflessen kunnen worden gebruikt om fleecetruien van te maken.

3 Teken het recycleersymbool dat op Cola(PET)flessen staat.

4 Leg op basis van het feit dat Colaflessen kunnen worden gebruikt om fleecetruien te maken uit of PET een thermoharder of een thermoplast is.

Uit PET-flessen maakt men fleecetruien.

5 Leg uit of de toepassing van PET in fleecetruien je antwoord op vraag 3 ondersteunt.

PET is een macromoleculair materiaal opgebouwd uit de monomeren tereftaalzuur en 1,2-ethaandiol.

6 Teken de structuurformule van 1,2-ethaandiol.

De structuurformule van tereftaalzuur is

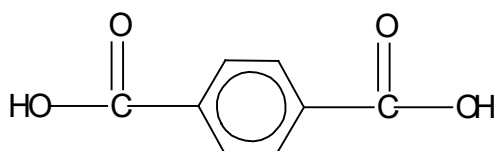


fig 48O0101

7 Geef de systematische naam van tereftaalzuur.

8 Geef de vorming van PET uit de monomeren weer in een reactievergelijking. Gebruik structuurformules en teken een stukje van de polymeerketen dat is opgebouwd uit twee monomeren van elke soort.

Ofschoon het verwerken colaflessen totnaar fleecetruien een positieve uitstraling heeft, staat de recycling van de PET-fles op de helling.

9 Waarom staat het recyclen op de helling?

Trui van colaflessen (antwoorden)

1 PolyEtheenTereftalaat (tabel 66E2)

2 Hergebruik van de fles: opnieuw Cola in doen. Hergebruik van het materiaal van de fles: truien van maken.

3



Fig 48A0101

4 Thermoplasten kan men recyclen, thermoharders niet.

5 Ja, want van thermoplasten kun je vezels maken.

6

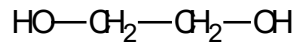


Fig 48A0102

7 1,4-benzeendicarbonsuur

8

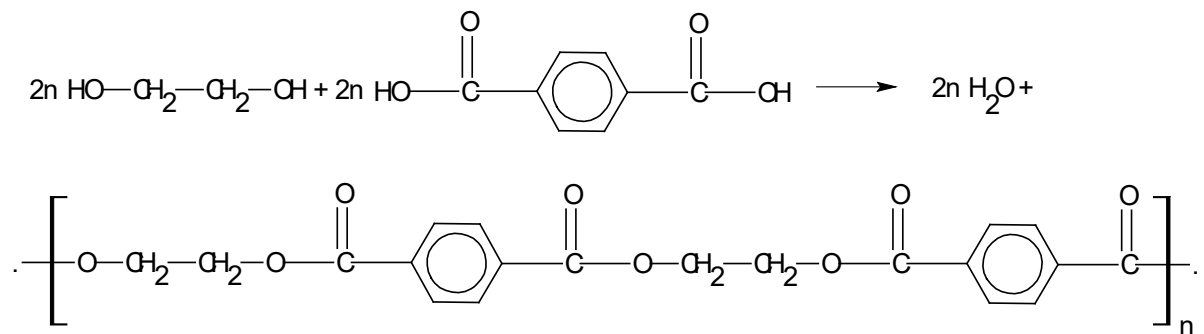


Fig 48A0103

9 In 2006 worden de flessen vervangen door dunnere flessen die niet gerecycled kunnen worden.

Grote schrik door brandend fosfor in scheikundeles



De brandweer werd ingeschakeld om de stank uit school Singelland in Burgum te verdrijven, nadat fosfor in brand raakte. Brandweerlieden droegen de tassen uit het lokaal, nadat de leerlingen inderhaast waren weggestuurd.

Foto's FDS

Het werd een spectaculaire scheikundeles. Een proef met fosfor joeg alle leerlingen van klas 3b van scholengemeenschap Singelland in Burgum het lokaal uit.

Door Anko de Jong

BURGUM - De scheikundeleraar had alles onder controle. Het zeer brandbare fosfor lag in een bak water, zoals het hoort. Hij hoefde het voor de proef alleen nog te snijden. En daar ging het mis. Het mes brak. Het fosfor spatte uit elkaar, uit de bak water. Het viel op het bureau en over de vloer. Daar vloog het spontaan in brand.

Wat een gewone proef met fosfor moest worden liep gisteren in klas 3b op scholengemeenschap Singelland in Burgum volledig uit de hand. Fosfor

ontbrandt spontaan als het in aanraking komt met zuurstof. Volgens directeur Aaldrik Haanrikman deed de leraar alles volgens het boekje. Het fosfor was goed bewaard en verwerkt. Maar wie had kunnen voorzien dat het mes zou breken? „Gelukkig heeft de leraar adequaat ingegrepen, zodat de gevolgen niet ernstig waren.”

De leraar, die dit werk al tien jaar doet, besefte het gevaar. Brandend fosfor veroorzaakt erg giftige dampen. Hij sommeerde de leerlingen meteen het lokaal, dat zich op de bovenverdieping bevindt, te verlaten. Ondertussen spoot hij met een poederblusser op de brandende stof. In deze wolken van bluspoeder en fosfordampen haastten de 22 leerlingen zich het lokaal uit. Ook de leerlingen in de andere lokalen op de verdieping verlieten de klas.

Het vuur was daarna snel onder controle. Toch werd contact opgenomen met de brandweer, wat er nu moest gebeuren. „Het vuur was wel uit, maar de kans bestond dat er nog giftige dampen waren blijven hangen”, zegt offi-

cier van dienst Hessel Geerts. De brandweer verscheen met een speciale ventilator om, op aanwijzingen van de adviseur gevaarlijke stoffen, „de verdieping weer schoon te blazen”.

Geerts: „Fosfordampen zijn erg giftig en kunnen bij grotere concentraties zeer schadelijk zijn.” De verdieping bleef daarom de rest van de dag gesloten. Ook de spullen van de leerlingen moesten blijven liggen. Directeur Haanrikman riep de leerlingen van de school bij elkaar om uit te leggen wat er was gebeurd. Ze kregen vanaf 13.00 uur allemaal vrij.

Voor de zekerheid zijn in totaal 45 leerlingen die dachten dat zij misschien giftige dampen hadden ingeademd nog door een arts van de GGD onderzocht. Twee leerlingen zijn uiteindelijk voor controle naar het ziekenhuis gebracht. Zij bleken wat geïrriteerde luchtwegen te hebben. Het schoolgebouw is vandaag weer in gebruik genomen.

De scheikundeleraar had alles onder controle. Het zeer brandbare fosfor lag in een bak water.

1 Leg uit waarom fosfor onder water geen kwaad kan.

2 Bij welke temperatuur ontbrandt fosfor spontaan? Hoe kun je dit afleiden uit het artikel?

Voor een brand zijn drie voorwaarden nodig.

3 Welke voorwaarde neemt de docent weg als hij de brand blust met een poederblusser.

Als fosfor verbrandt ontstaat (di)fosforpentaoxide (P_2O_5).

4 Geef de kloppende reactievergelijking voor de verbranding van fosfor.

De docent heeft niet geblust met water. In de bijlage van deze opgave staan de veiligheidskaarten van (witte) fosfor en (di)fosforpentaoxide.

5 Leg aan de hand van een gegeven uit de veiligheidskaarten uit dat de docent dat goed heeft gedaan.

In het artikel staat dat bij brandend fosfor erg giftige dampen vrijkomen.

6 Leg uit hoe dat mogelijk is.

7 Leg aan de hand van de veiligheidskaarten (zie bijlage) uit of de dampen ook (di)fosforpentaoxide kunnen zijn.

De MAC-waarde van een stof geeft aan hoeveel mg van die stof maximaal in één m^3 mag voorkomen

8 Zoek in de Chemiekaart van (di)fosforpent(a)oxide op hoe groot de MAC-waarde is voor P_2O_5 , noteer deze waarde.

Een scheikundelokaal is bijvoorbeeld 8 m x 6 m x 3 m.

9 Bereken hoeveel mg P_2O_5 maximaal in dit lokaal aanwezig mag zijn.

Brabants Dagblad, 17 november 2004

Explosie in school na mislukte proef

Burgum – In Openbare Scholengemeenschap Singelland in Burgum (Friesland) heeft gisteren een explosie plaatsgevonden na een mislukte scheikundeproef. De brand die daardoor uitbrak, veroorzaakte lichte schade. Er vielen geen gewonden. Dat heeft een woordvoerder van de brandweer gezegd.

Tegen het eind van de ochtend ontbrandde een deel van een blokje fosfor. Omdat er een giftige zwavellucht vrijkwam, ont ruimde de brandweer drie lokalen. Een team van de GGD inventariseert of leerlingen klachten hebben door de zwavellucht.

In het Brabants Dagblad van 17 november 2004 staat ook een artikel over hetzelfde ongeluk. Maar klopt alles wat daar staat?

10 Geef je commentaar op het vrijkomen van zwavellucht in dit artikel.

Vergelijk de artikelen uit de Leeuwarder Courant en het Brabants Dagblad met elkaar.

11 Welk artikel is het meest informatief over

- de uitvoering van de proef,
- de gevolgen,
- de maatregelen van de leraar,
- de maatregelen van de brandweer?

Geef je antwoord weer in onderstaande tabel.

	<i>Artikel uit Leeuwarder Courant</i>	<i>Artikel uit Brabants Dagblad</i>
<i>de uitvoering van de proef</i>		
<i>de gevolgen</i>		
<i>de maatregelen van de leraar</i>		
<i>de maatregelen van de brandweer</i>		

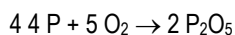
Uit Chemiekaarten® 18^e editie; Ten Hagen Stam Uitgevers, Den Haag 2002

Brandend fosfor (antwoorden)

1 Er kan geen zuurstof bij

2 Bij kamertemperatuur. Zodra het in de ruimte kwam vloog het spontaan in brand.

3 Zuurstof.



5 In de veiligheidskaart van fosforpentoxide staat dat het heftig reageert met water.

6 Het kookpunt van witte fosfor is 280 °C. Als bij de verbranding voldoende warmte vrijkomt kan een deel van de fosfor overgaan naar de gasfase.

7 Ja want de omschrijving bij het onderdeel gezondheid geeft aan dat het irriterend is voor de huid, de ogen en de ademhalingsorganen.

8 MAC = 1 mg/m³

9 $V = 8 \times 6 \times 3 = 144 \text{ m}^3$. Dus er mag maximaal 144 mg P₂O₅ ontstaan

10 Uit het element fosfor (P) kan niet het element zwavel (S) ontstaan. Foutje van de auteur.

11

	<i>Artikel uit Leeuwarder Courant</i>	<i>Artikel uit Brabants Dagblad</i>
<i>de uitvoering van de proef</i>	+	
<i>de gevolgen</i>	+	
<i>de maatregelen van de leraar</i>	+	
<i>de maatregelen van de brandweer</i>		+

JE EIGEN GEURTJE! (OPGAVEN)

Verpakking Venz hagelslag

155

Venz **UITBLINKERZ**
PRESENTEERT **NATUUR!**

WEETJEZ

- De Loonse en Drunense Duinen vormen het grootste stuifzandgebied van Europa. In de zomer is het hier net een woestijn!
- Als je je prikt aan een brandnetel, kun je de pijn verzachten met de blaadjes van hondsdrif. Dit plantje met paarse bloem groeit meestal in de buurt van brandnetels.

RAADSELTJE
Rara, het is groen en trippelt door het bos!
Een Dop-herfje!

WIN EEN WILDERNIS WEEKEND

Win samen met je drie beste vriendjes of vriendinnetjes een wildernis weekend. Samen met een echte boswachter bezoek je een onbewoond eiland en ga je op onderzoek uit in de natuur... reuze spannend!

DOE TIPZ
Maak je eigen geurtje!
Vul een pot met verse rozenblaadjes en wat water. Giet hier een scheutje zonnebloemolie bij. Sluit de pot af en zet hem op een zonnige plek. Iedere dag goed schudden en na twee weken heb je jouw eigen parfum.

Beantwoord deze vraag:
Stel: jij bent boswachter op een onbewoond eiland zonder naam. Hoe zou jij dit fantasie-eiland dan noemen?

Vereniging Natuurmonumenten
Stuur je antwoord naar Venz wildernis wedstrijd, postbus 40049, 6203 CL Maastricht of stuur een e-mail naar prijsvraag@venz.nl. Vergeet niet je naam, adres en leeftijd te vermelden. Insturen kan tot 1 april 2004. Winnaars krijgen bericht van Venz. Over de uitslag kan niet worden gecorrespondeerd. De volledige actievoorwaarden staan op www.venz.nl

www.venz.nl
Wil jij je kamer ombouwen tot een geheim bos? Ga naar Venz.nl voor de beste tips!

Versie I

- 1 Welke scheidingsmethode pas je toe bij het maken van je eigen geurtje?
- 2 Waarom moet je steeds goed schudden?
- 3 Waarom moet je het potje met inhoud op een zonnige plek zetten?

Versie II

- 1 Maak je eigen geurtje volgens het voorschrift.
- 2 Maak een mooie verpakking voor je geurtje. Deze verpakking moet voldoen aan een aantal eisen:
 - hij moet aantrekkelijk zijn voor de doelgroep
 - er moet op staan wat er in zit
 - eventueel een veiligheidssymbool.

De beoordeling van het maken van de verpakking gaat aan de hand van het volgende schema.

<i>Categorie</i> <i>punten</i>	4	3	2	1	Score
<i>Creativiteit</i>	Volledig origineel ontwerp, geen enkel onderdeel is een exacte kopie van een ontwerp uit andere bronnen.	De meeste onderdelen van de verpakking zijn uniek, en één element is een kopie van een bestaande bron.	Een paar van de onderdelen van de verpakking is uniek, en verschillende onderdelen zijn een kopie van een bestaande bron	De verpakking is een kopie van een andere verpakking of van een andere groep (80% of meer onderdelen zijn gekopieerd).	
<i>Aantrekkelijkheid/ vakmanschap</i>	De verpakking laat zien dat de ontwerper erg trots is op zijn werk. Het ontwerpen en de uitvoering zijn zorgvuldig gepland. De verpakking is heel netjes (geen onvolkomenheden). De doelgroep zal door de verpakking het product zeker kopen.	De verpakking laat zien dat de ontwerper trots is op zijn werk. Het ontwerpen en de uitvoering zijn gepland. De verpakking is netjes (een paar onvolkomenheden maar die zijn niet storend. De doelgroep zal door de verpakking het product hoogstwaarschijnlijk kopen.	Het ontwerpen en de uitvoering zijn gepland. De verpakking heeft meerdere onvolkomenheden die storend zijn. De doelgroep zal door de verpakking het product misschien kopen.	De verpakking lijkt op het laatste moment in elkaar gezet te zijn. Weinig energie besteed aan ontwerpen en planning. Getuigt niet van vakmanschap. De doelgroep zal door de verpakking het product zeker niet kopen.	
<i>Duurzaamheid</i>	De verpakking is zo gemaakt dat hij lang gebruikt kan worden.	De verpakking is stevig, maar er zijn een paar onderdelen die kwetsbaar zijn.	De verpakking is stevig, maar er zijn veel onderdelen die kwetsbaar zijn. Het lijkt dat de verpakking na een of twee keer gebruiken kapot is	De verpakking is ondeugdelijk en gaat makkelijk kapot. Hij is waarschijnlijk al kapot voordat hij gebruikt wordt.	
<i>Consumenten-informatie</i>	De consumenten-informatie op de verpakking is volledig	De consumenten-informatie op de verpakking is bijna volledig	De consumenten-informatie op de verpakking is onvolledig	De consumenten-informatie op de verpakking ontbreekt	

<i>Tijdsbesteding</i>	De lestijd werd goed gebruikt. Er werd veel tijd in de planning en het ontwerpen van de verpakking gestoken. Het is duidelijk dat de leerling zowel op school als thuis er aan werkte.	De leerling had er thuis meer tijd aan kunnen besteden.	De lestijd werd over het algemeen niet goed gebruikt. De leerling werkte wel thuis.	De lestijd werd over het algemeen niet goed gebruikt. De leerling besteedde er verder ook geen tijd aan.	
-----------------------	--	---	---	--	--

De beoordeling

Over twee weken heeft de hele klas zijn eigen geurtje gemaakt. Als lid van een panel, moet jij de parfums beoordelen. Maak zelf een beoordelingsblad voor de beoordeling. In dit blad neem je de punten op waarop je het parfum gaat beoordelen. Maak een blad zoals hierboven staat weergegeven voor de beoordeling van jullie verpakking.

Je eigen geurtje (antwoorden)

Versie I

- 1 Extraheren
- 2 Goed contact tussen de rozenblaadjes en de extractievloeistof.
- 3 Door de warmte van de zon verloopt de extractie sneller.

Versie II

Het beoordelingsformulier is opgesteld naar aanleiding van rubrics: <http://rubistar.4teachers.org/index.php>

Tegel verwijderst stikstof uit lucht

Haarlem – De gemeente Vlaardingen start een experiment met tegels die stikstof uit de lucht halen en omzetten in achtereenvolgens NO, NO₂ en NO₃. Het aldus verkregen zout NO₃ lost op in water en spoelt met een regenbui weg.

Volgens F. Staal, die bij de gemeente aan het project werkt, is de werking gebaseerd op de katalyserende werking van actief titaniumoxide dat onder invloed van zonlicht stikstof omzet. Een oppervlak van 42 m² heeft voldoende capaciteit om de gemiddelde jaarlijkse stikstofuitstoot van een personenauto om te zetten.

De gemeente bestraat een drukke ontsluitingsweg naar de A-20 met de tegels. Het materiaal wordt geleverd door de Struyk Verwo Groep, die nu ook in Antwerpen testen uitvoert.

Het bedrijf was op zoek naar een tweede pilotlocatie om de tegel te testen en benaderde hiervoor de gemeente Vlaardingen.

De tegels, NOX genaamd, zijn vier maal zo duur als een gewone klinker. (mp)

Versie I

In Vlaardingen is er veel luchtvervuiling langs de drukke ontsluitingsweg naar de A-20. Door uitlaatgassen van auto's komen de stoffen CO₂, H₂O, CO, NO, NO₂ en (onverbrande) koolwaterstoffen in de lucht. De gemeente Vlaardingen wil de lucht zuiveren met een nieuw soort straattegel. Het artikel zegt: “.... met de tegels die stikstof uit de lucht halen en omzetten in achtereenvolgens NO, NO₂ en NO₃” is onjuist. Dat is fout, stikstof wordt niet omgezet door de tegels.

- 1 Welke stoffen worden wél door de tegels omgezet?
- 2 Welk reactieproduct ontstaat hierbij?
- 3 Waar blijft dit reactieproduct?
- 4 Verklaar de naam van de tegel.
- 5 Bedenk zelf nog een andere toepasselijke naam.

Versie II

Er staat chemisch gezien maar één fout in het artikel 'Tegel verwijdt stikstof uit de lucht'.

1 Welke fout is dat? Geef een chemisch juiste omschrijving.

Vanwege deze fout ontving het Technisch Weekblad verschillende brieven als reactie. Maar daarin gaat het ook niet altijd foutloos.

Technisch Weekblad, 19 november 2004

BRIEVEN

Verbazing over NO_x-tegel (1)

Ik las met verbazing uw artikel over een tegel die stikstof uit lucht haalt. Stikken is natuurlijk niet leuk, maar stikstof heeft niets met stikken te maken. Je stikt door afwezigheid van zuurstof. Merk op dat onze lucht voor 80% uit stikstof bestaat. Als de tegel de stikstof uit de lucht haalt, zal de luchtdruk sterk dalen en lucht van buiten naar zich toe trekken. Er ontstaat een lokaal lagedrukgebied boven de straten met deze klin-
kers.

Als ik verder lees zie ik dat stikstof eerst in NO (stikstof-monoxide) omgezet wordt. Waar moet die zuurstof dan vandaan komen? In de lucht zit maar 20% zuurstof. Dit is niet genoeg om alle stikstof om te zetten. Voor de volgreacties naar NO₂ en NO₃ is er al helemaal geen zuurstof meer over. De zuurstof kan niet uit de tegel komen omdat deze blijkbaar als katalysator fungeert en dus niet 'verbruikt' wordt.

Verder lees ik dat het 'zout' NO₃ met een regenbui wegspoelt. NO₃ lost niet in water op maar reageert direct met water tot H₂NO₄ (salpeterzuur). Dit lost dan wel in water op. Dit geeft een groot milieuprobleem als er grote hoeveelheden N₂ en O₂ aan de atmosfeer onttrokken worden en in salpeterzuur omgezet worden.

Verder zie ik niet in waarom de stikstofuitstoot van een auto omgezet moet worden. Het klopt dat stikstof schadelijk

voor de verbranding is. Maar dan moet je het eruit halen voordat het de verbrandingskamer in gaat zodat je alleen zuivere zuurstof overhoudt. Stikstof is een inert gas dat niet met de verbranding meedoet, maar wel mee opgewarmd wordt en daardoor nuttige energie aan de brandstof onttrekt.

Verder kan stikstof bij hoge temperaturen met zuurstof tot zogenaamde stikstofoxide reageren (NO_x). Dit gaat om heel kleine hoeveelheden. Het is dus veel beter een katalysator te ontwikkelen die deze stikstofoxiden verder oxideren in plaats van de grote bulk stikstof.

dr. ir. E. Walch

NO_x-tegel (2)

Over het algemeen ben ik bijzonder enthousiast over de informatie in Technisch Weekblad en de wijze waarop die verstrekt wordt. Ik lees het blad dan ook altijd met veel plezier. Ditmaal is er echter het nodige mis gegaan in het artikel 'Tegel verwijdt stikstof uit lucht' op de voorpagina van 5 november.

Er wordt hier gesproken over een tegel die stikstof uit de lucht zou omzetten in NO, NO₂ en tenslotte zout NO₃. Ik vermoed dat er bedoeld wordt dat de tegel NO_x (een schadelijk mengsel van NO en NO₂ dat door met name dieselmotoren geproduceerd wordt door hoge temperatuur verbranding van een arm

mengsel) uit de lucht absorbeert en dit NO_x vervolgens onder invloed van zonlicht en TiO₂ als katalysator verder oxideert tot NO₃ dat zich met calciumhydroxide uit de tegel verbindt tot calciumnitraat. Hierdoor wordt voorkomen dat het NO_x reageert met de waterdamp uit de lucht en vervolgens zure regen vormt.

Ik beveel u aan om met de leverancier van de tegel, de Struyk Verwo Groep, contact op te nemen en vervolgens in overleg met hen met een chemisch en milieu-technisch verantwoorde rectificatie te komen in het volgende nummer van TW.

dr. ir. L.R. Wolff

NO_x-tegel (3)

Met veel belangstelling zie ik iedere week weer uit naar uw zeer gewaardeerde blad. Naar aanleiding van het artikel over het uit de lucht verwijderen van stikstof in nummer 45, heb ik echter toch een paar opmerkingen. Het moge u bekend zijn dat 70% van onze atmosfeer uit stikstof (N₂) bestaat en als zodanig voor geen enkel probleem zorgt. Problemen ontstaan door de productie van NO_x in verbrandingsmotoren. Om deze problemen het hoofd te bieden worden motoren dan ook in toenemende mate voorzien van katalysatoren om deze NO_x terug te brengen tot N₂. Mocht het zo zijn dat het voornoemde artikel

serieus bedoeld is en geen vervroegde aprilgrap, dan voorziet ik in de gemeente Vlaardingen toch problemen ontstaan in het kader van het meststoffenbesluit, dat er immers aan moet bijdragen dat er minder nitraat door de boeren op het land wordt uitgereden om toename van nitraat in het oppervlakte- en grondwater te voorkomen. Als er nu N₂ uit de lucht omgezet gaat worden in nitraat, dat dan met een regenbui kan wegspoelen, dan begrijpt u het tegenstrijdige hiervan. Ik houd er rekening mee dat er een vergissing is gemaakt in het voornoemde artikel en dat het mogelijk zal luiden dat er een straattegel ontwikkeld is die NO_x onder invloed van zonlicht omzet in N₂ en zo bijdraagt aan een minder vervuild milieu door het drukke verkeer

ir. M.J.B. Koutstaal

Nawoord

Helaas wordt de chemische werking van de tegel in het artikel niet adequaat weergegeven. Feit blijft dat de gemeente Vlaardingen een proefterrein heeft aangelegd in de verwachting hiermee het milieu een goede dienst te bewijzen. Struyk Verwo Groep wil geen toelichting geven op de werking van de tegel. Het bedrijf geeft pas in december, na afloop van de proef, een toelichting op effecten van de NO_x-tegel.

2 Welke fout lees je in reactie (1) van dr.ir. E. Walch?

In reactie (2) van dr.ir. L.R. Wolff wordt een reactie tussen NO_3 en calciumhydroxide uit de tegel verondersteld.

3 Leg met behulp van een gegeven uit Binas uit dat een tegel met calciumhydroxide geen lang leven zal hebben.

In reactie (3) veronderstelt ir. M.J.B.Koutstaal dat de NO_x wordt omgezet in N_2 .

4 Is het logisch dat *in lucht* deze reactie optreedt?

5 Klopt het stikstofgehalte in lucht dat Koutstaal noemt? Zo nee, hoeveel is het dan wel?

Versie III

In het artikel uit 5 november staat een fout waarop in brieven die op 19 november zijn geplaatst wordt ingegaan. Ook deze brieven bevatten fouten.

Jij werkt bij de Struyk Verwo Groep en krijgt de opdracht om een toelichting te schrijven waarin het proces dat zich op de tegel afspeelt schematisch en chemisch juist wordt weergegeven.

Tegel verwijdt stikstof uit lucht (antwoorden)

Versie I

1 NO en NO_2

2 NO_3^- (behalve nitraationen natuurlijk ook positieve ionen zoals H^+ ionen, zodat HNO_3 , salpeterzuur, ontstaat)

3 Lost op in (regen)water en spoelt in het riool.

4 NO_x is de verzamelnaam van NO en NO_2 .

5 Bijvoorbeeld dénox of no-way.

Versie II

1 “.... de tegels die stikstof uit de lucht halen en omzetten in NO , NO_2 en NO_3^- .” Chemisch juist: De tegels halen de stikstofoxiden NO en NO_2 uit de lucht en bevorderen de omzetting in NO_3^- .

2 “ NO_3^- reageert met water tot H_2NO_4 (salpeterzuur)”.

3 Calciumhydroxide is volgens tabel 45A matig oplosbaar in water, dat deel van de tegel zou door de regen al gauw gedeeltelijk oplossen.

4 Nee, want lucht bevat zuurstof, die voor oxidatie zal zorgen, terwijl de omzetting van NO_x stikstof een reductie is.

5 Nee het is 78 % (Binas 4^e druk tabel 32C),

Versie III

Zie Chemie Aktueel nummer 46, ECOPAINT verwijdt NO_x uit de lucht

U kunt versie I en II combineren. Voordat u versie III aan leerlingen geeft, kunt u hen eerst versie I en II laten maken.

Plastic in plaats van cokes

MILIEU Corus heeft afgelopen week voor het eerst plastic afval gebruikt in een hoogoven als alternatief voor cokes en poederkool.

Peter Baeten

IJmuiden – Het Redop-proces is mogelijk een interessante manier om van de grote jaarlijkse berg plastic afval af te komen. Redop staat voor REDuction of iron Ore by Plastics en houdt in dat het ijzererts in een hoogoven niet wordt gereduceerd tot ijzer met behulp van cokes of poederkool, maar met korrels die zijn gemaakt uit plastic afval (voornamelijk verpakkingen).

Corus IJmuiden probeerde deze methode afgelopen week voor het eerst uit. Het Redop-project loopt vanaf 2000 en is op touw gezet door de VMK (Vereniging Milieubeheer Kunststofverpakkingen).

Synthesegas

De plastic korrels worden in de hoogoven bij een temperatuur van ongeveer 2300 graden Celsius volledig omgezet in synthesegas, dat bestaat uit waterstof en koolmonoxide. Onderzoeker Edu Schön van Rentech, het bedrijf dat verantwoordelijk is voor de technische aspecten

van het project: 'Ongeveer zeventig procent van dit synthesesgas gaat een reactie aan met het ijzererts, waardoor ijzer, kooldioxide en water ontstaan. De overige dertig procent reageert met zuurstof tot kooldioxide en water. Daarbij komt energie vrij die wordt gebruikt om het proces in stand te houden.' Schön vindt het Redop-proces uit kosten- en milieu-overwegingen veruit te prefereren boven de gebruikelijke manier om van plastic afval af te komen: verbranden in een afvalverbrandingsinstallatie

De calorische waarde van het plasticafval moet gelijk zijn aan die van cokes en poederkool

Volgens Ron Molenaar, bedrijfschef werkeenheid Corus Strip Products IJmuiden, stelde Corus vooraf echter wel een aantal voorwaarden aan deelname aan het Redop-project. Ten eerste moest de calorische waarde van het plastic afval hoger liggen dan 28 MJ/kg, dus minstens gelijk aan die van cokes en poederkool. Ten tweede moest het materiaal goed te transporteren zijn. Ten derde moest het in principe in ruime mate voorradig

kunnen zijn (minimaal 125.000 ton per jaar) en ten slotte mocht het chloorgehalte van de korrels niet hoger liggen dan 0,15 procent. Een hoger chloorgehalte is niet acceptabel omdat dit de hoogoven aantast en zijn levensduur verlaagt.

Aan al deze technische eisen is voldaan. Veruit het grootste probleem bleek daarbij de dechlorering van het plastic afval. Dat bevat in ruwe vorm 1,5 tot 2 procent chloor, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van pvc. Rentech heeft uiteindelijk een adequate dechloreringsmethode ontwikkeld, maar wil de details daarvan niet uit de doeken doen.

2000 Ton per dag

De proef van afgelopen week in Hoogoven 7 van Corus IJmuiden was nog erg kleinschalig. Er werd, tegelijk met een veel grotere hoeveelheid aan cokes en poederkool, zo'n 10 ton aan Redop-korrels geïnjecteerd. Ter vergelijking: dagelijks verbruikt Corus in Hoogoven 7 meer dan 2000 ton cokes en poederkool. Het is nu bovendien nog te vroeg om definitief vast te stellen of het gebruik van plastic afval enige gevolgen heeft voor de efficiëntie en betrouwbaarheid van het hoogovenproces. 

Versie I

1 Waarom is het belangrijk dat er plastic in plaats van cokes wordt gebruikt in de hoogovens?

Na het tussenkopje "Synthesegas" wordt uitgelegd hoe het synthesegas in de hoogoven ontstaat.

2 Geef de formules van de stoffen in synthesegas

'Ongeveer zeventig procent van dit synthesegas gaat een reactie aan met het ijzererts'

Dit ijzererts bevat ijzer(III)oxide.

3 Geef de formule van ijzer(III)oxide

4 Geef de formules van de stoffen die bij de reactie ontstaan.

5 Geef de reactievergelijking die met 'De overige dertig procent..' verloopt.

Er komt bij dit laatste proces energie vrij.

6 Welke soort energie zal dat zijn?

Versie II

Bij Corus IJmuiden is begonnen met een proef met Redop-korrels in plaats van cokes en poederkool.

1 Waar staat de afkorting Redop voor?

2 Vertaal deze beschrijving in goed Nederlands.

Voordat men aan de test kon beginnen moest er aan nogal wat voorwaarden voldaan zijn.

3 Welke viervooraarden stelde Corus?

4 Wat is het voordeel van het Redop-proces?

Bij het hoogovenproces zet men bij 2300°C de Redop-korrels volledig om in synthesegas. Hierbij is ook zuurstof nodig.

5 Geef de vergelijking van de optredende reactie. Gebruik voor Redop de formule $(CH_2)_n$.

Daarna reageert een deel van het synthesegas met ijzererts.

6 Geef de optredende reactie in een vergelijking weer. IJzererts bevat ijzer(III)oxide.

Het overige deel van het synthesegas reageert op een andere manier.

7 Geef de vergelijking van de daarbij optredende reactie.

8 Welk (gunstig) gevolg heeft deze reactie?

Tot nu toe gebruikte men cokes (C) en lucht om met ijzererts te reageren. De cokes reageert eerst tot koolstofmonoxide.

Koolstofmonoxide reageert daarna met ijzer(III)oxide tot ijzer en koolstofdioxide.

9 Geef beide reacties in een vergelijking weer.

Dagelijks verbruikt Corus in Hoogoven 7 meer dan 2000 ton cokes/poederkool.

10 Bereken hoeveel ton ijzer Corus daarmee maximaal kan produceren.

Men wil aan het experiment met de Redop-korrels nog geen definitieve conclusies verbinden.

11 Welke twee redenen geeft men daarvoor?

Plastic in plaats van cokes (antwoorden)

Versie I

Voor de opgave van versie I moet u van het artikel de tekst vanaf "Schön vindt het Redop-proces uit"niet gebruiken.

1 We hebben een enorme berg plastic afval waar we van af moeten zien te komen (N.B. Een antwoorden als: 'voor het milieu' is te vaag).

2 H_2 en CO

3 Fe_2O_3

4 Fe , CO_2 en H_2O

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

6 Warmte-energie

Versie II

Het hele artikel gebruiken.

1 Redop staat voor reduction of iron ore bij plastics.

2 Reductie van ijzererts met behulp van plastic.

3 Ten eerste moest de calorische waarde van het plastic minstens gelijk zijn aan die van cokes en poederkool. Ten tweede moest het goed te transporteren zijn. Ten derde moest het in principe in ruime mate voorradig kunnen zijn. Ten vierde mocht het chloorgehalte niet hoger liggen dan 0,15 procent.

4 Je hoeft het plastic afval niet te verbranden: het Redop-proces is economisch en milieu-technisch beter.

5 $2 (\text{CH}_2)_n + n \text{O}_2 \rightarrow 2n \text{CO} + 2n \text{H}_2$.

6 $3 \text{CO} + 3 \text{H}_2 + 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 4 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$.

8 Die reactie levert de energie om het proces in stand te houden.

7 $\text{CO} + \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

9 $2 \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}$. $3 \text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{Fe} + 3 \text{CO}_2$.

10 Uit 2000 ton cokes. $2000 \text{ ton C} \equiv 2000/12,01 = 167 \text{ ton mol C}$, dus ook 167 ton mol CO . Hieruit ontstaat $2/3 \times 167 = 111 \text{ ton mol Fe} \equiv 111 \times 55,85 = 6200 \text{ ton Fe}$.

11 Het was nog een (te) kleinschalige proef. Het is nog te vroeg of het gebruik gevolgen heeft voor de efficiëntie en betrouwbaarheid van het hoogovenproces.

Opmerking: voor meer informatie over het hoogovenproces, zie www.coruseducation.com

Verdere informatie:

http://www3.dsm.com/esr/projects/~nl/index_content.pl?f=redop_proces.htm

http://www.vinyl2010.org/progress/projects/projects_feedstock.html

Technisch Weekblad, 26-11-2004

KUNSTSTOFFEN Pure is een nieuwe goedkope, milieuvriendelijke en oersterke kunststof. De auto-industrie toont grote belangstelling.

Patrick Marx

Polypropyleen uit Sneek is ultrasterk

Sneek – Polypropyleen kogelwerend noemen lijkt vloeken in de kerk. Vooral kinderspeelgoed en tuinstoelen worden van deze kunststof gemaakt. Desondanks lukte het onderzoekers in Nederland en Engeland om polypropyleen zo sterk te maken dat het zelfs kogels stopt. Autofabrikant Daimler-Chrysler maakt er vanaf 2005 bodemplaten voor auto's van.

Lankhorst-Indutech produceerde tot voor kort touw in Sneek. Die productie verhuisde naar Zuid-Europa. Lege fabriekshallen bleven achter, roepend om een nieuw productieproces. Samen met een groep bedrijven en de universiteiten van Eindhoven en London zocht Lankhorst-Indutech naar een nieuw product. Het werd Pure, ultrasterk polypropyleen.

De pure vorm van Pure is een dunne grijze tape, qua uiterlijk vergelijkbaar met de tape in een cassettebandje. Pure bestaat uit drie lagen polypropyleen. Drie extrusie-eenheden maken elk een laag. Een gezamenlijke extruderkop verenigt de lagen tot één folie. Een scala aan ovens en persrollen rekken vervolgens de polypropyleenmoleculen uit en leggen ze in één richting. Hierdoor krijgt de kunststof zijn sterkte. Een machine snijdt de folie in stroken tape.

Recyclebaar

'De binnenste laag van de



Pure wordt stijver naarmate de temperatuur daalt. Hier twee helmen van Pure

tape heeft een hoger smeltpunt dan de twee buitenste. Hierdoor kun je weefsels van de tape makkelijk met elkaar versmelten', aldus directeur Hans Jacobs van Lankhorst-Indutech. Geweven matten van Pure vormen de uitgangsbasis voor verdere verwerking. Matten, onder hoge temperatuur op elkaar geperst, vormen platen Pure. Deze platen laten zich omvormen tot een eindproduct. Bijvoorbeeld helmen, treinen autodeuren, of bodemplaten voor auto's.

In vergelijking met de sterkte en elasticiteit van kunststoffen als Dyneema en Kevlar steekt Pure mager

af. Verwerkt tot platen echter is Pure vergelijkbaar met polypropyleen, versterkt met glasvezel of vlas. De laatste twee worden veel in de auto-industrie gebruikt. Polymeer-chemicus Joachim Loos van de Technische Universiteit Eindhoven legt uit waarom Pure een streepje voor heeft op zijn concurrenten: 'Je moet Pure zien als een concept dat op meerdere gebieden voordeel heeft. De kunststof is gemakkelijk en goedkoop te produceren. Je kunt sterkere composieten maken met Dyneema, maar dat is een ingewikkeld en duur proces. Bovendien is Pure

een milieuvriendelijke kunststof aangezien deze licht en recyclebaar is.' Kunststoffen met glasvezels zijn nauwelijks te recycleren en met vlas versterkte kunststoffen kun je alleen maar verbranden. Pure bestaat uit één materiaal en is daarom herbruikbaar. 'Pure-bodemplaten voor auto's zijn onverwoestbaar', aldus Jacobs. Hij voegt de daad bij het woord en stamp hard op een exemplaar. Dit deukt in maar springt onmiddellijk terug in zijn oorspronkelijke vorm. Geen krasje te zien. 'Traditionele bodemplaten van met glasvezel versterkte kunststoffen kunnen door steenslag versplinteren. Bij Pure gebeurt dit niet. We hebben autoportieren van Pure gemaakt. Na een botsing ontstaat een deuk die je er uit zou kunnen duwen.'

Kogelvrij

Deze eigenschappen vallen in de smaak bij de automobieliindustrie. Lankhorst verleende een licentie aan de Amerikaanse textielproducent Milliken. Deze moet Pure gaan verkopen, zowel in de VS als internationaal. Enkele nieuwe modellen van DaimlerChrysler krijgen vanaf volgend jaar Pure-onderdelen.

Tot verbazing van de medewerkers van Lankhorst-Indutech heeft Pure nog onverwachte eigenschappen. Jacobs: 'Pure wordt stijver naarmate de temperatuur daalt, terwijl polypro-

pyleen juist bros wordt. Bij toeval ontdekten we dat Pure zo goed kogels stopt dat het toepasbaar is in kogelvrije deuren.'

Kantoorwand

De ijzersterke eigenschappen van Pure zorgen ervoor dat we het in ons dagelijks leven gaan terugzien, zo hoopt Jacobs: 'Het is toepasbaar in allerlei delen van de auto, zelfs in de carrosserie. Je kunt er geluid-dempende kantoorwanden van maken, maar ook buizen voor bijvoorbeeld watertransport.'

www.purecomposites.nl

Mechanische eigenschappen van diverse vezels					
	Dichtheid	Treksterkte	Stijfheid	Specifieke treksterkte	Specifieke stijfheid
	g.cm^3	MPa	Gpa	MPa/g.cm^3	GPa/g.cm^3
glas + polypropyleen	2,6	2000	70	770	27
vlas + polypropyleen	1,4	600	40	430	28
Pure	0,9	650	18	720	20
Dyneema	0,97	2600	120	2700	120
aramide	1,45	3000	125	2000	90

"Pure" heeft vele positieve eigenschappen.

- 1 Welke materiaaleigenschappen somt men in het artikel op?
- 2 Welke toepassingen voor Pure noemt men?

In de techniek wordt vaak nog de (verouderde, triviale) naam polypropyleen gebruikt. Polypropyleen is een polymeer van propyleen.

- 3 Geef de rationele naam van propyleen.
- 4 Geef de structuurformule van propyleen.
- 5 Teken een stukje (minstens drie eenheden) van het polymeer polypropyleen.

Op veel artikelen van 'plastic' staat een symbool.

- 6 Teken het symbool dat op een artikel moet staan dat van Pure is gemaakt.

In het artikel worden stofeigenschappen en gedragingen van polypropyleen genoemd.

- 7 Leg aan de hand van die gegevens uit het artikel uit of polypropyleen een thermoharder of een thermoplast is.
- 8 Leg uit of de structuurformule van polypropyleen (je antwoord op vraag 5) een ondersteuning is van je antwoord op vraag 7.

De nieuwe stof Pure is opgebouwd uit drie polypropyleenlagen.

- 9 Hoe worden de drie lagen aan elkaar vastgemaakt?
- 10 Leg uit wat dit zegt over de gemiddelde ketenlengte van de polypropyleenmoleculen in de drie lagen.

De lagen worden dan tot een veelvoud van hun lengte uitgerekt.

- 11 Wat is het doel van deze uitrekking?
- 12 Maak een tekening van de moleculen polypropyleen in een laag voor en na de uitrekking.
- 13 Wat is er fout aan de uitspraak '..en rekten vervolgens de polypropyleenmoleculen uit... '.

Pure wordt vergeleken met polypropyleen met glasvezels of vlas.

- 14 Welk voordeel heeft Pure ten opzichte van deze twee composieten?

Polypropyleen uit Sneek is ultrasterk (antwoorden)

1 Pureplaten zijn vrijwel onverwoestbaar; Pure wordt stijver naarmate de temperatuur daalt; Pure kan heel goed kogels tegenhouden.

2 Toepassing als bodemplaten voor auto's; toepassing als autoportier; toepasbaar in kogelvrije deuren; toepassing als geluiddempende kantoorwand, toepassing voor buizen waarin water getransporteerd moet worden.

3 Propeen.

4

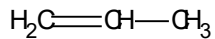


Fig 48A0701

5

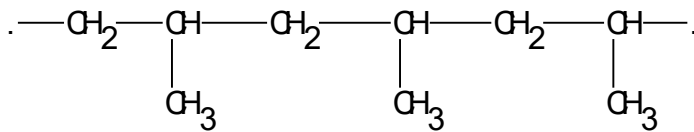


Fig 48A0702

6



Fig 48A0703

7 Het kan worden geëxtrudeerd; is recyclebaar. Hieruit volgt dat Pure een thermoplast is.

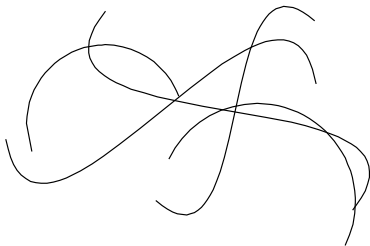
8 Ja, want het is een polymeer dat geen dwarsverbindingen heeft.

9 Men verhit de drie tapes. De buitenste twee tapes smelten en hechten zich na afkoeling vast aan de binnenste laag.

10 De ketenlengtes in de twee buitenste lagen zullen (veel) korter zijn dan in de binnenste laag. Hierdoor is het smeltpunt van de twee buitenste lagen ook een stuk lager.

11 Het doel is om de kunststof sterker te maken.

12



voor



na

Fig 48A0704

13 De moleculen worden niet uitgerekt. De moleculen blijven even lang alleen komen ze anders ten opzichte van elkaar te liggen.

14 Pure is heel goed recyclebaar, de andere twee niet.

Heineken waarschuwt voor $C_2H_{50}H$

(...)

De bierbrouwer is de eerste die alle etiketten op blikjes en flesjes voorziet van een verwijzing naar een internetsite met voorlichting over alcoholgebruik.

Alle gevaren van misbruik staan erop vermeld, evenals aanbevolen alcohollimieten – ‘een man mag twee glazen alcohol per dag, een vrouw maar één’ – en de risico's voor bijvoorbeeld zwangere vrouwen en hun ongeboren kind.

Snijdt Heineken daarmee niet in eigen vingers?

‘Wij denken van niet’, zegt Siertsema. ‘Als mensen verantwoord alcohol gebruiken, kunnen ze het ook blijven gebruiken. Misbruik ervan is voor ons bedrijf ook schadelijk.’

Vanaf december prijkt op alle producten en gadgets van Heineken de website die de klant moet uitleggen hoe hij een verantwoordelijke drinker wordt. ‘Alcohol is een chemische stof, ook wel bekend als $C_2H_{50}H$, die het centraal zenuwstelsel beïnvloedt.’ (...)



In de kop van een artikel over alcoholverslaving en het artikel zelf wordt een interessante formule gepresenteerd.

1 Leg uit dat die molecuulformule niet mogelijk is. Maak hierbij gebruik van algemene molecuulformules van alkanen.

In de titel zit een typografische fout. De formule moet zijn C_2H_5OH .

2 Teken de structuurformule van C_2H_5OH .

Heineken waarschuwt

1 Een C-atoom kan maximaal 4 bindingen aangaan. Hier staan er 25 per C-atoom

2

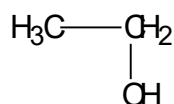


Fig 48A0801

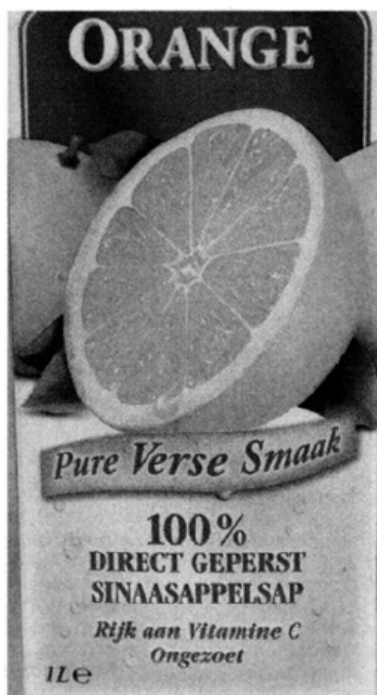
Nu nog langer vers

Voedselabrikanten doen aan versverkrachting. 'Vers geperst' sinaasappelsap blijkt zes weken houdbaar. En diepvriesgroente heet 'vriesvers'.

Door JOEF HABETS

Vers is een rekbaar begrip. Het lijkt nochtans eenvoudig. Vers sinaasappelsap is tien, hooguit vijftien minuten geleden geperst. Vers brood is niet meer dan een halve dag oud en verse vis zit bij wijze van spreken nog aan de lijn. Vers vlees is niet ingevroren en is dat ook nooit geweest. En verse groente zit achter glas noch in blik. Zo ongeveer denken u en ik daarover.

Maar u en ik denken daar anders over dan Dirk van den Broek, de oude heer Unilever of anderen uit de voedselindustrie. Zo gaat het sinaasappelsap dat ik gisteren kocht nog ruim zes weken mee als 'vers geperst' en de 'verse vis' is nog dertien dagen vers.



Voor een liter sap zijn zestien sinaasappelen rechtstreeks van de boom geperst. Om de 'verse smaak' te behouden is het sap licht gepasteuriseerd. Met succes, nog ruim vijf weken boogt het sap van Tropicana op zijn 'pure verse smaak'.

Een maat voor de versheid van sappen is het vitamine C gehalte.

Hoe hoog is dat gehalte in (citrus)vruchtensappen? Vers geperst, uit fles of pak; maakt het wat uit? Dat is de vraag in deze praktische opdracht. Om gehaltes te bepalen, heb je een analysemethode nodig. Welke analysemethode nauwkeurig genoeg is om gehalte goed vast te kunnen stellen is onderdeel van het (voor)onderzoek.

Deze opdracht bestaat uit een aantal onderdelen. Pas na goedkeuring van je verwerking van het ene onderdeel mag je verder gaan met het volgende onderdeel.

Deel I: inleiding

Vitamine C (ofwel L-threo-ascorbinezuur) heeft molecuulformule $C_6H_8O_6$ en structuurformule:

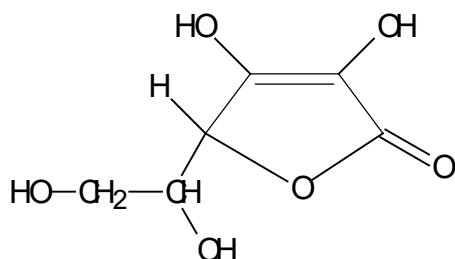


Fig 48O0901

Vitamine C is tamelijk goed oplosbaar in water, het is een zwak eenwaardig zuur en het is een reductor; het kan geoxideerd worden tot dehydroascorbinezuur $C_6H_6O_6$:

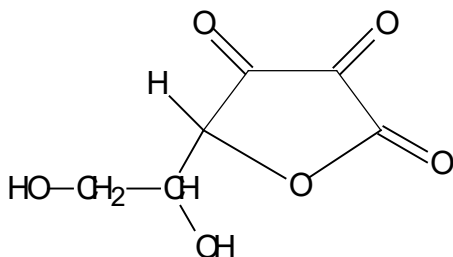


Fig 48O0902

Beantwoord de volgende drie vragen en lever je antwoorden in. Pas daarna (na eventuele correctie) kun je verder gaan met deel II.

1 Leg uit waardoor vitamine C goed oplosbaar is in water.

2 Geef de reactievergelijking voor het zuur reageren van ascorbinezuur in water; gebruik de molecuulformule voor vitamine C.

3 Stel de halfreactie op voor het optreden van ascorbinezuur als reductor. Gebruik molecuulformules.

Deel II: voorbereiding voor onderzoek

Allereerst doe je onderzoek naar een geschikte titratiemethode voor vitamine C in oplossing.

Voor de hand ligt natuurlijk gebruik te maken van het zure karakter van de stof d.m.v. een zuur-base titratie of van het reducerend vermogen d.m.v. een redoxtitratie.

4 Beschrijf hoe je d.m.v. een zuur-base titratie het vitamine C gehalte van een oplossing vast zou kunnen stellen; waarmee ga je titreren, hoe ga je het equivalentiepunt (het eindpunt van de titratie) zichtbaar maken? Hoe luidt de reactievergelijking van de reactie die bij de bepaling optreedt?

Voor een redoxtitratie is een joodoplossing van bekende sterkte geschikt.

5 Beschrijf hoe je de titratie zou uitvoeren, op welke wijze je het bereiken van het equivalentiepunt zichtbaar zou kunnen maken. Stel met behulp van halfreacties de reactievergelijking op.

Een alternatieve redoxtitratie maakt gebruik van de stof kaliumjodaat KIO_3 , deze bevat het jodaation IO_3^- , een sterke oxidator. Toch is ook hier jood de oxidator voor het ascorbinezuur, maar via een omweg; dat zit zo:

aan de vitamine C oplossing voegt men kaliumjodideoplossing toe en wat zwavelzuur voor een zuur milieu. Er gebeurt nog niets. Vervolgens wordt kaliumjodaatoplossing toegedruppeld. Het jodaation oxideert het jodide tot jood, dat op zijn beurt het vitamine C oxideert. Pas als alle vitamine C op is, zal een kleuromslag het bereiken van het equivalentiepunt laten zien. Het jodaation wordt bij zijn actie zelf ook omgezet in jood.

6 Stel zelf hieronder de halfreactie op voor de omzetting van IO_3^- in I_2 in zuur milieu.

7 Stel met behulp van halfreacties de beide reactievergelijkingen van deze bepaling op.

8 Bij een titratie volgens deze methode heeft men aan 50,00 ml vitamine C oplossing toegevoegd 3 ml 2 M zwavelzuuroplossing, 10 ml 10 % kaliumjodideoplossing en 3 ml zetmeeloplossing. Na toedruppelen van 12,53 ml 0,022 M kaliumjodaatoplossing trad plotseling blijvende blauwkleuring op. Bereken het vitamine C gehalte van de oplossing in mg per liter.

Lever je antwoorden in, na goedkeuring mag je verder met deel III.

Deel III: uitvoering drie verschillende titraties van een vitamine C oplossing.

Je gaat op drie manieren het vitamine C gehalte van een vitamine C oplossing bepalen. Van deze oplossing is gegeven hoeveel g vitamine C per liter aanwezig is; de molariteit is dus tevoren bekend. Uit je titratieresultaat kun je daardoor afleiden hoe het gesteld is met de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de gehanteerde titratiemethode (op voorwaarde dat je in alle gevallen even zorgvuldig te werk gaat).

Bepaal van de gegeven oplossing het aantal g vitamine C per liter in drie significante cijfers. Titreer steeds 50,00 ml oplossing (tweemaal pipetteren met een 25,00 ml pipet).

Voer elke bepaling tenminste tweemaal uit.

Onderzoek zo de kwaliteit van:

- een zuur/base titratie met behulp van natronloog van bekende sterkte, gebruik fenolftaleïne als indicator;

molariteit natronloog:

- een redoxtitratie met joodoplossing van bekende sterkte, voeg enkele ml zetmeeloplossing als indicator toe;

molariteit joodoplossing;

- een redoxtitratie met kaliumjodaatoplossing van bekende sterkte. Voeg aan de gepipetteerde 50,00 ml eerst 3 ml 2M zwavelzuuroplossing toe, 10 ml 10% KI oplossing en enkele ml zetmeeloplossing.

molariteit kaliumjodaatoplossing:

Stel vast/ beargumenteer wat de beste methode is om in het hoofdonderzoek het vitamine C gehalte van sinaasappelsap te gaan bepalen.

Deel IV: onderzoek naar het vitamine C gehalte van sinaasappelsap.

In de supermarkt zijn verse sinaasappels, sap uit de koeling en tal van pakken sap te verkrijgen. Hoe is het gesteld met het vitamine C gehalte; is vers b.v. beter?

Bedenk dat een complicatie voor een bepaling de pulp is die in veel sappen aanwezig is.

Formuleer je onderzoeksvraag en beschrijf een experimentele aanpak voor een betrouwbare vergelijkende bepaling van het vitamine C gehalte van drie verschillende sappen (vers, koeling, pak). Voer de bepaling uit en trek je conclusies.

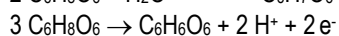
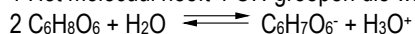
Schrijf van voor- en hoofdonderzoek een verslag in de vorm van een wetenschappelijk artikel. Realiseer je dat er dus twee onderzoeksvragen aan de orde zijn.

Nu nog langer vers (antwoorden)

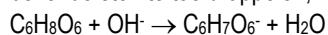
Voorbeeld Beoordeling praktische opdracht

Omschrijving	Maximaal te behalen aantal punten	Behaald
Indeling artikel	3	
Samenvatting	2	
Inleiding	3	
Onderzoeksvraag	2	
Hypothese	2	
Variabelen	4	
Nauwkeurigheid	4	
Onderzoek (uitvoering, resultaat, inventiviteit, originaliteit, kwaliteit inzet, kwaliteit van het onderzoek, diepgang)	16	
Conclusie(s)	4	
Discussie onderzoeksresultaten	4	
Vormgeving artikel (+ bronvermelding)	4	
Totaal	48	
Eindcijfer		

1 Het molecuul heeft 4 OH-groepen die waterstofbruggen kunnen vormen met water.

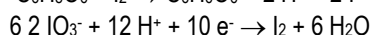
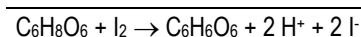
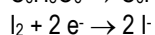
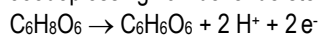


4 25,00 mL vitamine C-oplossing pipetteren in een erlenmeyer. Fenoltaleïne als indicator toevoegen. Natronloog van bekende sterkte toe druppelen, regelmatig zwenken. De kleuromslag is van kleurloos naar lichtroze.

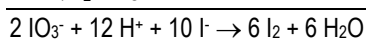
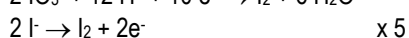
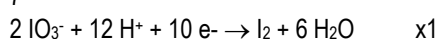


5 25,00 mL vitamine C-oplossing pipetteren in een erlenmeyer. Enkele ml zetmeeloplossing als indicator toevoegen.

Joodoplossing van bekende sterkte toe druppelen, regelmatig zwenken. De kleuromslag is van kleurloos naar donkerblauw.



7



8 12,53 mL 0,022 M KIO_3 -oplossing bevat $12,53 \times 0,022 = 0,276 \text{ mmol IO}_3^- \equiv 3 \times 0,276 = 0,827 \text{ mmol I}_2 \equiv 0,827 \text{ mmol C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

Dus in 1 L vitamine C oplossing zat: $(1000/50) \times 0,827 = 16,5 \text{ mmol vitamine C} \equiv 16,5 \times 176,1 = 2,9 \cdot 10^3 \text{ mg/L} = 2,9 \text{ g/L}$

Benodigdheden per duo

500 mL vitamine C oplossing (4,00 g/L), 100 mL (0,100 M) natronloog, 100 mL 0,100 M I_2 -oplossing, 400 mL 0,0300 M KIO_3 oplossing, 200 mL 10% KI oplossing, 40 mL 2 M H_2SO_4 oplossing, 60 mL verse zetmeeloplossing. Sinaasappelpers, perssinaasappels, verschillende merken pakken sinaasappelsap, zeefje, centrifuge (voor verwijderen pulp)

Wetenschappers van de Amerikaanse Marine ontwikkelen polymere films die kogelgaten in brandstoftanks van gevechtsvliegtuigen bijna direct kunnen afsluiten. Dit werd afgelopen maandag gepresenteerd op het congres van de *American Chemical Society*, het grootste wetenschappelijke congres ter wereld.

Cristopher Coughlin en zijn collega's van het *Naval Air Systems Command* gebruiken voor hun onderzoek een variant van het ionomeer-materiaal Surlyn® van DuPont™. Dit is een copolymeer van polyethyleen met methacrylzuur, waaraan ionen gebonden zijn. Deze ionen zorgen voor kruisverbindingen tussen verschillende polymeerketens. Waarschijnlijk is de vorming van deze kruisverbindingen verantwoordelijk voor de zelfreparerende werking van dit materiaal. De wetenschappers testten verschillende soorten Surlyn® copolymeren op hun zelfreparerende werking. Uit de resultaten blijkt dat er een precieze balans tussen verschillende materiaaleigenschappen noodzakelijk is voor zelfreparatie.

Zelfreparerende polymeren werden oorspronkelijk vooral toegepast in biologische systemen, om wondgenezing te simuleren. Op dit moment bestaat er ook al wel een zelfreparerende brandstoftank voor vliegtuigen, maar die is vrij zwaar en duur. Christopher Coughlin hoopt dat zijn onderzoek een goedkoop lichtgewicht materiaal zal opleveren, dat effectiever is dan het bestaande materiaal.

Versie I

Een zelfreparerend polymeer vertoont bijzonder gedrag: het kan een beschadiging ongedaan maken.

1 Waaraan wordt dit gedrag toegeschreven?

2 Omschrijf het doel van het onderzoek van Coughlin en zijn collega's.

De structuurformule van het copolymeer van polyetheen en mathacrylzuur staat in onderstaande figuur.

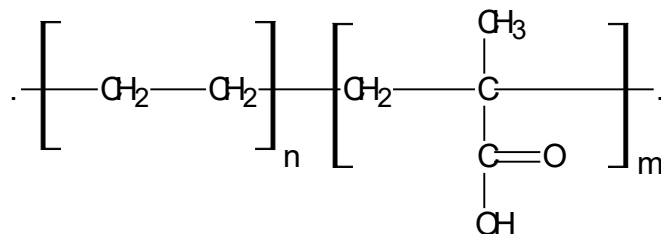


Fig 48O1001

3 Teken de structuurformules van de monomeren waaruit het copolymeer Surlyn is opgebouwd.

Methacrylzuur is een van de monomeren waaruit het copolymeer is opgebouwd.

4 Geef de systematische naam van methacrylzuur.

5 Geef de naam van het type polymerisatie waardoor het copolymeer is ontstaan.

Om van dit copolymeer surlyn te maken moet het copolymeer worden omgezet in een ionomeer met onderstaande structuurformule.

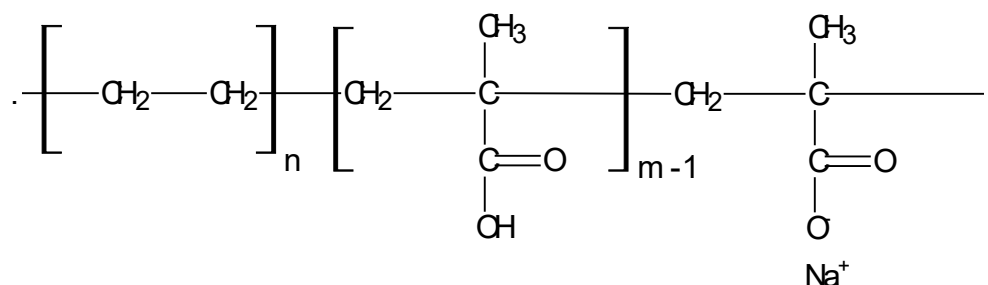


Fig 48O1002

Om dit ionomeer te maken, voegt men een oplossing toe waardoor een reactie optreedt.

6 Welke oplossing voegt men toe?

7 Geef de reactievergelijking voor de reactie die optreedt (neem slecht één monomeer uit de copolymeerketen over).

Versie II

Chemisch2Weekblad, 11 september 2004

POLYMEER STOPT LEK

Onderzoekers van het Naval Air Systems Command, een onderdeel van de Amerikaanse marine, werken aan kunststoffilms die kogelgaten in brandstoftanks van gevechtsvliegtuigen bijna direct kunnen afsluiten. Als basis gebruiken ze Surlyn van DuPont, een copolymeer van polyethyleen en methacrylzuur dat onder meer dient als verpakkingsfolie.

Hoe het werkt snappen de marinemensen nog niet helemaal, zo vertellen ze tijdens het jaarcongres van de American Chemical Society. Het onderzoek bestaat vooral uit het persen van verschillende Surlyn-kwaliteiten tot 1,5 mm dikke plaatjes, om er vervolgens met een 7,62 mm-geweer op te

schieten. Er kunnen dan drie dingen gebeuren: het kogelgat trekt dicht, het gat ziet eruit of de kunststof ter plekke gesmolten is, of het plaatje versplintert.

Surlyn is een zogeheten ionomeer. Aan de methacrylzuurgroepen hangen losse tegenionen. Hiertussen kunnen zich crosslinks vormen die wel iets met de zelfreparerende werking te maken zullen hebben. Of het gat echt dicht trekt, hangt dan waarschijnlijk af van de precieze samenstelling van het copolymeer. Wie bedenkt een goed theoretisch model? ●



www.eurekalert.org/pub_releases/2004-08/acs-rt081604.php
www.psrc.usm.edu/mauritz/surlyn.html

De kunststoffilms waaraan de onderzoekers werken hebben een heel bijzondere eigenschap.

1 Noem die eigenschap.

Men werkt aan kunststoffilms met als basismateriaal Surlyn. Surlyn is een copolymeer.

2 Welke monomeren gebruikt men om Surlyn te maken?

- 3 Zoek in Binas de systematische naam van de beide monomeren op. Noteer deze namen.
- 4 Geef de structuurformule van de beide gebruikte monomeren.
- 5 Teken een stukje van het copolymeer waarbij de monomeereenheden om en om gekoppeld zijn.

Marinemensen hebben met Surlyn een onderzoek uitgevoerd.

- 6 Beschrijf duidelijk wat ze als onderzoek gedaan hebben.
- 7 Welke drie mogelijkheden zijn er als met een geweer op de Surlynplaatjes geschoten wordt?

Surlyn is een zogeheten ionomeer.

- 8 Wat geeft de benaming ion aan?
- 9 Wanneer zal Surlyn geladen zijn? In welk pH-gebied? Licht toe.

Surlyn, polymeer stopt lek (antwoorden)

Versie I

- 1 Aan de vorming van kruisverbindingen (cross-links).
- 2 Een zelfreparerend polymeer vinden dat goedkoop is, lichter van massa en efficiënter dan het bestaande.
- 3

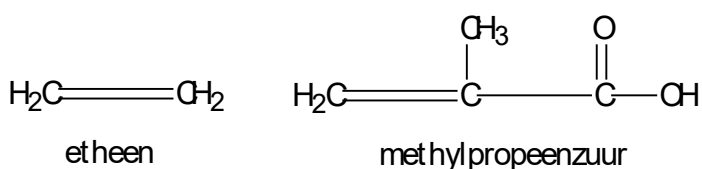


Fig 48A1001

- 4 Methylpropeen zuur.
- 5 Additiepolymerisatie.
- 6 Natronloog
- 7

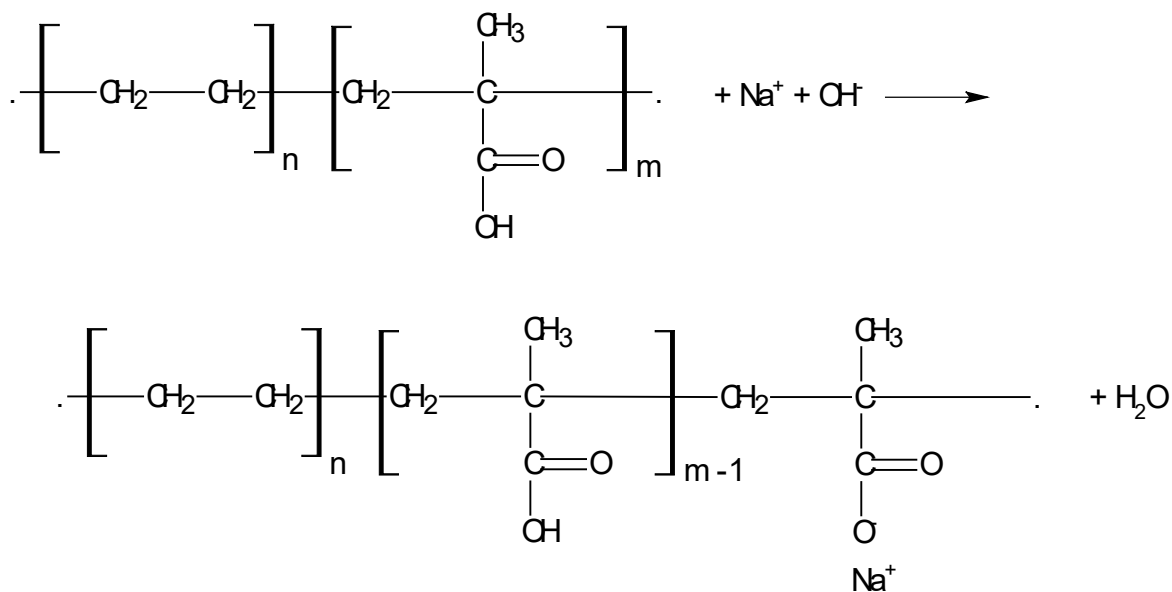


Fig 48A1003

Versie II

1 Ethyleen en methacrylzuur.

2 Etheen en 2-methylpropeenzuur.

3

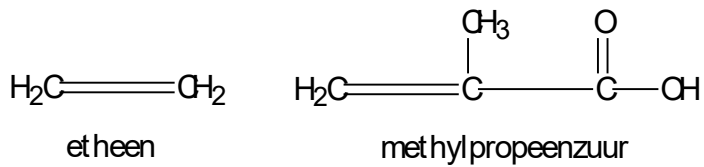


Fig 48A1001

4

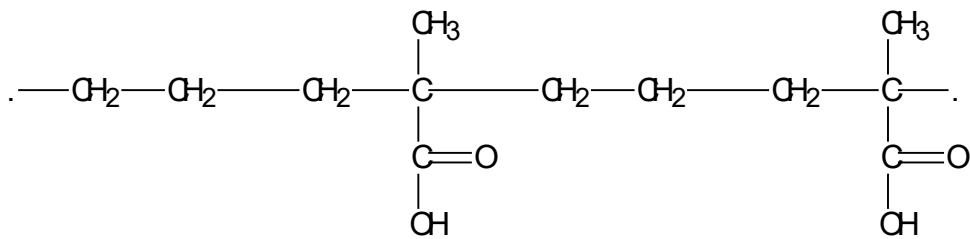


Fig 48A1002

5 Ze hebben onderzocht of kunststoffilms gebruikt kunnen worden in brandstoftanks van vliegtuigen. Ze willen met behulp van die films kogelgaten bijna direct weer afsluiten. Hiertoe hebben ze met een geweer op Surlynplaatjes geschoten.

6 Het kogelgat trekt dicht; het gat ziet eruit of de kunststof ter plekke gesmolten is; het plaatje versplintert.

7 Ion geeft aan dat er een geladen deeltje aanwezig is.

8 Surlyn heeft zuurgroepen. Als de pH in het basische gebied komt zullen de zuurgroepen hun H^+ afstaan en als negatief ion verdergaan.

Opmerking

Versie I en II verschillen van elkaar. U kunt bijvoorbeeld versie I als opgave in de kals gebruiken en versie II als proefwerkopgave.

Die Welt, 23 augustus 2004

Windeln für die Wüste

Biologisch abbaubare Flüssigkeitsspeicher für Pflanzen in Dürregebieten

von Gerd Pfitzenmaier

Osnabrück - Er suchte eine Geldquelle. Gefunden hat der Chemie-Professor aus Osnabrück einen Lebensquell: Sein "Superabsorber" könnte der Nährboden sein, auf dem in der Wüste Bäume sprießen. Es ist stets das Gleiche. Um seine Forschungsarbeiten bezahlen zu können, musste sich auch Dieter Lechner Geldtöpfe organisieren. "Ende der 1980er-Jahre gab es Fördermittel für die Erforschung nachwachsender Rohstoffe", blickt er zurück. Die hat er angezapft. Über eine Million Euro flossen im vergangenen Jahrzehnt von der Agentur für Nachwachsende Rohstoffe sowie der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in sein Institut. Arbeit und Geräte waren bezahlt. So konnte das Team von Lechner in Labor und Büro tüfteln.

Heute besitzt der Professor ein Patent. Er hat einen so genannten Superabsorber aus Naturstoffen synthetisiert. Kartoffelstärke und Zitronensäure sind die Bausteine. Damit ersetzt er herkömmliche Hydrogele, die bislang auf der Basis von Polyacrylaten hergestellt werden. Solche Substanzen sind weit verbreitet: Sie halten nämlich Baby-Popos in Windeln trocken. Es sind Stoffe, die ein Vielfaches ihrer Masse an Flüssigkeit aufsaugen und so fest im Gewebe binden, dass der "Schwamm" durch mechanischen Druck nur äußerst schwer auszupressen ist. Diesen Vorteil nutzen die Hersteller von Hygieneartikeln wie Höschenwindeln oder Einlagen für Still-Büstenhalter. Das Hydrogel saugt Flüssigkeiten wie Urin, Milch oder Blut auf und quillt zu einer galertigen Wabbelmasse. Es hält die Flüssigkeit fest und so die Haut von Babys und Müttern trocken. Mediziner brauchen solche Absorber zudem bei Ultraschalluntersuchungen. Mit Wasser vermischt, bildet das Granulat ein geleeartiges Produkt, das auf der Haut von Patienten für die störungsfreie Übertragung der später in Bilder vom Inneren seines Körpers übersetzten Schallwellen sorgt.

Der Vorteil von Dieter Lechners neuer Substanz: Sie ist ein reines Naturprodukt. "Die Zutaten sind sozusagen alle essbar", betont Lechner. Will sagen: völlig ungefährlich. Nach Gebrauch verrotten sie zu Humus. Dennoch grübelt der Professor weiter, weil die Hersteller seinen Superabsorber nicht wirklich wollen. "Die herkömmlichen Absorber sind billiger", bestätigt Waldemar Lazik vom Absorber-Produzenten CHP Carbohydrate in Pirna, "obwohl die nachwachsenden Rohstoffe eher günstiger sind als Polyacrylate. Die aber stammen aus Massenproduktion." CHP hatte versucht, Lechners Absorber zu vermarkten und scheiterte. Lazik: "Wir haben 20 Tonnen hergestellt und konnten nur zwei verkaufen. Wirtschaftlich ist die Produktion erst ab 5000 Tonnen."

Noch hat der Lechner-Absorber auch nicht ganz die Eigenschaften seiner Konkurrenzprodukte erreicht. "Konventionelle können 40 Prozent ihrer Eigenmasse zusätzliches Wasser speichern, wir schaffen nur 30 Prozent", so Lechner. Lazik fügt an: "Dies Manko könnte durch die Rezeptur ausgeglichen werden." Er räumt ein: "Es gibt auch noch ein paar technische Probleme." Die aber hält der Produzent für lösbar. "Bei gleicher Forschungsintensität, wie sie gut 40 Jahre lang in die konventionellen Absorber gesteckt worden ist, hätten wir in fünf Jahren ein ebenbürtiges Material." Es fehle ihm nur das Geld. "Jeder Monat Verbesserungsarbeit kostet uns etwa 7000 Euro", hat er für CHP errechnet.

"Heute kräht kein Hahn danach, wo die rund 500 000 Tonnen herkömmliche Superabsorber, die weltweit pro Jahr synthetisiert werden, nach ihrem Gebrauch landen", gibt Lazik zu bedenken. Sie bauen sich höchstens zu 15 Prozent ab. Der Rest lagert in Böden oder schwimmt in Gewässern. "Das wird unter den Teppich gekehrt", moniert Lazik, "sonst wäre der Lechner-Absorber unschlagbar."

Statt jedoch vor solchen Wirtschaftsfragen zu resignieren, spinnt der Osnabrücker Wissenschaftler eine neue Idee: Vermischt mit Erde, wäre sein Superabsorber ein tolles Pflanzsubstrat. Auf ihm könnten Wälder in Trockengebieten und Halbwüsten wachsen. "Das ist doppelter Klimaschutz", schwärmt Lechner, "denn Bäume binden Kohlendioxid, und die Rohstoffe für mein Produkt sprießen klimaneutral."

Jahr für Jahr trocknen über 2000 Quadratkilometer Land auf unserem Planeten aus. Noch dramatischer: Die Verwüstung der Erde schreitet immer schneller voran. Nach Zahlen der Vereinten Nationen werden bis 2025 zwei Drittel des bebaubaren Ackerlands in Afrika verschwinden, ein Drittel in Asien und ein Fünftel in Südamerika. Auch Europa ist bedroht. In Spanien werden über 30 Prozent der Landesfläche austrocknen. Die Folgen: Weltweit müssen auf der Erde etwa 135 Millionen Menschen, das sind so viele wie die Bevölkerung Deutschlands und Frankreichs zusammen, sich eine neue Heimat suchen. Lechners Superabsorber könnte hier helfen. Denn Wälder in Trockenzonen würden zudem Kohlendioxid aus der Atmosphäre filtern. Für die Deutsche Gesellschaft der Chemiker ist dies "die seit Jahrmillionen erprobte und billigste Methode der CO₂-Absorption". Das Treibhausgas kann auch mit noch so aufwändiger Technik bei weitem nicht in jenen Mengen aus der Atmosphäre gefiltert und gebunden werden, wie dies Pflanzen vermögen. Mit Förstern der Uni Göttingen zeigte Lechner jetzt, wie sein Superabsorber als Pflanzsubstrat wirkt. Er gibt zwar auf mechanischen Druck kein Wasser ab. Wurzeln saugen aber den Vorrat per Osmose aus dem Hydrogel. Und wenn nach wenigen Wochen die Absorber-Substanz verrottet, bleibt Humus als zusätzliche Pflanzennahrung übrig.

Het artikel

Professor Lechner en medewerkers hebben een zogenoemde superslurper gemaakt.

1 Geef een kenmerkende eigenschap van een superslurper/adsorber.

2 Uit welke bouwstenen is Lechners superslurper opgebouwd?

Tot nu toe zijn de meeste superslurpers uit een ander materiaal gemaakt..

3 Welk materiaal is dit?

4 Wat is het voordeel van Lechners nieuwe product?

5 Waarom is Lechners product in de markt nog niet aangeslagen?

6 Waarom vindt Lazik het vreemd dat deze superslurper nog weinig gebruikt wordt?

7 Welke nieuwe toepassing stelt Lechner zich voor zijn superslurper voor?

Het artikel in Die Welt geeft geen chemische informatie over het synthetiseren en de werking van Lechners superslurper. Een gesprek met lechner leverde de volgende informatie.

Synthese van een superslurper

Als een van de bouwstenen gebruikt hij polysacchariden, bijvoorbeeld zetmeel met als hoofdbestanddeel amylose.

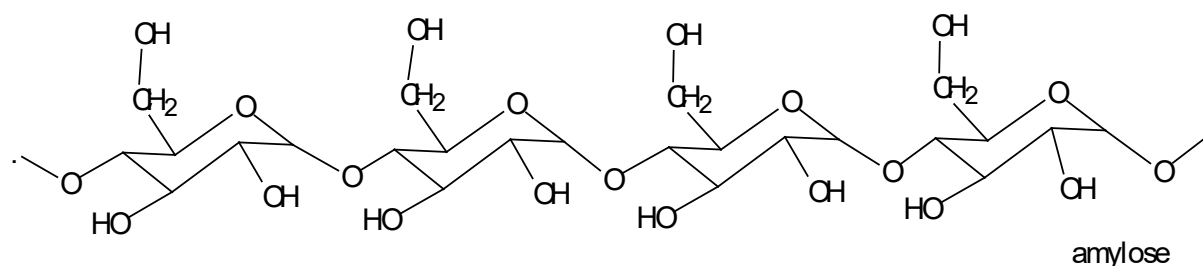


Fig 48O1101

Voor de synthese van de superslurper heeft Lechner amylose chemisch veranderd.

De eerste stap in dit proces is de introductie van polaire of ionaire groepen in het amylosemolecuul.

Stap 1: invoering polaire groepen en ionaire groepen

Polaire groepen

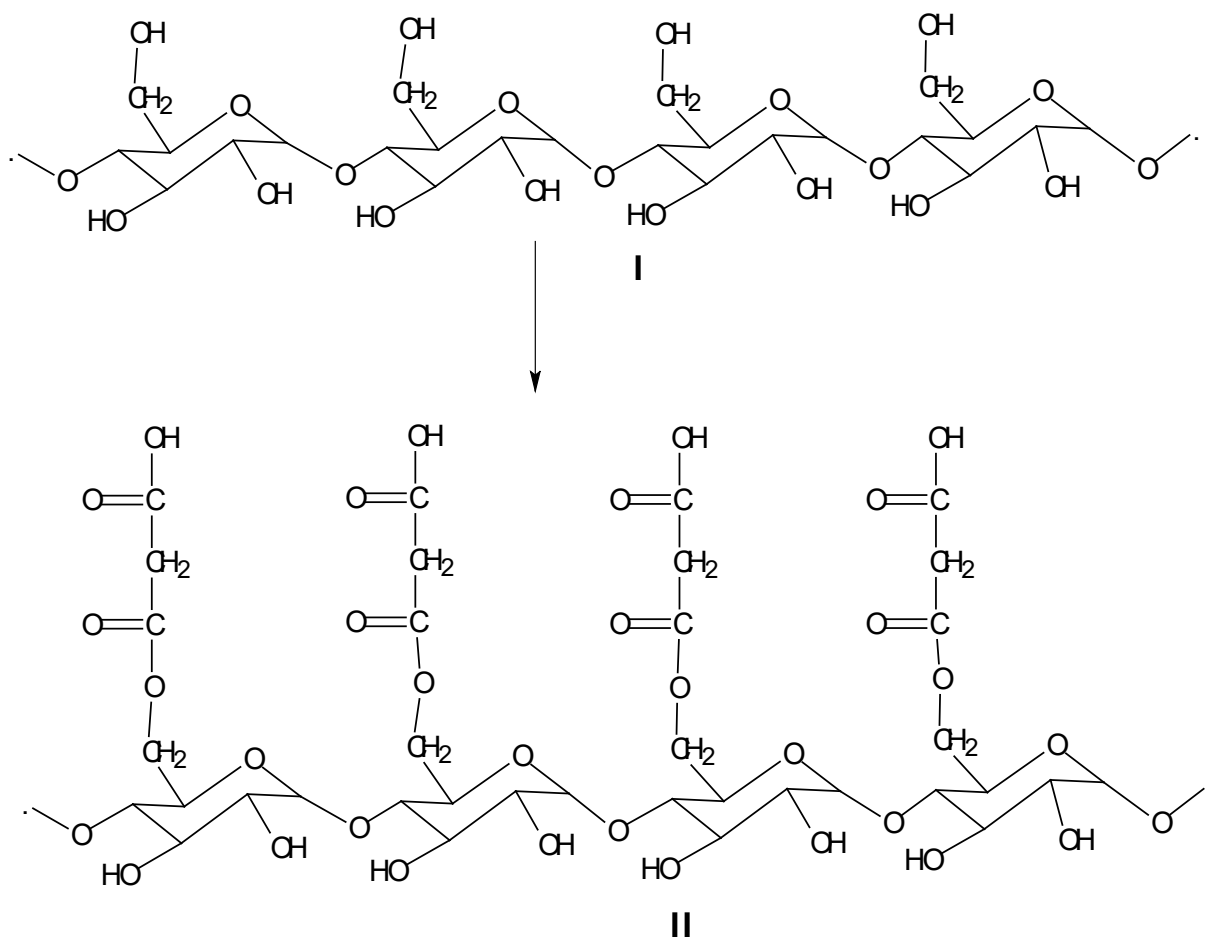


Fig 48O1102

8 Met welke verbinding (teken de structuurformule en geef de naam) heeft Lechner amylose laten reageren?

9 Welke stof ontstaat bij deze omzetting ook nog?

Ionaire groepen

Daarna voert hij ionaire groepen in.

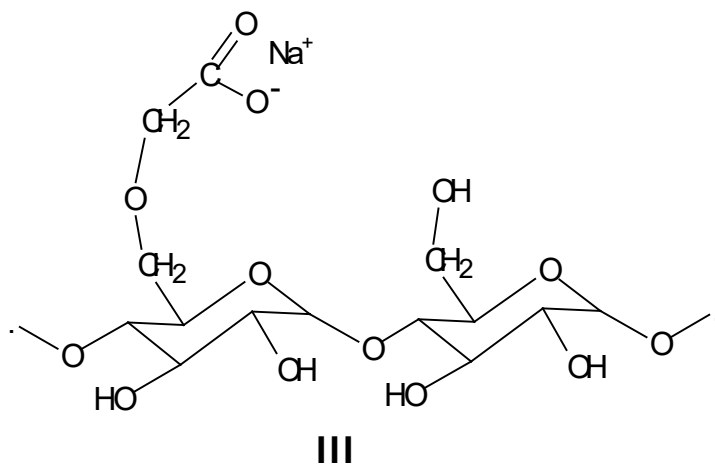


Fig 48O1103

10 Met welke stof/oplossing heeft Lechner verbinding II laten reageren om verbinding III te krijgen?

11 Wat voor type reactie is hierbij opgetreden?

Stap 2: crosslinken (het vormen van een netwerk) van verbinding III met behulp van citroenzuur.

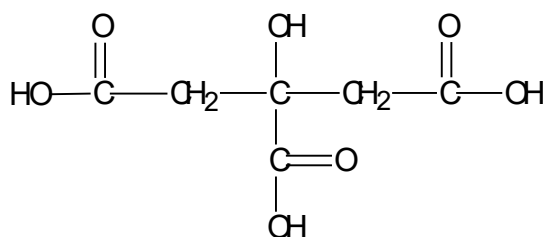


Fig 48O1104

12 Teken een stukje van het netwerkpolymeer dat ontstaat door de reactie van verbinding III met citroenzuur.

13 Welk type reactie verloopt hierbij?

Werking van de superslurper

De superslurper neemt via osmose een grote hoeveelheid vocht op. Daarbij worden de natriumionen, die opgesloten zitten in de holtes tussen de polymeerketens, gehydrateerd en komen ze op enige afstand van de negatief geladen ionen te zitten.

Deze negatief geladen groepen zullen elkaar afstoten. De polymeerketens gaan zich hierdoor strekken. Daardoor wordt het oppervlak groter en kan er meer vocht door de poriën

heen worden opgenomen en vastgehouden. Er ontstaat een zogenaamde hydrogel.

14 Maak een tekening van een gehydrateerd natriumion.

De wateropname van een superslurper is afhankelijk van de pH. Bij een lage pH wordt veel minder water opgenomen dan in een neutraal milieu

15 Leg uit waarom bij een lagere pH een superslurper minder water opneemt.

Versie II

Volgens het artikel over Lechner's superslurper wordt door het toevoegen van een hoeveelheid **superslurpers** aan de grond de capaciteit om water vast te houden verbeterd, waardoor ook planten in de woestijn zouden kunnen groeien.

Bedenk een onderzoeksvraag en ontwerp een proef om deze te onderzoeken. Minimaal

twee van de volgende aspecten moeten een rol spelen in je eigen onderzoek:

- Verschillende soorten grond.
- De diepte waarop de superslurpers zijn ingegraven.
- De verdeling van de superslurpers door de grond.
- De frequentie van het water geven van de planten.

-

Windeln für die Wüste (antwoorden)

Versie I

1 Kan een veelvoud van het eigen gewicht aan vocht opnemen.

2 (Aardappel)zetmeel en citroenzuur

3 Polyacrylaat

4 Het is een natuurproduct dat volledig afbreekbaar is.

5 Lechners product kan 30 % water adsorberen de andere 40%.

6 Lechners product is 100 % biologisch afbreekbaar.

7 gebruik in de woestijnen, zodat daar planten kunnen groeien.

8 Propaandizuur,

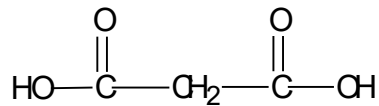


Fig 48A1101

9 Water

10 Natronloog

11 Zuur-base reactie

12

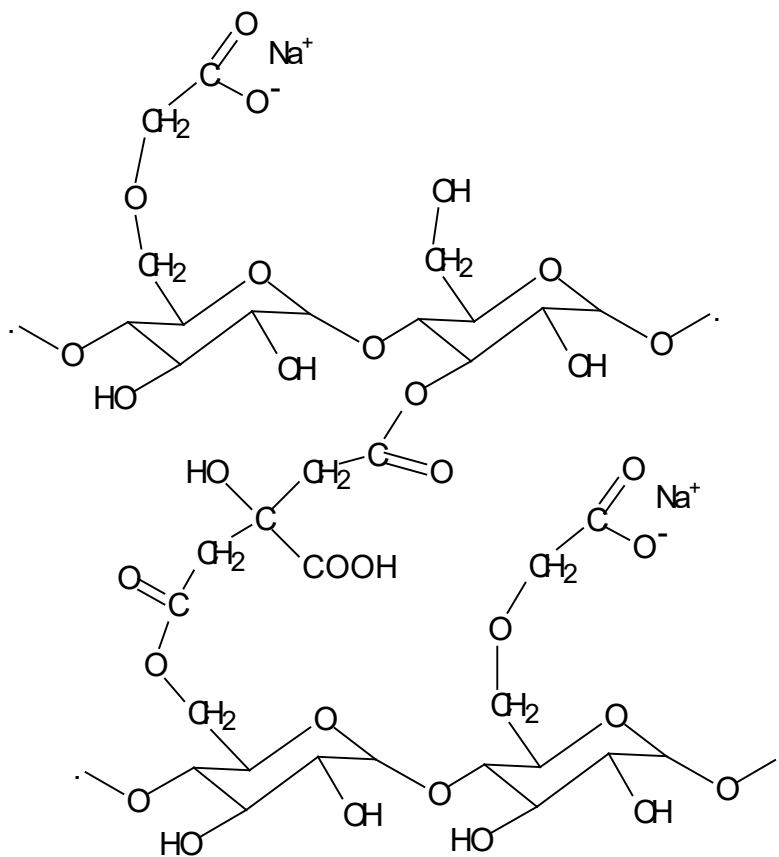


Fig 48A1102

13 Veresteringsreactie

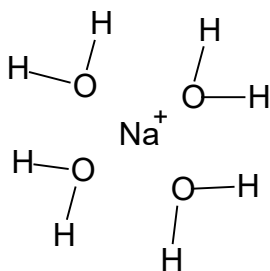


Fig 48A1103

15 Dan zijn er veel minder ionaire groepen waardoor het zweleffect (afstoting tussen de -COO^- groepen) minder optreedt.

Versie II

Als superslurper kunt u gebruik maken van het materiaal in luiers of maandverband.

HPPO-PRIMEUR IN ANTWERPEN

BASF en Dow Chemical gaan samen een propeenoxidefabriek bouwen in Antwerpen. Het wordt de eerste toepassing op commerciële schaal van het nieuwe HPPO-proces, dat werkt met waterstofperoxide en propeen als grondstoffen. De capaciteit zal 300.000 ton per jaar bedragen. Een joint venture van BASF en Solvay bouwt er een waterstofperoxidefabriek naast, op basis van Solvay-technologie. De ingebruikname van beide fabrieken is gepland in 2008.

HPPO is een alternatief voor het SMPO- of POSM-proces, dat werkt met ethylbenzeen als grondstof. Dit

proces heeft het nadeel dat het bij elk PO-molecuul ook een molecuul styreen aflevert dat wat minder gemakkelijk te verkopen is. Het enige bijproduct van HPPO is water. Bovendien is de fabriek compacter en minder ingewikkeld, en vereist de bouw een lagere investering.

Dow en BASF zijn jarenlang bezig geweest aan eigen HPPO-processen. In juli vorig jaar besloten ze te gaan samenwerken. Naar eigen zeggen heeft de procesontwikkeling daarna een beter resultaat opgeleverd dan ze hadden durven hopen. Overigens wordt verwacht dat HPPO en SMPO naast elkaar zullen blijven bestaan. ●

Propeenoxide is een grondstof voor polymeren.

- 1 Welke polymeren worden er uit gemaakt?
- 2 Waarin worden deze polymeren op hun beurt verwerkt?

De huidige PO-productie heeft een bezwaar.

- 3 Leg uit welk bezwaar dit is.

4 In het artikel worden de volgende vier stoffen genoemd, teken voor elke stof de structuurformule.

- waterstofperoxide
- propeen
- ethylbenzeen
- styreen

Propeenoxide, C_3H_6O , heeft onderstaande structuurformule.

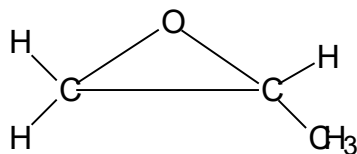


Fig 48O1201

In de tweede alinea van het artikel staat dat propeenoxide wordt gebruikt als grondstof voor polyolen.

Propeenoxide kan polymeriseren als de ring van het propeenoxide wordt geopend.

- 5 Teken een stukje van de polymeerketen opgebouwd uit propeenoxide monomeren, teken tenminste drie monomeer eenheden.

De capaciteit van de te bouwen fabriek in Antwerpen bedraagt 300.000 ton propeenoxide per jaar.

6 Geef de reactievergelijking van het HPPO-proces in molecuulformules.

7 Bereken hoeveel ton waterstofperoxide per jaar nodig is om deze hoeveelheid propenoxide te kunnen produceren.

HPPO-PRIMEUR IN ANTWERPEN (ANTWOORDEN)

1 Polyolen

2 Polyurethanen

3 Bij elk molecuul PO worst ook een molecuul styreen gevormd en dat is een moeilijk verkoopbaar bijproduct.

4 H-O-O-H, CH₂=CH-CH₃,

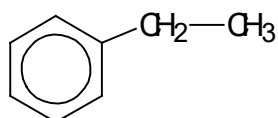


Fig 48A1201,

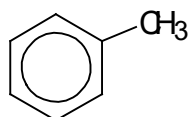


Fig 48A1202

5 Gebaseerd op de naam polyol zou je onderstaande formule verwachten.

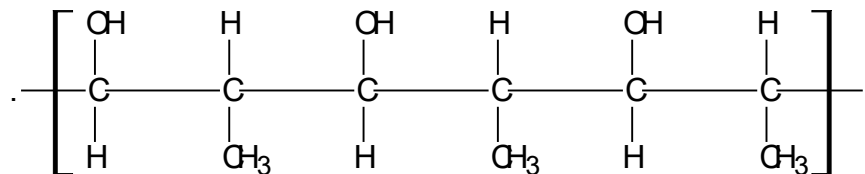


Fig 48A1205

In praktijk blijkt het ook onderstaande structuur te zijn. In de literatuur kom je de term polyol ook wel tegen als verzamelnaam voor polyesters, polyethers en polyalcoholen.

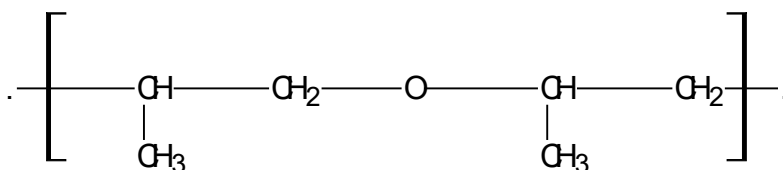


Fig 48A1204

6

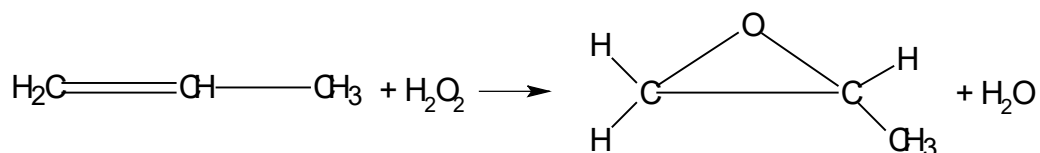


Fig 48A1203

In molecuulformules: C₃H₆ + H₂O₂ → C₃H₆O + H₂O

7 300.000 ton C₃H₆O ≡ 300.000 x 34,0/58,0 = 176.000 ton H₂O₂

Het mysterie van Schotland

Uiteindelijk wordt een student bier ook een beetje zat. Van de verschillende sterke dranken spreekt whisky misschien wel het meest tot de verbeelding. Een drank uit een land van ruige hooglanden vol burchten van lang geleden gestorven landheren. De Schotten eten haggish, heb je daar al eens aan durven beginnen? Moet je nagaan wat whisky voor spul is. Whisky zorgt in ieder geval wel voor een levendige fantasie, als je er genoeg van drinkt. En ik had dan ook geen tekort aan inspiratie om een stuk te schrijven over deze drank.

(...)

Het maken van whisk(e)y

Het maken van whisky is een simpel en toch complex proces, waarbij een aantal bio- en procestechnologische stappen voorkomen. De grondstof voor whisky is gerst. Eerst wordt de gerst gemout. Hierbij wordt de gerst natgemaakt met warm water. Vervolgens wordt het mengsel uitgespreid over de moutvloer en tijdens het kiemen regelmatig omgeschept, om te voorkomen dat de temperatuur te hoog oploopt. Tijdens het mouten wordt zetmeel enzymatisch omgezet in suikers die later gefermenteerd kunnen worden. Tegenwoordig heeft de moderne techniek de meeste moutvloeren naar het museum verbannen. Het mouten gebeurt nu in zogenaamde 'Saladin Boxes', dit zijn grote machines waarin mechanische vorken de mout omdraaien.

Na zeven tot tien dagen wordt de 'groene' mout gedroogd, 'gekilnd', in een oven. Dit drogen, dat beneden 70 °C moet plaatsvinden, stopt de werking van de enzymen, maar vernietigt ze niet. Verder geeft het drogen smaak door het gebruik van turf als brandstof. De hete mout moet

langzaam worden afgekoeld, dit proces duurt vijf tot zes weken.

Als de massa is afgekoeld, gaat het naar een vat waar in drie fasen warm water wordt toegevoegd aan de gedroogde mout. Beginnend bij ongeveer 67 °C tot bijna kokend water. In deze stap wordt het zetmeel in de gerst verder omgezet in suikers. De ontstane wort wordt afgetapt en de mout gaat de tweede stap in met heter water.

Nu wordt de wort afgekoeld tot ongeveer 20 °C en wordt gist toegevoegd om de fermentatie te starten. Nu start een batch fermentatie zoals we die allemaal kennen van het Biotechnologisch practicum. De gist heeft enige tijd nodig om zich aan te passen aan de nieuwe omgeving. Daarna groeien de organismen exponentieel, waarbij al snel alle zuurstof opgebruikt wordt. Op dat moment begint de eigenlijke fermentatie, die zo snel verloopt, dat roterende messen nodig zijn om het schuim dat ontstaat weg te snijden. Na twee dagen heeft de gist de suikers omgezet in alcohol en aroma's en stopt de fermentatie. De wort bevat nu

ongeveer 6 % alcohol.

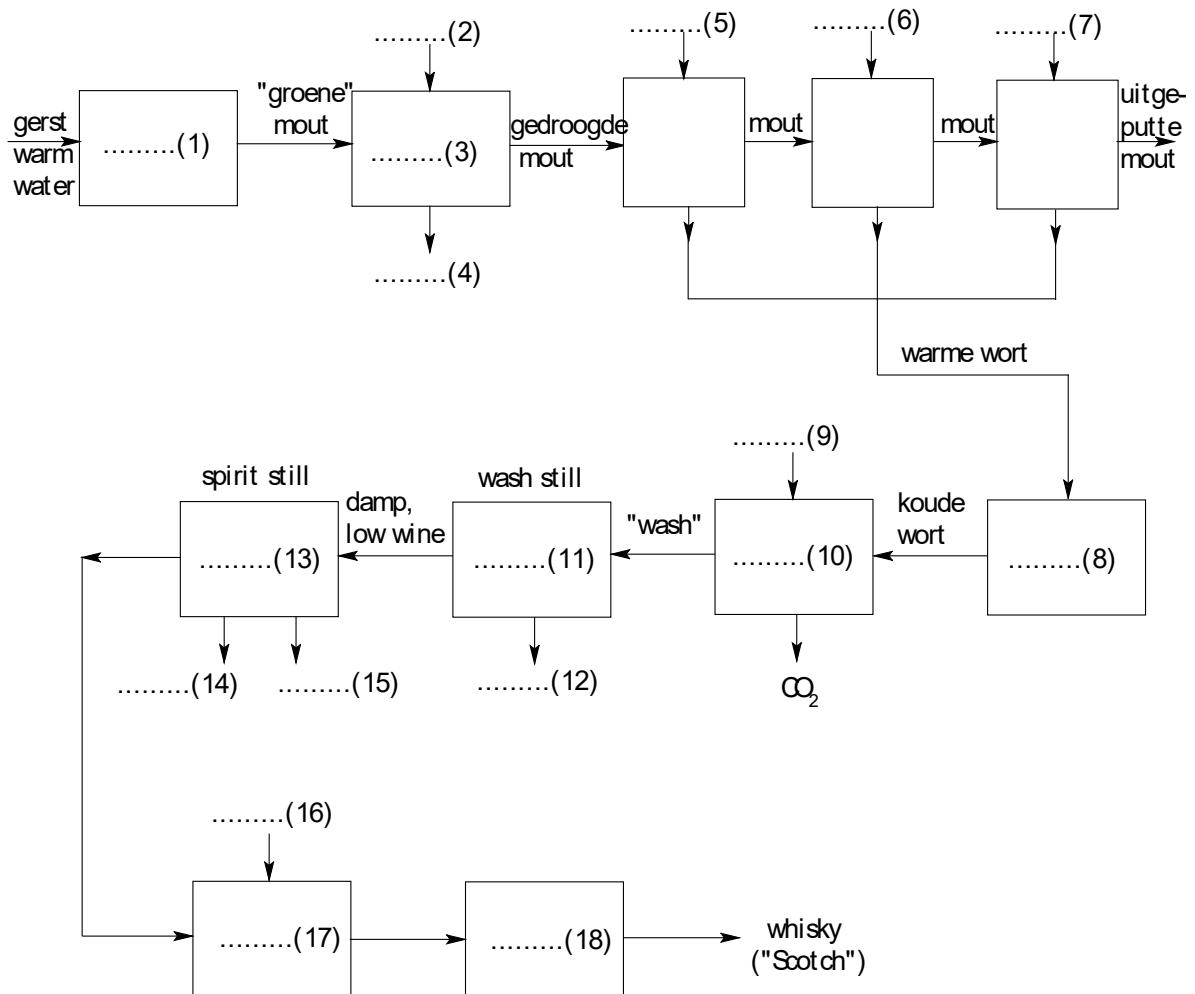
De volgende stap in het productieproces is de destillatie. Het gefermenteerde mengsel, de wash, wordt twee, soms drie, keer gedestilleerd in karakteristiek gevormde destillatiekolommen. Malt whisky's worden batchgewijs gedestilleerd, in tegenstelling tot grain whisky's.

In de eerste kolom, de 'wash still' worden vaste delen zoals dode gist verwijderd. Na deze eerste kolom bedraagt het alcoholpercentage ongeveer 20 %. Deze 'low wines' worden verder gedestilleerd in de 'spirit still'. Bij deze destillatie komen eerst vluchtige onzuiverheden uit het mengsel, de 'foreshots'. Als deze allemaal zijn verwijderd begint de echte destillatie en kan de vloeistof opgevangen worden. Dit gebeurt in het midden van de kolom. De zo verkregen 'middle cut' bevat 60 % tot 70 % alcohol.

Vanaf hier zijn we nog drie jaar verwijderd van echte 'Scotch', zolang moet de sterke drank nog rijpen voordat hij officieel whisky mag heten. Vaak duurt het rijpen langer, single malts zijn in ieder geval acht jaar oud, maar vaak ook tien, twaalf jaar, of nog ouder. Het product van de destillatie wordt verdund met water tot een alcoholpercentage van circa 64 %, en in eikenhouten vaten gedaan. Oorspronkelijk waren de vaten uitsluitend van Amerikaans eikenhout, later werden ook bijvoorbeeld wijn- of portvaten gebruikt. Dit om het karakter van de whisky verder te ontwikkelen. (...)

Ruud Brand

1 Vat het hele proces "van gerst tot whisky" samen in een blokschema. Schrijf in de blokken de processen en bij de lijnen de stofnamen. Beantwoord daarna de volgende vragen.



tekst bij de nummers:

- (1) aanpassen aan de nieuwe omgeving;
- (2) exponentiële groei (zolang er zuurstof is);
- (3) eigenlijke fermentatie (gist zet suikers om in o.a. alcohol).

Fig 48O1301

- 2 Welke twee processen verlopen bij het mouten?
- 3 Waarom moet bij het drogen de temperatuur beneden 70 °C blijven?
- 4 Waardoor krijgt de mout een kenmerkend aroma?

Na het afkoelen van de mout wordt heet water toegevoegd.

- 5 Wat gebeurt er onder invloed van het hete water?

Na het toevoegen van de gist verlopen achtereenvolgens drie processen. Bij een van die processen ontstaat schuim.

- 6 Welk gas zorgt voor het schuim?
- 7 Waar in de tekst had dat gas kunnen worden genoemd?

Na het gisten is er "wort" ontstaan met ongeveer 6% alcohol.

- 8 Waarom wordt er meer dan één keer gedestilleerd?
- 9 Wat moet er nog gebeuren voor het destillaat "whisky" mag heten?

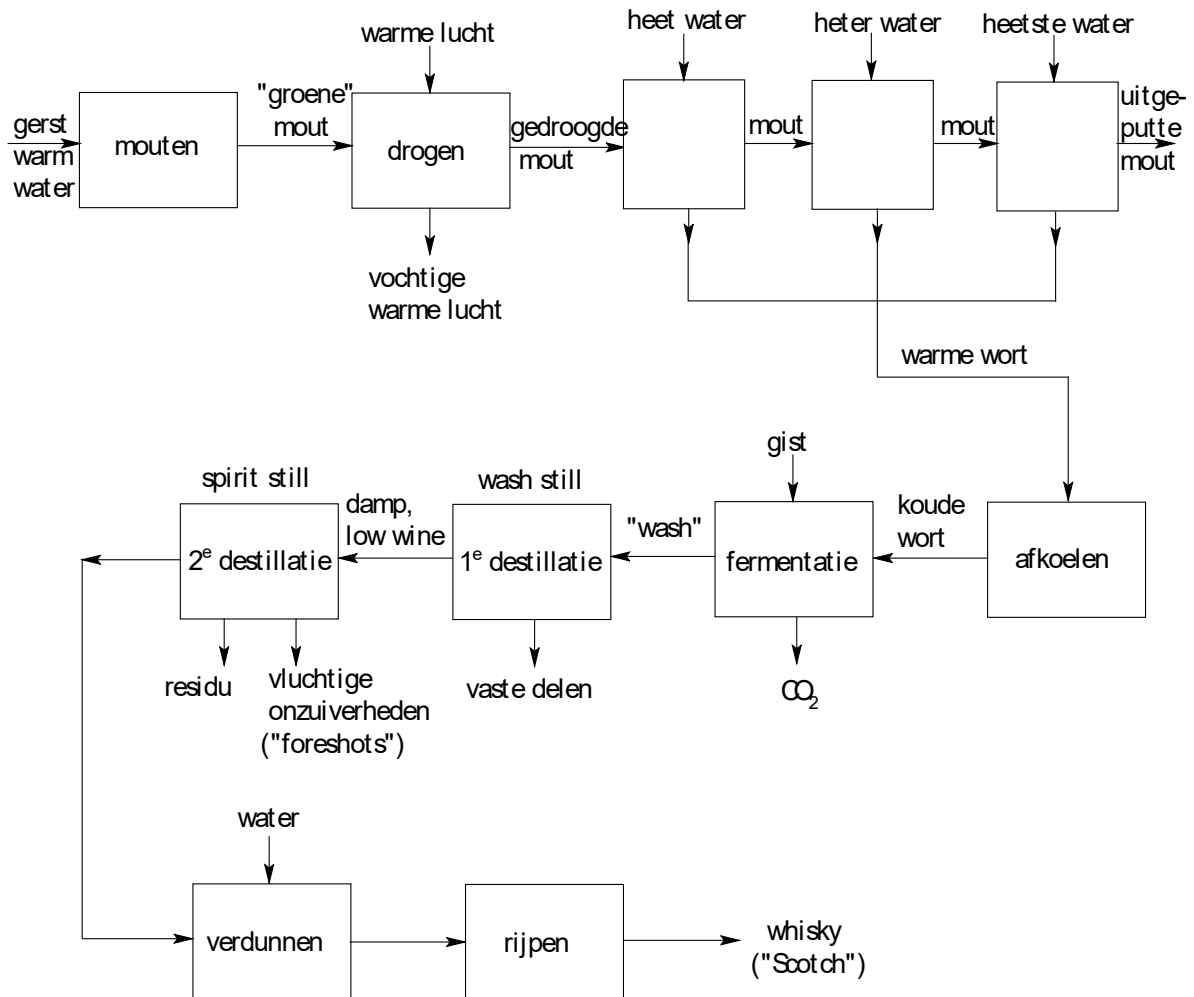


Fig 48A1301

2 Gerst gaat kiemen; zetmeel wordt enzymatisch omgezet in suikers.

3 De enzymen mogen niet worden vernietigd. Bij een hogere temperatuur gaan de enzymen kapot.

4 Doordat gedroogd wordt met (de warme rook van) turf als brandstof

5 Het zetmeel in de gerst wordt verder omgezet in suikers.

6 Koolstofdioxide.

7 ".... heeft de gist de suikers omgezet in alcohol, koolstofdioxide en aroma's".

8 Met één keer destilleren is niet een voldoende hoog alcoholpercentage te bereiken: in de eerste kolom (de "wash still") wordt ongeveer 20% gehaald; in de tweede kolom (de "spirit still") pas 60 tot 70%.

aanvullend / alternatief: Er gebeurt nog meer dan het product destilleren. Met de eerste kolom worden ook vaste delen verwijderd; met de tweede kolom verwijdert men eerst vluchtige onzuiverheden voordat het product wordt opgevangen.

10 Het destillaat wordt verdund met water (tot een alcoholpercentage van circa 64%); het product wordt in eikenhouten vaten gedaan (waarin het nog drie jaar moet rijpen).

850 kolencentrales tellen niet in 'Kyoto'

Door een onzer redacteurs

ROTTERDAM, 24 DEC. Uit een onderzoek van de *Christian Science Monitor* blijkt dat alleen al in China, India en de Verenigde Staten in de komende jaren ongeveer 850 kolencentrales gebouwd zullen worden. Die zijn goed voor 327.000 megawatt elektriciteit, maar ook voor ongeveer 2,7 miljard ton kooldioxide.

Vorige week werd op een klimaatconferentie in Buenos Aires met tevredenheid geconstateerd dat het Kyoto-protocol, waarin wereldwijd afspraken zijn gemaakt over het terugdringen van broeikasgassen die bijdragen aan het opwarmen van de aarde, in februari in werking zal treden. Als alle ondertekenaars zich aan de afspraken houden, zal er in 2012 zo'n 483 miljoen ton kooldioxide minder de lucht in gaan. Dat is nog niet een vijfde deel van wat er door de ko-

lencentrales bijkomt.

Nog maar een paar jaar geleden werd voorspeld dat kolen als brandstof voor elektriciteit hun langste tijd hadden gehad. Maar onder druk van stijgende gasprijzen zijn kolen toch weer interessant geworden. China is de grootste boosdoener, met 562 nieuwe kolencentrales, in India staan er 213 op het programma.

De Verenigde Staten werken weliswaar aan technologie om de kooldioxide op te vangen, maar daarmee zou het prijsvoordeel van de kolencentrales weer verdwijnen; bovendien wijst niets erop dat die technologie al binnen korte tijd op grote schaal gebruikt kan worden. China is tegelijkertijd bezig met het ontwikkelen van een andere nieuwe technologie: auto-brandstof op basis van steenkool. Daarbij komen grote hoeveelheden kooldioxide vrij.

1 Wat wordt verstaan onder 'Kyoto'?

In de loop van 2004 werd bekend dat ook Rusland het 'Kyoto-protocol' zal ondertekenen.

2 Wat kon hierdoor op de klimaatconferentie in Buenos Aires worden geconstateerd?

3 Wat wordt er bereikt als alle ondertekenaars zich aan de afspraken houden?

In een centrale wordt elektriciteit gemaakt. Bij de meeste centrales wordt daarvoor warmte opgewekt met behulp van een fossiele brandstof.

4 Noem drie fossiele brandstoffen.

5 Noem twee stoffen die bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan.

De Amerikaanse krant *Christian Science Monitor* heeft een onderzoek gedaan naar de bouw van nieuwe (steen)kolencentrales.

6 Hoeveel kolencentrales worden er in de komende jaren gebouwd en waar komen ze?

7 Waarom is het bouwen van nieuwe *kolencentrales* verwonderlijk?

8 Waardoor werd het gebruik van kolen toch weer interessant?

Het artikel geeft het gevoel ("China is de grootste boosdoener") dat *kolencentrales* zeker niet bijdragen aan een vermindering van de CO_2 uitstoot. Zou er bij het gebruik van *aardgas* veel minder CO_2 de lucht in gaan dan bij steenkool? Dat kun je met een berekening onderzoeken. Haal uit de Binas-tabel "Stookwaarden" (28A) je gegevens voor de berekening. Stel je wilt een hoeveelheid van $100 \cdot 10^6 \text{ J}$ aan warmte opwekken met steenkool of met aardgas.

9 Bereken hoeveel kg steenkool is daarvoor nodig?

10 Bereken hoeveel kg CO_2 ontstaat daarbij? (Stel dat de steenkool voor 90 massa% uit koolstof bestaat.)

11 Bereken hoeveel m^3 aardgas (stel: Gronings) heb je nodig voor die hoeveelheid warmte?

12 Bereken hoeveel kg CO_2 ontstaat daarbij? (Stel dat het aardgas 90 volume% CH_4 bevat.)

13 Vergelijk je antwoorden op de vragen 10 en 12 en trek je (Kyoto-)conclusie.

14 Verwacht je dat de genoemde landen China, India en de Verenigde Staten het Kyoto-protocol hebben ondertekend? Licht je antwoord toe?

Aan het begin van het artikel worden cijfers genoemd voor elektriciteit en kool(stof)dioxide. Die zijn onvoorstelbaar groot. Je kunt ze tastbaarder maken, bij voorbeeld door er mee uit te rekenen hoeveel steenkool het kost om een kleinere hoeveelheid elektriciteit (1 kWh) op te wekken.

Hoeveel elektriciteit?

Stel dat de centrales gemiddeld 11 maanden per jaar op 80% van het genoemde (maximale) vermogen werken.

15 Bereken met hoeveel J de genoemde hoeveelheid elektriciteit overeen komt?

Hoeveel steenkool?

Stel dat de steenkool voor 90 massa% uit koolstof bestaat.

16 Met hoeveel kg steenkool komt de genoemde hoeveelheid kool(stof)dioxide overeen? Geef je berekening.

Hoeveel steenkool voor één kWh elektriciteit?

Als je een uur lang 1000 W elektriciteit levert/gebruikt dan heet die hoeveelheid energie een kWh.

17 Bereken hoeveel kg steenkool je nodig hebt voor 1 kWh elektriciteit.

In het artikel wordt alleen maar gesproken over centrales die met kolen of gas worden gestookt.

18 Welk ander *type* brandstof wordt ook gebruikt in centrales?

19 Door welk proces ontstaat hierbij de benodigde warmte?

Er zijn ook nog andere manieren om elektriciteit op te wekken.

20 Noem twee van dergelijke manieren.

21 Probeer aan de hand van het artikel te beredeneren of deze manieren in de komende jaren een belangrijke rol zullen spelen.

850 kolencentrales tellen niet in 'Kyoto' (antwoorden)

1 In het 'Kyoto-protocol' werden wereldwijd afspraken gemaakt over het terugdringen van broeikasgassen.

2 Het 'Kyoto-protocol' zal in februari (2005) in werking treden.

3 In het jaar 2012 zal zo'n 483 miljoen ton kool(stof)dioxide minder de lucht in zal gaan.

4 Steenkool, aardolie, aardgas.

5 Koolstofdioxide (CO₂), zwaveldioxide (SO₂) en water (H₂O)

6 Ongeveer 850 alleen al in China, India en de Verenigde Staten.

7 Er werd voorspeld dat kolen als brandstof voor elektriciteit hun langste tijd wel hadden gehad.

8 Door de stijgende (aard)gasrijzen.

9 Stookwaarde steenkool (Binas-28A): $29 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$; $100 \cdot 10^6 \text{ J} / 29 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1} = 3,45 \text{ kg steenkool}$

10 Bij volledige verbranding ontstaat $0,90 \cdot 3,45 \cdot 44/12 = 11,4 \text{ kg CO}_2$

11 Stookwaarde aardgas (Gronings): $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$ (273 K, $p=p_0$); $100 \cdot 10^6 / 32 \cdot 10^6 = 3,1 \text{ m}^3 \text{ aardgas}$

12 $3,1 \text{ m}^3$ aardgas bevat aan CH₄: $0,90 \cdot 3,1 = 2,8 \text{ m}^3$. Een (ideaal) gas bij 273 K en $p = p_0$ heeft een volume van $0,0224 \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ (Binas-5^e druk). Aantal mol CH₄: $2,8 / 0,0224 = 126 \text{ mol}$. 1 mol CH₄ levert bij volledige verbranding 1 mol CO₂. Er ontstaat dan $126 \cdot 0,044 = 5,52 \text{ kg CO}_2$

13 Vraag 10 (steenkool): vrijkomende massa CO₂ voor $100 \cdot 10^6 \text{ J}$ is 11,4 kg. Vraag 12 (aardgas): vrijkomende massa CO₂ voor $100 \cdot 10^6 \text{ J}$ is 5,52 kg. Er is dus een ruim 2x zo grote CO₂ uitstoot bij steenkool als bij aardgas.

14 Nee, groei in economie, goedkope brandstoffen gebruiken, niet binden aan internationale afspraken.

15 1 jaar = $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$ (Binas-5^e druk). $11/12 \cdot 3,15 \cdot 10^7 \cdot 327.000 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s} = 9,44 \cdot 10^{18} \text{ J}$

16 Bij volledige verbranding ontstaat per kg steenkool $0,90 \cdot 1 \cdot 44/12 = 3,3 \text{ kg CO}_2$. $2,7 \cdot 10^9 \cdot 10^3 \text{ kg CO}_2 / 3,3 \text{ kg CO}_2 / \text{kg steenkool} = 8,2 \cdot 10^{11} \text{ kg steenkool}$

17 $9,44 \cdot 10^{18} \text{ J} / 8,2 \cdot 10^{11} \text{ kg steenkool} = 1,15 \cdot 10^7 \text{ J / kg steenkool}$. $1 \text{ kWh} = 10^3 \cdot 60 \cdot 60 = 3,6 \cdot 10^7 \text{ W} \cdot \text{s} = 3,6 \cdot 10^7 \text{ J}$
→ $1,15 \cdot 10^7 / 3,6 \cdot 10^7 = 0,32 \text{ kg steenkool / kWh elektriciteit}$. (Ofwel: met 1 kg steenkool kun je ruim 3 kWh elektriciteit opwekken)

18 Uranium.

19 Door kernsplijting.

20 Zonnecellen, windmolens, waterkracht; (en recent:) brandstofcellen.

21 Er worden heel veel nieuwe kolencentrales gebouwd. Dan zal de bijdrage van die andere manieren van energie-opwekking nog wel niet zo'n belangrijke rol spelen.

OVER KRYSTALLOS ART (OPGAVEN)

Bossche Omroep, 17 oktober 2004

Over Krystallos ART

Krystallos-Art

De naam "Krystallos" is afkomstig uit de Griekse geschiedenis. Krystallos, wat eigenlijk ijs betekent, werd honderden jaren geleden in de bergen in Griekenland ontdekt. Men dacht dat het ijs was, maar het voelde niet koud en smolt niet in de hete zon, toch hebben ze het vanaf dat moment (ijs) krystallos genoemd.

Het zuivere kristal

Het kristal wat wij verkopen wordt rechtstreeks in de Tsjechische Republiek ingekocht en is zuiver kristal wat minimaal 24% PBO bevat. (loodgehalte) waardoor het de extra mooie glinstering geeft die het toebehoort. Al ons kristal wat wij op de markt brengen is 100% vrij van Fe oxiden (ijzer) en is handgemaakt of geheel handbewerkt. Op al onze producten ontvangt u een certificaat van echtheid.

Showroom

Onze showroom is iedere woensdagavond geopend van 18.00 tot 21.00 uur en verder na telefonische afspraak (073-5996627 of 06-53837362).



Bij inlevering van deze bon

15% KORTING

op alle artikelen



KrystallosART

Showroom: De Steegen 3 - 5321 JZ Hedel
Gsm: 06-53837362 - Fax: 073-5992699
Tel. 073-5996627
Internetadres: www.krystallos-art.com
email: info@krystallos-art.com

Ga eerst eens rondneuzen op de site over kristal:

http://www.st.hhs.nl/~ipo_kon/kristal/kristal.htm

- 1 Geef de naam en de formule van twee zouten die in de oven worden samengesmolten tot kristal.
- 2 Welke drie handelingen verricht de glasmaker daarna nog (tot en met de "klots")?

Waaruit 'Zilverzand' bestaat kun je vinden op:

<http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000317.html#Zilverzand>

- 3 Geef de namen en formules van de stoffen in 'Zilverzand'.

Ga naar de site: <http://members.tripod.com/Tsjechie/Glas-kristal.htm>

- 4 Vul onderstaand schema in aan de hand van deze website:

Loodpercentage	Glas of kristal? Speciale naam?	Opmerkingen
Minder dan 4%		
Meer dan 10%		
Minder dan 24%		
30%		
32%		
34%		
49%		

- 5 Hoeveel % PBO bevat het kristal in de advertentie?

- 6 Is dit een zeer goede kristalsoort? Waarom?

In de tekst staat: ...zuiver kristal wat minimaal 24% PbO bevat....

7 Leg uit of in de advertentie het woord 'minimaal' terecht gebruikt wordt.

8 Waarom zal het denk je belangrijk zijn dat er geen ijzeroxide in het kristal zitten?

9 Geef de formule van een paar 'Fe oxiden'

10 Noem het belangrijkste verschil tussen "ijs" en "kristal"

Als er nog tijd over is:

11 Zoek op de website op wat een limonadeglas (longdrinkglas) bij deze firma kost?

12 Leg uit of je uit je antwoord op vraag 11 kunt afleiden dat kristalglas iets bijzonders is.

Over Krystallos Art (antwoorden)

1 Loodoxide = PbO, kaliumcarbonaat = K_2CO_3

2 De glasmaker steekt het uiteinde van zijn blaaspijp in het hete glasmengsel en trekt er de juiste hoeveelheid uit die nodig is voor het maken van een kelk, vaas of ander object. Dit proces wordt "*keien*" genoemd. Vervolgens blaast hij in de pijp, sluit deze met zijn duim af zodat de lucht door de hitte van het kristal uitzet en het warme kristal de gewenste grootte bereikt. In een houten klots wordt het object verder gevormd.

3 Kwarts (SiO_2) en aluminiumoxide (Al_2O_3) en het ijzeroxide (Fe_2O_3).

4

<i>Loodpercentage</i>	<i>Glas of kristal? Speciale naam?</i>	<i>Welk land of welke groep landen? Andere opmerkingen.</i>
Minder dan 4%	glas	EEG
Meer dan 10%	kristal	EEG
Minder dan 24%	Kristal, Kristallijn	Tjechie en Slowakije, bevat extra bariumoxide
30%	Hoog loodkristal	
32%	Kristal	Ierland
34%	Kristal	Frankrijk
49%	Kristal	Om hele kleine figuurtjes te maken

5 24%

6 Het is wel een goede kristalsoort, want het moet minstens 10% loodoxide bevatten

7 Volgens de website bevat het Tsjechische glas maximaal 24% loodoxide.

8 Dat zal vermoedelijk kleurveranderingen geven

9 FeO, Fe_2O_3

10 IJs is bevroren water, kristal is een soort glas

11 53 euro

12 Ja, het is nogal duur

Romeinse make-up voelt goed aan

Modebewuste Romeinse vrouwen hadden in de tweede eeuw al uitstekende crème om hun gezicht te bleken. Britse onderzoekers hebben zulke crème nagemaakt en opgesmeerd. Het voelde aan als 'zacht en poederachtig', schrijven de onderzoekers in *Nature* van 4 november.

De wetenschappers, onder leiding van de chemicus Richard Evershed van de Universiteit van Bristol, maakten de crème na op basis van een analyse van de inhoud van een Romeins potje. Dat werd eerder gevonden in de resten van een Romeins bouwwerk in Londen. Het potje, zes centimeter in doorsnee, bevatte duidelijk zichtbare sporen van cosmetica.

Analyse daarvan leerde dat (verwarmd) dierlijk vet, zetmeel en tin-oxide de ingrediënten waren van het spul. Met name het tin-oxide droeg bij aan de blekende werking. De Romeinen gebruikten hiervoor ook wel lood, maar ze wisten blijkbaar dat dit metaal giftig is, denken de onderzoekers. Tin was rijkelijk voorhanden in Cornwall.

Men heeft de inhoud van een Romeins potje onderzocht. Het potje bevat resten van een crème.

1 Hoeveel jaar geleden is de crème ongeveer gemaakt?

De onderzoekers dachten dat het tandpasta kon zijn, of een crème om wondjes dicht te maken die bij het scheren ontstaan of een crème die bedoeld was om je op te maken voor het theater of een godsdienstig ritueel.

2 Waarvoor werd het vermoedelijk echt gebruikt?

3 Hoe kun je erachter komen dat het niet als tandpasta gebruikt kan worden?

4 Waarom gebruikten de Romeinen blijkbaar liever tinoxide dan loodoxide?

Practicum

We gaan proberen de crème van de Romeinen na te maken.

Vorm een groepje van twee of drie leerlingen.

Versie I

Ga eerst brainstormen en overleggen. Je mag het lokaal uit om te zoeken naar oplossingen. Maak daarna de crème

Versie II

Ga eerst nadenken en overleggen:

1 Wat hebben we nodig? Waar vinden we dat? Wie haalt dat?

2 Hoeveel van elke stof hebben we nodig als we bijvoorbeeld 10 gram crème willen maken?

Hoe komen we daar achter? Wie gaat dat uitzoeken? Wanneer ligt er wat klaar?

Versie III

Op de website van 'niburu' staat hoeveel van elke stof nodig is:

<http://www.niburu.nl/index.php?showarticle.php?articleID=5187>

Door middel van een chemische analyse hebben wetenschappers van de universiteit de precieze samenstelling van de witte substantie kunnen achterhalen. De crème bestaat voor 40 procent uit dierenvet (vermoedelijk van schapen of vee), voor veertig procent uit stijfsel en voor de rest uit tinoxide. Het laatste ingrediënt zorgde voor de witte kleur.

1 Als je 10 gram van deze crème wilt maken, hoeveel van elke stof moet je dan nemen? Vul dat in onderstaande tabel in.

Stijfsel kun je maken van aardappelmeel.

2 Waarom gebruikten de Romeinen als zetmeel geen aardappelmeel maar meel van granen ?

3 Vul nu onderstaande tabel volledig in

Stof in de crème	Welke stof gebruiken wij?	Hoeveel?
dierlijk vet		
zetmeel		
tinoxide		

4 Doe de stoffen bij elkaar en probeer ze te mengen. Lees het artikel nog eens door om er achter te komen wat je met dit mengsel moet doen om het gemakkelijk te laten mengen.

5 Probeer nu de crème te maken. Doe dat wel au-bain-marie

Romeinse make-up voelt goed aan (antwoorden)

1 1800 jaar geleden

2 Om de huid te bleken

3 Poets je tanden ermee en kijk of het werkt.

4 Loodoxide is giftig (lood is een giftig metaal) en tinoxide konden ze gemakkelijker vinden.

Practicum

Van open naar gesloten: versie I voor 3 hv, versie II voor 2,3 h/vmbo-t en versie III voor vmbo-t

Versie III

1 zie tabel

2 De aardappel was nog niet ontdekt (kwam pas rond het jaar 1500 uit Amerika naar Europa)

3

stof in de crème	welke stof gebruiken wij?	Hoeveel?
dierlijk vet	reuzel of rundervet of hard frituurvet of stukjes of randjes van vet spek (eerst uitbakken – dan au-bain-marie)	40% van 10 = 4 gram
zetmeel	tarwemeel	40% van 10 = 4 gram
tinoxide	tinoxide	10-8 = 2 gram

4 Verwarmen

Complete tekst van <http://www.niburu.nl/index.php?showarticle.php?articleID=5187>

Door middel van een chemische analyse hebben wetenschappers van de universiteit de precieze samenstelling van de witte substantie kunnen achterhalen. De crème bestaat voor 40 procent uit dierenvet (vermoedelijk van schapen of vee), voor veertig procent uit stijfsel en voor de rest uit tin-oxide. Het laatste ingrediënt zorgde voor de witte kleur.

Na uitsluitel van suggesties dat het misschien om tandpasta, stelsel crème of rituele crème ging, bleef alleen een cosmetische crème als meest logische verklaring over.

Volgens de onderzoekers laat het goedje een gladde, poederachtige laag achter wanneer de crème op de huid wordt aangebracht. Dat de substantie met de vingers werd beroerd, blijkt wel uit de vingerafdrukken van de laatste gebruiker die op het potje zijn aangetroffen.

lood vergt controle

METAALKUNDE Europese richtlijnen stellen loodvrij solderen verplicht in 2006. Dat stelt de Nederlandse industrie voor forse uitdagingen. Het Delftse bedrijf Mat-Tech won de Proces Innovatie Prijs 2004 met een methode voor milieuvriendelijke verbindingen en controle op de productspecificaties.

Teus Molenaar

Haarlem – Het Europees Parlement heeft in januari 2003 bepaald dat bepaalde schadelijke stoffen per 1 juli 2006 niet meer mogen voorkomen in elektrische en elektronische apparatuur om de afvalberg zo gifvrij mogelijk te maken. Een uitvloeisel is dat er geen lood meer mag worden gebruikt bij het solderen van

printplaten die tegenwoordig in vrijwel elk denkbaar industrieel product zitten. Lood bezit evenwel bepaalde eigenschappen die lastig zijn te vervangen door een andere legering. Mat-Tech heeft een SAC (Sn, Ag, Cu)-legering gemaakt van tin, zilver en koper die als loodvrij alternatief kan dienen. Nadeel ervan is dat

het smeltpunt op 217 °C ligt, terwijl de oude mengsels van lood en tin een smeltpunt hebben van circa 185 °C. Dat heeft nogal wat gevolgen voor de productieprocessen. Door de hogere temperaturen kunnen printplaten kromtrekken en kan thermische schade ontstaan. De procesparameters moeten opnieuw worden vastgesteld. Mat-Tech experimenteert overigens ook met een legering van tin, zink en additieven (SnZnX) die een lager smeltpunt heeft dan SAC, maar die samenstelling is nog niet geschikt voor commerciële toepassing. (...)

1 Waarom zoeken onderzoeksbedrijven zo hard naar soldeer die loodvrij is?

Bij solderen worden metalen onderdelen aan elkaar vast gesmolten met soldeer.

2 Noem een aantal apparaten waarin veel gesoldeerde onderdelen voorkomen (bijvoorbeeld apparaten met printplaten).

Gewoon soldeer is een legering van 40% lood en 60% tin

3 Geef de symbolen van lood en tin

4 Hoe kun je van deze twee metalen een legering maken?

Het bedrijf Mat-Tech heeft een nieuw soldeer samengesteld.

5 Verklaar de naam SAC.

6 Geef de formules en de namen van de metalen in het nieuwe soldeer. Noteer je antwoord als volgt:

Sn=....., enzovoorts)

Nadeel is, dat het smeltpunt van het nieuwe soldeer op 217 °C ligt en dus hoger is dan het smeltpunt van loodhoudend soldeer.

7 Noem twee nadelen van dat hoge smeltpunt.

8 Welke nieuwe legering van Mat-Tech heeft wel een lager smeltpunt?

9 Waarom past men die legering dan niet toe?

10 Zoek in het Binas-boek op welke gevaren lood of loodverbindingen kunnen opleveren.

11 Kijk in je Binas-boek of de andere metalen die in het artikel genoemd worden ook bij de "Gevaarlijke chemicaliën" staan.

Lood vergt controle (antwoorden)

1 In 2006 wordt loodvrij solderen verplicht

2 Computer, televisie, telefoon, versterker, mp3 speler

3 Pb, Sn

4 Door ze te laten smelten en dan mengen

5 Het is een legering van Sn, Ag en Cu. De eerste letter van elk symbool lvert SAC op.

6 Sn=tin, Ag=zilver en Cu=koper

7 Printplaten kunnen kromtrekken en er kan thermische schade ontstaan

8 Legering van tin, zink en additieven.

9 Niet geschikt voor commerciële toepassingen.

11 Giftig bij inademen gas, damp of stof; giftig bij inwendig gebruik, gevaarlijk voor huid en ogen; in het algemeen: zeer giftig

12 Nee, die staan daar niet bij (wel koperzouten en zilvernitraat, maar dat zijn zouten)

Tip: In samenwerking met techniek een workshop solderen organiseren: "Wat kun je solderen?"

Niet alle metalen zijn met tin te solderen. Wat wél gaat: ijzer, blik, koper, messing, brons. Aluminium gaat niet, verchroomde metalen ook niet. Metaal moet ook goed schoon zijn en niet verroest, vettig of geoxideerd. Eventueel het metaal eerst even opschuren met fijn schuurpapier of schoonkrabben met een mesje. Vet evt. weghalen met een oplosmiddel. Bij solderen smelten de beide aan elkaar te verbinden delen niet. Dat is het verschil met lassen. Solderen is dus een soort "lijmen" met gesmolten metaal als lijm. De sterkte van de soldeerverbinding is groter als het oppervlak groter is, dus net als bij lijmen weer. Als de twee te solderen delen zo dicht mogelijk op elkaar zitten, dus met weinig soldeer er tussen, is de verbinding ook sterker. Soldeertin zelf is erg zacht. De te solderen metalen moeten bij het solderen voldoende heet worden, anders stolt het tin op het grensvlak met het metaal en is er geen hechting ("koude soldeerverbinding").

uit: <http://www.popschoolmaastricht.nl/> en dan naar Techniek – solderen.

Recept soldeer.

Weeg 6 g tin en 4 g lood af. Plaats en porseleinen kroesje in een pijpenstelen driehoek, vul het met tin en verwarm tot dit smelt. Doe er dan voorzichtig de stukjes lood bij en wacht tto het geheel gesmolten is. Giet de gesmolten alliage in een dun glazen buisje (dat rechtop staat in een schaalpje met zand). Leg het glazen buisje na afkoelen tussen twee vellen papier. Sla met een korte tik van een hamer het glazen buisje stuk.

Soldeer gebruiken

Je krijgt drie koperstrips die je met soldeer aan elkaar moet bevestigen. Schuur aan de te solderen kant steeds een strook van ongeveer 1 cm licht aan. Leg op een (stoep)tegel deze stroken over elkaar. Bevochtig de overlappende tussenruimte met vloeimiddel S39. Leg een stukje soldeer dicht tegen de naad en verhit het geheel met een zware soldeerbout of een gasbrander (blauwe vlam). Zodra de soldeer goed tussen de plaatjes is gevloeid, houd je op met verwarmen. Na afkoeling is de verbinding gereed.

De Brug, oktober 2004

Roze toverformule voor een stralend wit plafond

Even' je plafond of een muurtje witten. 't Lijkt zo eenvoudig. Maar de praktijk kan behoorlijk weerbarstig zijn. Dan duurt het allemaal te lang. Of ben je ontevreden over het eindresultaat. Vooral het wit-op-wit schilderen is berucht. Je kunt dan nauwelijks zien welk deel van de plafond je al gewit hebt. Daardoor wordt de verf op sommige plekken veel te dik en op andere plekken juist te dun aangebracht. Ook worden er vaak kleine stukjes plafond vergeten. Na opdrogen is het resultaat een oppervlak met lelijke vlekken, strepen en nog niet geschilderde plekken. Kon je maar toveren!

Om het witten over een witte ondergrond van een stuk gemakkelijker te maken, introduceren Alabastine en zusterbedrijf Dulux nu Magic Wit. Een superieure, in een keer dekkende witte latex die bij het aanbrengen licht rose is, maar stralend wit opdroogt. Zo kun je tijdens het schilderen goed zien waar je al 'gewit' hebt. Daardoor worden er geen stukken plafond meer vergeten en kun

je de verf snel en gemakkelijk, mooi en gelijkmatig aanbrengen. Na 40 minuten begint zich dan aan je plafond een klein wondertje te voltrekken. Want dankzij de unieke formule van Magic Wit verandert de roze kleur nu vanzelf naar stralend wit. Een paar uurtjes drogen nog en het eindresultaat is een stralend wit plafond zonder vlekken en strepen.
(...)

Stel: Je bent fabrikant van muur- en plafondverven en je zou ook zo'n verf willen maken als Alabastine©. Wat zou je in je verf kunnen doen zodat het roze wordt?

Versie I

Als je het artikel leest dan zie je dat de nieuwe verf "Magic wit - Dulux" een "latex" verf is. Latex is de meest voorkomende en meest gebruikte muurverf. In latex zit behoorlijk wat kalk. Volgens Binas is de scheikundige naam voor kalk calciumcarbonaat, maar het kan ook calciumoxide of calciumhydroxide zijn.

Volgens het artikeltje "Tips en advies" van de site van Alabastine kunnen "Alkalische reinigingsmiddelen (zoals soda en ammonia) de licht roze kleur terug laten komen.



Fig Alabastine

Alkalische stoffen zoals soda en ammonia zijn basische stoffen. Basische stoffen in water kunnen bepaalde indicatoren roze kleuren.

Je krijgt calciumcarbonaat, calciumoxide, calciumsulfaat en calciumhydroxide en een aantal indicatoren.

Onderzoek welke stoffen bij elkaar gevoegd moeten worden om een roze kleur te krijgen.

Onderzoek daarna welke combinatie na drogen mooi wit wordt.

Maak een verslag van je practicum. Denk aan de indeling:

- Onderzoeksvraag,
- Onderzoek (wat heb ik gedaan en gebruikt),
- Resultaten (wat heb ik gezien),
- Conclusie,
- Discussie (wat ging goed, wat zou de volgende keer beter moeten, wat kan ik ook nog onderzoeken)

Versie II

Probleem: wat zit er in Magic wit zodat het eerst roze is en daarna wit opdroogt?

Door het artikel goed te lezen en door op de site www.alabastine.nl onder andere te kijken bij "Tips en advies" zou je kunnen achterhalen welke stoffen verantwoordelijk zijn voor de roze kleur.

Maak een goed onderzoeksverslag. Geef hierin een chemische verklaring voor het roze worden van de verf en het wit worden bij opdrogen.

Roze toverformule voor een stralend wit plafond (antwoorden)

Versie I is bestemd voor klas 4 vmbo, versie II voor klas 4 havo/vwo.

Fenolftaleïne kleurt met een base mooi roze, misschien nog wel heel andere stoffen. Welke stoffen precies gebruikt zijn, is onbekend. De prijs zal ook erg belangrijk zijn.

Het roze worden wordt waarschijnlijk veroorzaakt door fenolftaleïne die door het basische milieu (OH^- ionen) roze kleurt. Als er geen water meer aanwezig is zijn er ook geen $\text{OH}^-(\text{aq})$ ionen meer die voor het basische milieu zorgen.

Agrarisch Dagblad, 10 december 2004

Kooldioxide uit Pernis 20 procent goedkoper

Naaldwijk – Glastuinders die kooldioxide(CO₂) van Ocap afnemen zijn bijna twintig procent goedkoper uit dan wanneer de vergelijkbare hoeveelheid CO₂ uit de verbranding van aardgas wordt gehaald. Dat zei Peter Vermaat, projectdirecteur Ocap gisteren op een bijeenkomst in Naaldwijk.

Ocap staat voor Organic Carbon dioxide for Assimilation in Plants en is een bedrijf opgericht door het gassenbedrijf Hoek Loos en bouwbedrijf VolkerWessels met als doel overtollige CO₂ van de olieverwerkende industrie in de tuinbouw te verkopen. Bij het transport van CO₂ uit het raffinagebedrijf van Shell Pernis naar de afnemers wordt gebruik ge-

maakt van een ongebruikte pijpleiding met een groot aantal zijvertakkingen naar de afnemende tuinbouwbedrijven.

In zijn rekenvoorbeeld gaat Vermaat uit van een gemiddeld paprikabedrijf van 2,5 hectare. "Voor het doseren van CO₂ in de zomermaanden verstoekt deze paprikatuinder ongeveer 175.000 kubieke meter aardgas", licht Vermaat toe. "Bij het verbranden van die hoeveelheid aardgas komt in totaal 312,5 ton CO₂ vrij. Met een aardgasprijs van 14 cent per kubieke meter is de ondernemer een bedrag van 24.500 euro kwijt. Wanneer de tuinder eenzelfde hoeveelheid CO₂ bij ons bedrijf Ocap koopt betaalt bij daarvoor een bedrag van 20.000 euro. Een flinke financiële besparing

op CO₂ lijkt dus mogelijk."

Berekeningen op grond van statische gegevens zijn volgens Vermaat niet eenduidig. Elk bedrijf, iedere ondernemer en elk gewas zullen een verschillende hoeveelheid CO₂ verbruiken. Het afnemen van grotere hoeveelheden CO₂ zal per eenheid goedkoper worden. Vermaat verwacht dat de CO₂, niet alleen in de zomerperiode zal worden afgenomen, maar mogelijk het jaar rond. Het is in de tuinbouw gebruikelijk ook op zomerdagen te stoken, niet om de kas te verwarmen, maar om de benodigde CO₂ aan te maken. Overigens is de prijs van CO₂ niet gekoppeld aan een olie- of aardgasprijs, maar wordt door onderhandelingen met de leverancier vastgesteld.

Stoken in de zomer

Gassen in de kassen

Een opmerkelijk project, de aanleg van een CO₂-distributienet voor glastuinders in het Westland. Het blijkt dat tuinders in de zomer, elk jaar weer, maar liefst 95 miljoen kuub aardgas verstoeken alleen om de CO₂ die in de rookgassen zit de kas in te leiden. Daar gaan de tomaten, paprika's, komkommers en aubergines harder van groeien. 51 Procent van de tuinders doseert CO₂ 'ook als er geen warmtebehoefte is' constateert het Landbouw Economisch Instituut eufemistisch. Met de opgewekte warmte gebeurt nagenoeg niets. CO₂ is wat de tuinder wil. Een krankzinnige situatie in een wereld, inclusief de glastuinbouwsector, die er op uit is de uitstoot van CO₂ juist te verminderen.

De Nederlandse glastuinbouw verbruikt maar liefst tien procent van de totale hoeveelheid aardgas die we jaarlijks in Nederland consumeren. Dat is goed voor een CO₂-emissie van tussen de 7,2 en de 7,5 miljoen ton. De vanuit het oogpunt van warmteproductie zinloze zomerstook maakt hier een fractie van uit.

Het plan om de CO₂ die Shell in de Botlek als afvalproduct overhoudt via een oude werkeloze pijplijn te bufferen en te distribueren naar het Westland is al een decennium oud. VolkerWessel en HoekLoos steken honderd miljoen euro in de aanleg van dit nieuwe distributienetwerk. Dat is een substantieel bedrag. Als het graven en boren in het Westland voorspoedig verloopt, zal de verspillinge zomerstook met ingang van 2005 niet langer nodig zijn omdat het Shell-gas dan via het nieuwe netwerk de kassen in geleid kan worden. Vierhonderd tuinders, goed voor een areaal van 1.100 hectare gaan gebruik maken van deze mogelijkheid.

De tuinders in Zuid-Holland zullen hierdoor 170.000 ton minder CO₂ uitstoten, zo berekenen de initiatiefnemers. Dat is een vermindering van ongeveer 2,3 procent op de totale CO₂-uitstoot van de glastuinbouwsector. Dit is natuurlijk vrij marginaal.

Toch is het een zinnig project omdat het verspilling en vervuiling tegengaat. Met milieubewust gedrag van de tuinders heeft het niets te maken. Die worden alleen enthousiast omdat het goedkoper is CO₂ uit de pijplijn te kopen dan dit zelf te stoken.

Mark Plekker

CO₂ van Shell naar glastuinbouw



nieuwe kansen voor tomaat

Westland krijgt CO₂-netwerk

INFRASTRUCTUUR Deze zomer kunnen vijfhonderd tuinders in het Westland kooldioxide van Shell Pernis hun kassen in leiden om de planten sneller te laten groeien. Dat scheelt zo'n 170.000 ton CO₂-uitstoot per jaar. Een nieuw CO₂-distributienetwerk wordt nu aangelegd.

Mark Plekker

Schiedam – De zomerstook van tuinders in het Westland, goed voor 93 miljoen m³ aardgas, heeft louter tot doel om kooldioxide te produceren waarmee de planten sneller groeien. Op dit moment investeren bouwer VolkerWessels en HoekLoos, leverancier van gassen, honderd miljoen euro in een CO₂-distributienetwerk dat het Westland voorziet van CO₂ van Shell.

Hiervoor benutten zij de oude, ongebruikte oliepijplijn (NMP-leiding) tussen Rotterdam en Amsterdam. Ocap, een dochterbedrijf van VolkerWessels en

HoekLoos, kocht de leiding afgelopen zomer en gaat de kooldioxide-lijn vanaf de zomer van 2005 exploiteren.

De 85 kilometer lange NPM-pijp van Rozenburg naar het Westelijke Havengebied in Amsterdam dient als ruggengraat van het netwerk en is tevens opslagbuffer voor een deel van de nachtelijke CO₂-uitstoot van de Shell Perplus raffinaderij.

Geboord

Op dit moment wordt een zeven kilometer lange 20 inch PE-gecoate stalen leiding ingegraven die verbinding tussen de Shell raffinaderij en de NPM-pijpleiding legt. In het kassengebied rond Berkel en Rodenrijs, Bergschenhoek, Bleiswijk en Pijnacker is de aanleg van het 150 kilometer lange distributienet gestart. Later dit kwartaal worden tuinders in het Westland op het netwerk aangesloten.

Omdat het kassengebied gekenmerkt wordt door intensieve kasbebouwing en smalle straatje en sloot-

jes, wordt voor het aanleggen van het netwerk zoveel mogelijk geboord in plaats van gegraven, vertelt Jacob Limbeek, namens projectbureau Syens verbonden aan het project. Van de 150 kilometer wordt een fors deel geboord aangelegd.

Compressorstation

Het CO₂ in de leiding wordt bij Shell in het compressorstation op druk gebracht door twee viertraps turbo-compressoren van een startsfeer van 1060 millibar absoluut naar 22 bar absoluut. De totale capa-

**'Het is
aardgas-
techniek wat
hier de klok
slaat'**

citeit is 35 ton CO₂ per uur per compressor. 'In het hoofdreduceerstation wordt de druk teruggebracht tot negen bar. Bij de tuinder in de kas brengt het afleverstation de druk terug tot twee bar overdruk', zegt Limbeek.

'Het is aardgastechiek wat hier de klok slaat', zegt Limbeek over de basistechnologie die in het nieuwe CO₂-netwerk wordt gebruikt. Deze zomer stappen de eerste vijfhonderd tuinders over van zomerstook op CO₂ van Shell. Limbeek: 'Omdat de CO₂ via een nieuwe infrastructuur wordt geleverd, kunnen tuinders ook meer experimenteren met de dosering van CO₂ om zo het effect op de groei van groenten te optimaliseren.' De leiding heeft een capaciteit van 300.000 ton kooldioxide per jaar.

De bottleneck in de levering is de hoeveelheid die 's nachts bij Shell in het netwerk gepompt kan worden. 'De maximale capaciteit bedraagt 160 ton per uur. Maar het netwerk is op de groei aangelegd. Huidige gebruikers kunnen meer afnemen als dat in de toekomst nodig mocht blijken te zijn', aldus projectleider Limbeek. **TV**

Peter Vermaat, projectdirecteur van Ocap, wil heel graag koolstofdioxide aan de tuinders leveren.

1 Waar staat de afkorting Ocap voor?

2 Vertaal dit in goed Nederlands.

3 Waarom zouden glastuinders koolstofdioxide van Ocap moeten gaan afnemen?

Ondanks het feit dat 's zomers de temperatuur in de kassen hoog genoeg is, verstoken glastuinders ook dan heel veel aardgas.

4 Waarom verstoken glastuinders ook in de zomer heel veel aardgas?

5 Geef de reactievergelijking voor het verbranden van het methaan in aardgas.

Bij het verbranden van aardgas komt er koolstofdioxide vrij.

6 Welke gegevens staan hierover vermeld in het artikel?

7 Bereken aan de hand van deze gegevens hoeveel ton methaan er verbrand is.

8 Bereken het volumepercentage methaan in het gebruikte aardgas. Gegeven: $V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$.

Koolstofdioxide is nodig bij de assimilatie (fotosynthese) in planten.

9 Geef hiervan de reactie in een vergelijking weer.

10 Waarom voegt men wel extra koolstofdioxide maar geen extra water toe bij de assimilatie?

Glastuinders zijn volgens Peter Vermaat bijna 20% goedkoper uit als ze koolstofdioxide bij zijn bedrijf kopen in plaats van het zelf uit aardgas maken door verbranding.

11 Laat dit zien aan de hand van gegevens in het artikel.

12 Waarom zal de noodzaak voor de glastuinbouw voor een alternatieve koolstofdioxidebron vooral in de zomer liggen en niet in de winter?

Ook voor het milieu zou de afname door glastuinders van de koolstofdioxide uit de olieverwerkende industrie gunstig zijn.

13 Licht dit toe.

Koolstofdioxide uit Pernis 20 procent goedkoper (antwoorden)

1 Ocap staat voor Organic Carbondioxide for Assimilation in Plants.

2 Organisch koolstofdioxide voor de assimilatie in planten.

3 Ze zijn dan volgens Peter Vermaat 20% goedkoper uit.

4 Ook in de zomer hebben glastuinders koolstofdioxide nodig voor de planten.

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

6 Bij verbranden van 175000 m^3 aardgas komt 312,5 ton koolstofdioxide vrij.

7 Uit de reactie van vraag 5 valt af te leiden dat 1 mol CO_2 overeen komt met 1 mol CH_4 . $312,5 \text{ ton } \text{CO}_2 \equiv 312,5/44,01 = 7,089 \text{ ton mol}$. Dus ook $7,089 \text{ ton mol } \text{CH}_4 \equiv 7,089 \times 16,04 = 113,7 \text{ ton } \text{CH}_4$.

8 Er is $7,089 \text{ ton mol} \equiv 7,089 \times 1000 \times 22,4 = 159 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ methaan verbrand. Volumepercentage = $159 \cdot 10^3 / 175000 \times 100\% = 90,7\%$.

9 $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.

10 Water is er altijd in voldoende hoeveelheid aanwezig. Koolstofdioxide is de beperkende factor want in lucht zit slechts 0,035% CO_2 .

11 Als de glastuinder aardgas gebruikt is hij voor 175000 m^3 aardgas 24500 euro kwijt. Om eenzelfde hoeveelheid koolstofdioxide te kopen bij Ocap zou hij 20000 euro kwijt zijn. Hij zou dus 4500 euro minder betalen. Dat is een besparing van $4500/24500 \times 100\% = 18\%$.

12 In de winter moet de glastuinder zijn kassen op temperatuur houden. De vrijkomende warmte bij het verbranden van aardgas wordt daarvoor gebruikt. Vanzelf wordt dan ook koolstofdioxide gemaakt.

13 De koolstofdioxide van de olie-industrie wordt nu nuttig gebruikt. Normaal wordt de koolstofdioxide door Shell Pernis afgeblazen.

Tip: zie ook Shell Venster januari/februari 2005, pagina 9 e.v..

Technisch Weekblad, 14 januari 2005

Nieuwe formulering celkalk leidt in fruitteelt tot beter resultaat

't Goy – Het besproeien van fruitbomen met een nieuwe formulering van celkalk biedt fruittelers betrouwbaarder mogelijkheden vruchtboomkanker op een milieuvriendelijke manier te bestrijden. Tijdens een demonstratie onder de coördinatie van de stichting LaMi en betaald door Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden op het fruitteeltbedrijf van Henk Uijtewaald in 't Goy werden tuinders ingelicht over de verbeterde formulering en toedieningstechniek.

Vruchtboomkanker is een ziekte die grote schade kan veroorzaken aan fruitbomen. In het najaar

tast de schimmel de bomen aan via bladwondjes die door natuurlijke bladval worden veroorzaakt. De schimmel wordt in de meeste gevallen met chemische middelen bestreden, maar deze gebruikte middelen zijn belastend voor het milieu en uiteraard ook voor het oppervlaktewater. Onderzoek heeft aangetoond dat celkalk (gebluste kalk ofwel calciumhydroxide) de kwaal kan bestrijden. Celkalk is milieuvriendelijk en mag met beregeningsinstallaties worden toegepast.

De eerste ervaringen met celkalk leverde wel voldoende effect

tegen vruchtboomkanker, maar veroorzaakte bij toepassing onder andere verstoppingen en het afslaan van de beregeningsinstallatie. In samenwerking met fabrikant Asepta en Carmeuse is nu een vloeibare formulering ontwikkeld, waardoor de kalk beter in oplossing blijft. De genoemde partijen zijn dit jaar met een nieuw project gestart om het effect en haalbaarheid van deze nieuwe formulering in de praktijk te toetsen.

Drie fruittelers met ervaring zijn enthousiast over de nieuwe aanpak van het vruchtboomkankerprobleem.

Toepassen van celkalk tegen vruchtboomkanker vergt oplettendheid

DOOR CLEMENT MOL

ACHTERGROND

Het gebruik van celkalk (gebluste kalk ofwel calciumhydroxide) in de strijd tegen vruchtboomkanker biedt volgens initiatiefnemer LaMi uit Utrecht zeker perspectieven. Het vergt wel de nodige inzet en doorzettingsvermogen om dit milieuvriendelijke materiaal via de regenleiding toe te dienen.

Hoewel de werking tegen vruchtboomkanker in de afgelopen jaren zowel in de praktijk als in kleinschalig laboratoriumonderzoek is aangetoond, blijkt de toepassing niet altijd vlekkeloos te verlopen. Zeker het gebruik van de oude formulering leidde bij de gebruikers tot ongewenste verstoppingen in het leidingennet. Ook werd vastgesteld dat de neerslag van de kalk in de beregeningsmotor het afslaan van de motor veroorzaakte. Dit soort tegevallen is bij het toepassen kalk niet ongebruikelijk.

Gesprekken met fabrikant en leverancier leidden uiteindelijk tot het ontwikkelen van een nieuwe formulering. De intensieve samenwerking tussen de par-



Fruitteler Henk Uijtewaald bij een vat opgeloste melkkalk.

Foto AgD

tijen Asepta en Carmeuse leverde een vloeibare formulering op.

'Door hoge pH zijn de sporen niet in staat om te kiemen'

De werkzame kalk blijft in deze formulering veel makkelijker in oplossing en zakt minder snel

uit. Daardoor is de kans op verstopping aanzienlijk kleiner.

Volgens Pieter Jans Jansonius, onderzoeker bij het Louis Bolk Instituut (LBI), heeft de melkkalk, zoals deze vloeibare vorm wel wordt aangeduid, een preventieve werking. Dat betekent dat het middel van tevoren op de bomen moet worden aangebracht. Ook een goede boombedekking is een voorwaarde.

Aan de andere kant stelt Janso-

nius dat een herhaling zonder meer noodzakelijk is. In de periode van bladval moet er wekelijks bespoten worden. "Het werkzame deel van de kalk veroorzaakt een hogere pH", verklaart de LBI-onderzoeker. "Door deze hoge pH zijn de sporen van vruchtboomkanker niet in staat om te kiemen en via wondjes de boom binnen te dringen. Dus vooral in de periode van bladval

heeft het zin de boomgaard met een kalksuspensie te behandelen."

Fruitteler Ariën Smorenburg uit Woerden vindt het klaarmaken van de oplossing erg lastig. "Het klaarmaken is een stoffige bezigheid", stelt Smorenburg. "Verder blijft de oplossing te stroperig. Voor een goed bruikbare oplossing heb je een bak van minstens drie kubieke meter

inhoud nodig. Ook is constant roeren nodig om de kalk in oplossing te houden. Dat zijn allemaal tegenvallers, maar over het effect ben ik dik tevreden."

Berekeningen hebben aangetoond dat het celkalk niet meer zal kosten dan voor een gangbare bestrijding nodig is. Het spuiten van melkkalk kan onder alle weersomstandigheden.

Fruittelers gebruiken celkalk om vruchtboomkanker tegen te gaan.

- 1 Wat is vruchtboomkanker?
- 2 Welke andere benamingen gebruikt men in het artikel voor celkalk?
- 3 Geef de formule van celkalk.

Een groot probleem was dat celkalk tot ongewenste verstoppingen leidde in het leidingennet van de sproei-installatie.

4 Leg uit dat celkalk na menging met water tot verstoppingen kan leiden. Maak hierbij gebruik van een gegeven uit je Binas-boek.

Fabrikant en leverancier hebben deze problemen opgelost met een "nieuwe formulering": melkkalk.

- 5 Wat is melkkalk?
- 6 Is het woord "oplossing" voor melkkalk juist gekozen?

Het werkzame deel van de celkalk veroorzaakt een hogere pH.

- 7 Geef de reactievergelijking van het oplossen van celkalk in water.
- 8 Wat is het werkzame deel van de celkalk? Licht je antwoord toe.
- 9 Hoe zorgt een hogere pH voor het tegengaan van vruchtboomkanker?
- 10 Waarom is de herfst de beste periode om de bomen te besproeien met de melkkalk?

Celkalk (antwoorden)

- 1 Vruchtboomkanker is een aantasting van fruitbomen en wordt veroorzaakt door een schimmel.
- 2 Gebluste kalk ; calciumhydroxide.
- 3 Ca(OH)_2 .
- 4 Calciumhydroxide is matig oplosbaar in water (Binas tabel 45 A) dus kan een gedeelte van de celkalk als vaste stof neerslaan en verstoppingen veroorzaken.
- 5 Melkkalk is "een vloeibare formulering" van celkalk waarin de kalk minder snel uitzakt.
- 6 Ja en nee. Melkkalk is deels een oplossing (ja dus) en deels een suspensie die stabiel is dan voorheen (geen oplossing dus).
- 7 $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$.
- 8 Dat zijn de hydroxide-ionen want die veroorzaken een hogere pH.
- 9 Door de hoge pH zijn de sporen van de schimmel niet in staat om te kiemen en daarna via wondjes de boom binnen te dringen.
- 10 In de herfst vallen de blaadjes van de bomen. Hierdoor ontstaan bladwondjes waardoor de schimmel de boom binnen kan dringen. De celkalk zorgt ervoor dat dit niet gebeurt.

Agrarisch Dagblad, 5 oktober 2004; 6 oktober 2004; 20 oktober 2004

Platform vraagt om lagere accijns voor bio-ethanol

Den Haag – Het Platform Bio-ethanol vraagt de Tweede Kamer om bij het kabinet aan te dringen op een spoedige accijnsverlaging voor biobrandstoffen.

Voorzitter Theo Meijer van het Hoofdproductschap Akkerbouwproducten (HPA) heeft gisteren in Den Haag namens het bedrijfsleven een petitie met die strekking aangeboden.

Het Platform bio-ethanol wil graag per 1 januari 2005 een accijnsverlaging voor de productie van bio-ethanol uit reststromen uit de agrarische verwerkende industrie. Het gaat daarbij onder meer om tarwezetmeel, melasse en aardappelstoomschillen.

Het kabinet aarzelt met een besluit, maar het bedrijfsleven wil investeren. Bij een positief besluit willen de dochterbedrijven Nedalco en Cerestar van achter-eenvolgens CSM/Cosun en Cargill voor 160 miljoen euro investeren in een bio-ethanolfabriek in Sas van Gent.

Het Platform bio-ethanol wijst er op dat omringende landen zoals Duitsland al wel stimuleringsprogramma's voor de productie en het gebruik van bio-ethanol hebben.

Eerste Duitse fabriek voor bioethanol in bedrijf

Zörbig – De eerste Duitse fabriek voor de productie van bioethanol is in bedrijf gesteld. De fabriek in Zörbig, Saksen-Anhalt produceert ethanolbrandstof voor benzinemotoren. De fabriek kan jaarlijks tachtig- tot honderdduizend liter biobrandstof produceren.

De fabriek in Zörbig gebruikt voor de bioethanolproductie 240.000 tot 300.000 ton rogge. Andere granen zijn ook bruikbaar in het productieproces. Met enige aanpassingen kan de fabriek zelfs korrelmais verwerken.

De ethanol uit de fabriek wordt bijgemengd bij benzine. De pulp die overblijft van het graan is bruikbaar als diervoeder.

Van de kooldioxide die vrijkomt bij het gistingsproces dat nodig is voor de alcoholproductie zal de fabriek vanaf volgend jaar koolzuur gaan produceren als grondstof voor andere producten.

In 2004 groeiden op 112.000 hectares Duitse landbouwgrond energiegewassen. Op nog eens 214.000 hectare braakgrond werden hernieuwbare grondstoffen geteeld. Deze gewassen zijn bedoeld als vervangers voor grondstoffen uit fossiele bronnen. Duitsland verwerkt ook nog eens de producten van 54.000 in het buitenland geteelde hectares tot bioenergie.

'Nederland moet richtlijnen biobrandstoffen nakomen'

Leeuwarden – Nederland moet voldoen aan de Europese doelstellingen voor biobrandstoffen. Dat zei VVD-Europarlementariër Jan Mulder gisteren op de themadag koolzaad van het Van Hall Instituut in Leeuwarden.

Mulder vindt dat de regering er te lang over doet besluiten te nemen over de invoer van biobrandstoffen. Mulder zei ook zijn eigen regeringspartij aan te sporen met een pakket aan voorstellen te komen om de Europese richtlijnen tijdig te halen. "Ik vindt het jammer dat het kabinet zo talmt met een besluit over biobrandstof."

De Europarlementariër noemt Duitsland, Zweden en het Verenigd Koninkrijk voorbeelden van landen die aanzienlijke beleidsbeslissingen hebben genomen. Mulder wijst op de voortgang in Europa. Daar wordt nu al gepraat over vervolg van het be-

leid na 2010, terwijl Nederland de richtlijn van 2 procent bijmenging van transportbrandstof per 2005, 2,75 procent in 2007 en 5,75 procent in 2010 nog niet voorbereid heeft.

Volgens Per Godfroij, beleidsmedewerker energie en voertuigtechniek van het ministerie van Vrom, heeft Nederland de financiële dekking voor de stimulering van biologische brandstoffen nog niet gevonden. Op de vraag of de doelstellingen wel gehaald kunnen worden antwoordde de beleidsmedewerker dat de planning wel heel kort is.

Europese lidstaten hebben zich in het Kyotoverdrag verplicht zich in te zetten voor een percentage biologische brandstof. Niet halen van de doelstellingen resulteert in Europese maatregelen tegen de landen die zonder voldoende excuus achterblijven.

De eerste Duitse fabriek voor de productie van bio-ethanol is in gebruik gesteld.

- 1 Waarom gaat men bio-ethanol produceren?
- 2 Welke grondstoffen kunnen daarvoor gebruikt worden?

Ethanol ontstaat bij vergisting van suikers.

- 3 Welke andere stof ontstaat ook bij de vergisting van suikers?
- 4 Welke toepassing heeft men in gedachten voor die andere stof?
- 5 Geef de reactievergelijking van de vergisting van glucose.
- 6 Waarvoor gebruikt men de pulp die na vergisting overblijft?
- 7 Waarom is het belangrijk dat ook de nevenproducten verkocht kunnen worden?

In 2005 moet 2 procent bio-ethanol aan benzine bijgemengd worden.

- 8 Waarom moet dat?
- 9 Hoeveel liter benzine zal er jaarlijks maximaal door de Duitse fabriek aan bio-ethanol geproduceerd gaan worden?
- 10 Hoeveel liter benzine kun je maken die voldoet aan de norm van 2 procent bio-ethanol? Geef de berekening.
- 11 Waardoor zal in Nederland de norm van 2 procent bio-ethanol moeilijk gehaald worden in 2005?

Men spreekt in een van de artikelen ook over het Kyotoverdrag.

- 12 Wat houdt het Kyotoverdrag in?

Bio-ethanol (antwoorden)

- 1 Om biobrandstof mee te maken (benzine met ethanol). Door gewassen als grondstof te gebruiken, vervangt men gedeeltelijk de grondstoffen uit fossiele bronnen.
- 2 In de Duitse fabriek rogge en andere granen en wellicht ook korrelmaïs. In Nederland denkt men er over na om reststromen van de agrarische verwerkende industrie te gaan gebruiken: tarwezetmeel, melasse en aardappelstoomschillen.
- 3 Koolstofdioxide.
- 4 Men wil er "koolzuur" van maken, als grondstof voor andere producten.
- 5 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$.
- 6 De pulp kan dienst doen als veevoeder.
- 7 Hierdoor verlaag je de kostprijs van het hoofdproduct bio-ethanol.
- 8 Europese richtlijnen.
- 9 Maximaal 100000 liter bio-ethanol.
- 10 De genoemde 100000 liter bio-ethanol is 2%. Dus dan is de benzine met 2% ethanol het totaal, dus $100\% \equiv 50 \times 100000$ liter = 5 miljoen liter benzine met 2% ethanol.
- 11 Doordat in Nederland nauwelijks productie van bio-ethanol plaats vindt op dit moment en er ook nog geen accijnsverlaging voor biobrandstoffen is ingevoerd.
- 12 Het Kyotoverdrag behelst het terugdringen van de uitstoot van koolstofdioxide uit fossiele brandstoffen.

GOEDKOPER PET-PROCES

Eastman Chemical heeft een verbeterd proces ontwikkeld voor de productie van polyethyleentereftalaat (PET). Naar eigen zeggen kan met dit 'IntegRex'-proces een fabriek worden gebouwd die, vergeleken met de huidige, tweemaal zoveel kunststof produceert op de helft van het grondoppervlak.

Op het proces zijn meer dan honderd octrooien aangevraagd. Veel details wil Eastman niet kwijt, maar duidelijk is wel dat er chemisch niets is veranderd. De winst zit in de integratie van de omzetting van paraxyleen in tereftaalzuur en de polycondensatie van tereftaalzuur en ethyleenglycol tot PET. Tot nu toe waren daarvoor

twee aparte fabrieken nodig. Minstens één processtap is vervallen: het 'solid-stating process' waarmee de gemiddelde ketenlengte wordt vergroot. Dit zou op zich al vijftien procent in de productiekosten schelen.

De afgelopen twee jaar is de werking van IntegRex geverifieerd in diverse pilotplants. De eerste fabriek op commerciële schaal (capaciteit 350.000 ton PET per jaar) komt nu te staan in Columbia, South Carolina. Het is de bedoeling dat de contracten eind dit jaar worden getekend, en dat de fabriek eind 2006 kan worden opgestart. De kosten worden geraamd op meer dan honderd miljoen dollar. ●

De kunststof PET wordt in grote hoeveelheden toegepast, er moet dus veel van worden gemaakt.

1 Noem twee voorbeelden van de toepassing van PET die je in het dagelijks leven tegen komt.

Eastman Chemical heeft een verbeterd proces ontwikkeld voor de productie van PET.

2 Waar staat de afkorting PET voor?

Chemisch gezien is er aan het proces niets veranderd. De uitgangsstof is nog steeds paraxyleen.

3 Zoek in Binas de systematische naam van xyleen op. Noteer deze naam.

Para wordt gebruikt in plaats van plaatsnummers 1,4-.

4 Geef de structuurformule van paraxyleen.

De PET-productie verloopt in twee stappen. Als eerste wordt paraxyleen omgezet in tereftaalzuur (1,4-benzeendicarbonzuur) met behulp van zuurstof.

5 Geef de structuurformule van tereftaalzuur.

6 Geef de vergelijking van de reactie (in structuurformules) van paraxyleen met zuurstof waarbij tereftaalzuur ontstaat.

In een tweede stap reageert tereftaalzuur met ethyleenglycol tot PET.

7 Geef de systematische naam voor ethyleenglycol.

8 Geef de structuurformule van ethyleenglycol.

9 Teken een stukje van de polymeer PET (minimaal twee eenheden).

10 Leg uit dat PET via een polycondensatiereactie gevormd wordt.

De eerste fabriek met het verbeterde proces komt in Columbia, South Carolina, te staan.

- 11 Hoeveel ton PET wil men daar jaarlijks gaan produceren?
 12 Bereken hoeveel ton paraxyleen en hoeveel ton ethyleenglycol daarvoor minimaal nodig zijn.
 13 Waarom staat er in vraag 12 minimaal?
 14 Waarom wordt er zo'n *grote* fabriek gebouwd?
 15 Waarom is het proces voor de fabricage van PET verbeterd?

Goedkoper PET-proces (antwoorden)

- 1 Frisdrankflessen, textielvezels (fleece)
 2 Polyethyleentereftalaat (volgens het artikel, chemisch polyetheentereftalaat).
 3 Xyleen is dimethylbenzeen.
 4

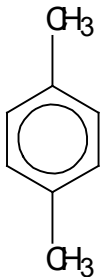


Fig 48A3001

5

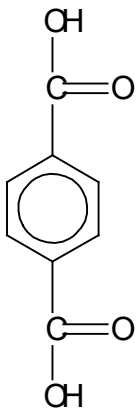


Fig 48A3002

6

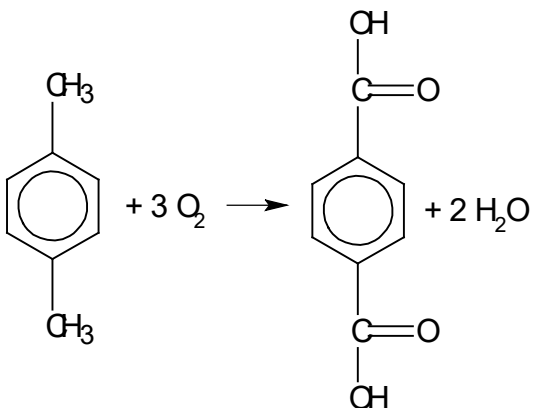


Fig 48A3003

7 Dat is 1,2-ethaandiol.

8

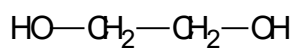


Fig 48A3004

9

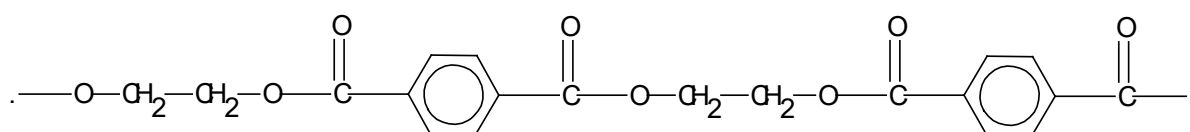


Fig 48A3005

10 Onder afsplitsing van een klein molecuul (water) wordt een polymeer gevormd.

11 Men wil 350000 ton PET jaarlijks gaan produceren.

12 De repeterende eenheid van PET is

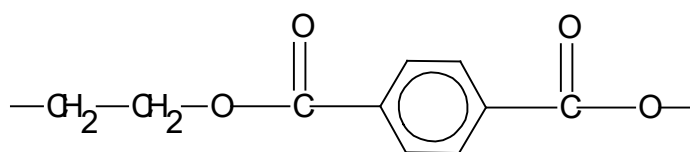


Fig 48A3006

De massa hiervan is 192,16 g per mol repeterende eenheid. Dit herhaalt zich n keer. Dus de massa van PET is 192,16xn g per mol. Per mol PET heb je n mol ethyleenglycol en n mol paraxyleen nodig. 1 mol ethyleenglycol is 62,07 g, dus n mol is 62,07xn g. 1 mol paraxyleen is 106,16 g, dus n mol is 106,16xn g. Als je 350000 ton PET wil produceren heb je 350000/192,16xn mol. Dit wordt gevormd uit 350000/192,16xn X 62,07xn = 113000 ton ethyleenglycol en 350000/192,16xn X 106,16xn = 193000 ton paraxyleen.

13 Er staat minimaal omdat de omzettingen meestal lager dan 100% zijn.

14 Er is kennelijk nog steeds veel behoefte aan PET.

15 Door een goedkoper proces kun je meer winst maken.

Het oogsten van zonne-energie

De wereldenergiebehoefte zal in veertig jaar verdubbelen. De opwarming van de aarde dwingt ons om CO₂-neutrale energiebronnen te vinden. Een daarvan is biomassa. De vermaarde procestechnoloog Wim van Swaaij kreeg vorige maand de Koninklijke/Shell Prijs. Zijn werk brengt het gebruik van biomassa een stuk dichterbij.

ALEXANDER DUYNDAAM

Prof. Wim van Swaaij (62) ontving op 9 november uit handen van Jeroen van der Veer de Koninklijke/Shell Prijs 2004 voor 'zijn pionierswerk aan omzettingstechnologieën van biomassa, ofwel het maken van gasvormige of vloeibare brandstoffen uit alle denkbare soorten groen'. 'Iets wat als hobby begon en waar collega's vast wel eens besmuikt om hebben gelachen', meent de beminnelijke hoogleraar proceskunde in de Twentse universiteitskrant. Van Swaaij is al meer dan 25 jaar bezig de voor biomassa noodzakelijk technologie te ontwikkelen.

Van Swaaij schat dat biobrandstoffen over vijftig jaar in een derde van de wereldenergiebehoefte kunnen voorzien. De rest moet komen uit andere duurzame bronnen, uit fossiel met CO₂-afvangst en eventueel nieuwe vormen van kernenergie.

Daar moet nog wel wat voor gebeuren. Nederland is te klein om arealen van vijftig bij vijftig kilometer voor biomassa te reserveren. Maar de technologie wordt hier wel ontwikkeld en inmiddels ook geëxporteerd. Een gesprek over de duurzaamheid met een van de toppers van de Nederlandse procestechnologie.

Wat is uw positie in het klimaatdebat? In Nederland zijn een aantal mensen met een procestechnologische achtergrond die niet zo overtuigd zijn?

"Volgens mij betwist niemand dat het CO₂-gehalte in de atmosfeer is toegenomen tot het hoogste niveau van de laatste vierhonderdduizend jaar. Vrijwel niemand betwist dat de oorzaak ligt in het gebruik van fossiele brandstoffen door de mens. De grote vraag is wat de invloed hiervan is op de ontwikkeling van het klimaat op langere termijn. De meningen lopen uiteen of er wat aan te doen is. Maar als we het helemaal goed kunnen analyseren en je ziet dat er een ernstige bedreiging van uit-

gaat, dan moet je rekening houden dat een toekomstige interventie enkele decennia kan vergen. In een eerder stadium, nu, zou je nog redelijk goedkoop kunnen ingrijpen. Er is nu nog tijd om te verkennen wat we kunnen doen en wat de consequenties zijn als we van de fossiele brandstoffen af moeten.

Elke bewering over de invloed van de abnormaal hoge CO₂-concentraties op het klimaat is gemakkelijk onderuit te halen. Het klimaat is zo'n ingewikkeld niet-lineair gekoppeld systeem, dat zullen we nooit helemaal begrijpen. Maar dat betekent niet dat we geen probleem hebben. En we kunnen ook niet wachten tot we zeker weten dat we geen probleem hebben.

Wil je voorkomen dat de CO₂-concentratie verder oploopt, of zelfs het CO₂-gehalte terugbrengen, dan zul je met biomassa moeten gaan werken. Hoe kun je anders iets doen om een gas dat in zulke lage concentraties in de atmosfeer komt af te vangen en eventueel op te slaan? Daar bestaan geen technische mogelijkheden voor. Planten doen dat op heel grote schaal. Zestig gigaton koolstof uit CO₂ per jaar nemen zij op. Dat is tien keer zoveel als de mensheid per jaar in de atmosfeer pompt."

Is duurzaamheid in uw ogen een kwantitatieve grootheid? Wat is precies uw definitie van duurzaam?

"Ik heb een heleboel definities gezien van duurzaam, maar ik vind de definitie van de Commissie Brundtland uit 1987 de allerbeste: we moeten onze eigen behoefte zien te vervullen, maar we moeten oppassen dat we de behoeften van de toekomstige generaties daarmee niet blokkeren. Dat betekent dat we best een grondstof met een grotere snelheid mogen verbruiken dan dat deze wordt aangemaakt, mits we maar zorgen dat er in de toekomst een alternatief is. Neem bijvoorbeeld de situatie rond koper. Ooit was er de vrees dat, vanwege de behoefte aan telefoonleidingen, er op een

FEITELIJK

De afgelopen twee jaar is de Koninklijke/Shell prijs gewonnen door:

2003 Niek Lopes Cardozo (FOM-instituut voor plasmafysica); voor zijn bijdrage aan de ontwikkeling van een kernfusiereactor

2002 Jeroen van den Bergh (VU); voor zijn toepassing van wiskundig-economisch modellen op complexe systemen als milieu, hulpbronnen en energie vanuit de optiek van duurzaamheid.

► bepaald moment geen koper meer voorradig zou zijn. Met de komst van de glaskabel en draadloze telefonie is dat probleem uit de wereld geholpen en was het niet erg dat we de kopervoorraden zwaar hebben aangesproken.

Kun je zeggen dat iets zoveel maal duurzamer is dan iets anders?

“Nee. Maar er zijn wel kwalitatieve verschillen aan te geven. Biomassa introduceert niet met hoge snelheid extra CO₂ in de atmosfeer. Je brengt het CO₂ alleen terug in hetzelfde jaar dat je het uit de atmosfeer hebt gehaald, bij wijze van spreken. Bij fossiele brandstoffen daarentegen ontsluit je koolstof die miljoenen jaren in de grond gezeten heeft in een hele korte tijd. Biomassa is de oogst van zonne-energie die de koolstofbalans niet beïnvloedt.”

Denkt u dat de EU-eis van bijna zes procent motorbrandstof uit duurzame bron in 2010 haalbaar is?

“Nee, daar hebben we nu de spullen niet voor, maar het is in ontwikkeling. Met koolzaad kom je niet verder dan anderhalve ton per hectare. Dat is veel te weinig. Als je echter de hele plant kan gebruiken kom je misschien wel tot tien of vijftien ton per hectare.

Groot voordeel van biomassa is dat je voor je energievoorziening niet afhankelijk bent van een paar geconcentreerde gebieden. Als je een internationaal winbare en verhandelbare vloeibare drager kan ontwikkelen, ontstaat er een heel andere machtsverdeling. Er is zelfs een ondergrens waarbij mensen helemaal lokaal in hun eigen energiebehoefte kunnen voorzien. *Power to the People*, zeg maar. Dan hoeven we ook geen moeilijke oorlogen over energie meer te voeren.”

Wat is de beste bron voor biomassa?

“We moeten beginnen met afval dat er al is. Voor de koolstofbalans maakt het niet uit of we het laten rotten of omwerken tot biobrandstof. Stap twee is gewassen die twee doelen dienen. Bij alcoholproductie waar we alleen de maïskorrel gebruiken, kun je uit de cellulose afkomstig van de rest van de plant ook suikers produceren voor veel meer alcohol. Daarna komt de kweek speciaal voor energie. Het is niet te voorzien hoe dat in de toekomst gaat uitpakken. Maar ik schat dat het landbouwareaal wereldwijd met een kwart uitgebreid kan worden en dat door verhoogde productie-efficiency een enorm potentieel vrijkomt om zonne-energie te oogsten. De plant maakt z'n eigen zonnecellen, eigen opslag en de eigen ondersteuning van de zonnecellen. Dat scheelt een hoop werk. Ook is er al een infrastructuur om transport en opslag te regelen. Biofuels passen vrijwel geheel in de huidige infrastructuur. De landbouw voor energie is, volgens mij, ook een mooie manier om achtergebleven gebieden te ontwikkelen.”

Geeft biomassa nu een nettowinst? Zaaïen en oogsten kost energie, er is extra transport en distributie nodig, er moeten fabrieken gebouwd worden, et cetera?

“Ja dat kost allemaal energie, maar een eenvoudige voorbewerking. Daarom zie ik veel in de pyrolyse, neemt direct een aantal bezwaren weg. Dat moet decentraal gebeuren zodat je niet met biomassa hoeft te slepen, maar een geconcentreerde vloeibare energiedrager door pijpleidingen kunt sturen. Zelfs een simpele

verdichting tot pellets, zoals nu in Oostenrijk wordt gebruikt voor de huisverwarming, geeft al winst. Als we maar een traject naar de markt weten te creëren. Het Begaanbaar Pad.”

Komt bij de verbranding van biomassa nog extra roet vrij?

“Nee, dat dacht ik niet. Het is zelfs zo dat biomassaproducten nauwelijks zwavel bevatten. Met Fischer-Tropsch kun je toevoegingen uit biomassa maken voor de hoogste kwaliteit diesel. Wel van belang is dat je de mineralen uit de planten in de as in de productiegebieden achterlaat, zodat de grond niet verarmt.”

Tijdens de uitreiking van de Shell Prijs werd er door de energiewoordvoerders van de grote fracties gedebatteerd

over een duurzame energievoorziening. Diederik Samson (PvdA) sprak van een wurggreep waarin overheid en bedrijfsleven elkaar hielden. Bent u het met hem eens?

“Ik vind wel dat het heel moeilijk is om in de politiek op bestuursniveau voldoende urgentie te krijgen voor deze problemen. Duurzaamheid betaalt zich niet onmiddellijk terug. Dus als pensioenen of ander urgentere zaken voorbijkomen, is het heel moeilijk aandacht te krijgen voor duurzaamheid. De beste methode vind ik die van de Europese gemeenschap. Die zegt: ‘zo en zoveel moet er in en je ziet maar hoe je het oplost en geen gezeur’.”

U bent ook kritisch over de bedrijfsmatige manier waarop universiteiten tegenwoordig worden bestuurd?

“Universiteiten moeten wel een heel klein beetje een speeltuin blijven. Ik begrijp dat focus nodig is, maar als je dat te sterk doet krijg je, net als bij bedrijven, uitsluitend aandacht voor de korte termijn. Er is veel kritiek op *curiosity driven* onderzoek. ‘Waarom moet ik voor jouw nieuwsgierigheid betalen’, hoor je dan. Daar kan ik ergens wel inkomen, maar er is een lange termijn en je vindt soms oplossingen waarnaar je niet op zoek bent. Er moet vrijheid zijn om lateraal te blijven denken. Ik zie dit in gevaar komen door een te grote koppeling van budgetten aan maatschappelijk relevante doelen, of nog erger het belang van dit of dat bedrijf. Je krijgt dat bijna automatisch als je professionele bestuurders gaat inhuren. Je moet het natuurlijk ook een beetje zien als gemopper van een ouder wordende hoogleraar.”



‘Wil je voorkomen dat de CO₂-concentratie verder oploopt, dan zul je met biomassa moeten gaan werken’

Professor Wim van Swaaij heeft de Koninklijke Shell Prijs 2004 ontvangen. Hij is al meer dan 25 jaar bezig met processen voor het maken van biobrandstoffen.

Het artikel is een interview. De inleiding citeert Van Swaaij's schatting over de wereldwijde toepassing van biobrandstoffen over vijftig jaar wereldwijd.

1 Wat voor schatting geeft hij aan?

2 Waardoor zal het gebruik van biobrandstoffen zo sterk toenemen?

3 waarom zal de toepassing van biobrandstoffen in Nederland niet zo'n grote vlucht nemen?

4 Waar moet Nederland zich volgens Van Swaaij vooral op gaan toeleggen?

In zijn antwoord op de vraag over zijn positie in het klimaatdebat vertelt Van Swaaij dat het CO₂-gehalte in de atmosfeer is toegenomen.

5 Welke verklaring geeft hij daarvoor?

6 Waarom is het zo moeilijk om iets over de gevolgen van die toename te kunnen zeggen?

Planten nemen jaarlijks 60 gigaton koolstof op.

7 Hoe nemen de planten deze koolstof op?

8 Geef de vergelijking van de reactie die daarbij optreedt.

9 Laat via een berekening zien hoeveel ton glucose er uit 60 gigaton koolstof kan ontstaan.

In zijn antwoord op de vraag over duurzaamheid gebruikt Van Swaaij een definitie uit 1987.

10 Geef deze definitie.

Van Swaaij licht de definitie toe met een voorbeeld over koper.

11 Beschrijf dit voorbeeld.

12 Ben je het met de definitie eens? Licht toe.

In zijn antwoord of iets duurzamer is vergelijkt Van Swaaij biomassa met fossiele brandstoffen.

13 Welk verschil geeft hij aan?

Van Swaaij zegt dat biomassa de oogst is van zonne-energie die de koolstofbalans niet beïnvloedt.

14 Licht dit toe.

In zijn antwoord over de beste bron van biomassa geeft Van Swaaij een beschrijving hoe in de toekomst zonne-energie geoogst kan worden.

15 Hoe denkt Van Swaaij het voor elkaar te krijgen dat er voldoende biofuels komen?

Het oogsten van zonne-energie (antwoorden)

- 1 Dat over vijftig jaar biobrandstoffen voor een derde in de wereldenergiebehoefte kunnen voorzien.
- 2 De fossiele brandstoffen raken op dus er zijn alternatieve bronnen nodig.
- 3 Nederland is te klein om arealen van vijftig bij vijftig kilometer voor biomassa te reserveren.
- 4 Nederland moet zich gaan toeleggen op het ontwikkelen van de technologie voor de omzetting van biomassa en die gaan exporteren.
- 5 Dat wordt veroorzaakt door het gebruik van fossiele brandstoffen.
- 6 Het klimaat is een ingewikkeld niet-lineair gekoppeld systeem dat we nooit volledig zullen begrijpen.
- 7 Ze slaan het op in de vorm van suikers.
- 8 Fotosynthese: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.
- 9 Uit 60 gigaton koolstof: $60 \text{ gigaton} / 12,01 = 5,0 \text{ gigaton mol koolstof}$. Hieruit ontstaat $5,0 / 6 = 0,83 \text{ gigaton mol glucose} = 0,83 \times 180,2 = 1,5 \cdot 10^2 \text{ gigaton glucose}$.
- 10 We moeten onze eigen behoefte zien te vervullen, maar we moeten oppassen dat we de behoeften van de toekomstige generaties daarmee niet blokkeren.
- 11 Ooit was er de vrees dat vanwege de behoefte aan telefoonleidingen er op een bepaald moment geen koper meer voorradig zou zijn. Met de komst van glasvezel en draadloze telefonie is dat probleem uit de wereld geholpen en was het niet erg dat we de kopervoorraden zwaar hebben aangesproken.
- 12 Eigen mening leerling. Wel afvragen of voor ieder snel verbruikte grondstof een alternatief zal worden gevonden)
- 13 Het verschil zit in het feit of er extra koolstofdioxide in de atmosfeer gebracht wordt. Bij fossiele brandstoffen wél, bij biomassa niet. Er komt bij biomassa terug wat er door de planten tevoren uit is gehaald
- 14 Biomassa ontstaat uit planten. Planten maken via de fotosynthesereactie suikers die uiteindelijk ook in biomassa voorkomen. Fotosynthese betekent dat zonlicht als energie wordt opgeslagen in planten.
- 15 Allereerst in het gebruiken van afval dat er al is. Als tweede de gewassen gebruiken die twee doelen dienen. Verder in uitbreiding van het landbouwareaal met een kwart wereldwijd.

Tip: zie ook Shell Venster nov/dec 2004 pag 8 t/m 11.



Ton van Maris bij de fermentator in het Kluyverlab, TU Delft: 'Dat onze bakkersgist-variant pyruvaten produceert, was een grote verrassing'

Sam Rantmeester / FMAX

2,5 procent van de brandstof aan de pomp van biologische oorsprong moet zijn.

Ook op het gebied van bio-ethanol is de TU Delft actief. De Delftenaren hebben

'De productie van biologisch plastic uit maïssuiker is het verst gevorderd'

Op weg naar de bioraffinaderij

BIOTECHNOLOGIE De TU Delft boekt succes bij de productie van chemicaliën met micro-organismen zoals gist. Het maken van bio-ethanol is economisch het meest interessant.

Peter Baeten

Delft – De industriële biotechnologie, het produceren van chemicaliën door levende cellen, laat de laatste tijd interessante toepassingen zien. Dat bleek deze week bij de promotie van de Delftse ingenieur Ton van Maris. Hij is er in geslaagd bakkersgist zodanig genetisch te modificeren dat er pyruvaten, grondstoffen voor medicijnen en cosmetica, mee te maken zijn.

Bakkersgist, het belangrijkste micro-organisme in de industriële biotechnologie,

produceert alcohol uit suiker. Van Maris heeft een bakkersgist-variant gemaakt die juist géén alcohol produceert. 'Dat die stam vervolgens op een behoorlijke schaal pyruvaten bleek te produceren, was eigenlijk een grote verrassing en zeker niet de opzet van het onderzoek', zegt Van Maris. 'Wellicht is de methode op termijn industrieel levensvatbaar.' De eigenlijke bedoeling van het onderzoek was echter de productie van melkzuur. Ook dat lukte Van Maris, en wel door de alcoholvrije giststam nogmaals genetisch te modificeren.

Melkzuur is na polymerisatie tot polymelkzuur inzetbaar als vervanger voor bepaalde, uit olie geproduceerde plastics. Normaliter maakt men melkzuur door de inzet van melkzuurbac-

teriën. Dat proces heeft als groot nadeel dat het niet bij een lage pH kan plaatsvinden waardoor de toevoeging van calciumcarbonaat nodig is. De Delftse methode is wel toepasbaar in zure omstandigheden. 'Wij hebben echter weer als nadeel dat onze giststam zuurstof nodig heeft. De uiteindelijke waarde voor de industrie is dus misschien beperkt, maar dat zal in de praktijk moeten blijken', relativeert Van Maris.

Zijn vindingen zijn slechts enkele voorbeelden van het recente succes van de industriële biotechnologie. Een (op termijn) economisch interessant voorbeeld is de productie van bio-ethanol, dat kan dienen als brandstof voor auto's. Binnenkort wordt de Europese richtlijn van kracht die voorschrijft dat

recent onder meer een enzym ontwikkeld dat het mogelijk maakt dat gist uit plantenresten niet alleen glucose omzet in bio-ethanol, maar dat ook doet met een andere suiker: xylose. Een aanzienlijk groter deel van de plantenresten wordt daarmee dus benut. Van Maris richt zich de komende tijd voor zijn nieuwe werkgever Tate&Lyle op de aanmaak (dit keer met behulp van een gemodificeerde E-coli bacterie) van 1,3-propaandiol uit maïssuiker. Dit is een grondstof voor het biologische plastic 3GT. 'Deze toepassing is van de genoemde voorbeelden veruit het verst ontwikkeld. In Illinois draait al een *pilotplant* en in 2006 start, als alles goed gaat, de echte fabriek op in Tennessee.'

De prijsverschillen tussen bioplastics en 'gewone' plastics zijn volgens de Delftse promovendus tegenwoordig niet zo gek groot meer. 'Dit is uiteraard sterk afhankelijk van de olieprijs maar vroeg of laat zul je wel moeten overschakelen naar andere productiemethoden. Het uiteindelijke doel is een bioraffinaderij.' ■

Aan de TU Delft worden successen geboekt bij het onderzoek in de industriële biotechnologie.

- 1 Wat is industriële biotechnologie?
- 2 Welk micro-organisme is het belangrijkste bij de vergistingen?
- 3 Is dit één soort micro-organisme?

De term *vergisting* slaat op de diverse soorten reacties met bakkersgist als werkzaam micro-organisme.

- 4 Welke drie vergistingsreacties worden in het artikel genoemd?
- 5 Welke vergistingsreactie was een grote verrassing?
- 6 Wat is het belang van deze verrassende vergistingsreactie?

Er zijn twee vergistingsreacties die momenteel interessant zijn, namelijk het maken van ethanol en van melkzuur.

- 7 Deze stoffen worden ook wel aangeduid met bio-ethanol en bio-melkzuur. Waarom?

Bio-ethanol

De bio-ethanol ontstaat bij de vergisting van suiker. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide.

- 8 Geef de vergelijking van de optredende reactie. Gebruik voor 'suiker' de stof glucose.
- 9 Waarom is de productie van bio-ethanol op grote schaal zo belangrijk?

Recent hebben medewerkers van de TU Delft een enzym ontwikkeld die ook een andere suiker dan glucose kan omzetten in ethanol.

- 10 Welke andere suiker is dat?
- 11 Welk (groot) voordeel brengt dit met zich mee?

Bio-melkzuur

Meestal wordt melkzuur gemaakt door melkzuurbacteriën glucose te laten omzetten.

- 12 Schrijf de reactievergelijking van de omzetting van glucose in melkzuur in molecuulformules op.
- 13 Welk nadeel brengt het gebruik van melkzuurbacteriën met zich mee?
- 14 Leg uit dat toevoeging van calciumcarbonaat dit probleem ondervangt.

Het lukte onderzoeker Ton van Maris om melkzuur op een nieuwe manier te (laten) maken.

- 15 Welke stappen waren hiervoor nodig?

De melkzuur-producerende variant van bakkersgist stelt een speciale eis aan zijn omgeving.

- 16 Welke eis is dat?

Melkzuur is een belangrijke grondstof, o.a. voor het plastic polymelkzuur. Door een veresteringsreactie kan het melkzuur in polymelkzuur worden omgezet.

- 17 Zoek in Binas de systematische naam van melkzuur op. Noteer deze naam.
- 18 Schrijf de molecuulformule en de structuurformule van melkzuur op.
- 19 Verklaar uit de structuur van de melkzuurmoleculen de mogelijkheid van een veresteringsreactie.
- 20 Teken de structuurformule van een stukje polymelkzuur-molecuul (minstens drie eenheden).
- 21 Omlijn in je antwoord op vraag 20 de estergroep.

De toekomst

Onderzoeker Ton van Maris 'heeft het gemaakt' in het vakgebied industriële biotechnologie.

- 22 Waar blijkt dat uit?
- 23 Wat doet het bedrijf waar hij gaat werken?

Als de grondstoffen voor een plastic in een biotechnologisch proces zijn gemaakt worden die plastics vaak biologische plastic of *bioplastic* genoemd.

24 Welke bioplastics worden in het artikel besproken?

Ton van Maris verwacht dat de productie van bioplastics zal toenemen.

25 Waar hangt dat van af?

In het artikel staat: "Vroeg of laat zul je wel móeten omschakelen naar andere productiemethoden".

26 Leg uit waarom dat wel zal moeten.

De titel van het artikel is: "Op weg naar de bioraffinaderij".

27 Leg uit wat er in een bioraffinaderij gebeurt en waarvoor deze een alternatief is.

In het kader van deze opgave is het artikel "Overall alcohol" in NRC-Handelsblad van 19-20 september 2004 zeker de moeite van het lezen waard. Iets voor een profielwerkstuk in relatie tot de (micro)biologie?

In dat artikel worden resultaten van een onderzoek beschreven naar een schimmel-enzym dat helpt houtsuikers te verteren, waardoor bio-alcohol uit veel meer grondstoffen kan worden geproduceerd.

Aan de universiteiten van Delft en Nijmegen zijn onderzoekers op dit gebied actief, ook de bedrijven Koninklijke Nedalco en Bird Engineering waren bij een onderzoekproject betrokken.

Zweedse benzine bevat 5% ethanol

ENERGIE In Zweden neemt ethanol als vervanger van benzine een belangrijke plaats in. In benzine wordt nu al vijf procent ethanol bijgemengd. Er rijden ook duizenden auto's op E85, dat voor 85 procent uit biobrandstof bestaat.

Rijkert Knoppers

Örnsköldsvik – In de Ford Focus hangt een niet onaangename geur van medicinale alcohol, maar verder is nauwelijks te merken dat deze auto voor 85 procent op ethanol rijdt. 'Die alcohol ruik je eigenlijk alleen tijdens de koude start', vertelt Jan Lindstedt. 'Dat is het enige nadeel. Daar staat tegenover dat een ethanolauto door het hogere octaangehalte tot dertig procent beter presteert.'

Zaagsel

Lindstedt is projectleider van Etek in het Zweedse Örnsköldsvik, 540 kilometer ten noorden van Stockholm. Deze proeffabriek gaat op termijn uit houtachtig residumateriaal het vloeibare ethanol fabriceren,

maar voorlopig gebeurt dit nog uit zaagsel. Met een efficiency van 75 procent, ongeveer evenveel als een olieraffinaderij, produceert de fabriek uit elke 100 kilo droge stof 20 tot 25 kilo ethanol. Het aangevoerde zaagsel komt eerst door een soort zeef, die alle deeltjes groter dan 8 mm verwijdert. Het voorverwarmen van het materiaal gebeurt met stoom, daarna vindt bij een temperatuur van 170 tot 200 graden Celsius het uitloggen van het suikerachtige hemicellulose plaats. In de reactor breken enzymen bij 35-50 graden de cellulose af.

Vervolgens vindt het uitsfilteren van lignine plaats, een turfachtig reukloos materiaal dat als brandstof te gebruiken is. De resterende suikerachtige oplossing stroomt vervolgens via een pijpleiding naar vier grote reactortanks, waar bij een temperatuur van 35 °C het suiker fermenteert tot ethanol. Na het afscheiden van de gist vindt distillatie plaats, waarbij gezuiverd ethanol ontstaat.

'De proeffabriek is eigendom van de Umeå en Luleå universiteiten', aldus Lind-

stedt. 'Over drie jaar gaan we commercieel draaien, dan willen we de installatie ook aansluiten op het stadsverwarmingssysteem, zodat we de overvloedige warmte kwijt kunnen.'

Alcohol

In Norrköping, ten zuiden van Stockholm, draait de enige commerciële ethanol-fabriek van Zweden. 'Tenminste de enige die alcohol produceert voor transportdoeleinden', vertelt Kenneth Werling van Agroetanol.

'Het proces is min of meer hetzelfde als de fabrieken die alcohol maken voor consumptiedoeleinden.' De fabriek produceert ongeveer 15.000 kubieke meter ethanol per dag, ofwel 40.000 liter per dag.

De zes belangrijkste oliemaatschappijen hebben met Agroetanol een contract voor afname van de ethanol afgesloten. Alle benzine in Zweden bevat vijf procent ethanol, daarnaast zijn er al meer dan honderd benzinestations verspreid over het land waar E85 te tanken is, met een gehalte van 85 procent ethanol. **tw**

In Zweden wordt nu al in de benzine 5% ethanol bijgemengd. Ook zijn er duizenden auto's die op "E85" rijden

1 Waar staat E85 voor?

2 Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van ethanol.

3 Waarom presteert een auto die op E85 rijdt beter dan een auto die op benzine rijdt?

Men wil in Zweden uit zaagsel bio-ethanol gaan produceren.

4 Leg uit dat in Zweden zaagsel/houtafval een voor de hand liggende keuze is.

In de proeffabriek wordt bij één van de stappen cellulose, $(C_6H_{10}O_5)_n$, door enzymen afgebroken.

5 Wat zijn enzymen?

6 Geef de vergelijking van deze afbraakreactie waarbij glucose ontstaat.

Glucose ondergaat fermentatie waarbij ethanol en koolstofdioxide ontstaan.

7 Geef de reactievergelijking van deze fermentatie.

8 Bereken, uitgaande van de gegevens in het artikel en de reactievergelijkingen van vraag 6 en 7, het massapercentage cellulose in het zaagsel (= droge stof).

In Norrköping draait de enige commerciële ethanolfabriek in Zweden. In het artikel staan twee getallen die iets zeggen over de productie in die fabriek.

9 Wat klopt er niet aan die getallen?

10 Leg uit wat er bedoeld zal zijn.

Het gehele proces van zaagsel tot ethanol kun je in een blokschema weergeven.

11 Geef het blokschema van zaagsel tot ethanol.

Zweedse benzine (antwoorden)

1 E85 is een autobrandstof die 85% biobrandstof bevat

2 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$.

3 E85 heeft een hoger octaangehalte en presteert daardoor beter. N.b. Octaangehalte is een citaat van Lindstedt. Dit moet echter zijn octaangetal (een maat voor de prestatie die de benzine levert)

4 In Zweden is de houtindustrie een heel belangrijke en grote industrietak.

5 Enzymen zijn biokatalysatoren.

6 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n \text{H}_2\text{O} \rightarrow n \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

7 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$.

8 Per 100 kg droge stof ontstaat maximaal 25 kg ethanol. $25 \text{ kg ethanol} \equiv 25/46,07 = 0,543 \text{ kmol ethanol}$, dus $0,271 \text{ kmol glucose}$. Dit is ontstaan uit $0,271/n \text{ kmol cellulose} \equiv \frac{0,271}{n} \times n \times 162,1 = 44 \text{ kg cellulose}$. Efficiency is 75%, dus $100\% = 59 \text{ kg}$. Massapercentage = $59/100 \times 100 = 59\%$.

9 Er staat: produceert ongeveer 15000 kubieke meter ethanol per dag, ofwel 40000 liter per dag. Twee heel verschillende getallen die iets zeggen over de dagproductie.

10 Men zal bedoeld hebben 15000 kubieke meter per jaar want dan kom je per dag uit op 41 kubieke meter.

11

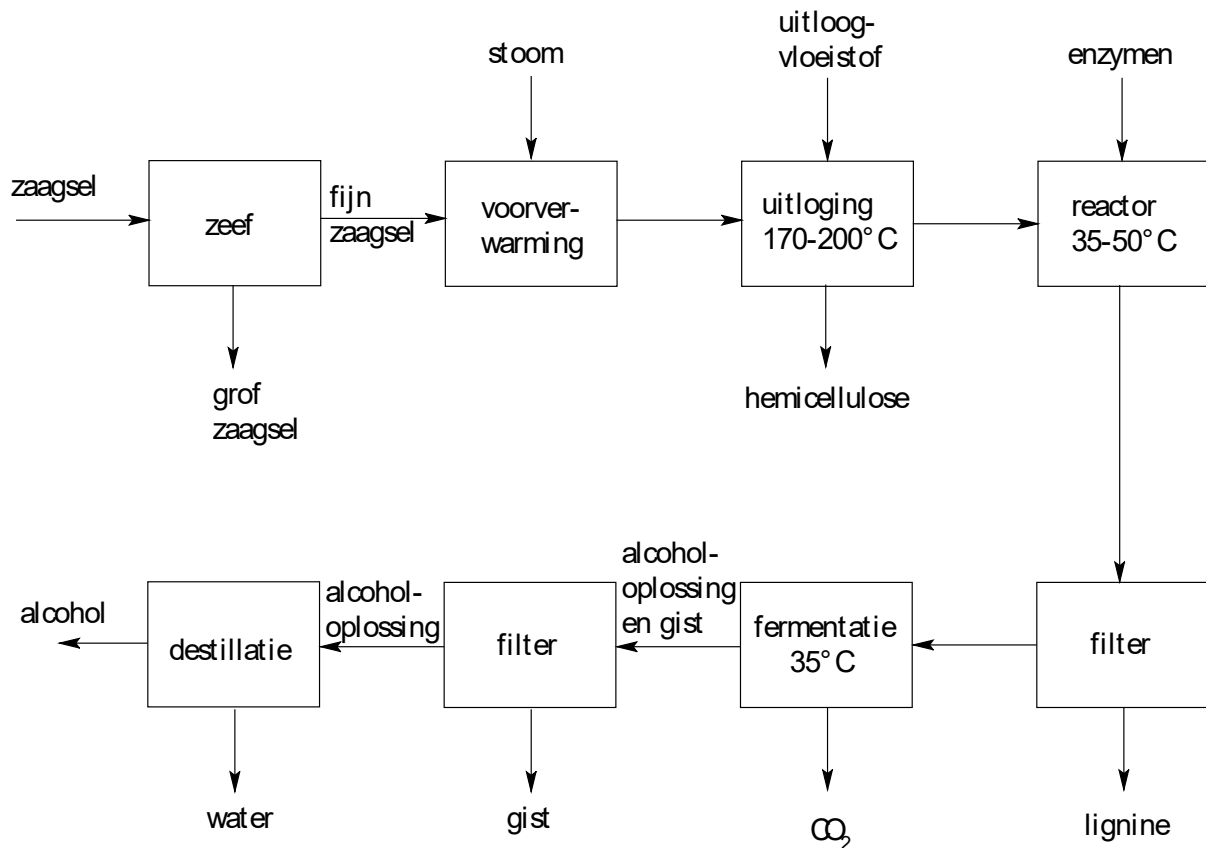


Fig 48A3601

Geurvreter

Als je knoflook hebt gegeten, wordt aangeraden om de geur met verse peterselie te bestrijden. Hoe kan het dat de stank dan verdwijnt?

Peter Kloosterman, Utrecht

■ 'Voor de geur in knoflook is een zwavelverbinding verantwoordelijk, het zogeheten allicin', schrijft P. Boersma (Rotterdam). 'Er zijn twee strategieën om de allicin onschadelijk te maken. Je kunt het vóór consumptie verwijderen, bijvoorbeeld door de knoflook in olie in te leggen. De allicin trekt dan in het vet. De knoflook wordt daardoor ook milder', schrijft hij. De andere strategie: de gevolgen bestrijden. 'Je kunt allicin ook binden met de vluchtige oliën uit een aantal verse kruiden. Dat gaat bijvoorbeeld goed met tijm, rozemarijn en peterselie. Ook het chlorofyl, met name uit peterselie, bindt de allicin.'

Ook andere voedingmiddelen kunnen ingezet worden in de stankbestrijding.

'In Spanje eet men tegen de knoflooklucht een paar kruidnagelen. Andere tegengiften: een appel, een glas melk, honing of een paar glazen rode wijn', aldus Boersma.

Knagende vragen

1 Hoe heet de stof die de (kenmerkende) geur van knoflook veroorzaakt?

De knagende vraag van Peter Kloosterman wordt beantwoord door P. Boersma.

2 Welke twee strategieën noemt zij/hij om "de allicin onschadelijk te maken" (de stank te laten verdwijnen)?

De eerste strategie wordt toegelicht met: "... door de knoflook in olie te leggen. De allicin trekt dan in het vet."

3 Welke eigenschap heeft allicin kennelijk?

4 Hoe noem je deze werkwijze?

5 Leg uit of het chemisch gezien correct is om de woorden olie en vet in één (knoflook)adem te noemen?

Bij de tweede strategie worden o.a. verse kruiden genoemd.

6 Welke stoffen uit deze kruiden blijken allicin te binden?

Je bent nieuwsgierig geworden wat voor soort stof allicin is en wilt er meer over weten.

Bij je leraar / TOA zie je het "Handbook of Chemistry and Physics" staan.

7 Zoek in dat boek de tabel "Physical constants of Organic Compounds" en noteer wat er voor allicin vermeld wordt onder "No" en onder "Synonyms and Formula".

8 Heeft Boersma gelijk dat allicin een zwavelverbinding is?

In de tabel "Physical Constants ..." staan onder "Solubility" gegevens over de oplosbaarheid van allicin in enkele stoffen.

9 Zoek op (aan het begin van de tabel) wat de afkortingen betekenen en noteer de stoffen waarin allicin wel/niet goed oplost.

10 Kun je hieruit afleiden dat allicin goed oplost in olie? Licht je antwoord toe.

Voor de "stankbestrijding" kan o.a. rode wijn worden gebruikt.

11 Leg uit waardoor dit kan.

Aan het eind van de (zéér lange) tabel kun je structuurformules opzoeken m.b.v. het nummer van de stof. Dat nummer heb je al bij vraag 7 genoteerd.

12 Schrijf de formule op die je vindt bij het nummer van allicin.

De structuurformule van allicin is als volgt

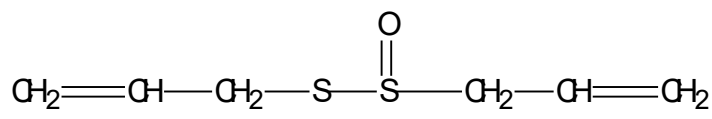


Fig 48O3801

13 Neem de structuurformule over en verklaar aan de hand hiervan de systematische naam van allicin.

14 Welk deel / welke delen van het allicin-molekuul bevorderen de oplosbaarheid in water of werken deze tegen? Waardoor?

Geurvreter (antwoorden)

1 Allicin.

2 1^e Vóór de consumptie de allicin uit de knoflook verwijderen. 2^e Na de consumptie de gevolgen bestrijden.

3 Allicin is kennelijk oplosbaar in olie/vet.

4 Extractie.

5 Ja. Chemisch zijn olie en vet overeenkomstig: het zijn beide triglycerides. Fysisch is er verschil: bij kamertemperatuur is olie vloeibaar, vet is dan vast.

6 Vluchtige oliën, uit tijm, rozemarijn en peterselie. Chlorofyl, met name uit peterselie.

7 No: a 777 (dit nummer is voor elke editie anders); S-oxo-diallyldisulfide.

8 Ja. De naam bevat "sulfide", dus het is een verbinding die zwavel bevat.

9

w water	δ	slightly (soluble) (een beetje oplosbaar)
al alcohol (ethanol)	∞	soluble in all proportions (lost op in alle verhoudingen)
eth ether (diethyl-)	∞	soluble in all proportions (lost op in alle verhoudingen)
bz benzeen	∞	soluble in all proportions (lost op in alle verhoudingen)

10 Nee, eigenlijk niet. Je ziet wel dat allicin in niet-waterige stoffen beter oplost dan in water. Dat maakt het wel *aannemelijk* dat allicin beter in olie zal oplossen dan in water.

11 Rode wijn bevat o.a. alcohol (ethanol).

12 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SSC}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$

13

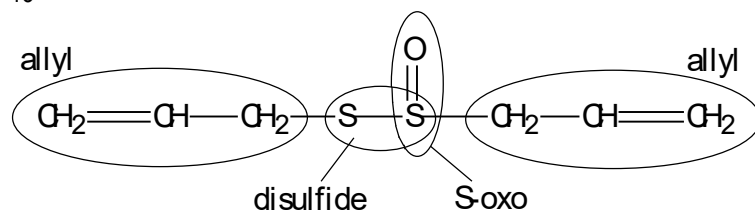


Fig 4A3801

14 - Het zuurstofatoom kan met een watermolecuul een waterstofbrug vormen.

- De beide koolstof-waterstof-groepen (deze heten allylgroepen) stoten watermoleculen af.