

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 12

mei 1993

Bestelnummer: 2.453.12

© 1993 Katholiek Pedagogisch Centrum, 's-Hertogenbosch

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Katholiek Pedagogisch Centrum.

Docenten mogen materiaal uit deze uitgave zonder voorafgaande toestemming vermenigvuldigen, echter uitsluitend voor gebruik zonder winstoogmerk binnen de school waaraan zij verbonden zijn en voor toepassing binnen hun eigen onderwijs.

VOORWOORD

Voor U ligt al weer het twaalfde nummer van Chemie Aktueel.

Een beetje trots kan ik U melden dat er sinds begin februari meer dan 600 abonnees staan geregistreerd.

Voor dit nummer was er een groot aanbod van goede opgaven. De afspraak met het KPC is dat er per nummer maximaal veertien grote en acht kort-kort opgaven mogen worden opgenomen. Dit keer had de redactie dan ook een luxe-probleem. Een aantal opgaven wordt dan ook doorgeschoven naar nummer dertien.

Misschien is U opgevallen dat in het vorige nummer er voor het eerst tekeningen in stonden die met een tekenprogramma gemaakt zijn. Ook in dit nummer een aantal mooie plaatjes. Een deel van de tekeningen is van de hand van Hans Moréllis. Tijdens de Woudschotenconferentie (najaar 1992) heeft de redactie een diskette met structuurformules in Draw Perfect bij hem gekocht. Hans heeft de redactie toen toestemming gegeven om de structuurformules voor Chemie Aktueel te gebruiken. Hans nogmaals onze dank hiervoor. Het andere deel van de tekeningen stamt van Toon de Valk. Hij heeft er erg veel plezier in om de ontbrekende tekeningen in Draw Perfect te maken. Chemie Aktueel komt er daardoor weer een stukje mooier uit te zien.

Chemie Aktueel op diskette: de redactie heeft contact gezocht met Chemmic om te onderzoeken of het mogelijk is de teksten van de opgaven in WP 5.1 uit te brengen. Ik kan U vertellen dat de eerste gesprekken hoopvol verlopen zijn. U hoort er in de toekomst wel meer over.

In dit nummer weer een grote variëteit aan opgaven. Bij de uitwerking van de enquête heeft de redactie aangegeven te proberen per nummer één practicumopdracht op te nemen en een open oog te hebben voor opgaven die gebruikt kunnen worden in het bavoprogramma. Twee opdrachten waarin praktisch werk aan bod komt, een practicumopdracht 'zure grond, hoe meet je dat?' en een demonstratieproef 'van papier naar ethanol'. De opgave met als titel 'theelichtje' lijkt ons geschikt voor gebruik bij het bavo domein 'verbranden en verwarmen'. De vaardigheden die in deze opdracht aanbod komen zijn 'uit gegevens informatie selecteren', 'in een keuze-situatie een beargumenteerde mening weergeven' en 'een experiment voorbereiden'.

Ook stripverhalen kunnen aanleiding geven tot het maken van een opgave. In dit nummer staat een opgave die gemaakt is aan de hand van de Suske en Wiske strip 'de ruige regen'. De redactie is de Standaard Uitgeverij te Brussel zeer erkentelijk voor de toestemming tot overname van de tekeningen.

Veel plezier met dit nummer van Chemie Aktueel!

Miek Scheffers-Sap

TIJDSCHRIFT VOOR SCHEIKUNDEONDERWIJS

NUMMER 12

MEI 1993

Hoofredacteur:	Miek Scheffers-Sap, Toon de Valk
Redacteuren:	Godfried Ossenkoppele, Pieter Das, Til Woudenberg
Correspondent:	Ton van Berkel, Berni Vervoordeldonk
Administratie:	KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch
Correspondentie:	Miek Scheffers-Sap, de Moeshof 9, 5258 ER Berlicum

U kunt zich abonneren voor 1992-1993 bij het KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch (bestelnummer 2.453.00). Abonnees krijgen een factuur toegestuurd. Een jaarabonnement (drie nummers in oktober, januari en mei) kost f 10,00. Abonnementen worden stilzwijgend verlengd, tenzij schriftelijk opgezegd, bij het KPC, Informatiedienst, vóór 1 juli van de lopende jaargang.

Nummer Sluitingsdatum voor toezenden artikelen en opgaven

13	1 juni 1993
14	1 oktober 1993
15	1 februari 1994

Chemie Aktueel is een tijdschrift voor het scheikunde-onderwijs dat gebruik maakt van krante-artikelen, tijdschriftartikelen, folders en dergelijke. Bij dat materiaal zijn opdrachten gemaakt, soms ook practica.

De opdrachten zijn bestemd voor onderbouw of bovenbouw mavo/havo/vwo. Bij het maken van de opgaven wordt vooral ook gelet op positief nieuws uit de scheikundehoek, al zullen rampen niet ongemerkt aan het tijdschrift voorbij kunnen gaan.

Per nummer probeert de redactie zo gevarieerd mogelijk alle leerstofcategorieën en leerjaren aan bod te laten komen.

Voor *natuurkunde* bestaat een overeenkomstige uitgave. Informatie hierover kunt u verkrijgen bij:

Afdeling Didactiek Natuurkunde
Katholieke Universiteit
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
Telefoon 080-652819 (van 9.00 - 12.00 uur)

INHOUD

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	SPANNINGSVERSCHIL EN DE WAS		4
5 HV	biochemie	aminozuren	
	SUIKERVERVANGERS		6
3MHV	tekstbegrip	zoetstoffen	
	VAN PAPIER NAAR ETHANOL		8
5HV, 6V	biochemie	practicum, redoxreacties	
	VEILIGE BUTAANPIJP		10
4HV	organische chemie	alkanen, alkenen kraken	
	GROTE KUNSTDIAMANT		12
4MHV,	berekeningen	reactievergelijking	
5/6V	chemische binding	enthalpieberekening	
	SCHUIMAARDE SCHONER DAN GROND		14
3MHV	stofeigenschappen	symbolen elementen, berekening	
	AARDGAS VOOR TREINEN EN BUSSEN		16
3/4 MHV	formuletaal	gassen, verbranding	
	BENZINE UIT KUNSTSTOF-AFVAL		18
4/5 HV	polymeren	recycling, eigenschappen processchema	
	MEER FENOL		21
5/6 V	organisch, industriële chemie	naamgeving, destillatie, berekening	
	ZURE GROND: HOE MEET JE DAT?		24
4/5 HV	zuur - base proeven uitvoeren	zuurgraad grond, practicum	
	SPOELVLOEISTOF UIT GIER		27
5 HV	biochemie, milieu	scheidingsmethoden, reactievergelijkingen	
	AARDGAS IN DE AUTO		30
3 MHV	verbranding, berekening	stofeigenschappen, eenheden	
	ZEVEN TON OM NEDERLAND OP TE HEFFEN		32
4 HV	berekening	zuur - base reactie	
	THEELICHTJE		35
3 MHV	bavo	informatie selecteren, mening	

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	DE RUIGE REGEN		38
3 MHV	verbranding	strip Suske en Wiske, explosie, destillatie, katalysator, milieu	
	KORT KORT KORT		
	SOLDEER		44
3 MHV	stofeigenschappen	legeringen	
	SCHONERE ETHEENPRODUKTIE		45
4/5 HV	organische chemie	dehydrogenering polymerisatie	
	BACTERIËN HOUDEN SALADES BETER GOED		46
3 MHV	tekstbegrip, stofeigenschappen	chemische reactie conservering	
	BACTERIËN ETEN METALEN		47
5 HV	redoxreacties	blokschema, halfreacties	
	AFNAME KWIKPROBLEEM IN LANDBOUW		49
3 MHV	stofeigenschappen	element, legering	
	BIOSENSOR		50
5/6 V	redoxreacties	halfreactie, pH-verandering	
	TREINEN RIJDEN OP METHAAN		51
3 MHV	verbranding	produkten, onvolledige verbranding	
	DOCENTENHANDLEIDING		53

Wassen van kleding moet als resultaat opleveren dat alle vlekken verwijderd zijn. In dit artikel wordt de werking van enzymen in wasmiddelen besproken. Enzymen zijn eiwitten, dus opgebouwd uit aminozuren.

1 Wat zijn de kenmerkende groepen van een aminozuur?

Neem als voorbeeld van een aminozuur glycine (zie Binas-boek tabel 67c). Glycine kan als zuur maar ook als base reageren.

2a Geef in een reactievergelijking met structuurformules weer hoe glycine als base reageert met water.

2b Geef in een reactievergelijking met structuurformules weer hoe glycine als zuur reageert met water.

Volgens de onderzoeker, drs. S. Duinhoven, kan door verandering van de zuurgraad de lading van een aminozuur veranderen.

3 Leg uit of de lading van een aminozuur bij lagere pH meer positief of juist meer negatief wordt.

Een eiwit is opgebouwd uit aminozuren.

4a Geef de formule van de kenmerkende binding tussen aminozuren in een eiwit.

4b Geef de naam van deze binding.

Enzymen helpen dus bij het wassen. Vooral spijsverteringsenzymen blijken zeer actief te zijn.

5 Leg uit waarom juist spijsverteringsenzymen helpen bij het wassen.

Voor een goede werkzaamheid moeten enzymen zich hechten aan de vlek.

6 Beschrijf welke twee effecten volgens Duinhoven een rol spelen bij de hechting.

Er zijn natuurlijk ook vlekken die door spijsverteringsenzymen niet versneld worden verwijderd.

7a Bedenk zo'n soort vlek. Licht je keuze toe.

7b Hoe zou je zo'n vlek dan verwijderen?

SUIKERVERVANGERS

Helmonds Dagblad, 11 september 1992

Anderhalf miljoen Nederlanders gebruiken suikervervanger

'Zoetstof is geen straf meer'

Anderhalf miljoen landgenoten gebruiken frequent suikervervangers. Allemaal diabetici? Welnee. Zelfs de top-gastronomie experimenteert met zoetstof. Het is net zo lekker als suiker, mits op de juiste wijze verwerkt. Je wordt er minder dik van, terwijl het beter is voor je tanden. Marktleider Natrena gooit de komende winter de zoete knuppel in het hoenderhok. Suiker is uit.

Calorieën

Lagrouw: „De consument weet nog steeds niet wat hij van zoetstof moet denken. Zoetjes en vloeibare suikervervanger bevatten helemaal geen calorieën. Een halve gram kristalpoeder (even veel zoetkracht als een zakje suiker van vijf gram) bevat twee calorieën. Ter vergelijking: een zakje suiker is goed voor 20 calorieën. Blinde smaaktesten wijzen uit dat ervaren proevers geen onderscheid kunnen vinden tussen suiker en vervangers.”

De leestekst gaat over mensen die een 'suikervervanger' gebruiken.

- 1 Wat is een suikervervanger?
- 2 Wat zijn diabetici?

In de leestekst is er sprake van drie soorten suikervervangers, twee zonder calorieën (1 en 2) en één met calorieën (3).

- 3a Vul in de tabel de drie suikervervangers in (eerst de twee suikervervangers zonder calorieën bij 1 en 2, dan de suikervervanger met calorieën bij 3).
- 3b Maak de tabel af (met + en -).

In de tekst staat dat een zakje suiker goed is voor 20 calorieën.

- 4 Bereken hoeveel gram van suikervervanger 3 (dat is degene *met* calorieën) je moet eten om datzelfde aantal calorieën binnen te krijgen.

Jack en Jacomien willen hun thee precies even zoet maken. Jack gebruikt suikervervanger 3 en Jacomien gewone suiker.

- 5 Wie krijgt de meeste calorieën binnen? Leg je antwoord uit.

Suikervervanger	Vaste vorm	Korrels	Poe-der	Vloei-bare vorm	Kris-tallen	Met calo-rieën
1						
2						
3						

VAN PAPIER NAAR ETHANOL

Chemisch Weekblad 88(44), 358, 1992

ETHANOL UIT PAPIER

Met oud papier is meer mogelijk dan recycling. Een joint-venture van de Amerikaanse firma's Bionol Corporation en BioEnergy International wil uit papierafval ethanol halen. Via een hydrolyse-proces worden eerst de suikers uit het papier geïsoleerd, waarna genetisch gemodificeerde *Klebsiella oxytoca* bacteriën de suikers omzetten in ethanol. De joint-venture gaat een fabriek bouwen met een capaciteit van zo'n 40 miljoen liter ethanol per jaar. (Chemical Engineering, vol 99, oct '92, blz 25)

Proef A Van papier naar glucose

Demonstratie

Versnipper 0,25 g filtreerpapier. Breng de snippertjes in een mortier. Voeg 5 ml geconcentreerd zwavelzuur toe. Wrijf de snippers met de vijzel totdat de snippers zijn opgelost. De kleur van de oplossing is heel lichtgeel. Breng de oplossing met ongeveer 20 ml water over in een rondbodemkolf van 500 ml. Voeg glaspapels of kooksteentjes toe. Plaats op de rondbodemkolf een refluxkoeler. Verwarm de inhoud van de rondbodemkolf met een brander of een verwarmingsmantel. Laat de oplossing gedurende een half uur rustig koken. Laat de oplossing afkoelen tot kamertemperatuur. Breng de inhoud over in een bekerglas van 250 ml.

Voeg zoveel 2 M natronloog toe totdat de oplossing neutraal is (pH=7). Controleer dit met pH papier.

Met glucosestrookjes (bijvoorbeeld clinistix) kan de ontstane glucose worden aangetoond.

Vragen

Papier bestaat voor een groot deel uit cellulose.

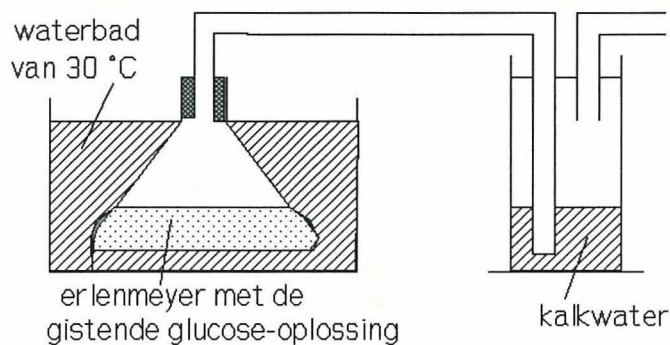
- 1 Teken een stukje van de structuur van cellulose (minstens drie eenheden).
- 2 Schrijf de vergelijking op, in bruto (molecuul)formules voor de hydrolyse van cellulose in de suiker glucose.

Proef B Van glucose naar ethanol

Demonstratie

Breng 250 ml 15 (massa)% glucose-oplossing in een erlenmeyer. Voeg een lepel-tje bakkersgist toe. Verbind de erlenmeyer met een wasflesje dat gevuld is met kalkwater.

Plaats de gistende glucose-oplossing in een waterbad van 30°C (zie figuur 1). Laat het geheel 24 uur staan.



Figuur 1

Filtreer 100 ml van de 'uitgegiste' oplossing in een rondbodemkolf.

Bouw aan de rondbodemkolf een destillatieopstelling. Voeg kooksteentjes toe en destilleer.

Onderzoek de brandbaarheid van het destillaat.

Vragen

- 3 Geef de reactievergelijking in bruto (molecuul)formules voor deze omzetting van glucose.

Gegeven is verder dat papier voor 80 massaprocent bestaat uit cellulose.

- 4 Bereken hoeveel ton papier minimaal nodig is voor de productie van 40 miljoen liter ethanol.

Butaan wordt in een 'stoomkraker' gekraakt.
De stoomkraker bestaat uit een aantal 'fornuizen'.

- 3a Wat wordt er verstaan onder 'fornuizen'?
- 3b Wat bedoelt men hier met 'kraken'?
- 3c Welke hoofdprodukten ontstaan bij dit kraakproces?
- 3d Geef van elk hoofdprodukt de structuurformule.
- 4 Geef nu voor elk hoofdprodukt de kraakreactie in structuurformules weer.
- 5 Wat is een belangrijke toepassing van beide genoemde hoofdprodukten?

Een andere grondstof voor het kraakproces is nafta. Uit de tussen haakjes staande toestandsaanduiding bij nafta is af te leiden wat de alkaansamenstelling zou kunnen zijn.

- 6a Wat is nafta?
- 6b Leg uit hoe je de alkaansamenstelling van nafta kunt afleiden uit de gegeven toestandsaanduiding.

Bij het kraakproces worden ook bijprodukten gevormd.

- 7a Welke bijprodukten worden hier genoemd?
- 7b Geef de bijbehorende structuurformules.

Van één van de bijprodukten kun je, uitgaande van de naam, meer dan één structuurformule tekenen.

- 8a Teken nog een structuurformule van dat bijprodukt.
- 8b Wat zegt dit over de gebruikte naam voor dat bijprodukt?
- 8c Waarom zou men toch deze naam gebruiken?
- 9a Is de kraakreactie gebonden aan één grondstof?
- 9b Wat is de overeenkomst in de grondstoffen?
- 9c Waar laat men de grondstofkeuze van afhangen?
- 10a Levert de kraakreactie specifiek één of twee produkten?
- 10b Hoe zou dat komen?
- 11a Over de titel: Wat is er zo veilig aan de butaanpijp?
- 11b Welke voordelen zijn er nog meer?

- 4 Maak een tekening van het diamantje op ware grootte.

Vwo

De grondstof voor de produktie van de kunstdiamant is acetyleen.

- 1a Zoek in Binas tabel 102a de systematische naam van acetyleen op. Noteer die naam.
1b Teken de structuurformule van acetyleen.

Volgens het artikel ontleedt acetyleen bij 3000°C .

- 2a Geef de ontledingsreactie van acetyleen in een vergelijking weer.
2b Laat met behulp van een entropie- en enthalpieberekening zien dat bij 3000°C de ontledingsreactie kan plaatsvinden.

Met de gegevens uit het artikel kun je de dichtheid van diamant berekenen. Neem daarbij aan dat de kunstdiamant een vierkant bovenvlak heeft.

- 3a Bereken de kleinste en de grootste inhoud van de kunstdiamant die je uit de gegevens in het artikel kunt afleiden.
3b Reken uit tussen welke grenzen de dichtheid van de kunstdiamant zich moet bevinden. Gebruik ook hiervoor een gegeven uit het artikel.
3c Vergelijk de berekende waarden voor de dichtheid met die uit Binas tabel 10a. Welke conclusie trek je?

In het artikel staat dat de dikte van de kunstdiamant een halve millimeter is. Stel, dat deze dikte ontstaan is door telkens een nieuwe laag koolstofatomen af te zetten.

- 4 Bereken hoeveel lagen koolstofatomen er afgezet zijn. Veronderstel daarbij dat de laagdikte gelijk is aan de diameter van een koolstofatoom.

1 Wat wil men met dit artikel aantonen?

In het artikel gaat het over een aantal metalen die in de bodem en in schuimaarde voorkomen.

2 Vul in de tabel het symbool van elk element in en de relatieve atoommassa.

Naam	Symbool	Atoommassa
Cadmium		
Chroom		
Koper		
Kwik		
Nikkel		
Lood		
Zink		
Arseen		

De metalen waarover het gaat in dit artikel zijn allemaal onedel.

3a Leg uit wat wordt bedoeld met 'onedel'

3b Leg uit waarom deze metalen niet als niet-ontleedbare stof in de bodem zitten maar als element in een verbinding.

Zware metalen hebben een atoommassa die groter is dan 40.

4 Hoeveel zware metalen worden genoemd in het artikel?

Zware metalen die erg slecht zijn voor de gezondheid zijn bijvoorbeeld kwik en lood.

5 Reken uit hoeveel gram lood er in 1000 kg (= 1 ton) schone grond zit en hoeveel in 1 ton schuimaarde:

lood in 1 ton schone aarde : gram

lood in 1 ton schuimaarde : gram

in schuimaarde zit : gram lood per ton minder

6 Ben je het eens met hetgeen men in dit artikel wilde aantonen? Licht je antwoord toe.

Aardgas uit vuilnisbelt levert geld op

Halverwege de jaren tachtig kelderde de aardgasprijs en daarmee verdween de animo om uit vuilnisbelten biogas te winnen. De vrijkomende gasen zijn echter slecht voor het milieu, en dit besef heeft het gebruik van stortgas nieuw leven in geblazen.

De vuilstortplaats bij Nuenen, iets ten oosten van Eindhoven, is na de VAM in Wijster, de grootste in Nederland. Op vijftig hectare wordt jaarlijks ruim 600.000 ton afval gestort, afkomstig uit zuidoost-Brabant. Vrachtwagens rijden af en aan, bulldozers egaliseren de hopen huisvuil.

Bovenop de stort baant zich een langzaam draaiende boorkop een weg door het aangestampte vuil, tot een diepte van enkele tientallen meters. Het boorgat, met een diameter van bijna een meter, vormt een onderdeel voor een afzuigsysteem waarmee biogas, dat zich in de stort vormt, wordt onttrokken.

De stortplaats is één van de vijftien vuilnisbelten waar stortgas wordt gewonnen.

Organisch materiaal — groente- en fruitafval, etensresten en dergelijke — gaat rotten. Bacteriën voeden zich er mee en breken het af. Andere bacteriën zetten de gevormde vetzuren en suikers om in biogas.

Dit stortgas is een mengsel van brandbaar methaan (bijna zestig procent, gerekend naar volume) en kooldioxydegas (ruim dertig procent). Het biogas bevat verder enkele procenten stikstof, waterdamp en zuurstof en verontreinigingen als waterstofsulfide ('rotte eieren') en gehalogeneerde koolwaterstoffen (onder meer chloorfluorkoolwaterstoffen).

Tijdens het rottingsproces neemt de temperatuur in de vuilstort toe tot 40 graden Celsius. De druk van het biogas stijgt daardoor; het baant zich een weg naar boven, door het bovenliggend vuil.

Een particulier bedrijf — Carbiogas — heeft twee jaar geleden voor ruim vijf miljoen gulden een gasreinigingsinstallatie gebouwd. Het biogas wordt daar ontdaan van waterdamp, van een deel van het kooldioxydegas (CO_2) en van sporegasen. Is het op 'aardgaskwaliteit', dan gaat het gas in het lokale aardgasnet.

Door winning van biogas is minder aardgas nodig, waardoor de uitstoot van CO_2 daalt. Stortplaatsen ademen voortdurend methaan uit, een gas dat in de atmosfeer net als kooldioxydegas, warmtestraling van de aarde tegenhoudt, zelfs aanzienlijk meer (een factor dertig) dan CO_2 .

Dit broeikaseffect kan de komende decennia een klimaatverandering veroorzaken. Winning van stortgas kan de emissie van methaan met tientallen procenten reduceren. Ook kooldioxydegas kan uit het biogas worden gehaald. In Nederland wordt dat echter nog nergens gedaan. Wel heeft de VAM voor Wijster een plan opgesteld om CO_2 in vloeibare vorm af te scheiden en te verkopen.

Door de scheiding van afval thuis komt steeds minder vergistbaar afval (het gft-deel: groente-, fruit- en tuinafval) op de stortplaats terecht. De vorming van biogas zal de komende jaren dus afnemen. Het bacteriële proces begint binnen een jaar na het storten. De helft van het organische afval is al na vijf tot tien jaar omgezet. Hoe eerder de winning begint, des te minder biogas nutteloos verloren gaat.

1 Geef de formules van de gassen in stortgas.

Een aantal van deze gassen is slecht voor het milieu.

2 Geef de namen van die gassen.

3 Welke vervelende eigenschap heeft waterstofsulfide?

Koolstofdioxide kan worden verwijderd door het door kalkwater te leiden.

4 Geef de vergelijking van deze reactie (met fase-aanduidingen).

5 Leg uit waarom men koolstofdioxide, waterdampen en sporegassen uit het biogas haalt.

6 Leg in het kort uit wat de gevolgen zijn van het broeikaseffect.

7 Geef de naam van het gas dat nog veel erger is voor het broeikaseffect dan koolstofdioxide.

8 Leg uit waarom er in de komende jaren veel minder biogas gevormd zal worden.

BENZINE UIT KUNSTSTOF-AFVAL

In het artikel *Benzine uit kunststof-afval* uit het Helmonds Dagblad van 3 november 1992 worden verschillende methoden beschreven om plastic(s) te recyclen. Aan het eind van het artikel kun je lezen dat het de bedoeling is dat er uiteindelijk wel 100.000 ton plastic per jaar gerecycled wordt. (Eén ton is 1000 kg.)

Helmonds Dagblad, 3 november 1992

DSM studeert nog; Japanners bouwen recycle-fabriek

Benzine uit kunststof-afval

(Van onze wetenschapsredactie)

GELEEN – Het chemisch concern DSM is druk doende met en studie naar chemische recycling van kunststof-afval, een proces dat op den duur moet leiden tot terugwinning van benzine, kerosine en lichte olie uit heel klein gesneden en tot ongeveer 400 graden verwarmd plastic. Volgens een woordvoerder van DSM zal het zeker nog meer dan tien jaar duren voordat er in Europa een renderende plastic-benzine-raffinaderij staat.

In Japan daarentegen is het bedrijf Fuji Recycle Industry, een goede bekende en een klant van DSM, erin geslaagd als eerste een verwerkingsinstallatie voor plastic te bouwen en in gebruik te nemen. In de fabriek levert één kilo plastic één liter brandstof op. Per jaar kan in die installatie 5000 ton polyetheen, polypropyleen en polystyreen verwerkt worden, zo meldt het Poly Technisch Weekblad deze week.

Kraakproces

Het Japanse procedé bestaat uit een combinatie van een kraakproces op warmte en een raffinage met behulp van een katalysator die chemische reacties versnelt en in de goede volgorde laat verlopen. Fuji Recycle Industry werkt al sinds 1988 aan het proces, draaide vier jaar proef met een installatie voor 500 ton per jaar en heeft de vinding nu commercieel opgeschaald tot de tienvoudige capaciteit.

Het plastic wordt eerst versnipperd tot 5 millimeter grote stukjes. Verwarming tot 300 graden maakt van het afval een rubberachtige massa en later een dikke vloeistof. In een kraakketel wordt de temperatuur dan opgevoerd tot ruim 400 graden. Het gas dat daarbij ontstaat, wordt opgevangen en met de katalysator in contact gebracht. Na koeling worden olie, water en gas van elkaar gescheiden. Het eindproduct is voor ruim 80 procent olie en 15 procent gas. Uit de olie kan weer voor 60 procent benzine, 20 procent kerosine en 20 procent lichte olie gewonnen worden.

Volgens dr. L. Struik van DSM Research in Geleen zijn er wel zeven verschillende manieren om kunststof te recyclen. Naar zijn mening heeft tot nu toe teveel de nadruk gelegen op de fysische recycling, dat wil zeggen het omvormen van bijvoorbeeld polyetheen tot nieuwe polyetheen-korrels door omsmelting.

Naast die omsmelting is het ook goed mogelijk om polyetheen te kraken tot enkelvoudige koolstof-ketens, die opnieuw in productie gebracht kunnen worden. Een andere mogelijkheid is polyetheen om te zetten in een olie- of was-achtig product, de zogenaamde back-to-fuel-route. Die route levert grondstof voor nieuwe plastics, smeerolie, bitumen of anti-biotica.

Het grote probleem bij het chemisch recyclen van kunststof is voor DSM de inzameling van het juiste kunststof-afval. Dit omdat de kunststof-technologie inmiddels voor vele honderden variaties gezorgd heeft. „Er worden nu proeven gedaan, maar het zal nog jaren duren voordat er chemische recycle-fabrieken voor 100.000 ton per jaar in werking zijn”, aldus dr. Struik.

Lees het artikel door.

Plastic(s) is een verzamelnaam voor stoffen die een aantal eigenschappen gemeenschappelijk hebben. De dichtheid van plastic(s) varieert van 0,9 tot 1,2 g/cm³. De gemiddelde dichtheid bedraagt 1,1 g/cm³.

- 1 Noem nog twee eigenschappen die plastics gemeenschappelijk hebben.
- 2a Geef de systematische naam (Binas!) van de drie in het artikel genoemde stoffen die tot de plastics gerekend worden.
- 2b Geef de repeterende eenheid van de bij 2a genoemde plastics in structuurformules.

'In de (Fuji-)fabriek levert één kilo plastic één liter brandstof op.'

- 3 Leg met een berekening uit of de dichtheid van de brandstof die uit plastic ontstaat groter of kleiner dan 1,1 g/cm³ zal zijn.
- 4 Bereken hoeveel liter brandstof de afgelopen vier jaar in de Fuji-fabriek gefabriceerd is.

PolyTechnisch Weekblad 23(44), 1, 1992

Fuji maakt pond benzine uit kilo plastic

Een ander artikel (B) over hetzelfde onderwerp heeft als titel 'Fuji maakt pond benzine uit kilo plastic'. In het artikel dat voor je ligt uit het Helmonds Dagblad (A) worden ook wat getallen genoemd.

- 5 Ga met de getallen uit artikel (A) na of de titel van artikel (B) klopt. Schrijf je berekening op.
- 6 Is het Fuji-proces chemische en/of fysische recycling? Leg je antwoord uit.

Voordat het kraakproces op gang wordt gebracht, wordt het te recyclen plastic versnipperd tot stukjes van 5 mm.

- 7 Waarom wordt het plastic eerst versnipperd?

Het kraken is een voorbeeld van een ontledingsreactie.

- 8 Leid uit de gegevens af of de plastics die gekraakt worden, wel of niet het element zuurstof bevatten.

In het artikel wordt ook een kraakproces beschreven waarbij polyetheen verdwijnt en enkelvoudige koolstof-ketens ontstaan.

- 9 Wat wordt volgens jou bedoeld met 'enkelvoudige koolstof-ketens'?
- 10 Wat betekent de uitdrukking 'back-to-fuel'?

Fuji voert een chemische recycling uit, maar volgens dr. Struik van DSM zal het nog jaren duren 'voordat er chemische recycle-fabrieken voor 100.000 ton per jaar in werking zijn'.

- 11 Hoe komt het dat het chemisch recyclen van grote hoeveelheden een probleem is?
- 12 Maak van het Fuji-recycling proces een blokschema.
- 13 Hoe wordt uit de olie benzine, kerosine en lichte olie gewonnen?

'PHEDRE' MAAKT MEER FENOL

Rhône Poulenc, oktober 1992

'PHEDRE'

maakt meer Fenol

Wijnliefhebbers kennen Roussillon. Wijnliefhebbers met een kater zullen niet weten dat de paracetamol die ze slikken, wellicht ook uit Roussillon komt - zij het een heel ander. In het plaatsje Roussillon ten zuiden van Lyon produceert Rhône-Poulenc fenol, de grondstof voor onder andere paracetamol. Afgelopen juni opende Rhône-Poulenc er een nieuwe fenolfabriek, die de produktie-capaciteit vergroot van 100.000 tot 150.000 ton fenol per jaar.

In Roussillon maakt Rhône-Poulenc fenol via 'cumeen-oxidatie', een synthese die behalve fenol ook aceton oplevert. Grondstoffen vormen benzeen en propeen, die tot cumeen reageren. Dit cumeen wordt via chemische oxidatie- en splitsingsreacties omgezet in fenol en aceton. Rhône-Poulenc kocht voor het PHE-DRE-project de synthesesitechniek van een andere fenolproducent, Allied-UOP. De fractionerings- en zuiveringstechnologie van fenol en aceton werden door eigen onderzoekers ontwikkeld.

Het grootste deel van Rhône-Poulenc's fenolproduktie is voor eigen gebruik, terwijl de aceton die bij de produktie vrijkomt in zijn geheel naar de vrije markt gaat. De fenol blijft - letterlijk en figuurlijk - dicht bij huis.

In Roussillon worden er salicylzuur, paracetamol, amino- en nitrofenolen van gemaakt. In het nabij gelegen Pont-de-Claix en Saint-Fons produceert Rhône-Poulenc bisfenol, chlorofenol en difenolen. Deze stoffen vormen op hun beurt de basis

voor ruim vijftig eigen merkprodukten, waaronder agrochemicaliën (Ronstart®, Bifenox®), analgetica (Rhodine®) en voedingsadditieven (synthetische vanille).

Als de nieuwe fabriek op volle capaciteit draait is 120.000 ton fenol voor eigen gebruik bestemd; de resterende 30.000 ton gaat naar de vrije markt. Doordat de fenolmarkt te lijden heeft van de wereldwijde recessie, is de vraag naar fenol momenteel echter laag. Net als de meeste andere West-Europese fenolfabrieken benut de fabriek in Roussillon daarom slechts driekwart van de totale capaciteit. Wanneer de markt weer aantrekt zal de fenolproduktie opgevoerd worden.

Fenol is voor de chemische industrie een belangrijke grondstof.

- 1 Noem enkele produkten waarvoor fenol de grondstof is.

Het proces waarmee fenol wordt verkregen verloopt via twee deelstappen. In de eerste stap reageren benzeen en propeen met elkaar tot cumeen, een triviale naam voor isopropylbenzeen.

- 2 Waaruit zullen de grondstoffen benzeen en propeen hoogstwaarschijnlijk gewonnen worden?
- 3 Er is naast de naam isopropylbenzeen nog een andere systematische naam mogelijk voor cumeen. Geef die naam.
- 4 Schrijf de reactie op voor de vorming van cumeen in een vergelijking met structuurformules.

In een tweede stap reageren cumeen en zuurstof met elkaar tot fenol en aceton: de zogenoemde 'cumeen-oxidatie'.

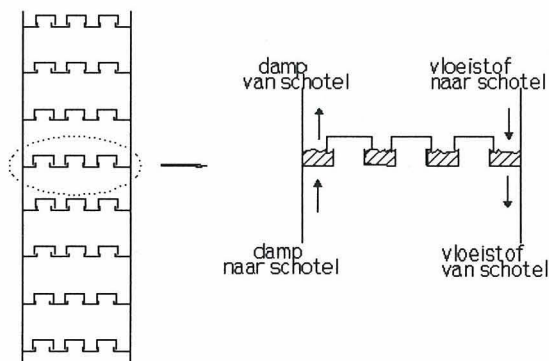
- 5 Zoek in Binas tabel 102 de systematische (rationele) namen op voor fenol en aceton. Noteer die namen.
- 6 Schrijf de reactie op voor de vorming van fenol en aceton in een vergelijking met structuurformules.

Het artikel noemt "... fractionerings- en zuiveringstechnologie van fenol en aceton ...".

Na de chemische reacties volgt eerst een fractionering, dat wil zeggen een *gefractioneerde destillatie*.

- 7a Wat is een gefractioneerde destillatie?
- 7b Zoek de kookpunten op van fenol en aceton in Binas tabel 40.
- 7c Verklaar het (grote) verschil in kookpunt met behulp van structuurverschillen tussen de beide moleculen.

De gefractioneerde destillatie wordt vaak uitgevoerd in een kolom met veel 'schotels'. Hiernaast is zo'n kolom schematisch weergegeven, samen met de damp- en vloeistofstromen rond een schotel.



- 8a Wat is een 'schotel'?
- 8b Leg uit hoe in een destillatiekolom met veel schotels aceton en fenol goed van elkaar kunnen worden gescheiden.

Na de fractionering volgt nog een zuivering.

- 9 Waarom is er nog een zuivering nodig?

Op topproductie kan de nieuwe fabriek 150.000 ton fenol per jaar produceren.

- 10 Laat via een berekening zien hoeveel ton aceton er dan ook geproduceerd wordt.
- 11 Hoeveel ton benzeen en propaan zijn er (minimaal) nodig geweest? Geef de berekening waarin dit naar voren komt.

De fabriek benut slechts driekwart van de totale capaciteit.

12a Waarom is dat?

12b Waarom is een *grotere* fabriek gebouwd dan momenteel nodig is?

ZURE GROND: HOE MEET JE DAT?

Agrarisch Dagblad, 30 oktober 1992

Verzuringsnorm 1994 niet haalbaar in De Peel

MAASTRICHT (COR) – De Peelregio haalt de verzuringsnorm 1994, van 4700 zuurequivalent per hectare, waarschijnlijk niet.

Dit concluderen Gedeputeerde Staten van Limburg in het Milieuprogramma 1993-1996. Volgens het Provinciaal Bestuur zijn technische maatregelen zoals stalaanpassing en schone mestopslag niet voldoende. "Er zullen ook structurele maatregelen moeten volgen", aldus Gedeputeerde Staten.

Samen met het Rijk stelt de provincie Limburg een Regionaal Uitvoeringsprogram-

ma voor Noordelijk Limburg op. De inkrimping van de veestapel wordt hierbij ook onderzocht. "Maar dat is een taak van het Rijk", aldus GS.

Te verwachten valt dat heel Limburg de streefnorm van 4400 zuurequivalent wel haalt. De Peelregio haalt de norm niet, volgens GS, door de grote ammoniakuitstoot. Het aandeel van ammoniak in de totale verzuring is groter dan verwacht. Volgens het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne zal ammoniak in het jaar 2000 in Noordelijk Noord Limburg nog voor 48 procent de verzuring bepalen.

Oogst, 9 februari 1993

Ammoniakuitstoot al fors omlaag

De vermindering van de ammoniakuitstoot in de landbouw met 30 procent in 1994 wordt ruimschoots gehaald; en ook de halvering van de uitstoot in 2000. Reductie tot 70% in 2000 is echter nauwelijks haalbaar. Dit blijkt uit een evaluatie-onderzoek in opdracht van de ministeries van Landbouw en Vrom.

Door Gerard Westerhof

Onderzoekers van Heide-mij en TNO gingen na of het plan van aanpak voor de ammoniakvermindering tot het gewenste resultaat leidt. Dat blijkt inderdaad voor een belangrijk deel zo te zijn. Alleen de 'inspanningsverplichting' om in het jaar 2000 de uitstoot met 70 procent terug te brengen is, volgens de on-

derzoekers, nauwelijks haalbaar; zelfs niet als het stikstofgehalte in het voer maximaal verlaagd wordt en alle stallen emissie-arm zijn uitgevoerd.

Regionaal zullen in bepaalde gebieden ook in 2000 de ammoniakuitstoot en de neerslag aanzienlijk hoger zijn dan het gemiddelde van 500 mol H⁺ per ha. Dat

geldt voor Oost-Overijssel, de Achterhoek, Midden-Gelderland, De Peel, de Kempen en de noordelijke Maasvallei.

Zure grond: hoe meet je dat?

Als grond te zuur is, dan zijn er teveel H^+ deeltjes gebonden aan gronddeeltjes. Om de pH te kunnen meten zullen die gebonden H^+ deeltjes vrijgemaakt moeten worden.

Daarvoor schudden we de grond met een KCl-oplossing waarbij ionenuitwisseling plaatsvindt en de H^+ deeltjes in oplossing komen.

Je onderzoekt gedroogde potgrond. Bij alle proeven duurt het een tijdje voordat zich een (nieuw) evenwicht in heeft gesteld. Je moet daarom steeds een aantal minuten meten totdat de meetwaarde niet meer verandert.

Proef 1 Hoe zuur is de grond?

Zeef de gedroogde potgrond door een brandergaasje. Weeg 5 gram gedroogde en gezeefde potgrond af in een bekersglas van 150 ml.

Voeg 75 ml 1 M KCl-oplossing toe en meng de inhoud gedurende ongeveer 10 minuten goed met behulp van een magnetische roerder.

Meet dan met behulp van een pH-meter de pH van het mengsel in het bekersglas.

Waarneming: pH =

- 1 Geef de vergelijking van de ionenuitwisselingsreactie.
- 2 Bereken het aantal gram gebonden H^+ deeltjes in de 5 gram grond.

Proef 2 Is de grond een goede buffer?

Goede grond werkt als een buffer: bij toevoeging van een weinig zuur zal de pH niet veel veranderen.

Om de bufferende werking van de potgrond te bepalen voegen we 10 ml 0,1 M HCl-oplossing toe aan het mengsel van proef 1 en meten tijdens constant roeren de pH van de vloeistof elke minuut gedurende 10 minuten:

Waarnemingen:

Tijd na toevoegen (in minuten)	pH
0	(voor toevoeging zuur)
0	(na toevoeging zuur)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- 3 Maak van de waarnemingen een grafiek waarbij de pH op de verticale as en de tijd op de horizontale as staat.
- 4 Licht de bufferende werking van de grond toe.

Proef 3 Kan de grond tegen zure regen?

Om grond te beschermen tegen de zure regen wordt er vaak kalk op de grond gestrooid. We zullen dit proces eens nabootsen:

voeg 1,0 g CaCO_3 toe aan de inhoud van het bekeerglas van proef 2. Meng de inhoud goed (roeren) en meet na ongeveer 10 minuten de pH.

Waarneming: pH =

5 Leg uit waarom de pH van de vloeistof gestegen is.

Proef 4 Verandert kalk de bufferende werking van grond?

Om na te gaan of door toevoeging van de kalk de bufferende werking veranderd is, voegen we 50 ml 0,1 M HCl-oplossing toe aan de inhoud van het bekeerglas van proef 3 en meten onder constant roeren de pH van de vloeistof elke minuut gedurende 10 minuten.

Tijd na toevoegen (in minuten)	pH
0	(voor toevoeging zuur) (na toevoeging zuur)
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

- 6 Maak van de meetwaarden een grafiek waarbij de pH op de verticale as en de tijd op de horizontale as staat.
- 7 Geef de vergelijking van de reactie die opgetreden is na toevoeging van de 50 ml zoutzuur.
- 8 Licht de veranderde bufferende werking van deze grond toe.

FARMEX MAAKT SPOELVLOEISTOF UIT GIER

In Nederland is veel veeteelt. Het vee produceert veel mest en ook veel urine (gier). Daaruit komt ammoniak draagt bij aan de verzuring van het milieu.

Oogst, 25 september 1992

Dikke mest apart de stal uit

FARMEX MAAKT SPOELVLOEISTOF UIT GIER

Drie jaar lang lag het milieuvriendelijke stalconcept van Farmex op de tekentafel. Na langdurig overleg met subsidieverleners en onderzoeksinstituten kan de bouw van de eerste twee stallen dit najaar eindelijk worden voltooid. Door gescheiden afvoer van mest en urine in combinatie met schuiven en spoelen zal de ammoniakuitstoot uit de stal met zo'n 80 procent dalen. Metingen van het Imag tijdens het komende stalseizoen moeten deze verwachting nog bevestigen.

Door Johan Boonen

Gezond verstand en een beetje scheikunde. Dat zijn volgens ir. G van der Heide, adjunct-directeur van Farmex, de ingrediënten voor een milieuvriendelijke rundveestal.

Het concept van Farmex is gebaseerd op het gescheiden afvoeren van vaste mest en gier.

Het concept van Farmex is gebaseerd op het gescheiden afvoeren van vaste mest en gier uit de stal. „In vaste mest zit het enzym urease. Dat zet het ureum in de urine pijlsnel om in ammoniak”, doceert Van der Heide. „Om uitstoot van ammoniak te voorkomen, moet je contact tussen die twee dus zoveel mogelijk vermijden.”

- 1 Waarom moet dat volgens de heer Van der Heide plaatsvinden?
- 2a Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als gescheiden afvoer *niet* plaatsvindt. Gegeven: ureum heeft formule $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.
- 2b Wat is daarbij de functie van het enzym urease? Hoe kun je dat uit het artikel afleiden?

De gier wordt buiten de stal (zie tekening) opgevangen in een bezinkbak.

Urine stroomt direct weg

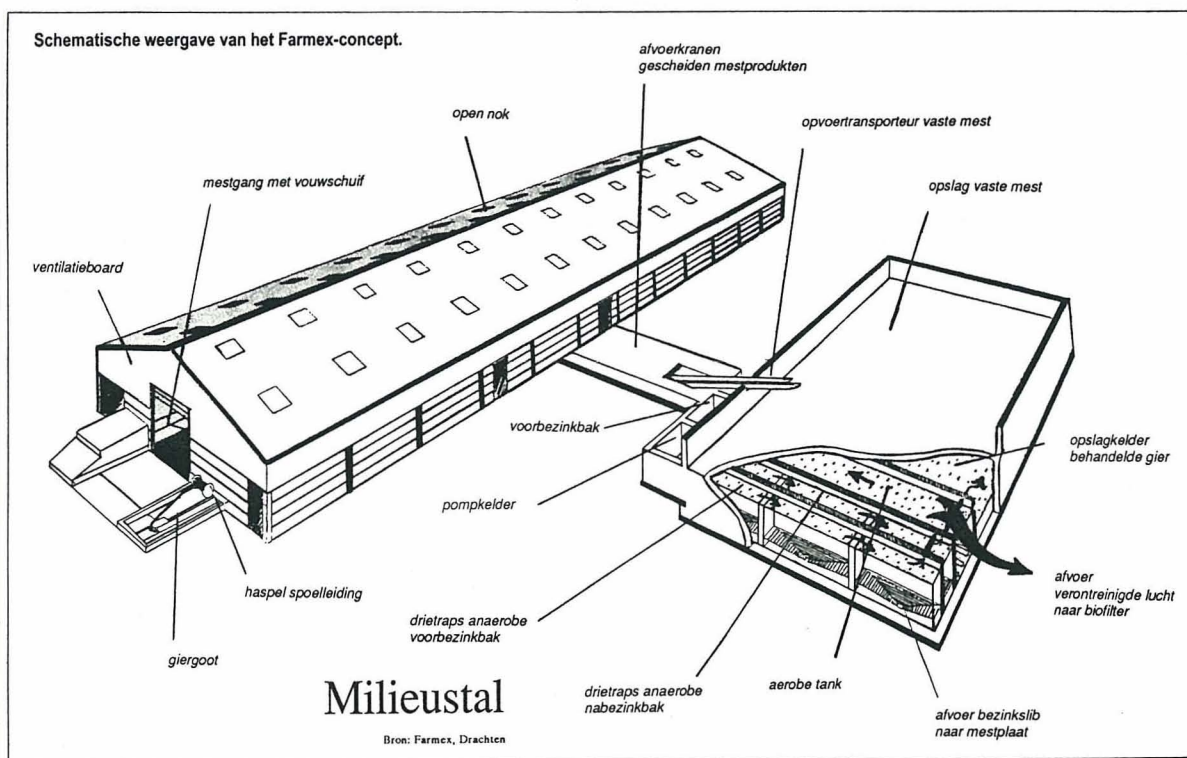
De urine in de milieuvriendelijke ligboxenstal van Farmex stroomt direct weg via een centrale giergoot in de hellende, dichte vloer.

Een speciale toplaag moet dit proces nog versnellen. De dichte vloer moet echter ook voldoende stroef zijn om uitglijden van de dieren te voorkomen. „Dat is nog een punt van zorg”, erkent Van der Heide. Daarom zullen in beide stallen verschillende soorten toplagen worden beproefd.

De gier wordt buiten de stal opgevangen in een bezinkbak. Vaste mestresten in de gier zakken in de bezinkput naar beneden en kunnen worden afgepompt. Vanuit deze bezinkbak wordt de gier overgepompt naar een tweede bezinkbak waarin geen zuurstof aanwezig is. Hier verdwijnt een groot deel van de koolstof die nog in de gier zit. Om de volgende

stappen probleemloos te laten verlopen, is het belangrijk dat de gier geen koolstof meer bevat. Vervolgens komt de vloeistof in een beluchtingstank terecht. Een compressor blaast onafgebroken lucht in de vloeistof, waardoor ammoniak wordt omgezet en nitraat, en koolstofdioxide ontstaat. Onder invloed van dit proces daalt de zuurgraad van de vloeistof licht. Deze vloeistof is geschikt als spoelvloeistof. Het bereiden van de spoelvloeistof kan met stank gepaard gaan. Daarom wordt de lucht boven de bezinkbakken afgezogen en door een biofilter geleid.

De behandelde gier wordt gedeeltelijk hergebruikt als spoelvloeistof, de rest komt in een grote opslagkelder. Bij het uitrijden van deze gier is injectie overbodig, er zit immers geen ammoniak meer in.



- 3a Wat is de functie van de bezinkbak?
3b Op welk principe berust de werking van de bezinkbak?

In een tweede bezinktank vindt anaërobe zuivering plaats waarbij volgens het artikel een groot deel van de koolstof als gas verdwijnt. Dit proces valt te vergelijken met de vorming van moerasgas/biogas.

- 4 Wat betekent anaëroob?
5 Gaat het in de gier om de stof koolstof of het element koolstof?
6a Welk gas, met koolstof als een van de elementen, ontstaat er?
6b Hoe zou je dit gas kunnen (her)gebruiken? Licht toe.

Vervolgens vindt in een derde stap aërobe zuivering plaats waarbij onder andere ammoniak wordt omgezet in nitraat. Aan de hand van de formules van ammoniak en nitraat kun je afleiden dat het proces aëroob moet plaatsvinden.

- 7 Leg uit dat je dat met behulp van de twee formules kunt verklaren.
8 Geef de reactievergelijking van de aërobe omzetting van ammoniak in nitraat, waterstofionen en water.

Na de aërobe zuivering is de zuurgraad licht gedaald.

- 9a Licht toe dat de pH daalt bij de aërobe zuivering.
9b Wat kun je afleiden uit het feit dat de zuurgraad slechts *licht* gedaald is?

Als je alleen ammoniak en lucht bij elkaar brengt, vindt bovenstaande reactie niet plaats.

- 10 Waarom kan de reactie dan wel in gier plaatsvinden?

In het artikel staat dat de gier vòòr de aërobe zuivering geen koolstof meer mag bevatten. Uit het artikel is af te leiden dat er toch nog koolstof in de gier aanwezig is.

- 11 Uit welk gegeven in het artikel is dit af te leiden?

Om uit de lucht boven de bezinkbakken de eventueel aanwezige ammoniak te verwijderen, wordt die lucht afgezogen en door een biofilter geleid.

- 12a Wat zal er in de biofilter moeten gebeuren?
12b Waarom noemen ze zo'n filter een *bio*-filter?
12c Welke produkten zullen er in het filter ontstaan?
13 Waarom kan de gier uit deze installatie zonder bezwaar worden uitgereden (= over het land verspreid)?

AARDGAS IN DE AUTO

Helmonds Dagblad, 2 oktober 1992



• Aardgas in een normale auto is al geen probleem meer. Het tanken ervan neemt echter veel tijd in beslag en kan nog maar op enkele plaatsen, zoals hier bij het energiebedrijf in Eindhoven.

Foto Van de Meulenhof

'Tanken van aardgas komt steeds dichterbij'

Door Rien van der Steen

De proefnemingen met aardgas als brandstof voor auto's breiden zich gestaag uit. In een aantal grote steden als Groningen en Utrecht rijden bussen op aardgas. Enkele energiebedrijven hebben auto's in hun wagenpark die op aardgas omgebouwd zijn. Bij voorbeeld in Eindhoven. Particulieren wagen zich er nog niet aan. De grootste belemmering vormt de mogelijkheid om aardgas te tanken. Want dat neemt vijf uur in beslag. En niemand heeft zoveel tijd.

Toch kan dat veranderen, zegt J. van Rooij van het Nuenense LPG-inbouw-bedrijf Vogels. Hij heeft zelf een auto die geschikt is om op aardgas te rijden. „Ik tank ermee aan de pomp van het Eindhovense energiebedrijf. Maar er is nu een installatie op de markt, waarmee mensen thuis hun tank vol aardgas kunnen pompen.”

Aardgas verbrandt beter dan

benzine, diesel of LPG. En is daarom milieuvriendelijker dan autobrandstof. Mits de motor uitgerust wordt met aanvullende elektronica is ombouw op aardgas geen enkel probleem, aldus Van Rooij. „Het duurste element is de gastank. Die moet bestand zijn tegen een druk van 200 Bar. LPG komt namelijk vloeibaar in de tank, aardgas moet er onder hoge druk in geperst worden. Op een kubieke meter aardgas kun je met een middelgrote auto ongeveer 20 kilometer rijden. Omgerekend is dat veel goedkoper dan LPG. In één tank kun je ongeveer acht m³ aardgas opslaan. Die hoeveelheid komt overeen met ongeveer 18 liter LPG.” Volgens Van Rooij is de Nederlandse markt door brandstofprijzen en belastingmaatregelen rijp voor de overschakeling op aardgas: „De installatie voor de auto kost ongeveer f 3.000. Een tankinstallatie vergt een investering van ca. 7.000 gulden. Voorlopig zullen het dus alleen grote bedrijven zijn die ertoe overgaan. Maar de aardgas-auto heeft meer kansen.”

In het artikel worden vier autobrandstoffen genoemd.

- 1 Neem onderstaande tabel op je blaadje over en schrijf in de eerste kolom de namen van de ontbrekende brandstoffen.

Brandstof	Gasvorm	Vloeibare vorm	Vaste vorm
1 Aardgas			
2 LPG	–	+	–
3			
4			

Van LPG wordt in het artikel gezegd dat het vloeibaar in de tank komt. In de tabel moet worden weergegeven in welke vorm de brandstoffen in de tank komen.

- 2 Vul de tabel in met + en – zoals bij LPG al gedaan is.
- 3 Heeft aardgas volgens jou een kookpunt?
Als je denkt van niet, leg dan uit waarom jij denkt van niet?
Als je denkt van wel, geef dan een schatting van de hoogte van het kookpunt.

De tank van een auto die op aardgas rijdt moet volgens het artikel bestand zijn tegen een druk van 200 bar. Misschien ken je de hier gebruikte eenheid van druk uit het weerbericht: daar wordt de druk van hoge- of lage-drukgebieden meestal uitgedrukt in millibar.

- 4a Hoeveel millibar is 200 bar?
4b Hoeveel kilobar is 200 bar?

- 5 Bereken aan de hand van gegevens uit het artikel hoeveel kilometer een middelgrote auto op een volle tank aardgas kan rijden.

Op de foto bij het artikel staat een auto afgebeeld die rijdt op aardgas. Maar in die auto past geen tank met een volume van 8 m^3 .

- 6 Leg uit hoe in de tank van die auto toch 8 m^3 aardgas kan worden opgeslagen.

Volgens het artikel komt 8 m^3 aardgas overeen met 18 liter LPG.

- 7 Bereken hoeveel keer het volume van 8 m^3 aardgas groter is dan het volume van 18 liter LPG.

Een lichtere auto verbruikt minder brandstof dan een zware. Om te bepalen hoeveel een auto met volle aardgastank zwaarder is dan een met een lege tank, wordt eerst de dichtheid van aardgas bepaald door een glazen bol met een volume van 300 ml met en zonder aardgas te wegen: met 150,25 g en zonder 150,00 g. Met deze gegevens kun je berekenen dat de massa van 1 liter aardgas 0,83 gram is.

- 8a Laat deze berekening zien.
8b Bereken hoeveel kilogram een auto met volle tank meer weegt dan een met een lege.

ZEVEN TON OM NEDERLAND OP TE HEFFEN

De Volkskrant, 2 oktober 1992

Zeven ton om Nederland op te heffen

Sommige plannen halen de krant, niet zozeer omdat ze uitvoerbaar lijken, maar omdat er een boeiend idee achter schuilgaat. In 1989 kwam prof. dr R. Schuiling van de Universiteit Utrecht in het nieuws met het idee stukken Nederland op te stuwen door zuur in de ondergrond te pompen. De achterliggende filosofie is de bescherming van het land tegen een rijzend zeeniveau.

Na de presentatie werd er jaren niets meer over gehoord, tot de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW) maandag bekend maakte het project met ruim zeven ton te subsidiëren. Hiermee kunnen geochemicus Schuiling en zijn collega-onderzoeker prof. dr J. Nieuwenhuis van de Technische Universiteit Delft drie jaar onderzoeken of het plan haalbaar is.

'Top of the bill', verzekert dr W. Boontje van STW. 'Het is een creatief plan, dat nog nooit goed is onderzocht. Zo'n idee, dat riskant, innovatief en nog toepasbaar is ook, heeft bij ons één streepje voor.' Schuiling bedacht om zuur, bijvoorbeeld afvalzuur van de industrie, in de kalksteenlagen te injecteren die op veel plaatsen diep in de ondergrond liggen. In Zuid-Limburg ligt die laag aan of net onder het oppervlak en bij de kust liggen er honderden meters andere gesteenten, zand en grind bovenop.

Het zuur reageert met kalksteen tot gips. Deze reactie behoort tot de standaardkennis van elke middelbare-schoolleerling met scheikunde in het pakket. Het bijzondere is dat het gips daarna in de bodem twee keer zo veel ruimte inneemt als het kalksteen. Het gevolg is duidelijk. Na de reactie zet de laag uit, duwt de erboven liggende lagen weg en de bodem komt omhoog.

Maar werkt het ook? De theorie is geduldig, maar de praktijk vaak weerbarstig. 'Of ik denk of het werkt, is niet relevant', zegt Boontje van STW. 'Ik vind het een boeiende gedachte.'

Waarna hij uitvoerig uitlegt hoe de stichting werkt. STW gaat niet over één nacht ijs bij het toekennen van subsidie. Nadat het projectvoorstel is ingediend, gaan vakgenoten van andere instituten kritisch kijken en formuleren ze vragen. De indieners beantwoorden die en het dossier gaat naar een jury. De leden beoordelen het project, samen met een twintigtal anderen en geven, net zoals bij het Eurovisie Songfestival, punten aan elk voorstel, zonder dat erover wordt gediscus-

sieerd. Het opheffing-project eindigde niet als eerste, maar scoorde hoog en sleepte derhalve subsidie in de wacht.

Maar zal de bodem werkelijk één millimeter omhoog komen als je op vijfhonderd meter diepte afvalzuur in de bodem perst? Bijna niemand die het zich kan voorstellen.

Schuiling heeft begrip voor de twijfel. Hij doceert: 'De tegendruk van het bovenliggende gesteente is verwaarloosbaar bij de druk die ontstaat door de reactie in het kalksteen. Dat moet u van me aannemen.' Hij is net terug van een studiereis naar De Krim en heeft daar een afvalzuurbassin van 42 vierkante kilometer bekeken. 'Daar kan ik mijn plan in de praktijk brengen. In de ondergrond zit namelijk kalksteen.'

Maar zo ver is het nog lang niet. Er zijn vragen te over. De belangrijkste is of de kalksteenlaag het zuur als een spons in zich opzuigt zodat het overal in de laag terecht komt. Het gevaar bestaat dat het zuur blijft steken bij het injectiepunt, doordat het daar gevormde gips de inlaat afsluit. Dit probleem gaan Schuiling en Nieuwenhuis met het in de wacht gesleepte geld verder bekijken.

Pas daarna is een project denkbaar. De Utrechtse hoogleraar wil in zee, vlak voor de kust, een strook van 1 bij 10 kilometer gaan optillen. Als daar de jaarproductie van al het Nederlandse afvalzuur (een miljoen kubieke meter) in wordt gepompt en het verspreidt zich, dan komt de zeebodem in het midden twee meter omhoog, heeft Schuiling berekend. De zeestromen brengen het opgetilde zand naar het strand en helpen daardoor de duinen in stand te houden. Die krijgen het zwaarder te verduren als de zeespiegelrijzing doorzet.

Een veel toegepaste manier om de duinen te beschermen is het neerleggen van extra zand in zee, op vijfhonderd meter uit de kust. Deze zandsuppletie, filosofeert Schuiling, kan misschien achterwege blijven, als de ophef-plannen haalbaar zijn en de vergunningen worden verleend om het zuur in de aardkorst te laten verdwijnen.

De Rijks Geologische Dienst (RGD) kent het plan. 'Op zichzelf is het een curieuze gedachte', zegt woordvoerder dr J. Verbeek. 'En over het in praktijk brengen hebben we onze twijfels. Het feit dat er subsidie wordt gegeven, bewijst echter dat het geen absoluut gestippelde waanzin is.'

MARC VAN DEN BROEK

In het artikel wordt gesproken over kalksteen en gips.

- 1 Zoek in Binas tabel 102 de rationele namen van deze stoffen op. Noteer de rationele namen en de formules.

Om kalksteen om te zetten in gips is niet zomaar een zuur nodig, maar een heel bepaald zuur. In het artikel wordt dit zuur 'een afvalzuur van de (chemische) industrie' genoemd.

- 2a Leg uit welk zuur nodig is om kalksteen om te zetten in gips.
- 2b Geef de vergelijking van de reactie tussen kalksteen en een oplossing van het bedoelde zuur.

Volgens het artikel is het volume van gips tweemaal zo groot als dat van kalksteen.

- 3a Zoek in Binas tabel 10 de dichtheid van kalksteen op (staat vermeld onder de naam calciet). Noteer de dichtheid.
- 3b Zoek in dezelfde tabel de dichtheid van gips op. Noteer de dichtheid.
- 3c Laat nu via een berekening zien of het volume van 1,0 kg gips inderdaad tweemaal zo groot is als het volume van 1,0 kg kalksteen.
- 4 Leg uit dat je voor een verantwoorde vergelijking niet moet kijken naar het volume per kg maar naar het volume per mol van beide stoffen.
- 5a Bereken het volume van 1,0 mol kalksteen.
- 5b Bereken het volume van 1,0 mol gips.
- 5c Laat via een berekening zien of je nu wel aan de factor 2 komt.

Stel je voor dat jij in de jury zit van de Stichting Technische Wetenschappen. Je taak is dan onder andere om prof. dr. R. Schuiling te wijzen op mogelijke complicaties van zijn plannen.

- 6 Bedenk een complicatie van het idee van prof. Schuiling die in het krante-artikel niet aan de orde komt.

In het krante-artikel wordt verteld welk probleem prof. Schuiling en prof. Nieuwenhuis met het in de wacht gesleepte geld verder gaan bekijken.

- 7a Welk probleem is dat? Beschrijf dit zo kort mogelijk.
- 7b Geef het probleem in een doorsneetekening weer. Geef daarin onder andere de kalklaag en het injectiepunt aan.

Prof. Schuiling wil zijn idee onder andere toepassen om te helpen bij het in stand houden van de duinen.

- 8a Hoe zal dat volgens het artikel moeten gaan gebeuren?
- 8b Geef dit proces in een doorsneetekening weer.

In het artikel kun je vinden hoe groot de Nederlandse jaarproductie van het al eerder genoemde afvalzuur is. Ga er in het vervolg van de opgave van uit dat er een oplossing van het zuur gebruikt wordt die 98 massaprocent van het zuur bevat (zie Binas tabel 42A).

- 9 Bereken de volumeverandering die zou optreden als deze zure oplossing in een kalksteenlaag zou worden geïnjecteerd.

Stel dat de hele strook van 1 bij 10 km (zie krante-artikel) in zijn geheel even ver omhoog komt.

- 10 Laat in een berekening zien hoeveel cm de strook dan omhoog komt.
- 11 Waar slaat volgens jou de titel van het krante-artikel op?

Het gaat niet goed met het theelichtje. De hoeksteen van het gezellige huisgezin die gewoonlijk, maar vaak ten onrechte, met 'waxinelichtje' wordt aangeduid is niet meer wat hij was. Mevrouw J.J.F. te H. zegt het zo: „Altijd begin ik mijn bridge-avondjes om zeven uur en voor de gezelligheid steek ik dan om tien voor zeven een stuk of tien waxinelichtjes aan. Vroeger brandden die nog als mijn gasten na twaalfen weggingen, maar tegenwoordig mag ik blij zijn als ze niet al om half twaalf uitgaan.”

Anderen klagen over afbrekende of omvallende lonten, halverwege gedoofde lichtjes die nooit meer aan wilden en lichtjes die niet voldoende ver opbrandden.

Kwaliteitsverlies van het waxinelichtje. Hier is behoefte aan een vergelijkend warenonderzoek — het soort onderzoek dat de Consumentenbond doet aan videorecorders, CD-installaties en autofocuscamera's maar nooit aan theelichtjes, lucifers, elastiekjes en fietsventielen.

Anoniem inkopen in gewone winkels. Bij Albert Heijn ('Waxine'), Blokker ('Florida'), V&D ('Bolsius') en de Hema ('Hema') zijn de kaarsjes te koop in verpakkingen van 7, 10 of 50 stuks. De Waxine-lichtjes van Albert Heijn worden gemaakt door Stearine Kaarsenfabriek Gouda die een licentie heeft van Verkade. Het zijn de duurste kaarsjes die per stuk 22 cent kosten. Het goedkoopst is de 50-stuks verpakking van de Hema met kaarsjes van 10,5 cent per stuk.

Het is een boeiende oefening om morfologische verschillen tussen de lichtjes op te sporen. Ze blijken krachtig gestandaardiseerd op een diameter van 39 millimeter en een hoogte van 15 à 16 millimeter. Kleur, geur en smaak zijn identiek. De gevlochten katoenen lont zit altijd los in het midden en eindigt in een metalen plaatje dat centraal is ingekocht. 'Florida' en 'Hema' hebben een erg dun lontje.

Er zijn kleine verschillen in het gewicht van de kaarsjes: 16 gram voor Bolsius, 18 gram voor Waxine en 17 voor de andere twee. Met flinke afwijkingen binnen de soort. De smelt- en

Theelichtje

stoltemperatuur van de gebruikte paraffine ligt rond de 56 graden, maar niet bij Waxine, want daar is hij 52. (Grote paraffine kaarsen smelten pas bij 58 à 59 graden).

Genoeg! De klachten. Drie lichtjes van elke soort geplaatst in een aluminium 'capsule' die Bolsius bijleverde en op het uur nul aangestoken. Wachten en kamertemperatuur gehouden. Na gemiddeld 4 uur en 32 minuten dooft Hema, zeven minuten later gevolgd door Waxine. Bolsius en Florida komen over de vijf uur heen met vier en zeven minuten. Dat brengt de verlichtingskosten op 2,3 cent per uur bij Hema en 4,8 cent per uur bij Waxine.

Alle lichtjes brandden schoon op, al zat 'het ijzertje' na afloop meestal vast in een klein restje vet. Er vielen geen lonten om, er braken geen lonten af. Een afzonderlijke test toonde aan dat de lichtjes moeiteloos opnieuw zijn aan te steken als ze al na een half uur waren uitgeblazen. En nog een keer, weer een half uur later. En nog eens.

Wat is dat dan voor gezeur? Ruggespraak met het 'Keurmerk Instituut' van de Nederlandse Vereniging van Huisvrouwen die twee theelichtjes (Hema en Florida) een 'Groenkeur' verstrekt. De belangrijkste eisen zijn dat de lichtjes vijf uur branden, 'voldoende' verwarmend vermogen bezitten voor theepot of rechaud en zeker voor 80 procent opbranden. De vijf-uren-eis is de zwaarste en kennelijk testen de Huisvrouwen andere Hema-lichtjes dan deze krant. Soit, ze zijn goedkoop genoeg.

Merken de Huisvrouwen iets van kwaliteitsverlies en schort er iets aan theelichtjes zonder keurmerk? Dat laatste hoeft niet perse, zegt de woordvoerder, want de industrie moet het keurmerk zelf aanvragen. Maar er is zeker achteruitgang in kwaliteit. „Er is een beweging van de theelichten naar de sfeerlichten.” Die beweging gaat ten koste van het verwarmend vermogen — niet alle

lichtjes zijn nog voor een rechaud geschikt. Berekening leert dat Waxine en Hema 4 gram vet per uur verbranden en de andere twee maar 3 gram. De eerste twee hebben daarmee een warmteproductie van 45 watt, de andere van 35 watt.

Zonder zijn onpartijdigheid op te geven suggereert de woordvoerder dat de theelichtjes die meubelzaak Ikea bij honderd tegelijk voor een paar gulden verkoopt op geen stukken na aan de eisen voldoen. „En er komt nogal wat spul uit het Verre Oosten op de markt.”

Waarom hebben de Waxine-lichtjes van 'Searine Kaarsenfabriek Gouda' geen Groenkeur? Omdat we ons eigen handelsmerk voldoende aanbeveling vinden, zegt de directeur. Dat de brandduur van de Waxines in de praktijk wat tegenvalt, laat Gouda koud. „Onze lichtjes zijn in de eerste plaats bedoeld voor verwarming.”

Kwaliteitsverlies bij Nederlands oudste lichtje? Ja en nee. De oorspronkelijke Waxine-lichtjes werden door Verkade gegoten uit paraffine met een smeltpunt onder de vijftig graden. De door Gouda in licentie gefabriceerde lichtjes worden uit poeder geperst. Daarbij is ook de onderkant van het lichtje een beetje veranderd, waardoor hij niet goed meer in het originele Verkade-glaasje past. In de oude glaasje vallen de lontjes soms om en branden de lichtjes niet helemaal op. In de nieuwe glaasjes is alles weer in orde.

Bij de verplaatsing van de productie van Verkade naar Gouda zijn aanloopmoeilijkheden geweest. Inderdaad zijn er enige tijd Waxine-lichtjes gemaakt die niet helemaal voldeden, maar inmiddels is het proces onder de knie. Het probleem is, zegt Gouda, dat er nog steeds van die mindere lichtjes in het kanaal zitten. Daar hebben we geen invloed op. De consument herkent het betere lichtje aan de verpakking die begin dit jaar gemoderniseerd werd.

KAREL KNIP

In het artikel staan heel wat gegevens over theelichtjes.

In de consumentengids staan de gegevens vaak in een tabel weergegeven.

De hoofdredacteur van de consumentengids vraagt je om voor zijn blad het artikel in tabelvorm weer te geven.

- 1 Rangschik de gegevens uit het artikel in onderstaande tabel. Indien er een gegeven ontbreekt kun je op die plaats een kruisje (x) zetten.

Merk (winkel)	Prijs per stuk	Diameter	Hoogte	Gewicht
Waxine (Albert Heijn)				
Florida (Blokker)				
Bolsius (V&D)				
Hema (Hema)				

Merk (winkel)	Smelttem- peratuur	Brandtijd	Verlichtings- kosten	Gram vet per uur
Waxine (Albert Heijn)				
Florida (Blokker)				
Bolsius (V&D)				
Hema (Hema)				

Merk (winkel)	Warmte- productie	Schoon op- branden *	Opnieuw Aansteken
Waxine (Albert Heijn)			
Florida (Blokker)			
Bolsius (V&D)			
Hema (Hema)			

* + = goed; - = slecht

- 2 Welk merk theelichtje zou jij op basis van de gegevens kiezen om als theelichtje te gebruiken? Licht je antwoord toe.
- 3 Welk merk theelichtje zou jij kiezen om als sfeerverlichting te gebruiken? Licht je antwoord toe.

Nader onderzoek in de winkel leverde nog de prijzen op voor Florida en Bolsius. Een doos met 40 Florida theelichtjes blijkt f 4,95 te kosten. f 6,95 Is de prijs van een doos Bolsius met 50 theelichtjes.

- 4 Bereken voor beide merken de prijs per stuk.
- 5 Zou je met de gegevens uit je antwoord op vraag 4 erbij een ander antwoord geven op vraag 2? Licht je antwoord toe.
- 6 Bereken nu ook voor de merken Florida en Bolsius de verlichtingskosten in cent per uur.
- 7 Zou je met de gegevens uit je antwoord op vraag 4 en 6 erbij een ander antwoord geven op vraag 3? Licht je antwoord toe.
- 8 Schrijf uitvoerig op hoe jij een proef zou uitvoeren om gegevens te krijgen over de warmteproductie van de verschillende kaarsjes.

'DE RUIGE REGEN'

In 'De ruige regen' gaan Suske, Wiske, Sidonia, Lambik en Jerom met de teletijd-machine naar het jaar 1100. Baron Fatbelly voerde indertijd een waar schrikbewind. Lambik kan daar als Lambik Hood wat aan gaan doen. Sidonia wordt Sidonianne, de verloofde(!) van Lambik Hood. Na de eerste schermutselingen met de mannen van Fatbelly ontmoeten zij de baron en zijn vrouw Chemilie. Lambik Hood wordt ingepalmd door Chemilie. En zoals haar naam al doet vermoeden houdt zij van experimenten.

Suske en Wiske, nummer 203*



* © 1993, Standaard Uitgeverij - Antwerpen; De ruige regen



1 Welke formule zal Lambik Hood aan Chemilie geven?



Langzamerhand komen Sidonianne en Lambik Hood erachter, dat de baron en Chemilie niet veel goeds van plan zijn.



In bovenstaand plaatje gebruik Chemilie een opstelling.

2 Geef de naam van de opstelling die nu gebruikt zou worden.



3 Leg uit wat er gebeurd is.



4 Leg uit waarom Chemilie zegt dat het niet mislukt is.

Na deze vondst kan Chemilie een mobiele brigade formeren.

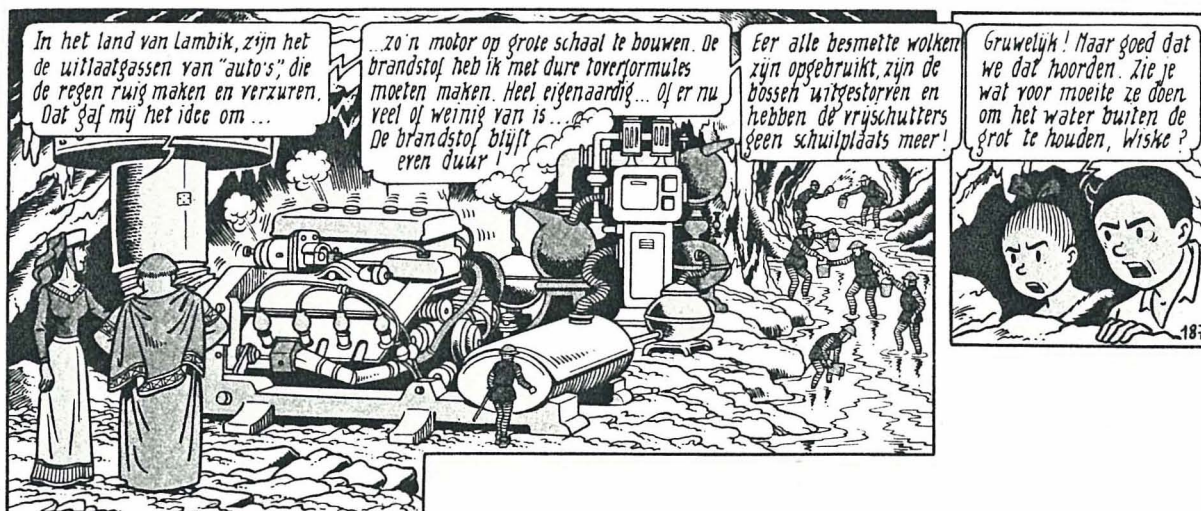




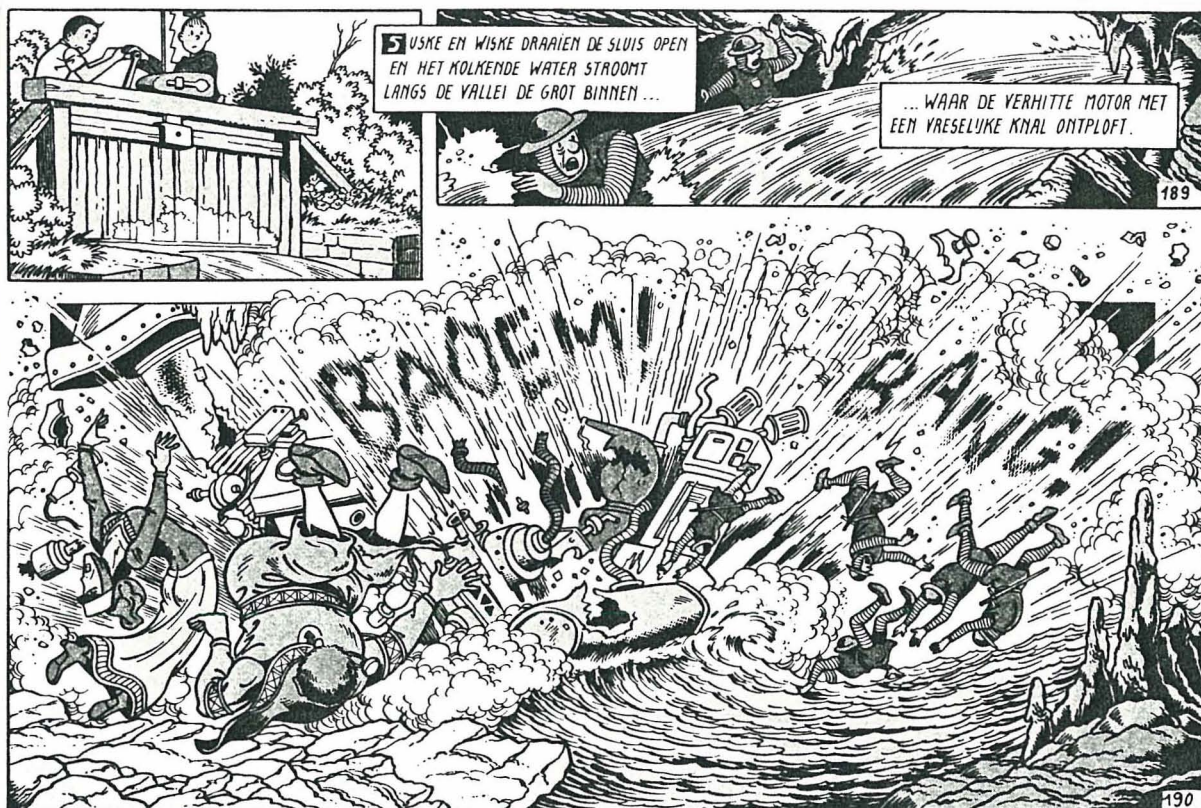
In het dagelijks leven nu spreken we niet van 'ruige regen',

5 Geef het nu gebruikte begrip voor 'ruige regen'.

6 Bevat 'ruige regen' het element zwavel of de stof zwavel? Licht je antwoord toe.



Je weet, een verhaal met 'Suske en Wiske' loopt altijd goed af.



7 Leg uit of de ontploffing veroorzaakt wordt door het binnenstromende water.



8 Worden er nu filters gebruikt op auto's? Zo ja, wat is de functie? Zo nee, wat gebruikt men nu wel?

9 Wat is het effect van het gebruik van loodvrije benzine op het milieu?

KORT KORT KORT KORT KORT KORT

SOLDEER

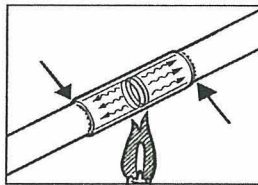
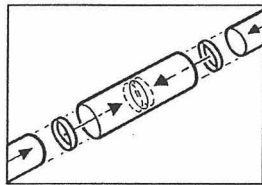
Boer en Tuinder (Oogst), 9 oktober 1992

CFS-Products uit Goes heeft onder de naam *SoldOmat* een revolutionaire methode ontwikkeld voor het solderen van koperen water- en gasleidingen. De SoldOmat is een geprefabriceerde soldeerring bestaande uit een loodvrije tin/zilverlegering. Met deze legering worden sterkere verbindingen verkregen dan met welke andere zachtsoldeer dan ook. De snelsoldeerring werkt zeer



eenvoudig. Beide gereinigde leidingeinden van vloeimiddel voorzien, aan beide zijden een snelsoldeerring in de fitting schuiven, leidingen in fitting monteren en verbinding verwarmen totdat het gesmolten soldeer aan de rand van de fitting zichtbaar wordt. Door-

dat het soldeer van binnen naar buiten vloeit, wordt het overtollige vloeimiddelresidu naar buiten geperst en is controle op het doorvloeien mogelijk. De snelsoldeerringen zijn er in drie gebruikelijke afmetingen 12, 15 en 22 mm. Een potje met 30 ringen van 12 mm kost f 6,95. Het produkt is verkrijgbaar bij bouwmarkten en dhz-zaken.



SNELSOLDEERRINGEN

- 1 Waarvoor wordt soldeer in dit artikel voor gebruikt?
- 2 Welke voordelen heeft de snelsoldeerring volgens het artikel?
Bedenk zelf een aantal nadelen.
- 3 Waaruit bestaat 'normale' soldeer?
- 4 Waaruit bestaat het soldeer in de snelsoldeerringen?
- 5 Waarvoor dient het vloeimiddel (Pas op: *niet* om te vloeien!)

Bij de verbinding die gemaakt wordt, is het erg belangrijk dat de buis en de fitting rondom met soldeer is bedekt.

- 6a Waarom is dat zo belangrijk?
- 6b Hoe kun je bij gebruik van snelsoldeerringen controleren dat de fitting aan de binnenkant helemaal met soldeer is bedekt?
- 7 Wat kun je zeggen over het smeltpunt van koper?

SCHONERE ETHEENPRODUKTIE

PolyTechnisch Weekblad, 23(40), 3, 1992

Met verbeterde katalysator schonere etheenproduktie

De produktie van etheen uit olie en gas kan energiezuiniger en schoner. Dit blijkt uit het onderzoek van ir. H.M. Swaan. Vorige week promoveerde hij aan de Technische Universiteit Twente.

De truc bleek vooral te zitten in de aanpassing van de katalysator die wordt gebruikt bij de oxidatieve dehydrogenering van ethaan. Swaan ging uit van een lithium-magnesiumoxide katalysator. Hij onderzocht het ef-

fect van verschillende toevoegingen, waaronder cobalt-, niobium- en tinoxide en vooral alkali-metalen. Met name de toevoeging van natrium en kalium bleek het proces aanzienlijk te verbeteren. Zo is het mogelijk om de bijprodukten als zware alkanen, kooldioxide en -monoxide en waterstof aanzienlijk in te krimpen en daarbij energie te besparen. Evaluatie van het proces moet verder uitwijzen of de nieuwe procesmethode geschikt is voor de petrochemische industrie dan het kraakproces.

Katalysatoren versnellen niet alleen een reactie maar kunnen er ook voor zorgen dat één type reactie bevoordeeld wordt. Zo ook de dehydrogenering van ethaan waarbij etheen ontstaat.

1 Wat versta je onder dehydrogenering?

Het werk van Swaan biedt de etheenproducenten twee voordelen.

2 Welke twee voordelen zijn dat?

Volgens het artikel ontstaan als bijprodukten onder andere zware alkanen (dat zijn alkanen met veel C-atomen).

3 Geef een mogelijke verklaring voor het ontstaan van zware alkanen bij deze reactie.

Uiteraard is het zinnig om te streven naar zo min mogelijk bijprodukten. Toch zal de hoeveelheid waterstof die bij dit proces ontstaat nooit beneden een bepaalde ondergrens komen.

4 Leg uit waarom dit zo is.

BACTERIËN HOUDEN SALADES BETER GOED

Trouw, 28 oktober 1992

Bacteriën houden salades beter goed

Van onze wetenschapsredactie

AMSTERDAM – Bacteriën zorgen voor het bederven van voedsel, maar andere bacteriën kunnen het goed houden.

Salades blijven goed als je ze besmet met melkzuurbacteriën, volgens het proefschrift dat ir. Martin Bonestroo gisteren verdedigde aan de Landbouwniversiteit Wageningen.

Het fermenteren van voedsel met behulp van bacteriën of gisten is geen nieuwe manier om voedsel houdbaar te maken. Maar doorgaans heeft dat grote invloed op de smaak: er ontstaat een heel nieuw voedingsmiddel, zoals wijn uit druivesap.

De nieuwe Wageningse methode vervangt de conserveringsmiddelen en voedingszuren die worden gebruikt om salades houdbaar te maken.

Bonestroo voegde melkzuurbacteriën, die hij vond in suikerbietenpulp en het weekwater van *tempeh*, toe aan salades en hield die een dag lang luchtdicht afgesloten op ruim veertig graden. Onder die gunstige omstandighe-

den groeit het aantal bacteriën explosief.

Hun afvalstof, melkzuur, maakt andere micro-organismen die voor werkelijk bederf zorgen het leven letterlijk zuur. En bij hun stofwisseling verbruiken de bacteriën de meeste zuurstof onder het cellofaantje, waardoor die de meestal in salades voorkomende soja-olie niet ranzig kan maken.

Bij salades met meer dan een kwart vlees of vis erin, of met veel van de verkeerde soort groenten, zoals selderij, lukt het proces niet. Dan stijgt de zuurgraad te snel, waardoor de bacteriën hun werk al gauw staken.

De Wageningse methode maakt salades ongeveer zes weken lang houdbaar. Dat is minder dan de zeven tot acht weken die conserveringsmiddelen beloven.

Maar volgens de promovendus valt de houdbaarheid daarvan in de praktijk tegen: de zuurstof in de verpakking en het felle licht in de vitrine doen de achteruitgang in smaak al eerder optreden.

In het artikel wordt niet uitgelegd wat *fermenteren* is. Wel wordt een voorbeeld gegeven.

- 1 Welk voorbeeld van fermenteren staat in het artikel?
- 2 Leg uit of fermenteren een chemische reactie is.

Melkzuurbacteriën zorgen op twee manieren ervoor dat salades goed blijven.

- 3 Beschrijf die twee manieren.
- 4 Hoe lang kunnen salades met melkzuurbacteriën goed blijven?

Bacteriën eten metalen uit vuil grondwater

Ze werken dag en nacht, week in week uit, zonder loon of vakantietoeslag, en uit dankbaarheid daarover heeft hun baas ze vrijgesteld van het alcoholverbod-onder-werktijd: de bacteriën die zinkproducent Budelco heeft ingeschakeld om sulfaat en giftige zware metalen zoals zink en cadmium uit het grondwater weg te vangen. Ze worden vervolgens weer in de processtroom gebruikt. Volgens Budelco is dit een wereldprimeur.

Bij een bodemonderzoek in 1986 is tot op 30 meter diepte onder het fabrieksterrein zink in de bodem aangetroffen. Sulfaat zit zelfs 70 meter diep.

Eind 1988 werden in het Shell-laboratorium in het Engelse Sittingbourne sulfaatreducerende bacteriën ontdekt. Hiervoor werd bij Budelco een kleine proeffabriek gebouwd. Medio 1992 volgde een wat grotere, ge-

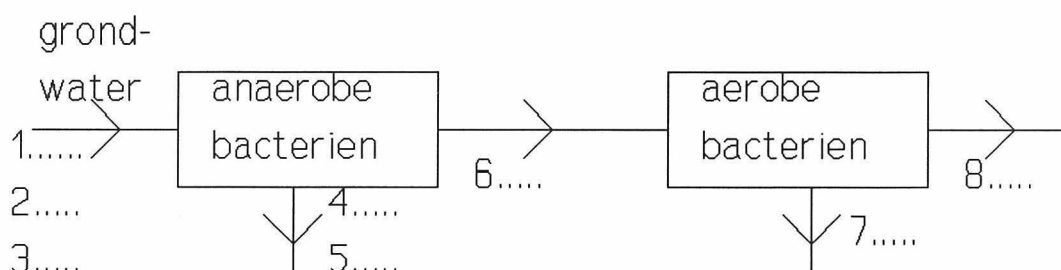
bouwd in samenwerking met het milieubedrijf Paques in het plaatsje Balk (Fr), ter waarde van 30 miljoen gulden.

De bacteriën werken in een zuurstofloos (anaeroob) milieu. Daarin zetten ze het in het water aanwezige sulfaat om in sulfide. Dit sulfide reageert vervolgens met de in het water opgeloste metalen (zink en cadmium) tot een neerslag van metaalsulfiden. Deze worden weer opgenomen in de produktiestroom. Er is dus sprake van een kringloopstelsel.

Via de hoeveelheid alcohol (ethanol) die men toevoegt kan men de sulfideproductie van de bacteriën sturen, zodat er veel meer sulfide wordt geproduceerd dan nodig. Het overschot wordt in vaste zwavel omgezet via een ander, *aeroob* bacterieel proces. Ook komt een kleine hoeveelheid moerasgas vrij, dat wordt afgefakkeld. (Marion de Boo / Shell Venster jan '93)

Lees de tekst goed door.

1 In onderstaand schema staan een aantal plaatsen open. Vul deze plaatsen in.



Volgens de tekst kan ethanol gebruikt worden voor de sulfideproductie. Hierbij wordt in zuur milieu sulfaat omgezet in sulfide terwijl ethanol in eerste instantie omgezet wordt in ethaanzuur.

- 2a Geef de halfreactie voor de omzetting van sulfaat (in zuur milieu) in sulfide.
- 2b Geef de halfreactie voor de omzetting van ethanol, C_2H_5OH , in ethaanzuur, CH_3COOH .
- 2c Geef nu de totaalvergelijking in een reactie weer.

3 Geef de reactievergelijking voor de vorming van de metaalsulfiden.

De overgebleven sulfide wordt aëroob (met toevoeging van zuurstof) omgezet in vast zwavel.

4 Geef de halfreactie voor de omzetting van sulfide in zwavel.

AFNAME KWIKPROBLEEM IN LANDBOUW

Agrarisch Dagblad, 29 oktober 1992

Afname kwikprobleem in landbouw

UTRECHT (AGD) – De problemen die kwik in de landbouw veroorzaakt nemen af. De verklaring is dat de landbouw zelf geen kwik meer gebruikt. Ook de uitstoot van kwik uit andere bronnen neemt af.

Dat stelt het Centrum voor Landbouw en Milieu in het honderdste rapport Schadelij-

ke stoffen voor land- en tuinbouw - Kwik.

Het zware metaal kwik werd vroeger in de landbouw gebruikt in diergeneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen, thermometers, verf en houtverduurzamingsmiddelen.

Inmiddels is in de landbouw het gebruik van kwik verboden. Niettemin hoopt zich in de bodem nog steeds kwik op.

Huidige kwikbronnen zijn zuiveringsslib, de chemische en metaalindustrie, vuilverbrandingsinstallaties, verbranding van fossiele brandstoffen, tandartspraktijken en oude stortplaatsen.

Te hoge kwikgehalten worden bij vee niet of nauwelijks meer aangetroffen. Evenmin worden in gewassen normen overschreden.

Vroeger werd kwik veel in de landbouw gebruikt.

- 1 Waarin kwam kwik vroeger bij gebruik in de landbouw veel voor?
- 2 Wordt hier met 'kwik' het element of de stof kwik bedoeld? Licht je antwoord toe.
- 3 Waarom is er een verbod op het gebruik van kwik gekomen?

Eén van de huidige kwikbronnen is de tandartspraktijk.

- 4 Waarom is een tandartspraktijk een mogelijke bron van kwikvervuiling?

BIOSENSOR

Chemisch weekblad 88(48), 390, 1992

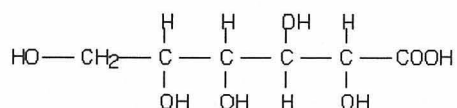
BIOSENSOR

Onderzoekers van het Indian Institute of Technology (Bombay) hebben een bijzondere biosensor ontwikkeld, waarmee ze glucose kunnen meten in een monstervolume van slechts enkele microliters. De sensor bestaat uit twee kleine platina plaatjes met een enzym-bevattende polyaniline-film. Het betreft het enzym

glucose-oxidase, dat de omzetting van glucose in gluconzuur katalyseert. De resulterende pH-verandering in de oplossing wordt door de biosensor gemeten. Volgens de onderzoekers zijn soortgelijke sensoren ook bruikbaar voor metingen van ureum, hemoglobine en cholesterol. (C&EN, vol 70, 16/11/92, blz 16)

- 1 Geef de molecuulformule en de structuurformule voor glucose.

De structuurformule voor gluconzuur is:



- 2 Geef de molecuulformule voor gluconzuur.
- 3 Stel de halfreactie op voor de omzetting van glucose in gluconzuur.
- 4 Leg aan de hand van deze halfreactie uit hoe de pH van de oplossing verandert bij de omzetting van glucose in gluconzuur.

TREINEN RIJDEN OP METHAAN

PolyTechnisch Weekblad, 23(42), 7, 1992

PolyTechnisch weekblad nu

Proef met trein op methaan

Het Amerikaanse Burlington Northern Railroad is bezig met een praktijkproef om een locomotief op zowel diesel als vloeibaar methaan te laten rijden. Burlington heeft de bestaande tweetaktmotor met drukvulling omgebouwd naar dual-fuel-gebruik. Op volle belasting gebruikt de locomotief 90 tot 95 procent methaan. Bij stationair gebruik is de brandstof diesel. Rendement en vermogen zijn voor beide brandstoffen hetzelfde. De afvalwarmte van de motor gebruikt men voor verdamping van vloeibare methaan.

Methaan en diesel zijn beide koolwaterstoffen. Het verschil zit in het aantal koolstofatomen: diesel bevat minsten 15 koolstofatomen.

- 1 Leg uit waarom men methaan vloeibaar meeneemt.
- 2 Geef de namen van de reactieproducten die bij de verbranding van beide brandstoffen ontstaan.

Als diesel verbrandt krijg je vaak roetdeeltjes, C.

- 3 Leg uit waardoor deze deeltjes ontstaan.

55

blanco

56

DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Spanningsverschil en de was	55
Suikervervangers	57
Van papier naar ethanol	58
Veilige butaanpijp	59
Grote kunstdiamant	60
Schuimaarde, schoner dan grond	61
Aardgas voor treinen en bussen	62
Benzine uit kunststofafval	62
Meer fenol	64
Zure grond, hoe meet je dat?	68
Spoelvoeristof uit gier	70
Aardgas in de auto	71
Zeven ton om Nederland op te heffen	71
Theelichtje	73
De ruige regen	74
Soldeer	75
Schonere etheenproduktie	75
Bacteriën houden salades beter goed	75
Bacteriën eten metalen	77
Afname kwikprobleem in landbouw	78
Biosensor	79
Treinen rijden op methaan	79

blanco

Dankwoord

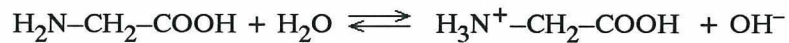
Met dank aan Hans Morélis (SLO) voor toestemming gebruik structuurformules in Draw Perfect.

Spanningsverschil en de was

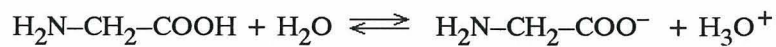
Antwoorden

1 De aminogroep ($-\text{NH}_2$) en de carboxylgroep ($-\text{COOH}$)

2a



2b



3 Lagere pH, dus meer H_3O^+ . Daardoor verschuift evenwicht 2b naar links en evenwicht 2a naar rechts. Dus lading meer positief.

4a



4b Peptidebinding.

5 Veel vlekken zijn eetwaar: eiwit, vet. Bij spijsvertering breken de enzymen deze ook af.

6 - Hoe groter de lading van het enzym, hoe beter het hecht aan een tegengesteld geladen vlek.

- Water laat graag een enzym als tussenlaagje om het vet.

7a Vlekken van andere stoffen dan eetwaar, bijvoorbeeld roest.

7b Roest met behulp van zure oplossing. (Vlekkentovenaar gebruikt waterstoffsulfo-oxide-oplossing)

Aanhechting enzymen in de wasmachine door elektrostatica

De adsorptie van enzymen door vlekken in de vuile was is een kwestie van elektrostatische attractie. Dat is de belangrijkste conclusie van het proefschrift waarop chemicus drs. Susan Duinhoven op 28 oktober promoveert aan de Landbouwniversiteit Wageningen.

In de meeste wasmiddelen zitten twee soorten enzymen. Proteases worden ingezet voor de afbraak van eiwitvlekken en lipases voor de ontleding van vetplekken. De enzymen werken als biokatalysatoren die het vuil op textiel hydroliseren, dat wil zeggen grote eiwit- of vetmolekulen in korte stukjes knippen die makkelijker uitwasbaar zijn. Hiertoe hecht het enzym zich op het oppervlak en knipt de vuilvlek in stukjes. Hierna worden de ontstane brokstukken verwijderd van het oppervlak naar de oplossing. Mevrouw Duinhoven heeft de eerste stap van het wasproces bestudeerd; de adsorptie van het enzym door een lapje stof. Zij onderzocht dat voor het eiwitafbrekende enzym Savinase en voor het vetoplossende enzym lipolase.

De mate van aanhechting van het reinigende enzym op het oppervlak blijkt vooral afhankelijk van zijn lading. Het totale enzymmolekuul bezit een nettolading die sterk samenhangt met de zuurgraad van de wateroplossing. In een sterk zuur milieu is het enzym positief geladen en in een basische omgeving is de lading negatief. Bij het zogenoemd iso-elek-

trisch punt is er geen enkele elektrostatische aantrekking. Deze omslagpunten verschillen echter sterk per enzym. Voor Savinase ligt die rond pH 10 en voor Lipolase bij pH 4 à 5. Net onder de zuurgraad pH 10 is Savinase dus positief en Lipolase negatief geladen; de een adsorbeert wel en de ander niet aan een negatief oppervlak.

Zowel voor Savinase als Lipolase geldt dat de adsorptie van een negatief oppervlak toeneemt bij toevoeging van calcium-ionen (die in kalkrijk, hard water zitten) aan de oplossing. Door de specifieke binding van calcium aan het enzym wordt de positieve lading namelijk vergroot.

Bij adsorptie van de onderzochte enzymen speelt het ontvouwingsmechanisme van eiwitten, waardoor meer aangrijpingspunten ontstaan, geen enkele rol. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de adsorptie van bloed-eiwitten in het lichaam. De wasenzymen grijpen als vrijwel intacte molekulen aan op het textielweefsel.

De onderzoekster geeft verder een verklaring voor het moeilijk reinigen van katoen. Katoen is sterk poreus, waardoor het vuil tot diep in de vezels kruipt. Bij polyestervezels hoopt het vuil zich slechts op aan de buitenkant en is daarom beter bereikbaar. Dit verschil verklaart de hardnekkige vlekken op katoen.

Een wasmiddel zonder enzymen krijgt dergelijke slecht bereikbare vuilplekken niet schoon, omdat die niet doordringt tot in de vezelporiën. Maar enzymen maken bij katoen nuttig gebruik van het groter oppervlak waarop zij kunnen hechten en zijn daardoor in staat het vuil af te breken. Het resultaat is een schonere was. (Peter de Jaeger).

Suikervervangers

Antwoorden

- 1 Een stof die zoet smaakt, maar toch geen suiker is.
- 2 Mensen met suikerziekte.

3ab

Suikervervanger	Vaste vorm	Korrels	Poe-der	Vloeibare vorm	Kristallen	Met calorieën
1 Zoetjes	+	—	—	—	—	—
2 Vloeibare suikerverv.	—	—	—	+	—	—
3 Kristalpoeder	+	—	+	—	+	+

- 4 Zakje suiker: 20 calorieën. Halve gram kristalpoeder: 2 calorieën. Dus voor 20 calorieën heb je nodig $20/2 = 10 \times$ halve gram kristalpoeder = 5 gram.
- 5 Kristalpoeder heeft per gram 10 maal zo grote zoetkracht als suiker. Jack zal dus minder calorieën binnen krijgen omdat hij kristalpoeder gebruikt.

Krantemateriaal

Helmonds Dagblad, 11 september 1992

Anderhalf miljoen Nederlanders gebruiken suikervervanger

'Zoetstof is geen straf meer'

Anderhalf miljoen landgenoten gebruiken frequent suikervervangers. Allemaal diabetici? Welnee. Zelfs de top-gastronomie experimenteert met zoetstof. Het is net zo lekker als suiker, mits op de juiste wijze verwerkt. Je wordt er minder dik van, terwijl het beter is voor je tanden. Marktleider Natrena gooit de komende winter de zoete knuppel in het hoenderhok. Suiker is uit.

Door Hans Bos

'Suikervervangers horen bij een bewust leven. Bij 'rekening houden met je gezondheid'. Het mag echter niet in een 'light-cultus' ontaarden. Geen suiker vervangen uit schuldgevoel; zo ernstig is matig gebruik van suiker nu

ook weer niet." Dat zegt Jan Lagrouw, die op verzoek van Natrena (Bayer) al maanden met suikervervangers experimenteert. Lagrouw, culinair publicist en ex-kok, heeft als 'gastronomisch activist' onder meer meegewerkt aan het tv-programma 'Tineke'.

„Zoetjes in koffie of thee kent iedereen al jaren. Vroeger haalde je die bij drogist of apotheker. Dachten de andere klanten dat er iets met je aan de hand moest zijn. Aan suikervervangers in de keuken besteedde niemand aandacht.”

Behalve Jan Lagrouw dan, want hij is druk bezig met het ontwikkelen van recepten waar kristalpoeder of vloeibare zoetstof in verwerkt kan worden. Dat moet uitmonden in een kookboek over suikerloos koken, pretentius en representatief.

Hij heeft inmiddels het roemruchte tweesterren-restaurant Kaatje bij de Sluis in Blokzijl

bereid gevonden om gerechten op de kaart te zetten die met Natrena-suikervervanger zijn vervaardigd. Dit wordt dan uitdrukkelijk vermeld. Uitbater Fons van Groeningen krijgt in zijn zaak steeds vaker gasten die om zoetjes vragen. Op verzoek koken zonder suiker hoort volgens Van Groeningen bij het hoge serviceniveau van zijn restaurant.

Calorieën

Lagrouw: „De consument weet nog steeds niet wat hij van zoetstof moet denken. Zoetjes en vloeibare suikervervanger bevatten helemaal geen calorieën. Een halve gram kristalpoeder (even veel zoetkracht als een zakje suiker van vijf gram) bevat twee calorieën. Ter vergelijking: een zakje suiker is goed voor 20 calorieën. Blinde smaaktesten wijzen uit dat ervaren proevers geen onderscheid kunnen vinden tussen suiker en vervangers.”

Chefkok Gert Jan Hageman van Golden Tulip Barbizon Palace in Amsterdam probeert suiker in allerlei recepten te vervangen door zoetstof. Dat gaat heel goed met sauzen (mosterd-, witte wijn-), maar ook het wekken van asperges lukt uitstekend met suikervervanger. Alleen het gebrek aan 'volume' speelt Hageman nog wel eens parten. Suiker smelt en maakt een gerecht stroperig; bij suikervervangers moet daar rekening mee worden gehouden. Een cake maken met suikervervanger lukt bijvoorbeeld nauwelijks.

In het Amsterdamse restaurant Het Tuynhuys, een schepping van Lagrouw, laat deze proeven dat koken met een suikervervanger niets afdoet aan de smaak van een gerecht. 'Zoetjes' vormen de belangrijkste suikervervangers, verkrijgbaar in tabletjes of in vloeibare vorm. De werkzame zoetstof in zoetjes en kristalpoeder heet aspartaam. Canderel heeft in ons land op dit terrein de grootste omzet (vooral vanwege de relatief hoge prijs). Ongeveer de

helft van de anderhalf miljoen Nederlanders die regelmatig suikervervangers gebruikt, doet dat met het goedkopere Natrena, dat qua volume marktleider is.

Verhitting

Kristalpoeder is in de keuken goed te gebruiken in koude gerechten. Langdurige verhitting doet het uit elkaar vallen, waardoor het poeder zijn zoetkracht verliest. Vloeibare zoetstof is wél bruikbaar voor bakken en braden. Het bestaat uit een mengsel van verschillende zoetstoffen. Natrena brengt als enige een vloeibare suikervervanger op de markt.

Als belangrijkste gebruiksmogelijkheden van suikervervangers noemt Lagrouw: rabarber, appelmoes, vinaigrettes, groenteschotels en dessertijs. Lagrouw: „Uitgangspunt bij alle ontwikkelde recepten is dat je niet mag proeven dat er suikervervangers inzitten. Het is niet in eerste instantie de taak van een kok om de klant gezond te houden; dat moet deze zelf doen. Een restaurant voldoet

aan het verlangen om lekker te eten, meer niet. Dat neemt niet weg dat ook een kok best kan nadenken over de ingrediënten die hij gebruikt. Als een suikervervanger hetzelfde resultaat oplevert, moet de klant kunnen kiezen. Laat één conclusie duidelijk zijn: zoetstof is tegenwoordig beslist geen straf meer.”

Ethanol uit papier

Benodigdheden

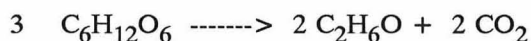
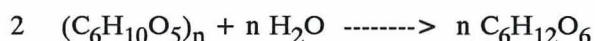
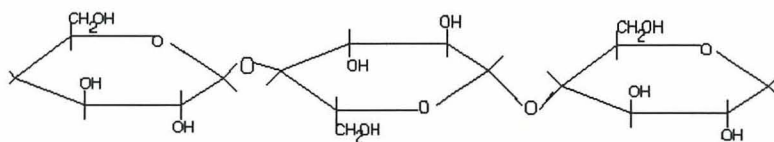
- filtreerpapier (goede resultaten met Whatman 52 voor büchnertrechter)
- geconcentreerd zwavelzuur
- natronloog 2M
- glucosestrookjes (bijvoorbeeld clinistix verkrijgbaar bij drogist of apotheek, informeer bij uw collega biologie)
- pH-papier
- schaar
- rondbodemkolf 500 ml
- refluxkoeler
- driepoot, gaasje
- statief, klemmen
- brander of verwarmingsmantel
- bekersglas 250 ml
- glasparsels of kooksteentjes

Opmerking

Als men te veel zwavelzuur gebruikt is de kans op verkolen van het filtreerpapier groot op het moment dat men water toevoegt.

Antwoorden

1

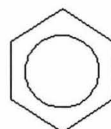


- 4 $1 \text{ mol cellulose} \equiv 2n \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}$; $\rho_{\text{ethanol}} = 0,80 \cdot 10^3 \text{ kgm}^{-3}$;
 molmassa $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 2 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 + 16,00 = 46,05 \text{ g mol}^{-1}$;
 molmassa $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n = n(6 \cdot 12,01 + 10 \cdot 1,008 + 5 \cdot 16,00) =$
 $162,14 n \text{ g mol}^{-1}$;
 $40 \cdot 10^6 \text{ liter ethanol} \equiv 40 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 10^3 = 32 \cdot 10^6 \text{ kg ethanol} \equiv$
 $32 \cdot 10^9 / 46,05 = 6,9 \cdot 10^8 \text{ mol ethanol} \equiv 6,9 \cdot 10^8 / 2n \text{ mol cellulose} \equiv$
 $(6,9 \cdot 10^8 / 2n) \cdot 162,14n = 5,6 \cdot 10^{10} \text{ g cellulose} = 5,6 \cdot 10^7 \text{ kg cellulose} = 5,6 \cdot 10^4$
 ton cellulose $= 0,80 \times 5,6 \cdot 10^4 \text{ ton papier}$.

Veilige butaanpijp

Antwoorden

- 1 's Zomers is butaan de goedkoopste grondstof, 's winters niet. De oorzaak hiervoor is dat 's winters veel butaan gebruikt wordt als brandstof (denk bijvoorbeeld aan 'butagas'). Bij veel vraag stijgt de prijs. De andere grondstoffen zijn dan goedkoper.
- 2 Etheen.
- 3a Reactoren die sterk worden verhit.
- 3b Grote koolwaterstofmoleculen omzetten in kleinere koolwaterstofmoleculen door ze kapot te breken. Dit gebeurt meestal bij hoge temperatuur en druk, soms onder invloed van een katalysator.
- 3c Etheen en propaan.
- 3d $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ en $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$.
- 4 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \longrightarrow 2 \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$.
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{CH}_4$.
- 5 Etheen en propaan zijn onder andere grondstoffen voor de plasticindustrie.
- 6a Nafta is een vloeibare aardoliefractie die bij de destillatie van ruwe aardolie gevormd wordt.
- 6b Alle koolwaterstoffen die bij kamertemperatuur vloeibaar zijn.
- 7a Butadieen en benzeen.
- 7b $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ en



- 8a $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$.
- 8b De naam butadien is niet eenduidig. De naam kan vollediger, bijvoorbeeld 1,3-butadien voor de structuur van 7b.
- 8c Waarschijnlijk ontstaat een mengsel van beide stoffen, dan is butadien een verzamelnaam.
- 9a Nee: butaan, nafta of gasolie kunnen worden gebruikt.
- 9b Het zijn mengsels van alkanen die gekraakt kunnen worden.
- 9c Van de beschikbaarheid en de prijs.
- 10a Nee: ook diverse bijprodukten.
- 10b Het thermisch kraken is een proces dat op moleculaire schaal tamelijk ruw verloopt; bij het breken van de grotere moleculen kunnen allerlei brokstukken ontstaan.
- 11a - Het vervoer van butaan gebeurt niet meer per schip.
- De pijp(leiding) ligt ondergronds.
- 11b Het transport van butaan door de pijpleiding is goedkoper en flexibeler dan het vervoer per schip.
Er kan in grotere hoeveelheden butaan op de markt ingekocht worden, daarvoor wordt de prijs lager.

Grote kunstdiamant

Antwoorden

Mavo

- 1 $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{C} + \text{H}_2$
- 2 3000°C
- 3 $80 \text{ mg} = 80 \cdot (26,0/24,0) = 87 \text{ mg acetyleneegas}$.
- 4 (Dan ziet de leerling dat er maar heel erg weinig diamant is gevormd.)

Vwo

- 1a Ethyn.
- 1b $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
- 2a $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{C} + \text{H}_2$ (opm.: C is diamant!)
- 2b $\Delta H = (2 \cdot 0,019 - 2,26) \cdot 10^5 = -2,22 \cdot 10^5 \text{ J}$;
(diamant ligt thermodynamisch *niet* op het nulniveau)
 $\Delta S = (2 \cdot 2,5 + 131 - 201) = -65 \text{ J K}^{-1}$;
 $\Delta S_{\text{tot}} = -65 + 2,22 \cdot 10^5 / 3273 = 2,8 \text{ J K}^{-1} > 0$;
dus de reactie kan plaatsvinden.
- 3a Dikte = 0,5 mm;
doorsnede (kleinst) = 6 mm; volume (kleinst) = 18 mm^3 ;
doorsnede (grootst) = 7 mm; volume (grootst) = $24,5 \text{ mm}^3$.
- 3b Massa = 80 mg;
Dichtheid tussen 3,27 en $4,44 \text{ mg mm}^{-3}$
- 3c BINAS tabel 10a (omgerekend): dichtheid = $3,52 \text{ mg mm}^{-3}$.
Conclusie: de berekende waarde klopt vrij redelijk.
- 4 Aantal lagen = $d / (2 \cdot r_{\text{C}}) =$
 $= 0,5 \cdot 10^{-3} / (2 \cdot 77 \cdot 10^{-12}) = 3,2 \cdot 10^6$

Achtergrondinformatie

Klopt de veronderstelde laagdikte?

Diamant heeft een ZnS-type structuur: in het diamantrooster liggen de atomen op de hoekpunten en middens van de zijvlakken van een kubus (zoals bij een fcc-structuur) én in de helft van de tetraëderholtes van die fcc-structuur. We kunnen de 'vlakken' zoals bedoeld in vraag 4 dan loodrecht op een lichaamsdiagonaal van de beschreven elementaire kubus veronderstellen.

Op de diagonaal van de kubus 'passen' drie laagdiktes, één laagdikte komt dan overeen met $\frac{1}{3} a \sqrt{3}$ als a = ribbe van de kubus.

In de eenheidscel kan voor de atoomdiameter r_C worden berekend:

$$2 r_C = \frac{1}{4} a \sqrt{3}.$$

Hoe groot is nu de afwijking ten gevolge van onze veronderstelling?

Veronderstelde laagdikte in opgave 4: $2 r_C = \frac{1}{4} a \sqrt{3}$

Laagdikte die volgt uit ZnS-type structuur: $\frac{1}{3} a \sqrt{3}$

$$\left(\frac{1}{4} a \sqrt{3} - \frac{1}{3} a \sqrt{3} \right) / \frac{1}{3} a \sqrt{3} * 100\% = - 8,3 \%$$

De veronderstelde laagdikte is dus 8,3 % te klein.

Dit maakt voor de *orde van grootte* van het aantal lagen nauwelijks uit: ongeveer 3 miljoen.

Schuimaarde schoner dan grond

Antwoorden

1 Men wilde aantonen dat schuimaarde schoner is dan grond.

2

Naam	Symbool	Atoommassa
Cadmium	..Cd....	.112,4.
Chroom	..Cr...	..52,0.
Koper	..Cu...	..63,5.
Kwik	..Hg...	.200,6.
Nikkel	..Ni...	..58,7.
Lood	..Pb...	.207,2.
Zink	..Zn...	..65,4.
Arseen	..As...	..74,9.

3a Onedel wil zeggen: worden aangetast door zuur, water en/of zuurstof uit de lucht. (Of simpeler: ze reageren goed met andere stoffen.)

3b In de bodem zullen de metalen dus in verbindingen aanwezig zijn

4 Acht

5 Lood in 1 ton schone aarde: ..85,0..gram

Lood in 1 ton schuimaarde : ..10,0..gram

In schuimaarde zit : ..75,0..gram lood per ton minder

6 Ja, alle gehalten zijn lager dan in schone grond.

Aardgas voor treinen en bussen

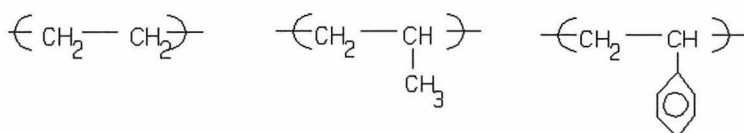
Antwoorden

- 1 CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2O , O_2 , H_2S
- 2 Koolstofdioxide, (di)waterstofsulfide en methaan
- 3 (Di)waterstofsulfide stinkt naar rotte eieren en is giftig.
- 4 $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- 5 Die gasen haalt men eruit omdat ze niet kunnen branden. Het overblijvende gas krijgt dan aardgas kwaliteit.
- 6 Doordat een aantal gasen de warmtestraling van de aarde terugkaatsen wordt de aarde steeds warmer.
- 7 Methaan
- 8 Tegenwoordig wordt het groente- fruit- en tuinafval apart opgehaald en tot compost verwerkt.

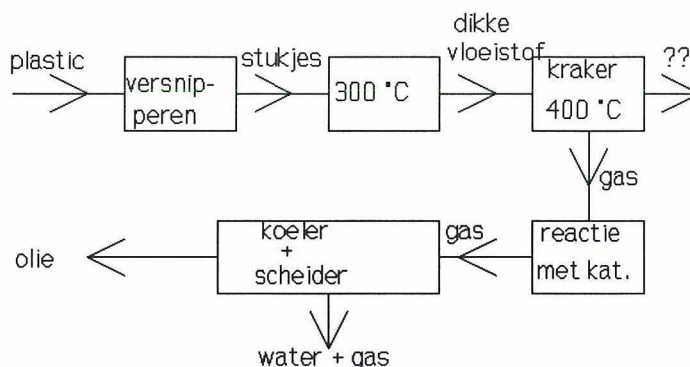
Benzine uit kunststof-afval

Antwoorden

- 1 Kunststoffen, geleiden meestal geen stroom, meestal brandbaar,
- 2a Polyetheen, polypropreen, polyfenyletheen.
- 2b



- 3 Zie artikel: één kilo plastic levert één liter brandstof op, dus de dichtheid is maximaal $1000 \text{ g}/1000 \text{ cm}^3 = 1,0 \text{ g/cm}^3$, dus kleiner dan $1,1 \text{ g/cm}^3$.
- 4 Een ton is 1000 kg (zie begin opgave). Afgelopen vier jaren (zie artikel) 500 ton per jaar, dus $4 \times 500 \times 1000 = 2$ miljoen kg plastic en dat leverde (dus) 2 miljoen liter brandstof op.
- 5 Eindprodukt bevat 80% olie, daarvan is 60% benzine----> $0,60 \times 0,80 = 0,48$. Dus ongeveer de helft is benzine, correct als het massa% zijn.
- 6 Chemisch want er is sprake van chemische reacties (zie tweede kolom) en/of: want er ontstaan nieuwe stoffen (olie, water en gas) (zie derde kolom) (eventueel: chemisch en fysisch want er is ook sprake van versnippering en verwarming en condensatie en scheiding).
- 7 Om het verwarmingsproces efficiënter te laten verlopen.
- 8 Ja, want bij de ontledingsreactie ontstaat water en water is een stof met het element zuurstof.
- 9 De monomeren.
- 10 Letterlijk: terug naar brandstof (want uit olie (= ook brandstof) wordt plastic gemaakt en van dat plastic wordt weer brandstof gemaakt)
- 11 Bij chemisch recycleren mogen er niet veel verschillende soorten plastic door elkaar zitten en dat is wel het geval (zie laatste kolom).
N.B. bij fysisch recycleren kan alleen van één soort plastic worden uitgegaan.



13 Door middel van gefractioneerde destillatie.

Krantemateriaal

PolyTechnisch Weekblad 23 (44), 1, 1992

Fuji maakt pond benzine uit kilo plastic

Fuji Recycle Industry gebruikt een nieuwe technologie voor de verwerking van plastic afval. Het gaat om een combinatie van een thermisch kraakproces en een katalytische raffinage waarbij oliecomponenten ontstaan die kunnen worden gebruikt als brandstof. Eén kilo plastic levert één liter brandstof op. Sinds juni draait in Hyogo 's werelds enige plastic-liquidization-installatie, die per jaar 5000 ton polyolefinen, zoals polyethyleen, polypropyleen en polystyreen, kan verwerken.

Sinds 1988 heeft Fuji Recycle samen met Mobil Catalysts Corporation of Japan aan het plasticverwerkingssysteem gewerkt. Het patent deelden ze met het Ministerie van Internationale Handel en Industrie, The Research Development Corporation of Japan en Mobil Oil (VS). Na vier jaar proefdraaien met een 500 ton verwerkingsinstallatie, heeft Fuji Recycle dit jaar een installatie geopend die op commerciële schaal kan werken, namelijk op basis van 5000 ton plastic afval per jaar. Volgens de heer Katayama van Fuji Recycle is de installatie uniek in de wereld.

Opvallend aan het systeem is het gebruik van de katalysator: ZSM-5, een krachtig synthetisch zeoliet. Deze katalysator zorgt ervoor dat uit gekraakt plastic laagmoleculaire hydrocarbonaten ontstaan. Het zeoliet werkt bij een tamelijk lage temperatuur (tussen 250 en 350 graden Celsius) en zet de gekraakte gassen van *liquid plastics* om in gas, benzine en kerosine. Voordeel van deze katalysator is dat hij zeer selectief is en geen zwaardere hydrocarbonaten oplevert, bijvoorbeeld asfaltdeeltjes, wat eigenlijk bij zo'n proces te verwachten zou zijn. In de aanloop naar het eigenlijke

kraak- en raffinageproces verpulveren twee snijmachines het plastic afval tot vijf millimeter grote brokjes. Deze chips worden via een trechter gedoseerd in een extruderpers.

Rubberachtig

Door de draaiende werking van de invoerschroef loopt de temperatuur van het plastic op, zodat een zachte rubberachtige substantie ontstaat. Deze substantie komt in een fusieketel, met een constante temperatuur van 300 graden Celsius. Deze stap is nodig om het plastic dusdanig vloeibaar te maken dat het kan worden opgepompt.

De nu siroopachtige plasticvloeistof gaat vervolgens naar de thermische decompositie- of kraakketel. (Om het mengproces in de fusieketel makkelijker te laten verlopen, komt de gekraakte olie van de kraakketel deels terug in de fusieketel). Het kraken vindt plaats bij een temperatuur van 400 tot 420 graden Celsius. Het gas wat daarbij ont-

staat, wordt afgevoerd naar een met ZSM-5 katalysator gevulde reactieketel. Hier wordt het gekraakte plastic gezuiverd tot een hoogwaardig produkt.

Na koeling komt het produkt in een opvangvat, waar olie, gas en water van elkaar worden gescheiden. Het eindprodukt bestaat voor tachtig procent uit meer uit olie en vijftien procent uit gas. Het water vloeit af, de olie komt in de produktketel en het gas dient binnenshuis als brandstof. Het oliegedeelte van het produkt bestaat voor 60 procent uit benzine, 20 procent uit kerosine en 20 procent uit lichte olie.

Landbouwplastic

Door intern gebruik te maken van het geproduceerde gas draait de installatie bijna geheel zelfstandig en vormt dus geen extra belasting voor het elektriciteitsnet. Van 100 kilo produkt wordt 20 tot 25 procent gebruikt als energie voor de fabriek. Er is alleen een dieselmotor nodig om

de installatie op te starten. De fabriek draait 24 uur per dag. De kosten van de eerste plastic-liquidization fabriek in de buurt van Kobe bedroegen zo'n honderd miljoen yen (14 miljoen gulden).

Tokio

Fuji Recycle opent in november

dit jaar een nieuwe installatie 70 kilometer ten noorden van Tokio. Die zal wat duurder uitvallen, omdat het een installatie voor landbouw- en huisvuilplastic wordt. Dat wil zeggen dat het te verwerken plastic niet alleen polyolefine harsen maar ook pvc bevat en dus minder zuiver is. Dit vereist extra aanpassingen. Katayama beweert echter dat

beide fabrieken al commercieel rendabel zijn bij een verkoopprijs van 42 cent per liter voor benzine en 70 tot 85 cent voor hoogwaardige producten als nafta en ethylbenzeen. Op dit moment levert Fuji Recycle Industry zijn olieproducten aan een grote oliefirma.

PJudith Stalpers (Tokio)

Steeds meer back to feedstock

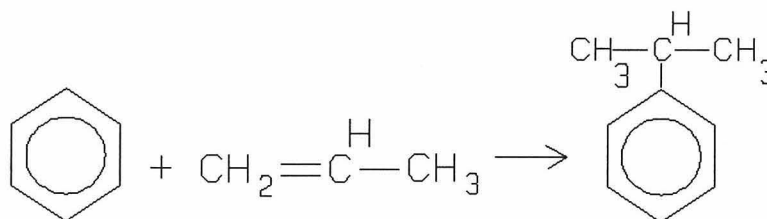
Niet alleen in Japan wordt gewerkt aan het kraken van afvalplastic. Ook de Amerikaanse en Europese polymeerindustrie studeert op wat men noemt chemische recycling, back to feedstock- of tertiaire recycling. Daaronder bevinden zich chemiereuzen als Eastman Chemical, Du Pont, Goodyear, Hoechst, Basf, ICI en DSM. In Duitsland zijn inmiddels ook aardige successen geboekt. Eerder dit jaar publiceerde het Duitse Vebaöl de resultaten van een interessant pilot plant-experiment. Vebaöl gebruikte een niet-katalytisch kraakproces dat werkt bij 450 graden Celsius. Het gas dat daarbij

ontstaat, wordt katalytisch behandeld in een fixed bed reactor. Door alkali-injecties blijkt het bovendien mogelijk chloride (aanwezig in de vorm van HCl) te verwijderen. De uitkomsten werden destijds door zowel de Bondsregering als de industrie zó bemoedigend geacht dat de Duitsers per 1996 jaarlijks een half miljoen ton plastic op deze wijze willen destrueren. Veba zelf denkt met ingang van volgend jaar al 40 000 ton te kunnen verwerken. Overigens zal bij een commerciële plastic kraakinstallatie waarschijnlijk veertig procent ruwe olie worden bijgemengd.

'Phedre' maakt meer fenol

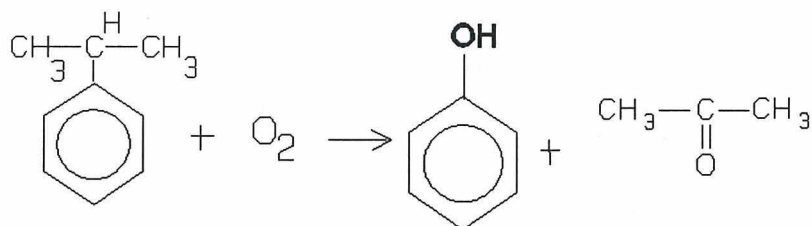
Antwoorden

- Volgens het Rhône-Poulenc-artikel:
de stoffen: salicylzuur, paracetamol, amino- en nitrofenolen, bisfenol, chlorofenol, difenolen;
de stofklassen: agrochemicaliën, analgetica en voedingsadditieven.
Volgens het diagram *Toepassingen fenol*:
bisfenol A (voor onder andere polycarbonaat en epoxyhars);
adipinezuur en caprolactam (voor nylon-6 respectievelijk nylon-6,6);
fenolformaldehyde (voor fenoplasten).
- Via destillatie/kraken van ruwe aardolie.
- (1-methylethyl)benzeen.
-



- Fenol = benzenol; aceton = propanon.

6



- 7a Het scheiden van een vloeistofmengsel in verschillende fracties door middel van destillatie.
- 7b Fenol: kookpunt 455 K (182°C); aceton: kookpunt 329 K (56°C).
- 7c Fenolmoleculen kunnen onderling de zeer sterke H-bruggen vormen, acetonmoleculen kunnen dat niet.
Daardoor bestaat bij fenol een veel sterkere samenhang tussen de moleculen in de vloeistof en kookt de stof pas bij een veel hogere temperatuur.
- 8a Een plaats waar (kokende) vloeistof en (condenserende) damp met elkaar in contact worden gebracht.
- 8b De damp boven een kokend vloeistofmengsel bevat méér van de laagstkokende stof (aceton) dan het kokende mengsel zelf. De damp stijgt naar boven, de vloeistof stroomt naar beneden. Doordat de verrijking zich op alle schotels voordoet, stijgt het acetongehalte in opwaartse richting en het fenolgehalte in neerwaartse richting.
Bij een voldoende aantal schotels wordt dan bovenaan de kolom tamelijk zuivere aceton(damp) opgevangen en onderaan de kolom tamelijk zuivere (vloeibare) fenol.
- 9 Om bijprodukten en/of verontreinigingen te verwijderen uit de opgevangen aceton- en fenol-fractie.
- 10 1 mol fenol $\equiv$ 1 mol aceton
94,0 g fenol $\equiv$ 58,0 g aceton
150.000 ton fenol $\equiv$ (58/94) · 150.000 ton = 92.600 ton aceton.
- 11 1 mol fenol $\equiv$ 1 mol benzeen $\equiv$ 1 mol propeen
94,0 g fenol $\equiv$ 78,0 g benzeen $\equiv$ 42,0 g propeen
150.000 ton fenol $\equiv$ (78/94) · 150.000 ton = 124.000 ton benzeen.
150.000 ton fenol $\equiv$ (42/94) · 150.000 ton = 67.000 ton propeen.
- 12a Omdat de vraag naar fenol momenteel laag is door de wereldwijde recessie.
- 12b Om de fenolproduktie direct te kunnen opvoeren wanneer de markt weer aantrekt.

R-P breidt fenol uit: ICI sluit

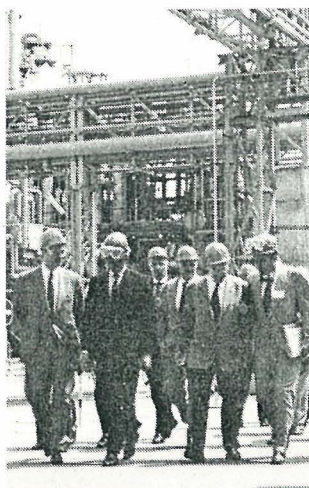
Arthur van Zuylen

Na drie jaar onderzoek en (ver)bouwen heeft Rhône-Poulenc onlangs een nieuwe fenolfabriek geopend in het Franse Roussillon. 'PHEDRE' (Phenol Development RENovation) heet het project, dat een half miljard francs gekost heeft en de productiecapaciteit vergroot van 100.000 tot 150.000 ton fenol per jaar. Behalve méér fenol levert de nieuwe fabriek ook zuiverder fenol dan voorheen. Het bedrijf claimt bovendien dat de fabriek - volledig geautomatiseerd en gebouwd volgens de 'post-Seveso richtlijnen' - veiliger is voor mens en milieu.

Rhône-Poulenc produceert fenol via 'cumeenoxidatie': alkylering van benzeen met propaan levert cumeen op, dat wordt geoxideerd tot cumylhydroxyperoxide, dat op zijn beurt wordt omgezet in fenol en aceton. Negentig procent van de fenolproducenten gebruikt dit proces. De rest maakt fenol via 'tolueenoxidatie', waarbij toleen wordt geoxideerd tot benzoëzuur, dat men vervolgens omzet in fenol.

Voor het 'PHEDRE'-project kochten (en veranderden) de Fransen de synthese-technologie van concurrent Allied, de fractionerings- en zuiveringstechnologie van fenol en aceton ontwikkelden ze zelf.

Het grootste gedeelte van het fenol is voor eigen gebruik, onder meer voor de productie van bisfenol-A en cyclohexanol. Verder produceert Rhône-Poulenc ruim vijftig producten op basis van fenol; agrochemicaliën (uit chloor- en nitrofenolen), voe-



Een aantal VIP's van Rhône-Poulenc en de Franse overheid krijgen een rondleiding langs de nieuwe fenolfabriek, waarmee het bedrijf de productiecapaciteit met 50.000 ton/jaar heeft uitgebreid tot 150.000 ton/jaar.

dingsadditieven (uit difenolen), farmaceutica (uit salicylzuur) en polymeren zijn daarvan de belangrijkste. De bijproducten (aceton, acetofenon en methylstyreen) verkoopt het bedrijf op de vrije markt.

Slappe markt

Toevallig (?) kondigde ICI twee weken geleden aan dat het de fenolproductie in het Britse Billingham dit najaar zal stopzetten. Deze fabriek

heeft een capaciteit van 80.000 ton/jaar, maar is volgens ICI te oud en te klein om economisch rendabel te zijn.

De veranderingen bij Rhône-Poulenc en ICI zullen weinig invloed op de fenolmarkt hebben. Op dit moment is de vraag naar fenol en fenolderivaten laag. Volgens marktanalisten draaien de meeste West-Europese fenolfabrieken slechts op 75 procent van hun productiecapaciteit. Rhône-Poulenc zei in Roussillon op 80 procent te zitten en wacht op het aantrekken van de markt. Ondanks de slappe markt hopen de producenten dat de fenolprijs, die thans rond de 1040 DM/ton schommelt, eind dit jaar 70 tot 100 DM/ton hoger ligt.

Nederland kent twee grote fenolproducenten: DOW in Terneuzen (400.000 ton/jaar via cumeenoxidatie) en DSM in Rotterdam/Botlek (100.000 ton/jaar via tolueenoxidatie). Beide produceren voornamelijk fenol voor eigen gebruik, slechts een klein deel ervan komt op de vrije markt.

Het Chemisch Weekblad van 2 juli 1992 besteedde eveneens aandacht aan de nieuwe fenolfabriek van Rhône-Poulenc. De informatie daarin is soms iets gedetailleerder dan die in het artikel voor de leerlingen.

U zou, aan de hand van het hier weergegeven artikel, op enkele zaken nader kunnen ingaan, zoals:

- het optreden van het tussenproduct cumylhydroperoxide bij de oxidatie van cumeen;
- het produceren van farmaceutica (bijvoorbeeld aspirine) uit het van fenol gemaakte salicylzuur.

Een andere route naar fenol.

In het hier weergegeven artikel wordt ook vermeld, dat 90% van de producenten fenol maakt via de (in deze opgave besproken) cumeen-oxidatie en 'de rest' dit doet via de tolueen-oxidatie.

Over de *tolueen-oxidatie* nog het volgende.

Deze route levert als tussenprodukt *benzoëzuur*. Over de omzetting van benzoëzuur in fenol verscheen in *Chemie Aktueel* nummer 9 (mei 1992) de opgave *Verbetering fenolproces*. Daarin wordt aan het DSM-proces van benzoëzuur tot fenol uitvoerig aandacht geschonken.

Duidelijker dan in het Rhône-Poulenc-artikel staat hier ook het verband van de tussen- en eindprodukten weergegeven:

- agrochemicaliën (uit chloor- en nitrofenolen);
- voedingsadditieven (uit difenolen);
- farmaceutica (uit salicylzuur).

Toepassingen fenol (gegevens Chemisch Weekblad)

Fenol/Formaldehyde 40%:

- fenoplasten: gelamineerde platen.

Bisfenol A 25%:

- polysulfon: constructiemateriaal;
- polycarbonaat: lenzen, autolampen, ramen bushokjes, beschermkappen straatverlichting;
- epoxyhars: glasvezelindustrie, lijmen, lak- en verfindustrie, bouwnijverheid, elektrotechnische industrie.

Adipinezuur 5%:

- nylon 6: tapijtvezels, textielvezels, engineering plastic;
- nylon 66: touw, kabels, kleding.

Caprolactam 20%.

Overige 10%.

Ook kunt u, met deze informatie van *Toepassingen fenol* verder ingaan op het gebruik van produkten uit fenol bij het bereiden van polymeren, bijvoorbeeld:

- bisfenol A (voor polycarbonaten, het materiaal van de CD);
- cyclohexanol (onder andere voor caprolactam, dus voor nylon 6);
- fenolformaldehyde (voor fenoplasten, varianten van bakeliet).

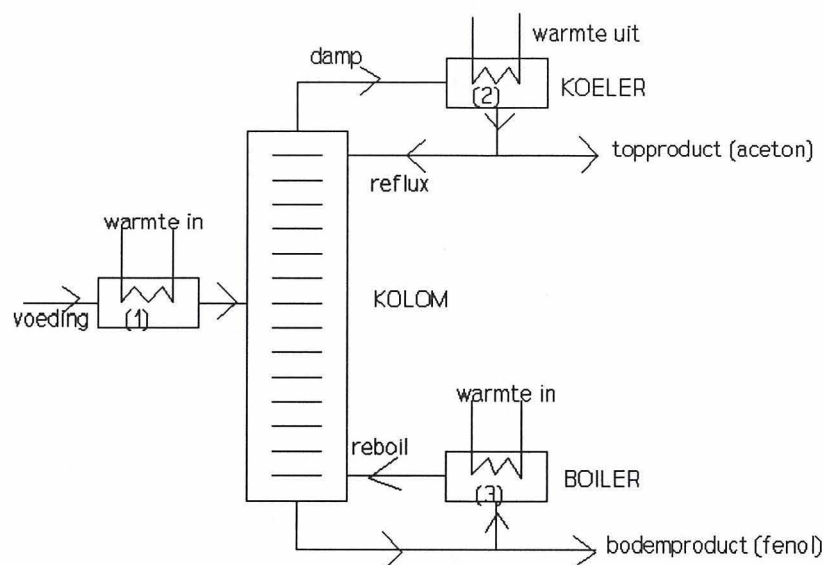
Gefractioneerde destillatie.

Voor een beter begrip van de *continue* scheiding van aceton en fenol door middel van gefractioneerde destillatie is hierna een schema getekend waarin de fractioneringskolom omringd is met de gebruikelijke voorzieningen.

Voor een goede stofoverdracht op de schotels (of in een gepakte kolom) is een aanzienlijke dampstroom omhoog en vloeistofstroom omlaag vereist. Deze stromen worden verkregen door een deel van het topprodukt als vloeistof terug te voeren (reflux) en een deel van het bodemprodukt als damp terug te voeren (reboil).

Ook moet de ingevoerde mengselstroom voor een deel in de dampfase verkeren om een verstoring van het scheidingsproces ter hoogte van de invoer te voorkomen.

Door de verhoudingen reflux/condensaatafname (refluxverhouding) en reboil/bodemafname (reboilverhouding) te variëren kan de zuiverheid van top- en bodemprodukt worden beïnvloed.



SCHEMA GEFRACITIONEERDE DESTILLATIE

- 1 Het te scheiden mengsel wordt hier verwarmd tot een damp-vloeistofverhouding is bereikt welke overeenkomt met die ter hoogte van de invoer in de kolom.
- 2 Het dampvormige topproduct wordt hier gecondenseerd. Een deel wordt teruggevoerd in de kolom (reflux).
- 3 Een deel van het bodempduct wordt hier verdampt en teruggevoerd in de kolom (reboil).

Literatuur

Petrochemie in het dagelijks leven; Stichting school en bedrijf, serie 'op verkenning'; in samenwerking met Shell onderwijscontacten.

The essential Chemical Industry; The Chemical Industry Education Centre; University of York, U.K.; p. 73; (in Nederland verkrijgbaar via Chemiedidactiek VU Amsterdam).

Zure grond: hoe meet je dat?

Tijdsduur

Dit practicum kan uitgevoerd worden in één lesuur.

Benodigdheden

- pH-meter + elektrode
- roerder + vlo
- brandergaasje
- bekersglas van 150 ml
- maatcilinders van 10 ml en 100 ml
- balans/bovenweger
- gedroogde potgrond
- 1,0 M KCl-oplossing
- 0,1 M zoutzuur
- CaCO_3

Meetwaarden

Proef 1
pH = 5,2

Proef 2

Tijd (min.)	pH
0	5,2
0	3,0 (na toevoeging 10 ml 0,1 M HCl)
2	
4	3,8
6	4,1
8	4,2 (4,18)
10	4,2 (4,22)
30	4,3 (4,26)
80	4,4 (4,35)
	4,4 (4,35)

Proef 3

pH = 5,9 (5,88) na toevoeging 0,4 g CaCO₃

pH = 6,0 (5,98) na toevoeging 0,7 g CaCO₃

pH = 6,0 (6,04) na toevoeging 1,1 g CaCO₃

De pH steeds gemeten na ± 5 minuten roeren

Proef 4

Tijd (min.)	pH
0	6,1
0	5,5 (na toevoeging 50 ml 0,1 M HCl)
2	5,8 (5,77)
4	5,8 (5,82)
6	5,8 (5,84)
8	5,9 (5,87)
10	5,9 (5,90)
20	6,0 (6,00)
30	6,1 (6,10)

Antwoorden

1



2 pH=5,2, dus $[\text{H}^+] = 6,3 \cdot 10^{-6}$ mol/liter. In 75 ml dan $4,7 \cdot 10^{-7}$ mol H^+ = $4,7 \cdot 10^{-7}$ g H^+ .

3

- 4 In de grond zijn stoffen aanwezig (basische stoffen) die de toegevoegde hoeveelheid zuur gedeeltelijk wegneemt door een reactie.
- 5 Calciumcarbonaat is een base die het aanwezige zuur wegneemt zodat de pH naar 7 nadert.
- 6
- 7 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 8 Er is nu een grotere hoeveelheid base aanwezig in de grond zodat de toegevoegde hoeveelheid zuur volledig geneutraliseerd kan worden.

Literatuur

Dämmgen, U. und D. Frühauf; *Bodenversauerung und Kalkdüngung*; NiU-P/C 33 (1985) nr 8 ; p 291-295.

Farmex maakt spoelvloeistof uit gier

Antwoorden

- 1 De urease uit de mest zal dan de ureum in de gier pijlsnel omzetten in ammoniak.
- 2a $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3$.
- 2b Katalysator: zonder urease geen omzetting, met urease een pijlsnelle omzetting, dus een versnellend effect.
- 3a Een scheiding: de vaste, niet opgeloste deeltjes laten bezinken.
- 3b Berust op verschil in dichtheid.
- 4 Omzetting in afwezigheid van zuurstofgas.
- 5 Het element koolstof (of zou in de gier norit aanwezig zijn?).
- 6a Methaan.
- 6b Brandstof, methaan is een energierijke stof.
- 7 Er moet zuurstof verbruikt worden om NH_3 in NO_3^- om te zetten.
- 8 $\text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$
- 9a Er ontstaat een zuur: salpeterzuur.
- 9b Dat er weinig salpeterzuur ontstaat, dus dat er weinig NH_3 aanwezig was, ofwel een lage concentratie NH_3 .
- 10 Daar zijn de benodigde bacteriën aanwezig.
- 11 Er staat dat er koolstofdioxidegas ontstaat bij de aërobe zuivering, dus moeten er nog koolstofverbindingen aanwezig zijn geweest.
- 12a De ammoniak moet uit de afgevoerde lucht verwijderd worden.
- 12b Het verwijderen van de ammoniak gebeurt met behulp van bacteriën: een biologisch proces.
- 12c NO_3^- , H^+ en H_2O .
- 13 Er zit geen ammoniak meer in.

Aardgas in de auto

Antwoorden

1/2

Brandstof	Gasvorm	Vloeibare vorm	Vaste vorm
1 Aardgas	+	–	–
2 LPG	–	+	–
3 Benzine	–	+	–
4 Diesel	–	+	–

- 3 Ja, als je stoffen in gasvorm afkoelt worden ze bij een bepaalde temperatuur vloeibaar en dus kunnen die stoffen ook koken. Het kookpunt zal wel lager dan -20°C liggen want zelfs in strenge winters komt het aardgas in gasvorm van Groningen door het aardgasnet.

Nee, aardgas is een mengsel.

- 4a $200 \text{ bar} = 200 \cdot 10^3 \text{ millibar}$

- 4b $200 \text{ bar} = 0,200 \text{ kilobar}$

- 5 Met 1 m^3 aardgas 20 km, dus met 8 m^3 $8 \times 20 = 160 \text{ km}$.

- 6 Het gas is samengeperst.

- 7 $8 \text{ m}^3 = 8000 \text{ dm}^3 = 8000 \text{ liter}$ dat is $8000/18 = 444$ x zo groot als 18 liter.

- 8a 300 ml weegt $150,25 - 150,00 = 0,25 \text{ g}$, dus 1 ml weegt $0,25/300 = 0,00083 \text{ g}$, dus 1 liter weegt $1000 \times 0,00083 = 0,83 \text{ g}$.

- 8b In volle tank $8 \text{ m}^3 = 8000 \text{ liter}$, dat weegt $8000 \times 0,83 = 6640 \text{ g}$, dus een auto met volle tank weegt 6640 g (= 6,640 kg) meer.

Opmerking

De opgave is gericht op het rekenen met hoeveelheden.

Wilt U er nog een chemisch trekje aan geven dan kunt U de opgave uitbreiden met vragen naar aanleiding van de volgende opmerking uit het artikel *Aardgas verbrandt beter dan benzine/diesel/LPG en is daarom milieuvriendelijker*.

Te denken valt aan de vragen:

- is de verbranding vollediger;
- wat is het argument voor de milieuvriendelijkheid;
- vergelijk CO_2 -uitstoot of per 'mol' brandstof aan de hand van reactievergelijkingen of per energiehoeveelheid.

Zeven ton om Nederland op te heffen

Antwoorden

- 1 Kalksteen = calciumcarbonaat, CaCO_3 ; gips = calciumsulfaatdihydraat, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

- 2a Het zuur moet ook sulfaat leveren, dus zwavelzuur.

- 2b $\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

- 3a Binas tabel 10: calciet, dichtheid $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

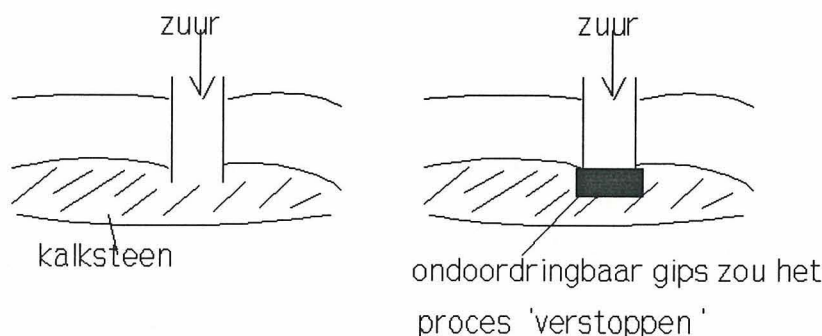
- 3b Binas tabel 10: gips, dichtheid $2,32 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

- 3c Calciet: $1 \text{ kg} = 1/2,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$.

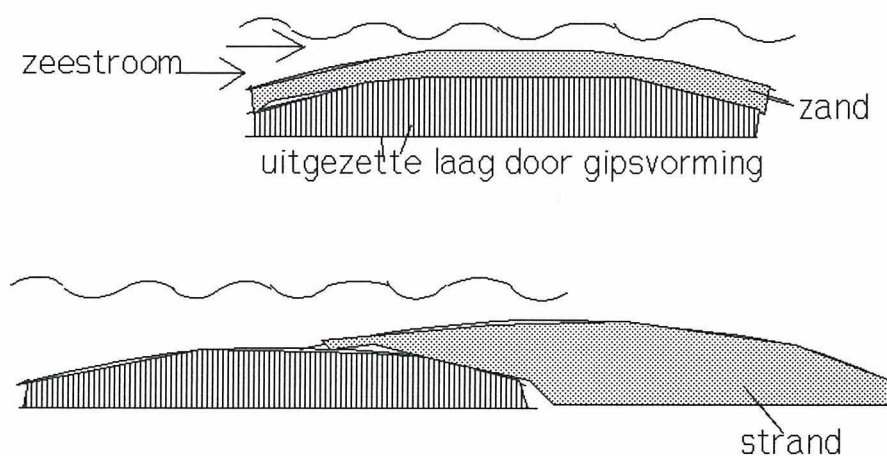
Gips: $1 \text{ kg} = 1/2,32 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 4,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$.

Dit is niet een verhouding 1 : 2, maar 1 : 1,2 !

- 4 Uit de reactievergelijking (zie 2b) volgt dat uit 1 mol calciet er 1 mol gips gevormd wordt.
- 5a $1 \text{ mol CaCO}_3 = 100,1 \text{ g}$.
 $100,1 \text{ g} = 0,1001 \text{ kg} = 0,1001 \cdot 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$.
- 5b $1 \text{ mol CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 172,2 \text{ g}$.
 $172,2 \text{ g} = 0,1722 \text{ kg} = 0,1722 \cdot 4,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 7,4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$.
- 5c Verhouding nu $3,7 : 7,4 = 1 : 2$! Nu klopt het wel.
- 6 Bijvoorbeeld: er ontwijkt veel koolstofdioxidegas. Gaat dat geleidelijk of barst het gas naar buiten? Wat is het effect op het broeikaseffect?
- 7a Neemt het kalksteen het zuur als een spons op òf raakt de injectiepunt verstopt door de plaatselijke vorming van gips.
- 7b



- 8a Door volumevergroting komt de zeebodem omhoog en het zand dat op de bodem ligt wordt door de zeestrooming naar het land gebracht.
- 8b



- 9 Er is 10^6 m^3 afvalzuur, dit is geconcentreerd zwavelzuur met een molariteit van $18,32 \text{ M}$ (Binas tabel 42a). $18,32 \text{ M}$ betekent $18,32 \text{ mol dm}^{-3}$. Dus 10^6 m^3 afvalzuur bevat $18,32 \cdot 10^9 \text{ mol}$ zwavelzuur. Daarmee kan $18,32 \cdot 10^9 \text{ mol}$ calciumcarbonaat worden omgezet in $18,32 \cdot 10^9 \text{ mol}$ gips. Hierbij treedt per mol (zie antwoord opgave 5) een volumetoename op van $3,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$. Dus bij $18,32 \cdot 10^9 \text{ mol}$ een volumetoename van $18,32 \cdot 10^9 \cdot 3,7 \cdot 10^{-5} = 6,8 \cdot 10^5 \text{ m}^3$.
- 10 Het oppervlakte is $10 \text{ km}^2 = 10 \cdot 10^6 \text{ m}^2$. Dus de stijging zal bedragen $6,8 \cdot 10^5 \text{ m}^3 / 10 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 6,8 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 6,8 \text{ cm}$.

- 11 De genoemde zeven ton slaat op de grootte van de subsidie, die bedraagt namelijk f 700.000,00.

Opmerking

In Chemie Aktueel is al eens eerder een opgave verschenen over hetzelfde onderwerp: Chemie Aktueel nr 3, mei 1990. In het artikel (Trouw, 30 november 1989) staat een interview met prof.dr. Schuiling die ook in het artikel van de opgave in deze Chemie Aktueel staat. Het onderwerp blijft dus actueel!

Theelichtje

Antwoorden

1

Merk (winkel)	Prijs per stuk	Diameter	Hoogte	Gewicht
Waxine (Albert Heijn)	22 cent	39 mm	15-16 mm	18 g
Florida (Blokker)	x	39 mm	15-16 mm	17 g
Bolsius (V&D)	x	39 mm	15-16 mm	16 g
Hema (Hema)	10,5 cent	39 mm	15-16 mm	17 g

Merk (winkel)	Smelttem- peratuur	Brandtijd	Verlichtings- kosten	Gram vet per uur
Waxine (Albert Heijn)	52°C	4 h 39 min	4,8 cent/h	4
Florida (Blokker)	56°C	5 h 7 min	x	3
Bolsius (V&D)	56°C	5 h 4 min	x	3
Hema (Hema)	56°C	4 h 32 min	2,3 cent/h	4

Merk (winkel)	Warmte- produktie	Schoon op- branden	Opnieuw Aansteken
Waxine (Albert Heijn)	45 Watt	+	Ja
Florida (Blokker)	35 Watt	+	Ja
Bolsius (V&D)	35 Watt	+	Ja
Hema (Hema)	45 Watt	+	Ja

* + = goed; – = slecht

- 2 Voor een theelichtje is de warmteproduktie van belang. Het beste springen hieruit Waxine en Hema. Het Hemakaarsje is echter goedkoper. De keuze valt op 'Hema'
- 3 Voor sfeerverlichting zijn de verlichtingskosten van belang. Aangezien er geen gegevens zijn over de prijs van Florida en Bolsius valt de keuze hierbij weer op 'Hema'.
- 4 Florida: $495/40 = 12,4$ cent. Bolsius $695/50 = 13,9$ cent.
- 5 Nee. Nog steeds geldt 'Hema' grootste warmteproduktie voor minste geld.
- 6 Florida: $5 \text{ h } 7 \text{ min} = 5,12 \text{ h}$. Dus $12,4/5,12 = 2,4$ cent/h.
Bolsius: $5 \text{ h } 4 \text{ min} = 5,07 \text{ h}$. Dus $13,9/5,07 = 2,7$ cent/h.
- 7 Nee. Er geldt nu ook weer dat het bedrag per uur voor het 'Hema'produkt het kleinste is.
- 8 Boven een theelichtje een blikje plaatsen met een bepaalde hoeveelheid water. Thermometer in het water zetten, de begintemperatuur aflezen. Het theelichtje bijvoorbeeld gedurende vijf minuten laten branden. Vervolgens de eindtemperatuur van het water aflezen. Deze proef uitvoeren voor de vier merken. Hierbij er steeds voor zorgen dat je steeds dezelfde hoeveelheid water gebruikt en dat de begintemperatuur ook hetzelfde is. Hoe groter de temperatuurstijging zijn des te groter is de warmteproduktie.

'De ruige regen'

Antwoorden

- 1 C_8H_{18} (C_6H_{14} , $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$), of mengsels. C_nH_m .
- 2 Destillatie-opstelling.
- 3 Brandbare damp is ontbrand (geëxplodeerd).
- 4 Ze begrijpt dat je de 'kracht' van de explosie kunt beheersen en (dus) nuttig gebruiken.
- 5 Zure regen.
- 6 Een verbinding van het element zwavel.
- 7 Nee, de motor was oververhit geraakt.
- 8 Nee, een filter haalt er stoffen uit. Tegenwoordig gebruikt men een katalysator. Deze zet verontreinigende stoffen om in schonere stoffen.
- 9 Geen loodverontreiniging meer in het milieu. Loodverbindingen zijn giftig.

Soldeer

Antwoorden

- 1 Water- en gasleidingen met elkaar verbinden.
- 2 Sterkere verbinding, en het werkt zeer eenvoudig.
Nadeel: Voor elke buisdiameter moet je een ander type snelsoldeerringen kopen.
- 3 Lood en tin (legering).
- 4 Zilver en tin (legering).
- 5 Reinigen van de buizen (het is een zuur).
- 6a Anders is de verbinding niet goed dicht.
- 6b Het vloeimiddel wordt naar buiten geperst.
- 7 Dat moet veel hoger liggen dan het smeltpunt van soldeer.

Schonere etheenproductie

Antwoorden

- 1 Onttrekken van waterstof.
- 2 - Energiezuiniger.
- Schoner (minder bijprodukten).
- 3 Polymerisatie van etheen.
- 4 Uit 1 mol ethaan blijft minimaal 1 mol etheen ontstaan:
 $\text{CH}_3\text{---CH}_3 \text{ ----> } \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$.

Bacteriën houden salades beter goed

Antwoorden

- 1 Omzetting druivesap naar wijn.
- 2 Ja: stoffeigenschappen zoals bijvoorbeeld smaak veranderen.
- 3 - Hun afvalstof melkzuur zorgt dat de salade zo zuur wordt dat bedervende bacteriën niet groeien.
- Ze verbruiken zuurstof zodat soja-olie niet ranzig kan worden.
- 4 Ongeveer zes weken.

Melkzuurbacteriën als conserveermiddel in salades

Door toevoeging van melkzuurbacteriën aan salades kan het gebruik van conserveermiddelen achterwege blijven. Het resultaat is bovendien smaakvoller dan bij de gangbare bereiding. Levensmiddelentechnoloog ir. Martin Bonestroo promoveert op deze nieuwe bewaarmethode op 27 oktober aan de Landbouwniversiteit Wageningen.

De houdbaarheid van salades, zoals groente- of huzarensalades, bedraagt bij gekoelde bewaring circa zes tot acht weken indien er conserveermiddelen worden toegevoegd. De consument geeft echter voorkeur aan salades zonder conserveermiddelen. Bonestroo ontwikkelde daarom een geheel nieuwe methode van saladebereiding die aan deze wensen voldoet. Ingrediënten als groente, vlees, vis en eieren worden gemengd met een olie-in-wateremulsie (dressing). Aan die saus zijn melkzuurbacteriën toegevoegd die zijn geïsoleerd uit gefermenteerde plantaardige producten, zoals zuurkool. Het geheel wordt verpakt en daarna maximaal zeven uur

geïncubeerd op een temperatuur van 40 à 45 graden Celsius, het ideale groeiklimaat voor melkzuurbacteriën. In deze korte tijd wordt voldoende melkzuur gemaakt om de groei van andere bacteriën te voorkomen. Bovendien vangen de anaerobe melkzuurbacteriën zuurstof weg, en verhinderen op die manier oxidatieprocessen die ranzigheid kunnen veroorzaken. Binnen 1 à 2 uur wordt het geheel weer afgekoeld waarna de salade bij koeling vijf tot zes weken veilig houdbaar is.

Belangrijk verschil met de gangbare methode is dat het resultaat van de nieuwe bereidingswijze beter smaakt. In de huidige salades zit azijnzuur en dat geeft een scherpe, overheersende smaak. Melkzuur geeft weliswaar dezelfde zuurtegraad als azijn, maar maakt de salade mildzuur van smaak. Door deze eigenschap van melkzuur zijn de afzonderlijke ingrediënten beter te proeven en is de salade smaakvoller.

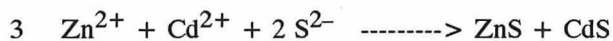
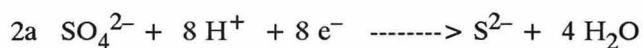
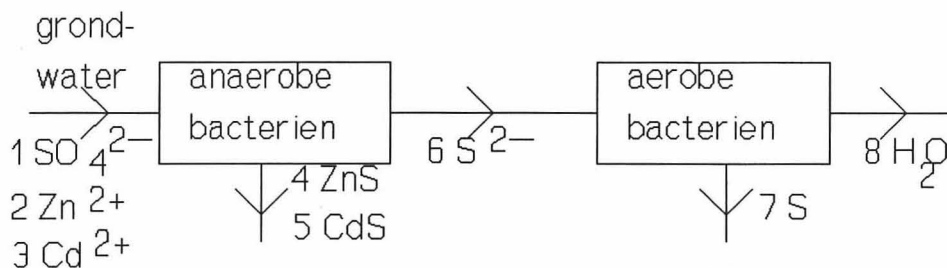
De methode werkt bij groentesalades waar maximaal 15 procent vlees of vis in zit. Bij vlees- of vissalades (waar minimaal 30 procent vlees of vis in zit) werkt de techniek niet. De bufferwerking van deze producten verhindert namelijk dat de zuurtegraad snel daalt en er in korte tijd veel melkzuurbacteriën gevormd kunnen worden. (Peter de Jaeger).



Bacteriën eten metalen

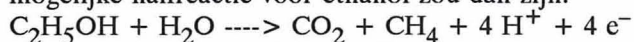
Antwoorden

1



Opmerking

In het artikel staat dat er ook moerasgas (CH_4 hoofdbestanddeel) ontstaat. Een mogelijke halfreactie voor ethanol zou dan zijn:



Voor de leerlingen is dit een vrij moeilijke halfreactie om op te stellen. Daarom is gekozen voor de meer bekende halfreactie ethanol naar ethaanzuur.

Literatuur

- * Bezemer R., Bacteriën helpen zinkfabriek in strijd met verleden, *Chemisch Magazine* 643, 1992.
- * *Shell Venster*, januari/februari 93, pagina 17-19.

Bacterie haalt zware metalen uit grondwater

De zinkfabriek Budelco in het Brabantse dorp Budel heeft sinds vrijdag een bijzondere waterzuiveringsinstallatie. Zwavelminnende bacteriën gaan hierin het grondwater te lijf onder een van de grootste vervuilde bedrijfstreinen van Nederland. De organismen moeten een van de twee grote milieuproblemen van Budelco naar de geschiedenisboeken verwijzen.

De zinkfabriek heeft het grondwater bij het terrein zwaar vervuild met zware metalen. Bij de produktie van zink komen veel metaalzouten (zoals sulfaten) vrij.

In de loop der jaren zijn die in de bodem gesijpeld. De nieuwe installatie gaat het opgepompte vervuilde grondwater onder de fabriek behandelen. Hiermee wordt verkomen dat de vervuiling zich in de omgeving verspreidt. Per uur kan de bacterievijver 300 duizend liter water verwerken.

Het bijzondere aan de nieuwe installatie, die een investering van 33 miljoen gulden heeft gevegd, is dat bacteriën het meeste werk opknappen. Volgens Budelco is dit de eerste keer dat op grote schaal micro-organismen worden ingezet om zware metalen uit water te halen. Bacteriën worden al langer ge-

bruikt om huishoudelijk afvalwater te zuiveren.

In Budel nemen ze de metaalsulfaten onder handen. Als de organismen genoeg ethanol te eten krijgen, zetten ze de sulfaten om in sulfiden. De metalen in het afvalwater reageren vervolgens tot metaalsulfiden. Deze slaan neer, worden verwijderd en in de fabriek verwerkt tot zink.

De bacteriën moeten een overmaat aan sulfide produceren om alle metalen in het water te binden. De sulfiden die overblijven, gaan naar de volgende reinigingsstap, waar een andere soort bacterie er zwavel van maakt.

Deze investering maakt geen einde aan het probleem van Budelco. Boven het vervuilde grondwater liggen bij de zinkfabriek grote bassins vol met jarosiet, de vaste afvalstof van de zinkproduktie. Dit is een verbinding die rijk is aan zware metalen. Behalve zink zijn dat onder meer cadmium en ijzer. Het gehalte cadmium is zo hoog, dat jarosiet als chemisch afval te boek staat.

Om dit probleem op te lossen, is een andere installatie nodig. Over de investering daarvoor, die enige honderden miljoenen gulden groot zal zijn, denkt Budelco nog na. Er is een nieuw procédé ontwikkeld waarbij het jarosiet wordt gesmolten bij een temperatuur van 1500 tot 1600 graden celsius. De metalen vervluchtigen dan een voor een en kunnen worden gewonnen. Als de verwerking in 1995 begint, maar dat is niet zeker, zijn de bekkens ruim dertig jaar later opgeruimd.

MARC VAN DEN BROEK

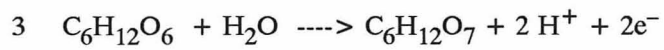
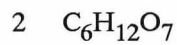
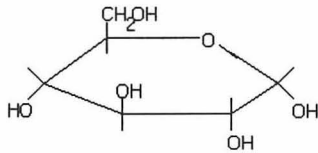
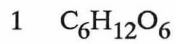
Afname kwikprobleem in landbouw

Antwoorden

- 1 Diergeneesmiddelen, bestrijdingsmiddelen, thermometer, verf en houtverduurzamingsmiddelen.
- 2 In thermometers de stof kwik, bij alle andere stoffen het element kwik omdat daarin kwik steeds als verbinding voorkomt.
- 3 Alle stoffen met kwik als element zijn zeer giftig.
- 4 Vullingen in je gebit zijn vaak van zilveramalgaam, een legering van zilver en kwik. Het afval hiervan kan de kwikvervuiling opleveren.

Biosensor

Antwoorden



4 Er komt H^+ vrij bij de reactie. Concentratie H^+ groter dan daalt de pH.

Treinen rijden op methaan

Antwoorden

- 1 Eenzelfde massa aan vloeibaar methaan heeft een kleiner volume dan gasvormig.
- 2 Koolstofdioxide en water.
- 3 Onvolledige verbranding.