

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 7

oktober 1991

VOORWOORD

Het is U natuurlijk opgevallen dat het uiterlijk van Chemie Aktueel veranderd is. Het drukwerk wordt niet meer verzorgd door OMO. OMO, bedankt dat je Chemie Aktueel in de startfase de helpende hand hebt toegestoken!

De volledige productie van het blad is ondergebracht bij het KPC. Dit heeft een aantal consequenties. Bij de lay-out, bijvoorbeeld, wordt nu gewerkt met de KPC huisstijl. Tegelijkertijd heeft de redactie dit moment gekozen om een aantal zaken te veranderen. Niet inhoudelijk. De docentenhandleiding is anders opgezet. Vond U vroeger eerst de antwoorden van alle opgaven en daarna andere wetenswaardigheden; met ingang van dit nummer vindt U in de docentenhandleiding per opgave een aantal rubrieken terug zoals antwoorden, literatuur, benodigdheden, achtergrondinformatie en extra krantemateriaal. Voortaan een optische scheiding tussen de opgaven en docentenhandleiding. Hierop staat dan tevens de inhoud van die handleiding vermeld.

Een tweede opmerkelijk feit is het zakje met polymeren dat U in de enveloppe heeft aangetroffen. In dit nummer is een opdracht over kunststof-kunststofscheiding opgenomen. Nu heeft niet iedere docent zo maar een aantal polymeren op de plank heeft liggen. Je kunt zo'n opdracht dan wel opnemen in het blad, maar kan iemand er dan ook wat mee? DSM-divisie kunststoffen, Shell en Solvay Benelux hebben, na een vraag van mijn kant, voor de verschillende polymeren gezorgd. Een derde feit dat U misschien is opgevallen toen U de colofon las, is dat er een verdere wisseling heeft plaatsgevonden in de redactie. Magriet van Helvoort is gestopt. Haar plaats is ingenomen door Toon de Valk. Na dit nummer verlaat ook Leo Zelissen de redactie. Hij wordt opgevolgd door Til Woudenberg. Op deze plaats wil ik de pioniers van het eerste uur bedanken voor al hun inzet bij het opstarten van Chemie Aktueel.

Een dik nummer deze keer. Er was een groot aanbod van opgaven. De doelstelling is per nummer ongeveer twaalf 'grote' opgaven en voor de rubriek kort kort kort vier tot zes vraagstukken op te nemen.

Helemaal achteraan vindt U dan nog een overzicht van de opgaven uit nummer een tot en met zes gerubriceerd naar leerstofcategorieën.

Materiaal dat de redactie kan gebruiken is te allen tijde welkom. U kunt dat naar mij opsturen.

Ik hoop dat U met net zoveel plezier gebruik maakt van Chemie Aktueel als wij er aan werken.

Miek Scheffers-Sap

CHEMIE AKTUEEL

TIJDSCHRIFT VOOR SCHEIKUNDEONDERWIJS

NUMMER 7

OKTOBER 1991

Hoofdredacteur:	Miek Scheffers-Sap
Redacteurs:	Godfried Ossenkoppele, Toon de Valk, Til Woudenberg, Leo Zelissen
Correspondenten:	Ton van Berkel, Niek van Noort, Ab Ypma
Uitgave in samenwerking met:	leermiddelenontwikkeling scheikunde: Margriet van Helvoort, Ab Ypma
Administratie:	KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch
Correspondentie:	Miek Scheffers-Sap, de Moeshof 9, 5258 ER Berlicum

U kunt zich abonneren voor 1991-1992 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,-. 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

8	1 oktober 1991
9	1 februari 1992
10	1 juni 1992

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

De opdrachten zijn bestemd voor onderbouw of bovenbouw 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 Didaktiek 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>
	NIEUWE SENSOR ZUURCONCENTRATIEMETING		2
5/6 HV	electrochemie	zuur-base titratie elektrolyse	
	LOOD		6
4 V	chemische binding	atoom-, ionbinding	
	RENDABELE VERWERKING MEST		8
5 H, 6 V	rekenen in chemie	aminozuren, polymeren	
	METHANOL-AUTO		10
3/4 HV	verbranding	reactievergelijking, enthalpie	
	HAARKRULBORSTEL OP GAS		11
3 HV	verbranding		
	GLORIX ZONDER CHLOOR I		12
4 HV	rekenen in de chemie	gasontwikkeling, practicum	
	GLORIX ZONDER CHLOOR II		16
5/6 HV	titratie	redoxreactie, practicum	
	KNALZOUT		18
5/6 HV	redoxreacties	ontleding	
	KUNSTSTOF / KUNSTSTOF-SCHEIDING		21
3-6 HV	stofeigenschappen	afvalscheiding, practicum	
	ZINK TEGEN ZOUT		22
5/6 HV	electrochemie	corrosie, bescherming	
	HUISVUILVERBRANDING ZONDER DIOXINES		25
4 HV	zuur-base reacties	berekening	
	LUCHTHUILERS EN DONDERDRAKEN		26
5 HV	redoxreacties	vuurwerk	
	DE NAAKTE WAARHEID		28
4/5 HV	rekenen in de chemie	mening	
	AMMONIAKNORM HALEN		30
5 HV	zuren-basen	pH-berekening	
	KUNSTSTOFFIETSWIEL		32
6 V	polymeren	krachten	
	SCHONE OPWEKKING ELEKTRICITEIT		34
5/6 V	evenwichten	enthalpie	

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	AMMONIAKREDUCTIE		
4 HV	zuren-basen	reactievergelijking	38
	LET OP VET		
6 V	titratie	coulometrie, practicum	40
	KORT KORT KORT		
	POLYKETON		
6 V	polymeren	kristalliniteit	43
	PET-FLESSEN		
6 V	polymeren		44
	NIEUWE NORM DIOXINE		
4 V	rekenen in de chemie	isomerie, berekening	45
	SPINNEGIF IN DE STRUCTUURFORMULE GEVANGEN		
5/6 HV	polymeren	structuurformule	46
	DOCENTENHANDLEIDING		49
	INHOUDSOVERZICHT NUMMERS 1-6		78

NIEUWE SENSOR ZUURCONCENTRATIE-METING

Poly Technisch Weekblad 22 (1), 3, 1991

Nieuwe sensor vereenvoudigt meting van zuurconcentratie

Een concentratiemeting voor zuren en basen die slechts een vijftigste druppel verbruikt, daarop promoveerde dr.ir. Wouter Olthuis van de vakgroep Bio-informatica van de Universiteit Twente. Hij onderzocht een elektronische variant van titreren en slaagde erin dit zuurgevoelig instrumentje geschikt te maken voor meten in biologische oplossingen.

Het principe van de nieuwe sensor is gebaseerd op een normale zuur-base titratie. Het verschil is hoe H^+ -ionen of OH^- -ionen worden toegevoegd en hoe het eindpunt wordt bepaald.

Aan de hand van deze opgave ga je na hoe het allemaal werkt.

In onderstaand tekstblokje wordt uitgelegd wat titreren is.

Een titratie vertelt hoeveel azijnzuur zit in azijn, verklaart de ammoniakconcentratie in ammonia en legt geheimen van andere huis-tuin-en-keuken-waartjes bloot. Dit draagt er ongetwijfeld toe bij dat deze eenvoudige analysemethode in chemielessen zo populair is.

Het gaat als volgt: om een onbekende concentratie te bepalen, wordt bij de bekende verbinding

in oplossing, precies evenveel van zijn chemische tegenvoeter gevoegd. Voor het gemak houden we het hier bij loog en zuur. Een noodzakelijke toevoeging is dan de indicator, een stofje dat - populair gezegd - anders kleurt in zuur dan in base. Het zorgt ervoor dat het punt waarop de zuur-base-balans in evenwicht is, het omslagpunt, kan worden waargenomen.

- 1 Beschrijf voor het geval 'loog en zuur' stap voor stap hoe je bij zo'n titratie te werk gaat. Veronderstel daarbij dat je een *zuur*gehalte wilt bepalen.

Door het hele artikel zul je de begrippen *actuator* en *sensor* tegenkomen. We passen deze begrippen eerst eens toe op de titratie uit vraag 1. (Volledig heet dit een 'zuur-base titratie met visuele eindpuntsindicatie'.)

Bij deze titratie is de *actuator* de buret waaruit je de base toedruppelt (samen met de hand die aan het kraantje draait).

- 2 Uit welke twee 'onderdelen' bestaat de sensor?

Geen verspilling

Volumes zijn bij een titratie onbelangrijk. Het lukt prima met liters, maar als we de uitkomst eenmaal hebben zijn we zuur en base kwijt. Het instrumentje waar Olthuis aan werkte, verspilt slechts een microliter, een kubieke millimeter water. Plomp gezegd bestaat het actieve deel van dit zuurmetertje slechts uit millimeterlange baantjes metaal op een flintertje silicium, niet groter dan deze 'o'. Een stripje is zuurgevoelig. Het ander-

re, de actuator, ligt daar in een U-vorm omheen.

Het hele instrumentje wordt in vloeistof met onbekende concentratie gestoken, waarna zuur of base in het minuscule volume-elementje bij de metaalstripjes wordt geneutraliseerd. Ofwel: getitreerd.

Het zuurgevoelige stripje dient als indicator om het omslagpunt waar te nemen. Afhankelijk van de zuurgraad ontstaat op dit metaalbaantje een meetbare spanning. Vooral bij de omslag van zuur

naar base -of omgekeerd- varieert die spanning zeer sterk binnen enkele duizendsten seconden. Het omslagtijdstip is daardoor goed vast te leggen.

In bovenstaand stukje staat "volumes zijn bij een titratie onbelangrijk".

3a Klopt dat met je beschrijving bij vraag 1?

3b Wat probeert de schrijver eigenlijk te zeggen?

Het actuatorgedeelte

De actuator titreert. Een elektrische stroom door dit metaalplaatje zorgt afhankelijk van de stroomrichting voor zuur- of baseproduk-

tie. Dat is eenvoudig in water. In het ene geval ontstaat uit H_2O zuur (H^+), in het andere geval base (OH^-).

Bij dit onderdeel gaat het dus om de toevoeging van de titrant:

- H^+ -ionen als een base-concentratie moet worden bepaald;
- OH^- -ionen als je een zuur-concentratie moet bepalen.

Hoe kom je aan deze ionen?

De actuator is een stripje metaal. Een elektrische stroom veroorzaakt een reactie met water.

- 4a Welke halfreactie verloopt aan het metaaloppervlak als dit verbonden is met de negatieve pool, de elektrode met de laagste potentiaal van een spanningsbron?
- 4b Welke halfreactie treedt op bij verbinding met de positieve pool, de elektrode met de hoogste potentiaal?
- 4c Zijn er eisen aan de grootte van de spanning? Licht je antwoord toe.

Het volgende tekstblokje beschrijft de problemen met een actuator van platina. Je kunt geen goede base-bepaling doen als er chloride-ionen aanwezig zijn.

Microtitratie

Bij Bio-informatica dacht men dit enkele jaren geleden op te kunnen lossen met de microtitratie. Als 'indicator' namen ze toen nog een zuurgevoelige Isfet. Van platina maakten ze de actuator. Dit principe had echter een nadeel: voor biologische milieus was het niet geschikt. In bio-omgeving, zoals tomatenketchup of bloed,

komen namelijk altijd chloorionen voor. Bij een baseconcentratiemeting wordt dan niet alleen zuur aan de actuator geproduceerd, maar ook chloor.

Dit vertraagt titratie, de juiste concentratie is niet meer uit de verschiltijd te berekenen.

- 5 Leg uit waarom chloride-ionen een base-bepaling storen.

Het onderstaande stukje gaat over het berekenen van de onbekende concentratie. **Automatisch**

Om de oorspronkelijke concentratie te kunnen berekenen, hoeft alleen de tijd te worden gemeten vanaf het inschakelen van de actu-

atorstroom tot aan het omslagmoment. Tijd vermenigvuldigen met elektronenstroom geeft direct het aantal geproduceerde zuur- of base-eeltjes. Een computer eraan, en alles gaat automatisch. In en-

kele seconden wordt de concentratie tot op een halve procent nauwkeurig berekend. De meting is slechts tijdafhankelijk. IJken is daardoor niet nodig.

Stel je hebt een zuur HX. Aan het actuator-oppervlak zullen dus OH^- -ionen gemaakt moeten worden. Direct aan het actuator-oppervlak zullen die OH^- -ionen dan reageren met HX. Er zal een bepaalde tijd t nodig zijn om genoeg OH^- -ionen te vormen om al het zuur tussen de actuator en de sensor om te zetten.

- 6 Leg uit hoe je de tijd t gebruikt om het aantal mol zuur uit te rekenen dat tussen de actuator en de sensor is omgezet.
- 7 Welk gegeven heb je dan nog nodig om de moraliteit van het zuur in de gemeten oplossing te kunnen berekenen?

In de volgende tekst tref je aan "... kunnen ketchupfabrikanten het micrometertje nog niet in stromende tomatenpulp hangen."

Titreren speelt zich af in het microlitertje rond het sensor-actuatorstelsel. De neutralisatiesnelheid is zichtbaar na te bootsen door een vulpenpunt enkele seconden op dit papier te houden. De inkt bekruipt niet meteen de hele pagina, hooguit enkele letters. Het diffusieproces waarmee zuur of base zich verspreiden is daarmee te vergelijken: snel genoeg in een microliter, te langzaam om de rest van de vloeistof te beïnvloeden.

Nadeel van dit meetprincipe is de gevoeligheid voor vloeistofbeweging. Stroming kan sneller zijn dan diffusie, waardoor de getitreerde vloeistof eenvoudigweg van het sensoroppervlak stroomt. Daarom kunnen ketchupfabrikanten het micrometertje nog niet in stromende tomatenpulp hangen. Monsters nemen is noodzakelijk. Met een beker kun je al prima uit de voeten. Het stukje elektronica 'proeft' de exacte zuursmaak in luttele seconden.

Nu bestaan er ook zuurgevoelige sensoren, zoals glaselektroden of zogenaamde Ion Sensitive Field Effect Transistors (Isfet's), die afhankelijk van de zuurgraad een spanning produceren. Deze zijn echter driftgevoelig. Met andere woorden: morgen komt er iets anders uit dan vandaag. Kritisch meten maakt dan steeds opnieuw ijken noodzakelijk. Bovendien meten ze de zuurgraad en niet de zuurconcentratie.

- 8 Wat gaat er fout bij meting in een stromende substantie?

Hierboven staat ook beschreven dat men al eerder met Isfet's de zuurgraad kon meten, helaas: "... meten ze de zuurgraad en niet de zuurconcentratie."

- 9 Leg uit wat het verschil is tussen zuurgraad en zuurconcentratie.

De Isfet als sensor

De Isfet is een zuurgraad-gevoelige sensor. Zijn gevoeligheid wordt uitgedrukt in het aantal millivolt spanningsverandering als de pH één eenheid verandert. Voor de Isfet is dat 55 mV/pH. Verandert de zuurgraad van duidelijk zuur naar duidelijk basisch dan is de spanningsverandering van de Isfet goed meetbaar.

- 10 Bereken de spanningsverandering van een Isfet als de zuurgraad verandert van pH = 4 naar pH = 10.

Olthuis' actuator Oplossing

Olthuis, wiens promotieonderzoek werd gefinancierd door de Stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie, vond hiervoor echter een oplossing. 'Ik moest een actuator-elektrode zien te maken die eerder water omzet in zuur dan chloorionen in chloor', vat hij samen. Die mogelijkheid vond hij door metaalbaantjes iridium (met een laagje iridiumoxide/iridiumhydroxide) te gebruiken als actuator-elektrode.

Als door de iridiumactuator stroom wordt gestuurd, bouwt zich een spanning op. Bij 0,7 volt reageert iridiumhydroxide al met water tot zure H^+ -ionen en iridiumoxide, terwijl op platina 1,5 volt nodig is. Chloorionen reageren pas bij 1,4 volt en komen op de iridiumplaatjes niet aan de beurt. Iridiumoxide bleek bovendien zuurgevoelig. De moeilijker te fabriceren Isfet kon Olthuis daardoor vervangen door een simpel strookje iridium met een laagje oxide.

In zijn ontwerp verving Olthuis de platina-elektrode door een van iridium met een laagje iridiumoxide/iridiumhydroxide erop. Het redoxkoppel hiervoor is $IrO(OH) / IrO(OH)_2$.

11 Geef de halfreactie waarbij $IrO(OH)$ met water reageert tot $IrO(OH)_2$.

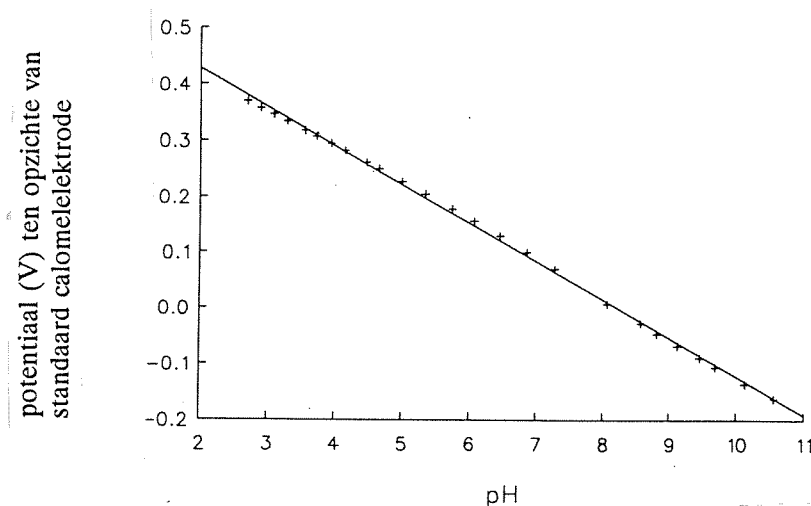
Ook de omgekeerde halfreactie kan verlopen.

12 Leg uit of de iridiumelektrode voor een zuurbepaling moet zijn aangesloten op de positieve of negatieve pool van een spanningsbron.

Olthuis' sensor

Omdat de Isfet moeilijk te maken is en in het gebruik minder stabiel bleek ging Olthuis op zoek naar een ander type sensor. Iridiumoxide bleek zuur(graad) gevoelig. Olthuis verving in zijn ontwerp daarom de Isfet door "... een simpel baantje iridium met een laagje oxide."

In een grafiek (figuur 1) is de spanning van zo'n iridium-elektrode weergegeven als functie van de pH.



Figuur 1

13a Bepaal voor de iridium-elektrode de spanningsverandering in mV/pH.

13b Vergelijk de spanningsverandering die optreedt als de zuurgraad verandert van pH = 4 naar pH = 10 voor de iridium-sensor met die voor de Isfet.

LOOD

de Volkskrant 6 april 1991

Lood

Lang geleden wilde ik experimenten gaan doen met schizofrenen. Een uitzendbureau benoemde me voor de avonduren als 'verpleeghulp' op de psychiatrische afdeling van een academisch ziekenhuis, ten einde kennis te kunnen maken.

Rond een uur of zes werd een man binnengebracht. Hij was verward, agressief en nauwelijks aanspreekbaar. Men had hem dus maar vastgebonden. De dienstdoende psychiater dacht aan een 'alcoholdelier'. Omdat niets in die richting wees, werd de diagnose veranderd in *delirium e causa ignota*. Behan-

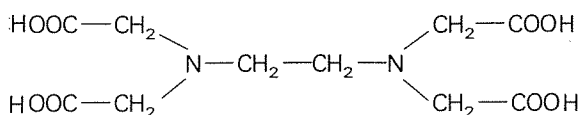
deling vond plaats met de genereuze hoeveelheid van 150 milligram librium per dag. Van opknappen was echter geen sprake.

Een verpleegster herinnerde zich dat de man was gekleed in een schildersoverall. Zou hij misschien een loodwitvergiftiging hebben? Na veel gedoe werd dat nagegaan. Zij had gelijk. De patiënt kreeg infusies met natriumedetaat (EDTA), een stof die zware metalen zoals lood en cadmium uit het lichaam helpt verwijderen. Zijn herstel verliep voorspoedig.

Loodwit is de praktijknaam voor lood(II)carbonaat, een van oudsher bekend wit pigment in verf. In het schildersvak kwamen typische beroeps-ziekteverschijnselen voor, die onder andere hun oorzaak vonden in de giftigheid van loodionen.

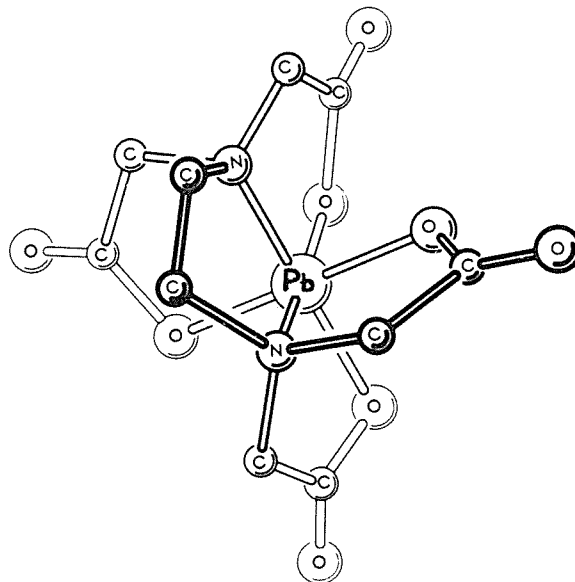
1 Geef de formule van lood(II)carbonaat.

Natriumedetaat is het natriumzout van Ethaan Diamine Tetra Azijnzuur (EDTA). De structuurformule is getekend in figuur 1.



Figuur 1

Het zuurrestion van dit vierbasische zuur is een bekende 'complexeerder' van metaalionen: via een ruimtelijk nauwsluitende omklemming kan een metaalion gevangen gehouden worden. Het model hiervan is getekend in figuur 2.



Figuur 2

2 Bekijk de tekening (figuur 2) en wijs de 'klauwen' aan die het Pb omklemmen.

In de tekening zijn alle soorten bindingen door éénzelfde soort 'staafje' weergegeven. We kijken eerst naar de bindingen in het oorspronkelijke EDTA-ion.

- 3 Welke soort binding wordt bedoeld met een staafje tussen:
- C en C?;
 - C en N?

In het complex wordt het loodion op twee manieren vastgehouden.

- Welk type binding is er tussen Pb en O?
- Welk type wisselwerking is er tussen Pb en N?
- Door welke ingreep zou je het loodion weer kunnen vrijmaken?

RENDABELE VERWERKING MEST

de Volkskrant 12 juni 1991

Gist-Brocades steekt geld in rendabele verwerking van mest

Van onze verslaggever

AMSTERDAM — Gist-Brocades, de Rabobank en het produktschap voor Veevoeder gaan 22,3 miljoen gulden investeren in de ontwikkeling van een methode om uit drijfmest een aminozuur (bouwstof voor eiwit) te produceren. Die verbinding kan worden gebruikt als bestanddeel van veevoer. Volgens de initiatiefnemers kan met dit procédé mest op rendabele wijze worden verwerkt.

Dinsdag is het plan aangeboden aan minister Bokman van Landbouw. De initiatiefnemers hebben het bedrijf Triple A opgericht dat ervoor moet zorgen dat medio 1993 rendabele mestverwerking mogelijk is. Dan moet met de bouw van een grote verwerkingsinstallatie zijn begonnen.

De beslissing ruim twintig miljoen gulden te investeren is een stap op weg om een laboratoriumvinding van Gist-Brocades commercieel aantrekkelijk te maken. Sinds enige jaren werkt het Delftse bedrijf aan bacteriën die uit het vloeibare deel van de drijfmest lysine kunnen maken. Dit is een aminozuur en

een wezenlijk bestanddeel van eiwit. Deze stof wordt al aan veevoer toegevoegd. In het laboratorium doen de bacteriën hun werk naar behoren en weten ze uit een liter drijfmest zo'n twintig gram lysine te maken. Bij dit proces maken de micro-organismen gebruik van het overvloedig in de mest aanwezige ammoniak, een van de probleemstoffen in mest die onder meer verzuring in de hand werkt. In een fabriek wordt verwacht uit een ton drijfmest vijftien kilo lysine te halen. Als het produkt van goede kwaliteit is, levert die hoeveelheid ongeveer zestig gulden op.

Dankzij die opbrengst is de methode veel aantrekkelijker dan de manier van mestverwerking die de enige mestfabriek in Nederland toepast. Het bedrijf Promest in Helmond weet maar twintig gulden uit een ton mest te halen, terwijl de kosten ongeveer het dubbele bedragen. Promest dikt de drijfmest in tot er mestkorrels van kunnen worden gemaakt.

Overigens is de nieuwe methode geen oplossing voor het mestoverschot dat jaarlijks veertien miljoen ton bedraagt. Gist-Brocades verwacht dat er per jaar maximaal een half miljoen ton drijfmest rendabel is te verwerken, gezien de vraag naar lysine. Een nog grotere produktie zou de prijs van het aminozuur drukken.

Lees het artikel 'Gist-Brocades steekt geld in de rendabele verwerking van mest' uit de Volkskrant van 12 juni 1991.

Bij de beschreven verwerkingsmethode wordt uit drijfmest het aminozuur lysine gemaakt.

- 1 Zoek in de tabel 67c de structuurformule van lysine op en geef op basis van die structuurformule de rationele naam van lysine.

In het artikel staan de laboratoriumresultaten van de methode vermeld als ook de verwachte resultaten bij produktie op grotere schaal in een fabriek.

- 2 Bereken aan de hand van de vermelde gegevens de dichtheid van drijfmest.

Lysine ontstaat uit onder andere ammoniak die in drijfmest overvloedig aanwezig is.

- 3 Bereken hoeveel mol ammoniak er minimaal in een liter drijfmest aanwezig moet zijn zodat er twintig gram lysine uit gemaakt kan worden.

De verwerkingsmethode lijkt rendabel te zijn voor maximaal een half miljoen ton (1 ton = 1.000 kg) drijfmest. Dit vindt onder andere haar oorzaak in de toepassing

van lysine als grondstof voor de productie van eiwitten die als bestanddeel van veevoer kunnen worden gebruikt.

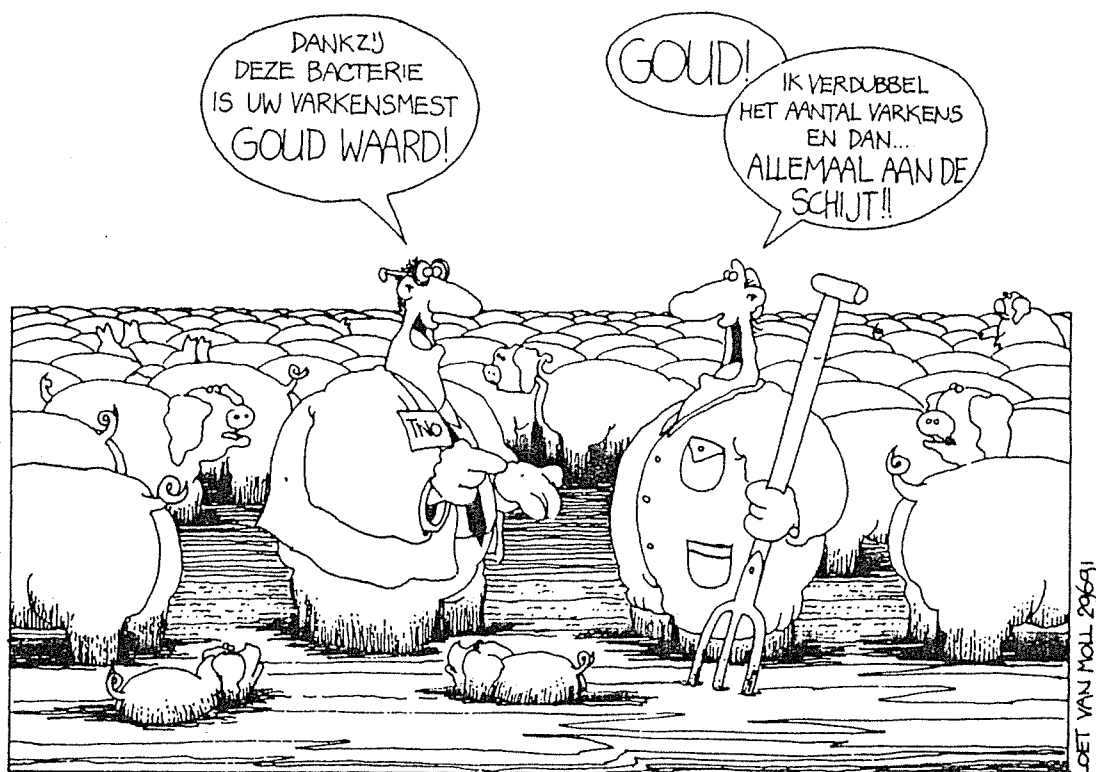
- 4 Teken een stukje van de structuurformule van een thermoplastisch eiwit dat uit lysine kan ontstaan.

Lysine kan ook gebruikt worden als grondstof voor een thermoharder.

- 5 Teken een stukje van de structuurformule van zo'n thermoharder. In de tekening moeten (minstens) twee ketenstructuren herkenbaar zijn en ook de verbinding daartussen.

De mestverwerkingsmethode die het bedrijf Promest in Helmond toepast kost meer dan ze oplevert.

- 6a Waardoor worden volgens jou de kosten van die methode vooral veroorzaakt? Licht je antwoord toe.
- 6b Hoe komt het volgens jou dat Promest kan blijven 'draaien' terwijl de kosten ongeveer het dubbele bedragen van de twintig gulden die uit een ton mest gehaald worden?



Milieudefensie 6, 13, 1991

METHANOL-AUTO

NRC 14 februari 1991

Methanolauto begint eindelijk door te breken

Sinds de Golfcrisis zijn Amerikaanse autofabrikanten weer volop geïnteresseerd in een alternatieve brandstof, namelijk methanol. General Motors lanceert binnenkort een nieuw model van de Chevrolet Lumina, die in 1992 op de markt komt in Californië. Intussen wordt door Ford hard gewerkt aan een methanol-versie van de Ford Escort, de Taurus en de Crown Victoria. Ook Chrysler heeft een methanolmodel in vergevorderde staat van ontwikkeling. Hetzelfde geldt overigens voor autofabrikanten buiten Amerika.

Achtergrond van deze ontwikkeling is niet zozeer de behoefte aan brandstofbesparing maar de noodzaak om aan steeds strengere milieu-eisen te voldoen. In dat opzicht biedt methanol voordelen. Het verbrandt schoner dan benzine en daarbij komen minder koolwaterstoffen en stikstofoxyden vrij. Geen wonder dus dat de eerste

methanolauto's bestemd zijn voor Californië, de staat met de strengste milieu-eisen.

Methanol heeft ook andere voordelen. Het heeft een octaangetal van 100 — tegen 93 tot 97 voor benzine. Daardoor loopt de motor bij hogere compressie en dus zuiniger. Het is in alle verhoudingen mengbaar met conventionele benzine. Methanol is gemakkelijk te maken uit aardgas, maar ook uit andere energiedragers zoals kolen. De hoge verdampingswarmte van methanol maakt dat het brandstofmengsel zeer koud de cilinder binnenkomt waardoor het vermogen verhoogd wordt. Ook heeft de motor minder koeling nodig. Dat betekent dat er op het koelsysteem bezuinigd kan worden. Doordat ook de uitlaatgassen een lagere temperatuur bezitten, wordt de katalysator ontzien.

Ook beweren de fabrikanten dat een methanolmotor 'pittiger' zou zijn. In proeven trok hij in 11 seconden op van 0 naar 100 kilometer per uur, volgens Ford een halve seconde snel-

ler dan de benzinemotor. Daarom rijden al veel racewagens in Indianapolis op methanol.

Nadelen zijn de startproblemen — de nieuwe brandstof is minder vluchtig dan benzine, en de beperkte actieradius. De energiedichtheid van methanol is maar half zo groot als die van benzine en daarom reikt een volle brandstoftank maar half zo ver — tot 500 kilometer voor een middenklasser.

Bovendien komen bij de verbranding van methanol meer aldehyden vrij, die het ozonprobleem verergeren en bijdragen aan de smogvorming. Verder is een methanolmotor 300 tot 500 dollar duurder. Maar volgens de auto-industrie zijn die problemen niet onoverkomelijk, tenslotte is aan de ontwikkeling van de benzinemotor ook honderd jaar gewerkt.

Blijft over de vraag waar je straks methanol kunt tanken. De introductie van de nieuwe brandstof vormt ongetwijfeld een logistiek probleem. (Science 1 februari)

- 1 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van methanol en van benzine (neem voor benzine de gemiddelde formule C_7H_{14}).

Als de verbranding van benzine onvolledig is, komen in de uitlaatgassen koolwaterstoffen en koolstofmonoxide voor. Ook stikstofoxiden worden als ongewenste uitstoot beschouwd.

- 2 Hoe is te verklaren dat er stikstofoxiden ontstaan?
- 3 Leg uit dat ook bij methanol van een octaangetal gesproken kan worden, ook al heeft methanol niets met octaan, benzine of hogere koolwaterstoffen te maken.

Een nadeel van methanol is de kleinere energiedichtheid (dit is het aantal Joule dat we uit één liter kunnen halen) ten opzichte van benzine.

- 5 Laat door berekening aan methanol zien dat de energiedichtheid van methanol inderdaad maar ongeveer half zo groot is als van benzine (verbrandingswarmte benzine: tabel 28 Binas). Maak bij de berekening gebruik van tabel 11 en 55 in Binas en ga uit van volledige verbranding van methanol.

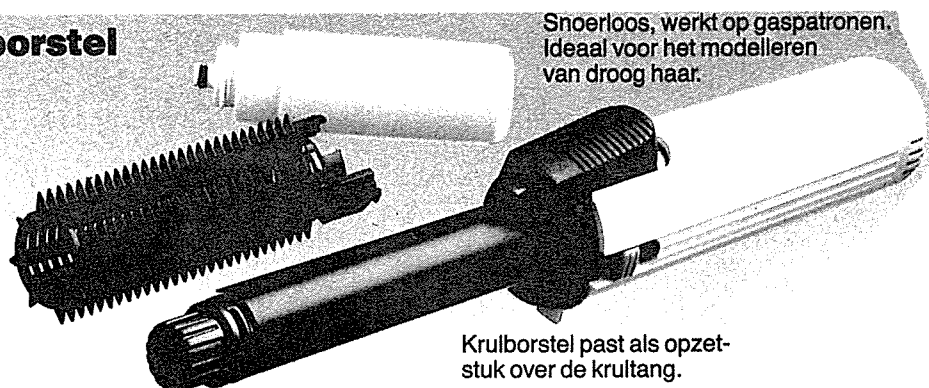
Een ander nadeel bij het gebruik van methanol is dat bij onvolledige verbranding er methanal (een aldehyde met formule CH_2O) gevormd kan worden. Methanal is een zeer agressieve stof.

- 6 Geef de reactievergelijking voor deze onvolledige verbranding van methanol. Naast methanal ontstaat er ook nog waterdamp.

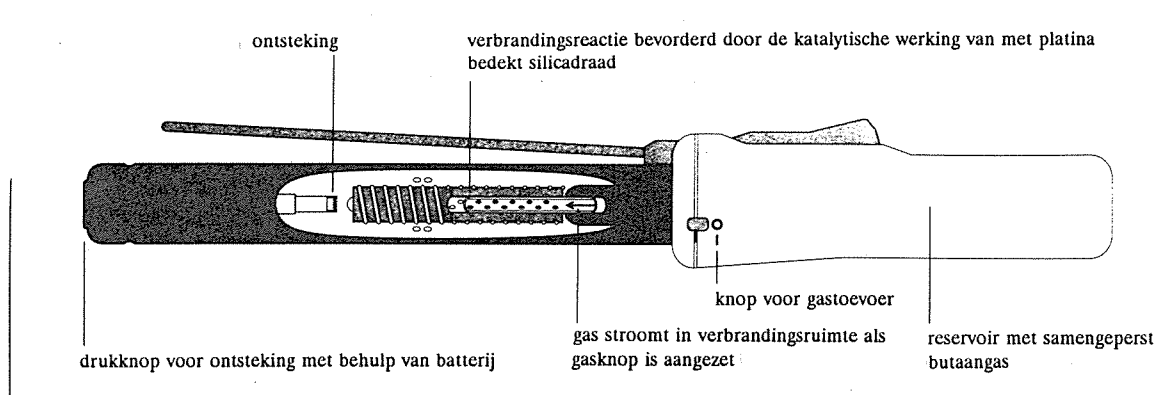
HAARKRULBORSTEL OP GAS

Reclamefolder Novalux

Combi gaskrulborstel & tang PHILIPS



In figuur 1 zie je hoe zo'n krulborstel op gas er van binnen uit ziet.



Figuur 1 Doorsnede van een krulborstel op gas

De haarkrulborstel bevat gaspatronen met butaangas (C_4H_{10}).

Butaangas reageert met zuurstof uit de lucht.

- 1 Geef de reactievergelijking van de volledige verbranding van butaangas.
- 2 Leg uit of dit een exotherme of een endotherme reactie is.

In het tanggedeelte zitten wat gaatjes (die zijn op de foto niet meer te zien).

- 3 Geef twee redenen waarom er gaatjes in het tanggedeelte aanwezig moeten zijn.

De reactie tussen butaangas en zuurstof treedt pas op als je een knop indrukt aan de voorkant van de tang. Een batterijtje stuurt dan stroom door een gloeidraadje. De verbranding vindt verder plaats aan het oppervlak van een met een dun laagje platina bedekte silicadraad.

- 4 Leg uit waarom men maar een *dun* laagje platina gebruikt.
- 5 Wat is de functie van het platina voor de reactie tussen butaangas en zuurstof?

GLORIX ZONDER CHLOOR

Libelle nummer 12, 1991

Glorix ZONDER CHLOOR

REINIGT HYGIËNISCH SCHOON

Glorix Zonder Chloor is een frisse, hygiënische reiniger zonder chloor. Glorix Zonder Chloor ontleent haar hygiënische reinigingskracht en blekende werking aan actieve zuurstofdeeltjes (waterstofperoxide). Glorix Zonder Chloor verwijdert zowel zichtbaar als onzichtbaar vuil.

GEBRUIKSAANWIJZING:

Voor het reinigen van het toilet spuit u Glorix Zonder Chloor onverdund in de pot en onder de randen. Desgewenst borstelen. (voorzichtig met spatten!) Na 10 minuten doortrekken.

Daarnaast kunt u Glorix Zonder Chloor (verdund) gebruiken voor het hygiënisch reinigen van vloer, keuken en sanitair. Dosering: 80 ml. Glorix Zonder Chloor op 1 ltr. warm water. Glorix Zonder Chloor maakt alles glanzend schoon en fris.

VOOR MEER
INFORMATIE
KUNT U BELLEN
MET 010-4356545

OCTROOI AANGEVRAAGD
DE FENIX-POSTBUS 612, 8000 AP ZWOLLE

750 ml e

Glorix

ZONDER CHLOOR

NIEUW
ZONDER CHLOOR

REINIGT HYGIËNISCH SCHOON

Nieuw:
Glorix met zonder chloor

Glorix zonder chloor

Chloor heeft ontsmettende eigenschappen maar is niet erg vriendelijk voor het milieu. Daarom is in de nieuwe Glorix de chloor vervangen door waterstofperoxyde. Hiermee maakt u hygiënisch schoon en pakt u ook het onzichtbare vuil aan. Het middel is ook geschikt om de ruimten waar huisdieren leven schoon te maken. De eigenschappen van de Glorix zijn gelijk, maar het produkt ontziet het milieu (Lever).

Ingrediëntendeclaratie
volgens E.G. aanbeveling.

Glorix Zonder Chloor bevat o.a.	
Zuurstofbleekmiddel.	5-15%
Anionogene en amfotere oppervlakte actieve stoffen.	elk minder dan 5%

**BUITEN BEREIK VAN
KINDEREN BEWAREN.**

Bij aanraking met de huid onmiddellijk met overvloedig water afspoelen.
Bij aanraking met de ogen onmiddellijk met overvloedig water afspoelen en deskundig medisch advies inwinnen.
Irriterend voor de ogen en de huid.

LET OP:
- De fles altijd rechtop vervoeren/plaatsen.
- Koel en donker bewaren.

IRRITEREND

GLORIX ZONDER CHLOOR I

Bepaling van het waterstofperoxide-gehalte (klas 4)

'Bleekwater' is vanouds een oplossing van een chloorverbinding. Het wordt daarom 'chloorbleekmiddel' genoemd.

'Glorix zonder chloor' is een waterstofperoxide-oplossing. Deze bestaat voor een groot gedeelte uit water. In het water is waterstofperoxide (H_2O_2) opgelost. Op het etiket staat daarom 'zuurstofbleekmiddel'.

Met dit experiment zoek je uit hoeveel gram waterstofperoxide in 100 gram van de oplossing aanwezig is.

Waterstofperoxide ontleedt onder invloed van bruinsteen in zuurstofgas en water. De hoeveelheid zuurstofgas die daarbij ontstaat is dus een maat voor de hoeveelheid waterstofperoxide die oorspronkelijk in de oplossing aanwezig was.

Je laat een portie 'Glorix zonder chloor' ontleden en meet het volume van het zuurstofgas dat ontstaat. Hieruit bereken je het aantal mol zuurstofgas. Met behulp van de reactievergelijking kun je nu uitrekenen hoeveel mol waterstofperoxide er ontleedt is. Dat aantal mol reken je om naar het aantal gram waterstofperoxide. Omdat je weet hoe groot de portie was die je onderzocht kun je nu uitrekenen hoeveel gram waterstofperoxide in 100 gram 'Glorix zonder chloor' zat.

Er zijn twee praktische problemen:

- op het etiket staat vermeld dat 'Glorix zonder chloor' ook 'anionogene en amphotere oppervlakte-actieve stoffen' bevat. Dat wil zeggen: er zit ook een beetje zeep in. Die zeep kan schuim vormen, dat is lastig bij het uitvoeren van de proef. Je kunt de schuimvorming voorkomen door propaanzuur toe te voegen, die helpt de zeep 'om zeep';
- 'Glorix zonder chloor' is tamelijk geconcentreerd. Bij je experiment moet het eerst worden verdund. Voor je klaar staat een verdunde oplossing 'Glorix zonder chloor'. De oorspronkelijke 'Glorix zonder chloor' is viermaal zo sterk als de verdunde oplossing.

Uitvoering van de proef

Bouw de opstelling zoals die in figuur 1 is afgebeeld.

Neem de erlenmeyer uit de opstelling.

Meet met een maatcilinder 10 ml af van de verdunde oplossing.

Schenk deze portie in de erlenmeyer, laat de maatcilinder rustig uitstromen.

Meet met een (andere) maatcilinder 5 ml propaanzuur af; schenk dit ook in de erlenmeyer.

Zet de erlenmeyer vlak naast de opstelling.

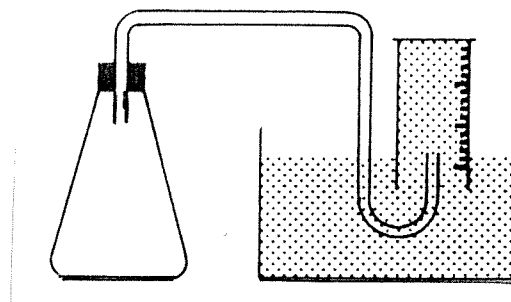
Doe een spatelpunt bruinsteen in de erlenmeyer *en doe onmiddellijk de stop erop*.

Zwenk de erlenmeyer af en toe, ga door tot de opgevangen portie gas niet meer verandert.

Lees af hoeveel ml gas je hebt opgevangen.

Bepaal de temperatuur van het water dat je gebruikte om het gas op te vangen.

(Lees eventueel de druk af die in het lokaal heerst.)



Figuur 1

- 1 Geef de reactievergelijking van de ontleding van waterstofperoxide in zuurstofgas en water.
- 2a Wat is de rol van de bruinsteen bij de ontleding van waterstofperoxide?
- 2b Waarom hoef je niet precies te weten hoeveel bruinsteen je toevoegt?
- 3 Hoe groot is het volume van één mol gas bij de omstandigheden waaronder je gewerkt hebt?
(Gebruik de formule $p \cdot V / T = c$ als je de temperatuur en de druk hebt bepaald; ken je de druk niet, lees dan de tabel af (tabel 1) bij de temperatuur die je hebt bepaald.)
- 4 Bereken hoeveel mol zuurstofgas er is gevormd.
(Veronderstel dat al het opgevangen gas zuurstofgas was.)
- 5 Uit hoeveel mol waterstofperoxide was de zuurstof afkomstig?
- 6 Bereken hoeveel gram waterstofperoxide aanwezig is in 100 ml onverdunde 'Glorix zonder chloor'.
- 7 Wat moet je nu nog weten om te kunnen uitrekenen hoeveel % waterstofperoxide aanwezig was?
- 8a Vergelijk je uitkomst met het gegeven op het etiket.
- 8b Wat had er bij jouw experiment kunnen mis gaan?
- 8c Vind je jouw meting betrouwbaar genoeg om bij de fabrikant te klagen als je een te laag waterstofperoxidegehalte had gevonden?
- 9a Waardoor ontziet 'Glorix zonder chloor' het milieu?
- 9b Waarin is 'Glorix zonder chloor' vergelijkbaar met andere bleekmiddelen?

Tabel 1

Het volume van één mol gas bij verschillende temperaturen en normale druk.

Temperatuur (°C)	Volume van één mol gas bij normale druk (liter)
0	22,4
15	23,6
16	23,7
17	23,8
18	23,9
19	24,0
20	24,0
21	24,1
22	24,2
23	24,3
24	24,4
25	24,5

GLORIX ZONDER CHLOOR II

Bepaling van het waterstofperoxide-gehalte (klas 5)

'Bleekwater' is vanouds een oplossing van een chloorverbinding. Het wordt daarom 'chloorbleekmiddel' genoemd.

'Glorix zonder chloor' is een waterstofperoxide-oplossing. Deze bestaat voor een groot gedeelte uit water. In het water is waterstofperoxide (H_2O_2) opgelost. Op het etiket staat daarom 'zuurstofbleekmiddel'.

Het etiket vermeldt ook 'anionogene en amfotere oppervlakte-actieve stoffen'. Dat wil zeggen: er zit ook een beetje zeep in.

Bij de bepaling van het waterstofperoxide-gehalte van 'Glorix zonder chloor' maak je gebruik van een jodometrische titratie. Waterstofperoxide reageert in zuur milieu met jodide-ionen en vormt daarbij een overeenkomstige portie jood. Die portie jood wordt bepaald door titreren met een natriumthiosulfaat-oplossing. Met behulp van gegevens van de titratie en de reactievergelijkingen kun je dan het waterstofperoxide-gehalte van 'Glorix zonder chloor' berekenen.

Er is een praktisch probleem: de reactie tussen waterstofperoxide en jodide-ionen verloopt nogal langzaam. Toevoegen van een ammoniummolybdaat-oplossing versnelt de reactie. Een nadeel van het ammoniummolybdaat is dat het de reactie tussen luchtzuurstof en jodide-ionen óók versnelt.

Ook hierbij wordt jood gevormd, je krijgt dan geen juiste uitkomst van je bepaling. Om deze storende reactie te voorkomen wordt ook nog wat natriumwaterstofcarbonaat toegevoegd aan de oplossing. Hierdoor ontstaat er boven de oplossing een koolstofdioxide-atmosfeer die de lucht verdringt.

Uitvoering

Pipetteer 10,00 ml van de 'Glorix zonder chloor' in een maatkolf van 100,00 ml en vul de kolf tot de maatstreep aan met gedestilleerd water.

Doe de stop op de kolf en homogeniseer de inhoud door enkele keren te 'kantelen'.

* Vul de buret met een circa 0,1 M natriumthiosulfaatoplossing (waarvan de precieze concentratie bekend is).

Lees de beginstand van de buret af en noteer deze (V_1 ml).

Pipetteer van de gehomogeniseerde oplossing 10,00 ml in een erlenmeyer van 250 ml.

Voeg nu toe:

- 50 ml van een 2 M zwavelzuuroplossing (maatcilinder);
- een schepje natriumwaterstofcarbonaat;
- 10 ml van een 20% oplossing van kaliumjodide (maatcilinder);
- 3 druppels van een 20% ammoniummolybdaat-oplossing.

Zwenk de kolf even. De oplossing is nu gereed voor de titratie.

Druppel rustig uit de buret de natriumthiosulfaat-oplossing toe en zwenk de kolf regelmatig.

Stop hiermee als de oplossing nog juist lichtgeel is.

Voeg met een maatcilindertje 5 ml zetmeeloplossing toe.

Ga *langzaam* door met het toevoegen van de natriumthiosulfaat-oplossing tot de blauwe kleur *juist* is verdwenen.
Lees de eindstand van de buret af en noteer deze (V_2 ml).
Bereken het volume natriumthiosulfaat-oplossing ($V_2 - V_1$ ml) dat je bij de titratie hebt gebruikt.

Herhaal de uitvoering vanaf * *tenminste* nog éénmaal.
Vergelijk de volumes bij de verschillende titraties en neem het gemiddelde ervan als ze weinig verschillen.

Uitwerking

- 1 Leid de vergelijking af van de reactie tussen waterstofperoxide en jodide-ionen in zuur milieu. Gebruik daarbij halfreacties.
- 2 Schrijf de vergelijking op van de reactie tijdens de titratie tussen de jood-oplossing en de natriumthiosulfaat-oplossing.
- 3a Bereken het massapercentage waterstofperoxide in de onverdunde 'Glorix zonder chloor'.
- 3b Vergelijk je uitkomst met het gegeven op het etiket.
- 3c Vind je jouw meting betrouwbaar genoeg om bij de fabrikant te klagen als je een te laag waterstofperoxide-gehalte had gevonden?

Ammoniummolybdaat bevordert ook de reactie tussen luchtzuurstof en jodide-ionen.

- 4 Beredeneer of je daarvoor een te hoog of te laag waterstofperoxide-gehalte zult vinden.
- 5 Wat moet de (kleine) portie ammoniummolybdaat *tenminste* bewerkstelligen?
- 6a Leg met behulp van een reactievergelijking uit hoe de koolstofdioxide-atmosfeer wordt gevormd.
- 6b Waardoor kan koolstofdioxide de lucht verdringen?
- 7 Leg uit waarom de zetmeeloplossing pas vlak voor het eindpunt van de titratie wordt toegevoegd.

Bij de uitvoering gebruik je 10 ml van een 20% oplossing van kaliumjodide.

- 8a Hoeveel gram kaliumjodide en hoeveel mol kaliumjodide bevat deze oplossing? Geef een berekening.
- 8b Is deze toevoeging niet te onnauwkeurig? Licht je antwoord toe.
- 8c Geef de *twee* functies van het jodide-ion.

Kernafval geeft knalzout

Radio-activiteit heeft op de kristallen van keukenzout een funeste uitwerking: de kristalstructuur wordt beschadigd en dat kan er op den duur een onplofbaar goedje van maken.

De invloed van straling op zout is onderzocht door twee natuurkundigen in Groningen, J. C. Groote en J. R. W. Weerkamp. Aanstaaende vrijdag promoveren zij erop.

Het geld voor het onderzoek is voor een deel afkomstig van het ministerie van Economische Zaken, dat onder andere tot taak heeft te bedenken wat Nederland met zijn kernafval moet doen. Opgebruikte uraniumstaven uit kernreactoren blijven nog eeuwenlang stralen. Opslag in geologisch stabiele zoutkoepels is een mogelijkheid die wordt onderzocht.

Zout lijkt echter slecht tegen radio-activiteit te kunnen. Het bestaat uit om en om gestapelde chloor- en natriumatomen. Door binnenvallende straling worden met name chlooratomen als biljartballen door het rooster heen geschoten.

Meestal belandt een chlooratoom weer in de buurt van een ander natriumatoom, maar zo nu en dan komt hij bij een ander chlooratoom terecht. Dat is het beginnetje van een opeenhoping van chloor.

Als de straling maar lang genoeg de tijd krijgt, kunnen die opeenhopingen behoorlijk groot worden. En waar de chlooratomen verdwijnen, blijven opeenhopingen van natrium over. Als die twee soorten

opeenhopingen zo groot worden dat ze elkaar raken, reageren ze heftig met elkaar, waarbij weer keukenzout ontstaat. Natuurkundig gesproken komt op dat moment de energie vrij die de straling er jarenlang geduldig heeft ingestopt. Praktisch gesproken ontploft het zout soms gewoon.

„Wat wij hebben gemeten is de ondergrens aan de schade die kan ontstaan”, zegt Weerkamp. „Als de straling meer tijd krijgt, kan de schade aan het kristal groter zijn. Maar wij konden natuurlijk geen proeven nemen die vijfhonderd jaar duurden. Ik denk dat in de praktijk de schade aan het kristalrooster nog wel een factor twee of drie ernstiger zou kunnen zijn.”

Zijn onderzoek werpt problemen op voor het gebruik van zoutkoepels, maar sluit dat nog niet uit:

„De straling wordt geleidelijk minder, dus als je het afval beter verpakt, heeft het niet meer de tijd om zoveel schade aan te richten. Het opslaan kost dan wel veel meer.”

Het is ook nog mogelijk, dat na een explosie de zoutkoepel het afval nog steeds afschermt van het grondwater. Aan ontploffende stukjes zout ter grootte van een dubbeltje kan niet zonder meer worden afgelezen of er in een ontploffende zoutwand grote scheuren dan wel haarscheurtjes ontstaan. Weerkamp: „Dat moeten mijn bouwjongens maar onderzoeken.”

Het artikel 'Kernafval geeft knalzout' gaat over de invloed van radioactieve straling op keukenzout. Het zout kan door die straling ontleden. Ontledingsreacties leerde je al in de derde klas kennen.

- 1a Geef de namen van de drie soorten ontledingsreacties die je toen geleerd hebt.
- 1b Geef bij elk type ontledingsreactie van vraag 1a welke energiesoort gebruikt wordt.

In de fotografie maken we van één van deze soorten reacties gebruik. Een fotografische film bevat onder andere kleine kristalletjes zilverchloride in een dunne gelatinelag.

2a Geef de formule van zilverchloride.

2b Wat zijn de bouwstenen van een zilverchloride kristal?

Als licht op zilverchloride valt kan het zilverchloride energie opnemen. Die energie kan worden gebruikt om elektronen los te maken.

3a Uit welke van de aanwezige deeltjes kunnen elektronen worden losgemaakt?

3b Geef de reactievergelijking van dit proces.

Als je het goed gedaan hebt bij vraag 3b heb je gezien dat er een atoom ontstaat waarbij een elektron vrij komt. Het ontstane atoom blijft in de gelatine.

4 Wat gebeurt er met het losgemaakte elektron?

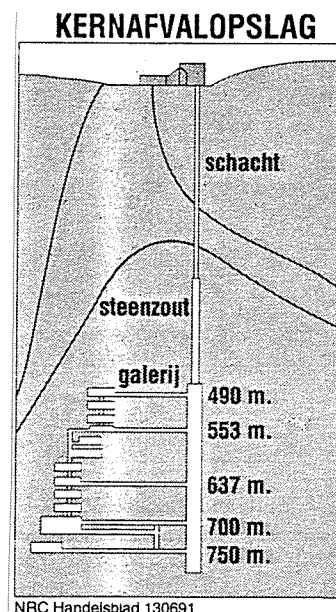
5 Beschrijf nu met één reactievergelijking de veranderingen in het zilverchloride kristal als er licht op valt.

In het artikel 'Kernafval geeft knalzout' kun je vanaf regel 20 lezen: 'Opslag in geologisch stabiele zoutkoepels is een mogelijkheid die wordt onderzocht.' In nevenstaand plaatje staat een afbeelding van zo'n zoutkoepel. De zoutkoepels zijn aanwezig in het oosten van Nederland en zijn lang geleden ontstaan. Ongeveer 200 miljoen jaar geleden was hier een zee en het klimaat was warm.

6a Hoe zijn die zoutlagen toen ontstaan?

6b Waarom komen die zoutlagen hier niet meer aan de oppervlakte voor?

De druk op een zoutlaag diep in de bodem was heel groot, maar niet overal gelijk. Waar de druk het kleinst was werd de laag door zijn omgeving omhoog geperst en kreeg de vorm van een massieve koepel. De top van zo'n koepel ligt ongeveer 400 m diep. Sinds ongeveer 100 jaar wordt er zout uit deze koepels gewonnen.



NRC 13 juni 1991

7 Leg uit hoe deze zoutwinning gebeurt.

Door de zoutwinning zijn in de zoutkoepels lege ruimtes ontstaan. In zulke ruimtes wil men kernafval opslaan.

8a Waarom wil men het kernafval zo diep wegstoppen?

8b Denk je dat de radioactieve straling in de zoutkoepel kernreacties veroorzaakt? Licht je antwoord toe.

In het artikel staat (vanaf regel 23): "Zout lijkt echter slecht tegen radioactiviteit te kunnen."

- 9 Welk woord wordt in de regels die daarop volgen regelmatig verkeerd gebruikt? Door welk woord moet je het vervangen?

10a Denk je dat door de straling een soort 'biljartspel' met de 'atomen' ontstaat? Licht je antwoord toe.

10b Pas de beschrijving in de regels 26 tot en met 35 aan.
Gebruik hierbij je kennis uit de vragen 3 tot en met 5.

De titel van het artikel luidt: 'Kernafval geeft knalzout'. Er wordt verondersteld dat er iets kan knallen (ten gevolge van een heftige reactie).

- 11 Geef de reactievergelijking van die heftige reactie.

Zo'n reactie zou gevaarlijke gevolgen kunnen hebben voor de 'geologisch stabiele zoutkoepel' doordat er scheuren in het zout kunnen ontstaan.

- 12 Welke gevolgen zou het hebben als deze scheuren:
a niet tot het aardoppervlak doordringen of
b wel tot het aardoppervlak doordringen?

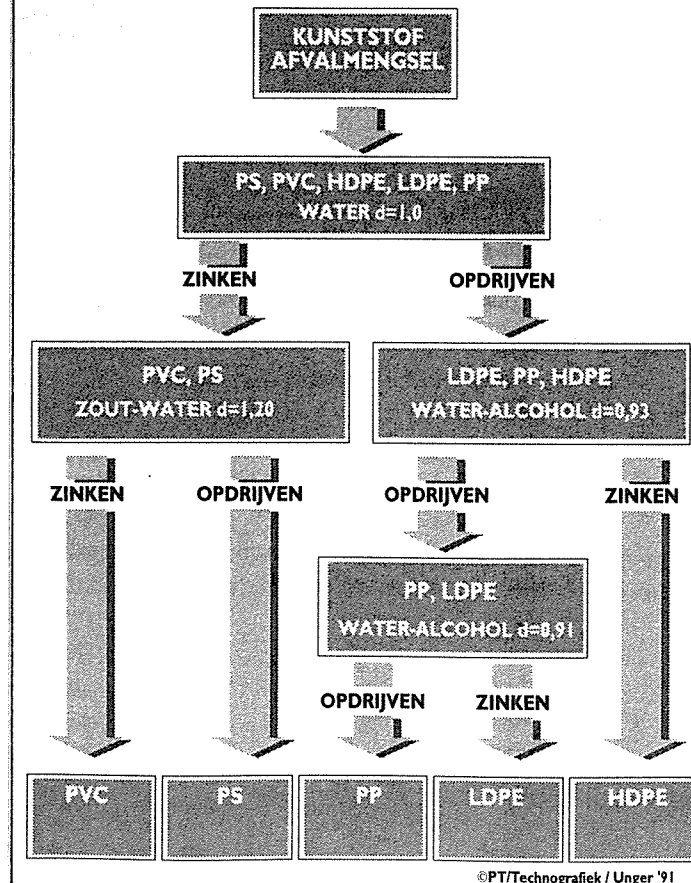
KUNSTSTOF/KUNSTSTOF-SCHEIDING

Stel, je werkt bij een bedrijf dat een grote afvalberg heeft van allerlei kunststoffen als resultaat van een plastic inzamelingsactie. Een 'kunststof-o-matic', een mobiele scheidingsinstallatie, kun je nog niet voor laten rijden, dat is nog toekomstmuziek. Er moet een andere oplossing gezocht worden om de berg kunststoffen naar soort uit te splitsen.

In een krant kom je dan een artikel tegen van onderzoek dat bij TNO wordt uitgevoerd. Een stuk van dat artikel staat hieronder weergegeven.

Het scheidingssysteem waar TNO aan werkt, is relatief goedkoop. Dat is nodig meent Ansems, omdat het eindprodukt als secundaire grondstof moet kunnen concurreren met primaire uitgangsstoffen. Het proces is gebaseerd op verschil in dichtheid tussen de componenten. De methode valt ruwweg in twee delen uiteen: een droge en een natte scheiding. In de eerste wordt met behulp van mechanische technieken het afval gesorteerd op vorm en grootte. Het kunststofafval wordt gemalen en gaat vervolgens naar de natte behandeling. In dit procesdeel doorloopt het kunstmengsel een aantal baden met verschillende dichtheid waarbij een fractie zinkt en een andere fractie blijft drijven. In het eerste bad bijvoorbeeld (water, dichtheid = 1,0) blijft HDPE, LDPE en PP drijven, terwijl PS en pvc zinken. Door het PS/pvc-mengsel in een water-zoutbad te behandelen ($d = 1,20$) zijn PS en pvc van elkaar te scheiden. Hetzelfde geldt voor HDPE, LDPE en PP, maar dan met behulp van alcohol-waterbaden met verschillende dichtheid.

KUNSTSTOF / KUNSTSTOF-SCHEIDING



©PT/Technografiek / Unger '91

Poly Technisch Weekblad 22 (11), 11, 1991

Je stapt met het artikel naar de directeur van het bedrijf en vraagt hem of je de kunststof/kunststof-scheiding zoals deze in het artikel staat beschreven eens uit mag proberen. Nou zijn toestemming heb je zo op zak. Hij geeft je een mengsel van polymeren mee.

In het mengsel zijn aanwezig: PS: polystyreen; PVC: polyvinylchloride; HDPE: hoge druk polyetheen; LDPE: lage druk polyetheen; PP: polypropreen.

Verder vertelt hij waar je de oplossingen, met de dichtheden zoals vermeld in het artikel, kunt vinden die je nodig hebt voor je onderzoek.

Nou jij kunt aan het werk: voer de kunststof/kunststof-scheiding uit. Geef je resultaten kort weer en trek hieruit de conclusie welke soorten kunststoffen in je afvalberg voorkomen.

ZINK TEGEN ZOUT

de Volkskrant 9 februari 1991

Zink tegen zout.

IN ons kikkerlandje krijgen we elke winter onze portie sneeuw en ijzel. Gelukkig wordt er meestal onmiddellijk gestrooid. Dat is goed voor de verkeersveiligheid. Maar minder goed voor de carrosserie van uw auto.

Want dat papje van sneeuw en zout is bijzonder happig op plaatstaal. Met als uiteindelijk gevolg: roest (of met een deftig woord: corrosie).

Er is maar *één manier* om plaatstaal doeltreffend en langdurig te *beschermen tegen roest: verzinken*.

En er is maar *één auto in de middenklasse* waarvan al het plaatstaal dat met de buitenlucht in aanraking komt *daadwerkelijk verzinkt* is: de Fiat Tipo. Nu moeten we even technisch worden.

Het plaatstaal dat voor de carrosserie van de Tipo bestemd is, wordt volgens een speciaal procédé *tot in de uiterste hoekjes afgedekt* door een dun laagje zink. Zink is een minder edel metaal dan staal. Als de carrosserie onverhoopt tot op het plaatstaal beschadigd zou worden, vormt het zink een dun oxidelaagje, het zogenaamde

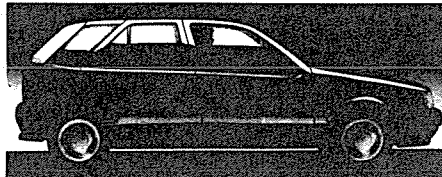
zinkpatina. Dit laagje *sluit* het plaatstaal opnieuw *hermetisch af* van de buitenlucht. Als de Tipo carrosserie eenmaal gemaakt is, brengt men ten overvloede nog een *beschermende coating* aan op het verzinkte staal.

Voor deze zogenaamde cataforesebehandeling wordt de carrosserie geheel in een bad ondergedompeld.

Vervolgens bedekken *robots* de Tipo, met *8 laklagen*. Maar daarmee is de roestpreventie nog niet ten einde. Het aantal *laspunten* – doorgaans potentiële roestbronnen – is *drastisch verminderd*. De vijfde deur is van *versterkt thermohardend polyester*. En de voorwielkuipen zijn, als extra bescherming, voorzien van een *inwendig kunststof spatbord*.

Twee conclusies. *Eén*: de ingenieurs uit Turijn bewijzen met de Tipo dat een *buitengewoon fraai ontwerp* tegelijkertijd buitengewoon *degelijk en*

duurzaam kan zijn. *Twee*: u bewijst met de aanschaf van de Fiat Tipo dat zowel *uw gevoel voor schoonheid* als *uw gezonde verstand* uitermate goed ontwikkeld zijn. **FIAT**



De Fiat Tipo. Eén brok temperament.

ZINK TEGEN ZOUT

Lees bijgaande advertentie 'Zink tegen zout'.

In de eerste regel van de tekst van de advertentie is sprake van twee soorten water in vaste vorm. In een deeltjesmodel kan water worden voorgesteld met identieke moleculen.

- 1 Kan met dit deeltjesmodel verklaard worden dat er verschillende soorten water in vaste vorm bestaan?
Zo ja, hoe dan?
Zo nee, leg uit waarom niet.

Om sneeuw en/of ijs te laten smelten wordt (keuken)zout gestrooid. Sneeuw en/of ijs blijken dan, als het tenminste niet te hard vriest, te smelten.

- 2 Is het smelten van ijs/sneeuw een exo- of endotherm proces?

Metalen die onder normale omstandigheden niet reageren met zuurstof, doen dat in aanwezigheid van water met daarin opgelost chloor (Cl^-) wel. Cl^- kan redoxpotentialen in hoge mate beïnvloeden.

- 3 Leg aan de hand van de gegevens uit tabel 48 (Binas) uit of zilver onder normale omstandigheden met zuurstof en water reageert.
- 4 Leg uit of zilver in aanwezigheid van Cl^- met zuurstof en water reageert.

Ter voorkoming van corrosie wordt plaatstaal soms verzinkt. Zink is een onedel metaal dat met zuurstof (in water) reageert.

- 5 Geef de vergelijking van de reactie tussen zink en zuurstof (in water).

De beschermde werking is dan ook niet te danken aan de (on)edelheid van zink maar aan het ontstaan van zinkpatina.

- 6 Geef het ontstaan van zinkpatina in een reactievergelijking weer.

Plaatstaal kan verzinkt worden door het in gesmolten zink te dopen. Verzinking kan ook plaatsvinden via een elektrolytisch proces.

Het te verzinken plaatstaal zou bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden als een van de elektroden bij de elektrolyse van een oplossing van zinknitraat in water.

- 7 Wordt het plaatstaal aangesloten op de positieve of negatieve pool, waarbij de plaatstaal elektrode dan de hoogste respectievelijk laagste potentiaal heeft?
Licht je antwoord toe.
- 8 Geef de vergelijkingen waarmee de beide elektrode-reacties beschreven kunnen worden.

Eén van de factoren die de keuze voor een van beide processen (dopen of elektrolyseren) bepalen, is de ervoor benodigde energie. Aan de hand van de ionisatie-energie (tabel 62) en smeltenergie (tabel 8) van zink kun je een vergelijking maken tussen het 'dopen' en 'elektrolyseren'.

- 9 Bereken hoeveel keer het ene proces energetisch gunstiger is dan het andere (de bij de elektrolyse bij de andere elektrode benodigde of geleverde energie mag je bij deze berekening buiten beschouwing laten).

In de advertentie is sprake van andere corrosiebestendige materialen, zoals coatings en 'thermohardende polyesters'.

- 10 Teken een stukje van de structuurformule van een thermohardende polyester.

HUISVUILVERBRANDING ZONDER DIOXINES

Huisvuilverbranding zonder dioxines

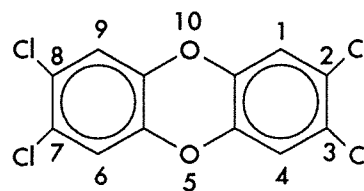
In het Kernforschungszentrum in het Westduitse Karlsruhe (KfK) is een methode ontwikkeld om huisvuil te verbranden zonder dat de uiterst giftige dioxines ontstaan, terwijl ook de zware metalen uit de rookgassen gehaald worden. Dat meldt het TNO-magazine Toegepaste Wetenschap van deze maand.

Tamara heet het project van het KfK, waarmee een oplossing gezocht wordt voor vijftig miljoen ton afval in de Bondsrepubliek, waarvan er nu acht miljoen ton in rook opgaat in vijftig installaties. Na verbranding van die acht miljoen ton blijft 250.000 ton vliegashouding over; elke gram vliegashouding bevat weer tien miljardste gram van de giftigste dioxine-soort 2,3,7,8-TCDD.

De nieuwe zuiveringstechniek komt neer op drie belangrijke stappen. Eerst wordt het rookgas in twee wastoren ontdeeld van zoutzuur en zwaveldioxide. Vervolgens vindt er een behandeling met zuur plaats, waardoor zware metalen neerslaan uit het filterstof. Het restant wordt gedroogd, met calciumsulfaat gemengd en weer in de oven gevoerd, waar na een kwartier alle soorten dioxines en dibenzofuranes uiteenvallen.

de Gelderlander 27 januari 1991

Er wordt in het artikel gesproken over de giftigste dioxine-soort, namelijk 2,3,7,8-TCDD, met als structuurformule



- 1 Geef de molecuulformule van dioxine.

In het stukje staat dat vliegashouding per gram tien miljardste gram dioxine bevat.

- 2 Bereken hoeveel gram er dan in die 250.000 ton vliegashouding aanwezig is.

De nieuwe zuivering komt onder andere neer op het wassen van rookgas waarbij het rookgas ontdeeld wordt van 'zoutzuur' en 'zwaveldioxide'. Dit wassen kan men doen met natronloog.

- 3a Leg uit waarom de naam 'zoutzuur' een foutieve naam is voor een van de gasen die uit het rookgas worden gehaald.
- 3b Geef de juiste naam voor het gas.
- 4a Geef de vergelijking van de optredende reactie tussen 'zoutzuur' en natronloog.
- 4b Geef de vergelijking van de optredende reactie tussen zwaveldioxidegas en natronloog.

Het artikel gaat verder met: "Vervolgens vindt er een behandeling met zuur plaats, waardoor zware metalen neerslaan uit het filterstof."

- 5 Leg uit of het terecht is dat de auteur over zuur spreekt.
- 6 Welk 'zuur' zou men hier kunnen gebruiken om er voor te zorgen dat zoveel mogelijk metaalionen neerslaan? Licht je antwoord toe.

LUCHTHUILERS EN DONDERDRAKEN

de Gelderlander 15 december 1990

Luchthuilers en donderdraken

Chinees vuurwerk geheimzinnig resultaat van een traditie van duizenden jaren

Door Andreas Schelfhout

Regelmatig knalt en fluit het buiten. Het lijkt op het stemmen van een luidruchtig, ongedisciplineerd orkest. Op de laatste dag van het jaar zal al dat lawaai in hevigheid toenemen om tenslotte oorverdovend in een kakofonie uit te barsten ten einde de boze geesten te beletten mee over te stappen naar het nieuwe jaar.

Duiveltjes, spinnewielen, luchthuilers, donderdraken, gillende keukenmeiden, fluitende zonnen, supervulkanen, zwermstokken, rotjes: zomaar wat namen uit het rijke assortiment dat vuurwerkverkopers in de aanbieding hebben.

Klaas Haarman uit Enschede vertelt genoteerd over zijn liefhebberij die tevens zijn broodwinning is: vuurwerk. Hij is groot-importeur en heeft in de loop van de jaren een enorme privé-collectie opgebouwd, veilig opgeborgen in een bunker.

De oudste stukken komen uit eigen land. Eenvoudig knalvuurwerk en simpele pijlen. Het meeste is van Chinese makelij, draagt bloemrijke namen en is het resultaat van een traditie van duizenden jaren.

Klaas Haarman: „Wat de Chinezen maken, kan niemand. Ze zijn er ook heel geheimzinnig over. Ze hebben nu meer dan vijfduizend stuks verschillende soorten

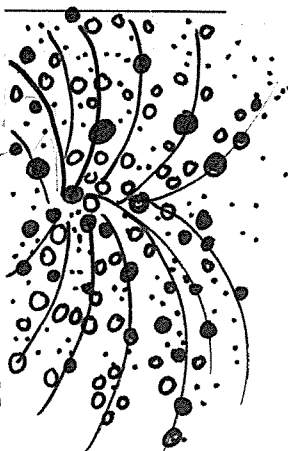
vuurwerk. En ieder jaar hebben ze weer wat nieuws.

Toen in 1986 de ramp met het Amerikaanse ruimteveer Challenger gebeurde, kwamen ze onmiddellijk met een raket die start en fatale explosie precies nabootste. Dit jaar hebben ze als nieuwtje knallende komeetsterren.”

„Ik heb al dat vuurwerk wel in mijn verzameling. Maar ik verkoop het niet allemaal. Het meeste lijkt op elkaar. Je moet een echte fijnproever zijn om de verschillen te zien. Bovendien kun je van die duizenden stuks geen bestelformulier maken, dat zou een dik boek worden.”

Klaas Haarman pakt een kartonnen speedboot: „Als je hem aansteekt, spuwt hij eerst vuur, gaat vervolgens rijden en dan starten er twee vliegtuigjes. Een mooi effect, een prachtig stukje siervuurwerk. Maar de sier gaat er weer een beetje af. Er is opeens minder belangstelling voor. Het gaat weer knallen en fluiten dit jaar.”

„Maar zo hard als vóór 1983, toen het decibellen-besluit van kracht werd, zal het nooit meer knallen. Afgezien van het illegale vuurwerk natuurlijk. En hoe groot de pot ook is, er mag nooit meer dan 25 gram lading in zitten.



Kleuren

Vuurwerk bestaat uit pyrotechnische mengsels, sassen genoemd. De term pyrotechniek stamt van het Griekse 'pyr' (vuur) en 'techne' (kunst). Tot het einde van de Tweede Wereldoorlog bleef het maken van vuurwerk een echte kunst. Via experimenten ontdekten men mengsels, die van generatie op generatie als familiegeheim werden overgedragen. Pas na de oorlog zijn de fysische en chemische processen van vuurwerk ontsluit.

De pyrotechnische mengsels, sassen, zijn voor ieder effect verschillend. Er zijn bijvoorbeeld knal-, licht-, fluit- en rooksassen. Zij bevatten oxydatie(ontploffings)middelen, zoals nitraten, chloriden en peroxiden, en reductie(vertraging)middelen, zoals metaalpoeders, koolstof en silicium. Na ontsteking geven deze stoffen een explosie of een zich langzaam voortplantende ontploffing.

Een van de oudste en meest bekende sassen is zwart buskruit. Dit is een mengsel van kaliumnitraat (salpeter), houtskool en zwavel. Doordat zwart buskruit goedkope en voor mens en milieu onschadelijke stoffen bevat, is het een ideaal mengsel.

Zwart buskruit wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het knaleffect in rotjes en donderslagen, voor de voorstuwing van vuurpijlen en in lonten.

Door deze stof te mengen met metaalpoeders, ontstaan bij ontploffing lichteffecten. Strontium bijvoorbeeld geeft na de chemische reactie rood licht, barium kleurt de lucht groen, natrium zorgt voor een gele kleur en koper laat een blauw spoor achter. Die schitterende kleuren zijn wel minder vriendelijk voor mens en milieu.

Een ander sas is het zogenaamde witte kruit, een mengsel van aluminiumpoeder en kaliumperchloraat. De explosieve kracht is zo groot en er gebeuren zo veel ongelukken mee dat dit kruit in Nederland is verboden.

LUCHTHUILERS EN DONDERDRAKEN

Onder het kopje 'kleuren' worden wat algemene vuurwerkprincipes beschreven. Lees dit stukje aandachtig door.

- 1 Geef met enkele woorden een omschrijving voor een sas.

In zijn beschrijving van de samenstelling van zo'n sas creëert de auteur toch een beetje een rookgordijn. Zo lijkt hij 'reductiemiddel' en 'vertragsmiddel' als synoniem te beschouwen.

- 2 Welke twee principiële bestanddelen zal een sas altijd bevatten?

Een reductiemiddel (reductor) is niet hetzelfde als een vertragsmiddel, het kan wel als zodanig optreden.

- 3 Leg uit hoe met dezelfde reductor vuurwerkmengsels gemaakt kunnen worden die of traag reageren of snel.
- 4 Wat wordt door de schrijver van het artikel ten onrechte als oxidator genoemd?
- 5a Geef van zwart buskruit de oxidator(en) en reductor(en) in de sas.
- 5b Geef van wit kruit de oxidator(en) en reductor(en) in de sas.

Na ontsteking van zwart buskruit vindt een snelle exotherme reactie plaats, die uiteindelijk in het algemeen kaliumcarbonaat, koolstofdioxide en stikstofgas oplevert.

- 6 Geef de vergelijking van deze reactie. Geef ook de toestandsaanduidingen.
- 7 Waarop berust de explosieve kracht van deze reactie?

De licht en kleureffecten bij vuurwerk zijn het gevolg van bijmengen van metaalpoeders, meldt de schrijver. Zo geeft toevoeging van magnesiumpoeder een schitterend wit licht-effect.

Een aantal metalen, die in het artikel vermeld staan, zullen echter niet als metaal worden bijgemengd. In plaats van het metaal voegt men dan aan de sas een zout toe waarin het metaalion aanwezig is.

- 8 Leg uit welke metalen, die in de tekst vermeld staan, zeker niet als metaalpoeder bijgemengd worden.

Alleen 6 V.

Gewoonlijk zijn het metaalzouten die toegevoegd worden. De licht- en kleureffecten worden dus veroorzaakt door metaalionen.

- 9 Leg uit welk principe voor het ontstaan van het gekleurde lichtverschijnsel verantwoordelijk is.

DE NAAKTE WAARHEID



Een paar dagen voor Pasen 1991 stond in sommige dagbladen een pagina-grote advertentie van de Hoogovensgroep. De advertentie is in deze opgave verkleind weergegeven.

De paashaas is zichtbaar van zijn aluminium verpakking ontdaan.

1 Waarom zal de maker van de advertentie dit gedaan hebben?

Er volgt nu een gedeelte van de tekst van de advertentie.

En het bijzondere van aluminium is, dat 'n flinterdun laagje al voldoet. Er bestaan zelfs aluminium verpakkingen die veertig keer zo dun zijn als een mensenhaar!

Waardoor verpakkingen van aluminium enorm licht van gewicht zijn zonder dat ze hun unieke eigenschappen verliezen.

Tel daarbij op het handige gebruik en het is duidelijk dat niet alleen paashazen, maar ook bijvoorbeeld gevoelige geneesmiddelen, gebaat zijn bij verpakkingen van aluminium. Wist u trouwens dat het mogelijk is

om het grootste gedeelte van gebruikt aluminium uit huishoudafval te halen voor recycling?

Dat gebeurt door een nieuw ontwikkeld elektromagnetisch procédé. Zeg maar een soort aluminium-magneet. Maar natuurlijk blijft Hoogovens de nodige research doen om aluminium als verpakkingsmateriaal nog interessanter te maken.

Nu u de naakte waarheid over aluminium verpakkingen kent, rest ons alleen nog u een vrolijk Pasen te wensen. **HOOGOVENS IN BEWEGING.**

In de tekst is sprake van aluminium verpakkingen die veertig keer zo dun zijn als een mensenhaar! Neem aan dat de paashaas op die manier in aluminium is ver-

pakt. Bij navraag vertelde de kapper ons, dat een normale mensenhaar 0,06 mm dik is.

De paashaas in de pagina-grote advertentie is op ware grootte afgebeeld. Op de vorige bladzijde is de advertentie met de paashaas vier keer verkleind weergegeven.

2 Bereken de massa aluminium die nodig is voor de verpakking van een paashaas.

Stel dat een op de tien inwoners van Nederland met Pasen een dergelijke in aluminium verpakte paashaas heeft gekregen.

3 Bereken hoeveel kilogram aluminiumafval er door deze paashazen wordt veroorzaakt.

4 Geef aan wat er met het aluminiumafval zal gebeuren.

De advertentie gaat over aluminium als verpakkingsmateriaal. In deze advertentie als verpakking voor chocolade.

5 Noem drie andere voorbeelden van toepassingen waarbij aluminium als verpakkingsmateriaal wordt gebruikt.

De advertentie is niet bij iedereen in goede aarde gevallen. Dit blijkt uit het hiernaast afgedrukte artikel.

De Stichting Natuur en Milieu noemt een aantal nadelen voor het milieu bij het gebruik van aluminium als verpakkingsmateriaal:

- het grote energieverbruik bij de vervaardiging;
- het gebruik daarvoor van waterkracht ten koste van het tropische regenwoud;
- de emissies van giftige aluminium-zouten en van fluoride.

6 Beschrijf in tien à twintig regels het productieproces van aluminium. Hierbij moeten de drie genoemde nadelen aan de orde komen. Maak bijvoorbeeld gebruik van de bibliotheek.

Stel: je bent zelf lid van de Reclame Code Commissie. Er wordt je gevraagd een oordeel te vellen over de klacht van de Stichting Natuur en Milieu tegen Hoogovens.

7 Geef je oordeel en vermeld twee argumenten die voor jou het zwaarst hebben gewogen.

Klacht tegen Hoogovens om reclame

Door een onzer redacteurs

DEN HAAG, 3 april — De Stichting Natuur en Milieu heeft bij de Reclame Code Commissie een klacht ingediend tegen Hoogovens. Aanleiding is een advertentie die dit bedrijf in maart in een aantal dagbladen heeft laten plaatsen. Daarin werd reclame gemaakt voor aluminium als verpakkingsmateriaal.

In de advertentie werden de voordelen van aluminium opgesomd, zoals de mogelijkheden van hergebruik en recycling. Natuur en Milieu noemt de advertentie „misleidend”. Volgens de stichting riep Hoogovens een te rooskleurig beeld op van de betekenis voor het milieu van aluminium als verpakkingsmateriaal en verzuimde het bedrijf de nadelen te noemen. Die nadelen zijn onder meer, stelt de stichting, het grote energieverbruik bij de vervaardiging van aluminium, het gebruik daarvoor soms van waterkracht ten koste van het tropisch regenwoud, de emissies van giftige aluminiumzouten en van fluoride.

Natuur en Milieu relateert de voordelen die Hoogovens in de advertentie heeft opgesomd. Zo wordt het daarin beschreven elektromagnetisch procédé voor recycling in Nederland volgens de stichting vrijwel niet toegepast, ziet de aluminiumindustrie niet veel in recycleren en kan dit bovendien vaak niet door het mengen van aluminium met andere materiaal zoals plastic.

De stichting beroept zich op de milieureclamecode die sinds 1 januari van kracht is. Deze code is gericht op het voorkomen van misleiding bij het vermelden van milieuvriendelijke kwaliteiten en op het waarschuwen voor schade-lijkheid voor het milieu.

NRC 3 april 1991

AMMONIAKNORM HALEN

Agrarisch Dagblad 14 februari 1991

'Ammoniaknorm makkelijk te halen met aanzuren'

KLAAS SJOERD MEEKMA

URETERP – Met het aanzuren van rundveedrijfmest is de beoogde vermindering van de ammoniakuitstoot met 70 procent in het jaar 2000 te halen. Dat is de overtuiging van bedrijfsleider Eltjo van Marum van regionaal onderzoekcentrum Bosma Zathe in het Friese Ureterp. Van Marum gaat daarbij uit van 1983/84 als basisjaar voor de ammoniakproduktie en de veronderstelling dat er ook met de voeding nog wat aan de ammoniakuitstoot gesleuteld kan worden.

"Ruwweg ontsnapt er vijftig procent van de ammoniak bij het uitrijden, 25 procent in de stal en 25 procent bij weidend vee. Met aanzuren ben je de ammoniakemissie tijdens het uitrijden kwijt. Imag-onderzoek heeft dat al bevestigd.

Op Bosma Zathe, waar deze week open dagen worden gehouden, heeft men nu een jaar ervaring met het aanzuren van mest. Dat jaar heeft Van Marum hoopvol gestemd: "We hebben uitsluitend kleine technische probleempjes gehad. We weten nu bij voorbeeld dat de zuurklep wil bevriezen. Het eerste jaar geeft ons echter hoop voor de toekomst. Maar we moeten wel een paar jaar de tijd krijgen.

Kunstmest

De eerste ervaringen op Bosma Zathe zijn dat de aangezuurde mest kan concurreren met kunstmest. De werking is volledig vergelijkbaar met kunstmest. In een proef werden een aantal percelen gedurende de eerste vier sneden uitsluitend bemest met aangezuurde drijfmest en de opbrengsten daarvan waren vergelijkbaar met die van de op de gangbare methode (drijfmest plus kunstmest) bemeste percelen. De proefpercelen kregen zo'n 32 kuub aangezuurde mest in vier keer bovengronds toegediend.

Van de 6,5 kilo stikstof per kuub komt 4 tot 4,5 kilo uit het salpeterzuur, waarmee de mest wordt aangezuurd. Verder zit er in onbehandelde drijfmest ongeveer één kilo zuivere stikstof ("deskundigen zeggen dat het met 0,9 wel ophoudt"), terwijl het aanzuren er voor zorgt dat de er nog eens minstens één kilo stikstof extra in de mest blijft die anders als ammoniak zou zijn vervluchtigd. Een probleem bij het aanzuren vormt nog wel de stank die ontstaat bij het uitrijden. "Dat is geen ammoniak, dat ontsnapt niet meer. Nee, het is een specifieke, vervelende lucht, die zelfs nog wat langer blijft hangen dan voorheen de stank bij het uitrijden van onbehandelde mest."

Aan die stank moet wat gebeuren, aldus Van Marum: "Je bent er niet als je het ammoniakprobleem oplost, maar een nieuw stankprobleem creëert." De bedrijfsleider van Bosma Zathe hoopt dat die oplossing komt uit het toevoegen van bacterieremmende stoffen aan de mest. Die moeten er voor zorgen dat de mest niet bij pH 4,5, maar bij pH 5,5 stabiel blijft en geen ammoniak laat ontsnappen.

De stank van aangezuurde mest wordt namelijk veroorzaakt door vrije vetzuren die snel vervluchtigen bij een lage pH. "Als we er nu voor zorgen dat de pH iets minder sterk daalt en toch de mest stabiel kunnen houden dan hopen we van die stank verlost te zijn."

"Een nevenvoordeel zou zijn dat je minder salpeterzuur nodig hebt voor het aanzuren, zodat je minder stikstof aan de mest toevoegt. Die extra stikstof in de drijfmest is in het noorden en westen geen probleem, maar in de gebieden met zeer hoge veedichtheid kan dat, zeker bij het aanscherpen van de mestnormen, wel een probleem worden."

AMMONIAKNORM HALEN

Het artikel 'Ammoniaknorm makkelijk te halen met aanzuren' bespreekt de toevoeging van salpeterzuur aan mest. Mest bevat ammoniak. Bij het aanzuren van de mest reageert de ammoniak met het toegevoegde salpeterzuur.

- 1 Geef de reactievergelijking voor de reactie tussen de opgeloste ammoniak en de salpeterzuuroplossing.

Voordelen van deze behandeling zijn dat de ammoniak nu niet meer als gas ontsnapt en dat de werking van de mest vergelijkbaar is met kunstmest.

- 2 Hoe komt het dat na aanzuren de ammoniak niet meer als gas kan ontsnappen?
- 3 De mest bevat na aanzuren meer 'stikstof' dan voorheen. Leg dit uit.
- 4 Geef de formules van die deeltjes in de aangezuurde mest waarin 'stikstof' voorkomt.

Een probleem is de stank die ontstaat bij het uitrijden van de mest en die *niet* door ammoniak veroorzaakt wordt. Voor het vrijkomen van ammoniak is $\text{pH} = 4,5$ namelijk te laag.

- 5 Laat met een berekening zien dat bij $\text{pH} = 4,5$ de concentratie van ammoniak ten opzichte van de concentratie van ammonium erg klein is.

Het artikel verklaart: "De stank van aangezuurde mest wordt namelijk veroorzaakt door vrije vetzuren die snel vervluchtigen bij een lage pH." Eén van die vetzuren, met een doordringende geur, is boterzuur (= butaanzuur). Volgens het artikel zou bij een $\text{pH} = 5,5$ de stankoverlast zijn opgelost.

- 6 Hoe komt het dat pas na het aanzuren de vetzuren ontstaan?
- 7a Bereken de verhouding van de concentraties van butaanzuur en butanoaat bij $\text{pH} = 4,5$ en $\text{pH} = 5,5$.
- 7b Hoeveel maal kleiner is de verhouding bij $\text{pH} = 5,5$ vergeleken met $\text{pH} = 4,5$?

De pH mag dus niet te laag worden. Dat eist:

- minder salpeterzuur gebruiken;
- een bacterie-remmende stof toevoegen.

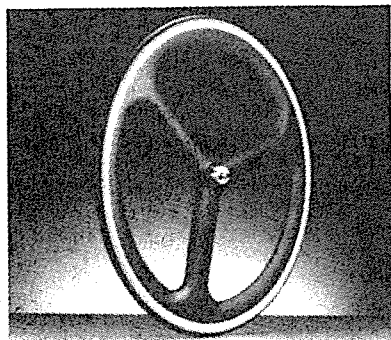
Minder salpeterzuur toevoegen ligt voor de hand, maar waarom moeten de bacteriën worden geremd?

Men veronderstelt dat ze ervoor zorgen dat ammonium wordt omgezet in salpeterzuur, waardoor de mest toch nog te zuur wordt.

- 8a Hoe noem je in de scheikunde dit soort omzetting van ammonium?
- 8b Welke stof is daarbij nodig?
- 9 Laat met een reactievergelijking zien dat de omzetting van ammonium salpeterzuur oplevert.

KUNSTSTOF FIETSWIEL

NRC 7 maart 1991



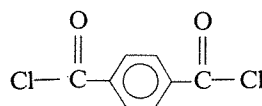
Du Pont vindt kunststof fietswiel met drie spaken uit

Een fietswiel met drie spaken zal deze lente zijn debuut maken in de professionele wielrennerij. Het wiel heeft een geringere luchtweerstand dan een traditioneel spaakwiel en heeft geen last van de hoge zijwindgevoeligheid die het nadeel is van de dichte kunststof wielen die men tegenwoordig veel ziet. Het wiel is ontwikkeld door een team van het Amerikaanse chemische bedrijf Du Pont en is gemaakt van koolstofvezels, glasvezel en Kevlar. Volgens het bedrijf heeft een gewone spaak, waarvan er 24 of 36 in een wiel zitten, een luchtweerstandscoefficient van 1,2. De drie platte spaken van het wiel van Du Pont hebben ieder een luchtweerstandscoefficient van 0,6. Op een tocht van 180 km kan dit wiel een tijdsbesparing van 10 minuten opleveren. (New Scientist).

In deze opgave ga je bekijken wat de structuur is van koolstofvezels, glasvezels en Kevlar. Verder komt aan bod hoe de verschillende vezels aan elkaar hechten.

Kevlar

{ = Poly(p-phenyleentereftalamide) }
Kevlar wordt bereid uit de monomeren 1,4-diaminobenzene en

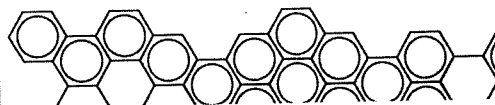


Bij het polymerisatieproces komt HCl vrij.

- 1 Geef de structuurformule van een stukje Kevlar (gebruik van elk monomeer minimaal twee eenheden).

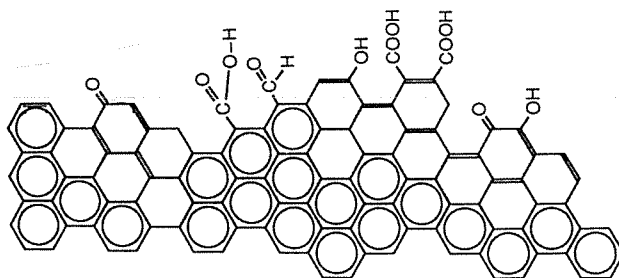
Koolstofvezels

In figuur 1 staat een afbeelding van een stukje koolstofvezel



Figuur 1

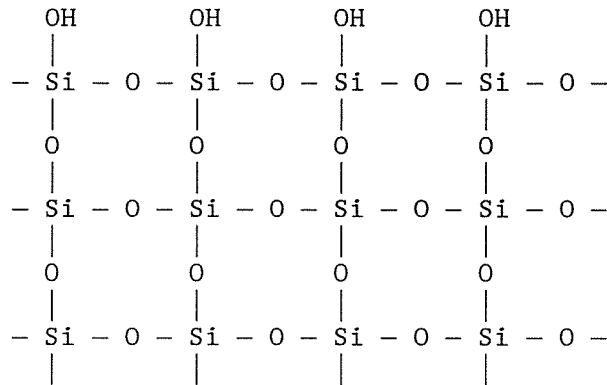
Krachten tussen een koolstofvezel en een ander stof zijn niet sterk. Daarom oxideert men vaak het oppervlak van een koolstofvezel. Men krijgt bijvoorbeeld een structuur zoals weergegeven in figuur 2.



Figuur 2

- 2 Leg uit waarom met een koolstofvezel zonder geoxideerd oppervlak niet zo'n stevige hechting mogelijk is.
- 3 Leg uit tussen welke groepen interactie op zal treden bij hechting van Kevlar en koolstofvezels.

De structuur van glasvezels staat in figuur 3 schematisch aangegeven.

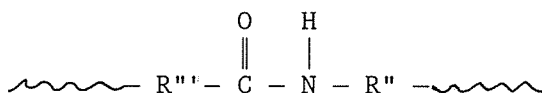


Figuur 3

- 4 Leg uit welke verhoudingsformule glasvezels hebben.

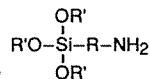
Hechting tussen glasvezels en bijvoorbeeld Kevlar treedt op via een reactie waarbij een hechtmiddel gebruikt wordt.

We stellen Kevlar als volgt schematisch weer:



In figuur 3 vind je de glasvezel.

Als hechtmiddel wordt de volgende silaanverbinding gebruikt:



Bij het hechten zal R'-OH vrijkomen en verder $\text{H}_2\text{N}-\text{R}'' \sim \sim \sim$

- 5 Geef in structuurformules weer hoe de hechting optreedt tussen Kevlar en glasvezels.

Steenkool en waterstof tegen energiecrisis

ECN in Petten werkt aan schone opwekking elektriciteit

Een uiterst geraffineerde combinatie van waterstofgas en fijngemalen kolen is volgens onderzoekers het antwoord op de vraag hoe we op korte termijn en zeker nog voor een halve eeuw energie kunnen opwekken zonder veel te verknoeien en zonder de broeikas dichterbij te brengen.

Vooruitlopend op politieke milieuplannen zijn op dit moment in Petten al tientallen mensen druk doende het elektriciteitsrecept voor de toekomst uit te werken.

Vast staat dat elektriciteit een stuk duurder zal worden, maar dat lijkt de moeite waard: energiecentrales worden schoon en de auto kan op waterstof gaan rijden.

Door onze redactie wetenschappen

In 1993 gaat in het Limburgse Buggenum 's werelds eerste kolenvergasser annex stoom- en gasturbine in bedrijf. Daarmee wordt een belangrijke stap gezet naar een meer rendabele en schonere omzetting van de energie uit steenkool in elektriciteit.

Maar het kan allemaal nog veel beter en schoner dan in Buggenum. Terwijl elektriciteitsproducenten met spanning afwachten hoe de eerste kolenvergasser daar gaat draaien zijn onderzoekers in het andere uiteinde van het land, in de duinen bij het Noordhollandse Petten, alweer druk doende met nieuwe technieken, nieuwe combinaties en 'chemische recepten.

Broeikasgas

Op weg naar de omzetting van de enorme steenkoolvoorraden in bruikbare, schone elektrische energie zijn er twee enorme hobbels te nemen. Bij het stoken van kolen komt per eenheid energie 60

procent meer van het broeikasgas CO₂ vrij dan bij aardgas.

En op de tweede plaats is het rendement van de traditionele kolencentrale veel te laag. Met het inschakelen van een waterstoftrap in het energie-productie-proces van steenkool naar elektriciteit hoopt het ECN binnen afzienbare tijd niet alleen het rendement flink op te jagen, maar ook de luchtvervuiling en met name de CO₂-uitstoot tot bijna nul te reduceren.

„Laten we eerst maar eens afwachten, hoe het in Buggenum gaat”, zegt dr. Van der Klein. De relatief kleine 250 MegaWatt-centrale daar gaat draaien op warmte die vrijkomt bij het verstoken van heel fijn gemalen poederkool met toegevoegd water.

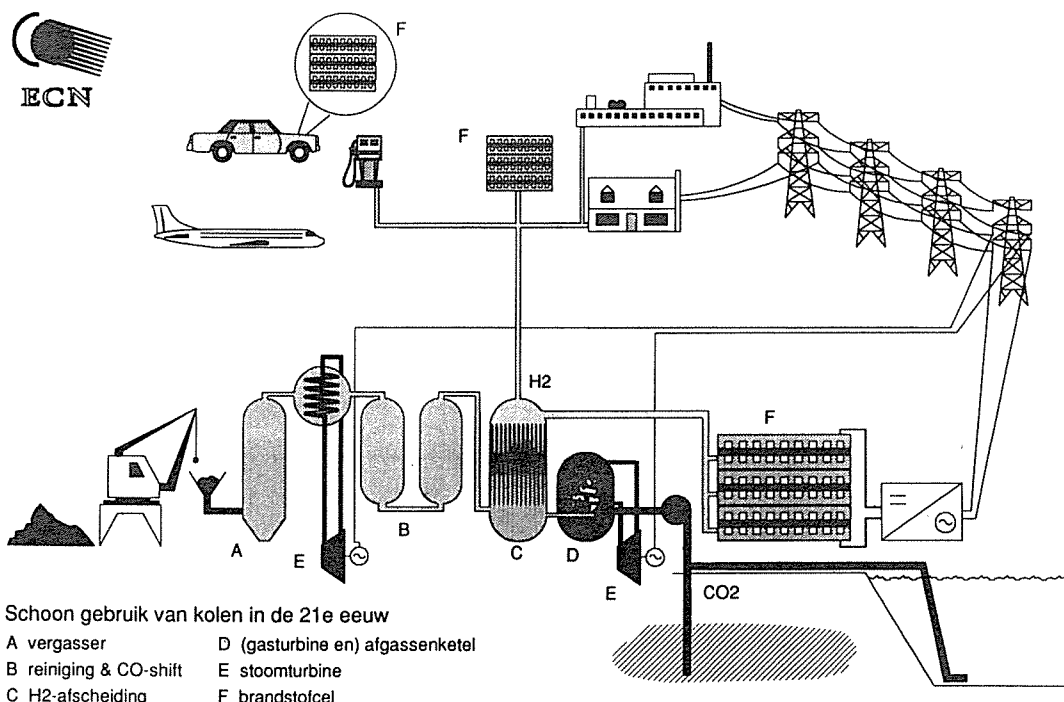
Die warmte drijft via stoom een turbine aan, het ouderwetse proces. Maar een tweede turbine wordt aangedreven met het gas, dat uit de kolen vrijkomt. Voor 65 procent bestaat dat gas uit koolmonoxide, de gevaarlijke kolen damp, voor 30 procent uit waterstof en voor de rest uit enkele pro-

centen kooldioxide CO₂, zwavelwaterstof en stikstof.

De hoge temperaturen in de kolenvergasser (tot zo'n 1700 graden Celsius) leveren de eerste milieuwinst op. Door die hoge temperaturen ontsnapt maar één procent van het koolstof aan het verbrandingsproces.

Dat komt terecht in de vloeibare vliegslak, die van de wanden van de vergasser naar beneden druipt en daar stolt tot kleine, glasachtige korrels. Die zijn verder niet meer chemisch actief. De zwavel uit de steenkool kan via een chemisch reinigingsproces voor 99 procent opgevangen worden, waarbij goed verhandelbare zuivere zwavel ter beschikking komt. Ook de stikstofverbindingen worden chemisch weggefilterd via omzetting in ammoniak en waterstofcyanide.

Blijven over de kooldioxide en de waterstof. In de energie-omzettingsvarianten van een futuristische kolenvergasser wordt na het vergassen van het koolpoeder een zogeheten 'shift' ingebouwd. Dat is een chemische bewerking, waar-



Het werkschema van de ECN-onderzoekers voor het schone en zuinige gebruik van kolen in de volgende eeuw.

bij het kolengas (CO) met water (H₂O) wordt omgezet in waterstof en kooldioxide. Verderop in het proces wil men dan met behulp van uiterst fijne vliezen of membranen van keramiek de waterstof van het kooldioxide scheiden.

Waterstof wordt de brandstof voor een geheel nieuwe vorm van de batterij: de brandstofcel. In die cel wordt de energie, die vrijkomt bij een chemische reactie, direct omgezet in elektriciteit.

Dat komt, omdat bij die chemische waterstof-reactie aan de ene pool van de brandstofcel twee elektronen overblijven, terwijl aan

de andere kant twee elektronen te weinig zijn na een reactie waarbij zuurstof uit de lucht betrokken is. Dat brengt een elektronenstroom van de negatieve naar de positieve pool op gang via een geleidende stof (elektrolyt) en daarmee wordt elektriciteit opgewekt.

Verplaatsen

Die brandstofcellen kunnen ingezet worden bij de elektriciteitsproductie in de kolenvergasser en kunnen hun energie rechtstreeks aan het openbare net leveren. De cellen kunnen ook naar willekeurige plaatsen, waar elektriciteit nodig is, vervoerd worden. Kleine

bedrijfjes bijvoorbeeld, huishoudens, maar ook auto's.

Dr. Van der Klein: „Op die manier kunnen we twee vliegen in één klap slaan. We verhogen de efficiëntie van de energiecentrale, omdat we met wat eigenlijk een afvalgas is, het waterstof, opnieuw energie opwekken en bovendien kunnen we met die waterstof-brandstofcellen ook pakketten energie verplaatsen voor zeer efficiënt gebruik elders. Omdat de brandstofcel op waterstof enkel schoon water als afval heeft, kun je ook denken aan toepassing in auto's. Waterstof-auto's zijn veel schoner dan wat er nu rondrijdt.”

SCHONE OPWEKKING ELEKTRICITEIT

Het gas dat de tweede turbine aandrijft ontstaat doordat gedroogde koolstofpoeder met lucht en stoom in een ketel zijn geblazen waarin de temperatuur 1400 - 1700°C bedraagt en de druk 40 bar is.

- 1 Waarom verpoedert men de kolen eerst?
- 2 Waarom gebruikt men *gedroogde* koolstofpoeder terwijl er toch water in de vorm van stoom toegevoegd wordt?

Bij de vergassing treden er twee reacties op, namelijk:

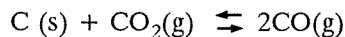
- a de verbranding van koolstof tot koolstofmonoxide, en
- b de endotherme evenwichtsreactie van koolstof met stoom tot koolstofmonoxide en waterstof.

- 3 Geef beide reacties in vergelijkingen weer.
- 4 Laat via een berekening zien dat de tweede reactie een endotherme reactie is.

De tweede reactie is endotherm, hierdoor zal de temperatuur dalen. Om dit tegen te gaan voegt men lucht toe zodat een gedeelte van de koolstof onder de gegeven omstandigheden reageert tot koolstofmonoxide.

- 5 Bereken de volumeverhouding stoom en lucht waarbij de temperatuurdaling wordt voorkomen. Je moet aannemen dat er géén warmteverliezen aan de omgeving plaatsvinden.

Bij de verbranding van koolstof ontstaat onder de gegeven omstandigheden vrijwel alleen koolstofmonoxide en geen koolstofdioxide. Dit is te verklaren doordat het volgende evenwicht zich instelt



Het eventueel gevormde $\text{CO}_2\text{(g)}$ kan zo worden omgezet tot CO(g) .

- 6 Laat via een thermodynamische beschouwing aan de hand van bovenvermeld evenwicht zien dat bij 1700°C voornamelijk koolstofmonoxide aanwezig is en geen koolstofdioxide.

Na de vergassing in de ketel wordt de koolstofmonoxide met stoom verder omgezet in koolstofdioxide en waterstof.

- 7 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.

Het koolstofdioxide en waterstofmengsel wordt dan via een membraan gescheiden in de afzonderlijke stoffen.

- 8 Waarop berust deze membraanscheiding? Ligt je antwoord toe.

Het gevormde koolstofdioxide wordt op twee manieren verwerkt zonder dat het in de atmosfeer komt (zie tekening in artikel).

- 9a Noem beide manieren.
- 9b Geef voor elke manier aan of daarmee het koolstofdioxideprobleem is opgelost.

Het gevormde waterstof wordt in de genoemde brandstofcel omgezet waarbij direct elektrische energie wordt verkregen.

10a Geef de vergelijkingen van de beide halfreacties die optreden bij stroomlevering. Als elektrolyt wordt kaliloog gebruikt.

10b Voorspel met behulp van Binasboek het spanningsverschil onder standaardomstandigheden van de genoemde brandstofcel.

Norm ammoniakreductie haalbaar via mestspoelen en betere roosters

SCARLETT KERSTEN

ROSMALEN - Varkensstallen zullen in de toekomst niet alleen computer gestuurde voer- maar ook uitmestssystemen hebben.

Elk bedrijf zal een afgesloten buitenopslag voor mest hebben. De grootte hangt af van de eindbestemming van de mest. Mest wegspoelen en betere mestdoorlatende roosters zijn middelen om de ammoniakreductie van zeventig procent te halen.

Aldus samengevat luiden de belangrijkste toekomstverwachtingen van Jan Voermans, adjunctdirecteur van het proefstation voor de varkenshouderij in Rosmalen en hoofd van de afdeling huisvesting en milieu.

"Aan ammoniakemissie moeten we op alle fronten heel hard werken om die 70% reductie te bereiken", zegt de onderzoeker. "Wil je wat doen aan de ammoniak in huisvesting en opslag onder de stal, dan zal je hoogstwaarschijnlijk die mest uit de stal moeten halen."

"Wij zijn met diverse proeven bezig. Mestschuiven, mestpannen en mest spoelen. De schuiven zijn gecombineerd met mestscheiding. Je laat de gier weglopen door hellende vloeren en de dikke mest schuif je twee keer per dag de stal uit met een mest-

ketting. Als die urine uit het dier komt, zit er geen ammoniak in; wel kort daarna. Dat komt door urease, een enzym dat ureum afbreekt in kool-dioxide en ammoniak. Als die urine snel wegloopt vindt dat proces plaats in de afgesloten opslag. Dat is het grote voordeel van dit systeem."

"Een vergelijkbaar proces in de dikke fractie duurt veel langer vanwege de gecompliceerdere stikstof-verbindingen. Onder gunstige omstandigheden hebben we hiermee een veertig procent reductie bereikt. Binnenkort gaan er weer varkens op een verbeterde versie. En dan eens kijken of we nog verder terug kunnen."

Mestpannen

De mestpannen zijn in Sterksel onder kraamhokken geïnstalleerd. Het zijn conische bakken met een afvoer onderin, waar de zeug haar mest deponeert, en met verbindingsbuizen. Eén keer per week laat men de zaak leeglopen.

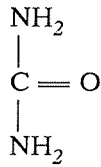
Bij stalreiniging wordt het systeem goed schoongemaakt. De laatste cijfers wijzen op een reductie van veertig tot vijftig procent. De mest glijdt naar beneden en die gier heeft daar maar een klein oppervlak, je laat het regelmatig wegspoelen en je begint elke ronde met een schone stal, dus er is geen

sprake van oude mest.

"Spoelen is een methode waarbij je zeventig procent reductie kunt bereiken, over een jaar gemeten. We zitten echter met het economische probleem van de dure bereiding van de spoelvloeistof die we uit de mest halen. Je scheidt de mest, en belucht met zuurstof waardoor de ammoniak in nitraat wordt afgebroken. Omdat de concentraties heel laag zijn, ontsnapt er geen ammoniak. Dan laat je het bezinken. Het is een bacterieel proces. Na de bezinking gebruik je de vloeistof die dan qua ammoniak zuiver is, om de mest uit de stallen te spoelen. Wij hebben nu met drie systemen een jaar gewerkt. De reductiecijfers zijn in vergelijking met een volledige rooster-vloerstal met mestopslag eronder."

"De resterende dertig procent komt met name van de vloeren en de roosters. Nou, daar moet je dan iets aan doen door de mestdoorlaat van de roosters te verbeteren. Er is gevraagd aan de cementindustrie om betonroosters te maken met een wat grotere doorlaat. Want de huidige roosters van tien centimeter balken en achttien millimeter spleten zijn eigenlijk dichte vloeren waarvan vijftien procent open is, en daar moet dan al die mest door!"

In de tekst staat dat ammoniak pas vrijkomt als het urease, een enzym, het opgeloste ureum (zie figuur 1) afbreekt in koolstofdioxide en ammoniak.



Figuur 1

- 1 Geef de reactievergelijking in molecuulformules voor deze omzetting van ureum.
- 2 Welke functie heeft het urease bij deze omzetting?

Men wil de hoeveelheid ammoniak reduceren omdat ammoniak de grond verzuurt.

- 3 Leg uit dat het vreemd is dat juist ammoniak voor verzuring van de bodem zorgt.

Het artikel meldt dat bij beluchting van mest de ammoniak in nitraat wordt omgezet.

- 4 Geef de vergelijking van de reactie van ammoniak en zuurstof waarbij onder andere nitraat(ionen) ontstaan.
- 5 Leg aan de hand van je reactievergelijking van 4 uit dat ammoniak inderdaad een verzurende werking heeft.

Gezonder leven door minder vet

Margarines, halvarines, frituurvetten en bak- en braadvetten zijn in onze voeding belangrijke vetbronnen. Margarine is van oorsprong een surrogaat voor roomboter. Lange tijd was het een zuiver dierlijk produkt, gemaakt van rundvet en afgeroomde melk. Daarna werden ook kokos- en palmvet en vistraan gebruikt ter vervanging van het rundvet.

De fabrikanten gingen pas op grote schaal plantaardige oliën gebruiken toen ze in de gaten kregen hoe ze die langs chemische weg konden harden. Tegenwoordig gebruiken de margarinesfabrikanten mengsels van vloeibare en geharde oliën, vooral sojaolie, raapolie, zonnebloemolie, palmpitolie en visolie.

Hoe slecht is vet?

Vet is niet per definitie slecht. Het zorgt voor vitamine A, D en soms E en levert bepaalde vetzuren die noodzakelijk zijn voor de aanmaak van lichaamscellen. Verder dient vet als isolatiemiddel, beschermmer van onze organen en uiteraard als energiebron.

Als u echt om uw gezondheid geeft, zult u waarschijnlijk toch moeten minderen. Welke soorten vet u gebruikt is trouwens bijna net zo belangrijk. De wetenschappers zijn het er over eens dat verzadigde vetzuren slecht zijn voor de bloedsomloop. Onverzadigde vetzuren zijn beter. Dat geldt niet voor de onverzadigde "trans-vetzuren", die het cholesterolgehalte verhogen.

Verzadigde vetzuren vinden we vooral in dierlijke produkten, zoals vlees, vleeswaren, zuivelprodukten, maar ook in kokosvet en palmolie.

De (enkelvoudig en meervoudig) onverzadigde vetzuren zitten in onder meer plantaardige produkten als pinda's, noten, in veel plantenmargarines, veel plantaardige oliën, waaronder zonnebloem- en sojaolie, en bovendien in vis. Het bekendste meervoudig onverzadigde vetzuur is linolzuur, bekend van de reclame.

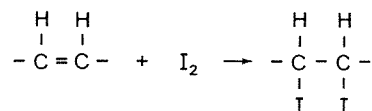
Het scheikundige verschil tussen de verzadigde en de onverzadigde vetzuren is dat de eerste meer waterstof bevatten dan de laatste. Dit kleine onderscheid maakt de verzadigde vetzuren tot "slechte" vetzuren. Ze veroorzaken een stijging van het cholesterolgehalte van het bloed.

Ons lichaam heeft cholesterol weliswaar nodig als bouwsteen voor hormonen, maar ook hier geldt: overdaad schaadt. Een teveel aan cholesterol in het bloed kan namelijk een vernauwing van de kransslagaderen tot gevolg hebben en zelfs leiden tot het dichtslibben van de aderen. Dit proces heet aderverkalking.

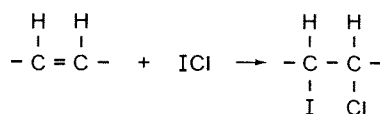
Als je veel verzadigde vetzuren eet, wordt het cholesterolgehalte van het bloed verhoogd. De enkelvoudig onverzadigde hebben dat effect niet. De meervoudig onverzadigde vetzuren werken zelfs juist een beetje verlagend.

Het zogenaamde joodgetal van een olie/vet is een maat voor de aanwezigheid van onverzadigde vetzuren in de esters die in oliën en vetten voorkomen.

Het joodgetal is gedefinieerd als het aantal gram jood dat door 100 gram olie geaddedeerd zou worden als men ervan uitgaat dat de additie van jood aan onverzadigde verbindingen volledig verloopt:



Omdat de additie van jood aan onverzadigde verbindingen in werkelijkheid niet goed verloopt, voert men de bepalingen uit met joodmonochloride (formule ICl). De additie van joodmonochloride aan onverzadigde verbindingen verloopt wel volledig:



Met onderstaande proef kun je het joodgetal van een vet/olie bepalen.

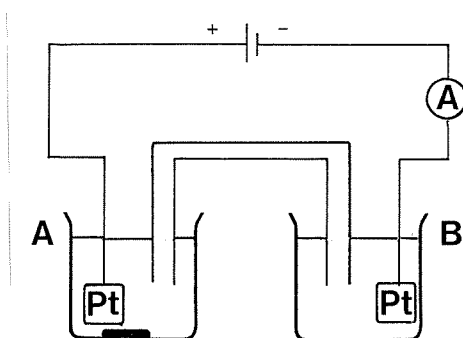
Principe

Een bekende overmaat joodmonochloride-oplossing wordt aan een afgewogen hoeveelheid vet/olie toegevoegd. Nadat de additie plaats heeft gevonden, wordt overmaat kaliumjodide toegevoegd. De (kalium)jodide reageert met de overmaat joodmonochloride tot jood.

Het vrijgekomen jood wordt als volgt bepaald: je voegt een afgemeten overmaat natriumthiosulfaat ('thio')-oplossing toe. De overmaat thio wordt vervolgens bepaald met jood dat door een coulometer wordt gevormd.

Uitvoering

De opstelling:



De coulometer is voorzien van platina-elektroden.

Bekerglas A (500 ml) met positieve pool bevat 10 ml ijsazijn, 3 g kaliumjodide en 300 ml water. Breng hierin ook een magnetische roervlo.

Bekerglas B (500 ml) met negatieve pool bevat 0,1 M kaliumnitraatoplossing.

De zoutbrug bevat 3% kaliumnitraat-agar agar.

Verder is nog nodig een buret met 0,050 M natriumthiosulfaatoplossing.

Het bepalen van de sterkte van de joodmonochloride-oplossing

(Vanwege het gevaar van joodmonochloride in combinatie met ijsazijn worden de eerste handelingen door de TOA uitgevoerd.)

Er moet met een verse joodmonochloride-oplossing gewerkt worden.

Los 8 à 8,5 gram joodmonochloride op in 1 liter ijsazijn.

Vanaf hier kun de de proef verder zelf uitvoeren!! Werk in zuurkast!!

Voeg 10,00 ml joodmonochloride-oplossing (pipetteerballon) en 20 ml paraffine toe aan het bekerglas met de positieve pool. Er treedt een kleurverandering op.

Voeg uit de buret, terwijl geroerd wordt, een kleine overmaat natriumthiosulfaat-oplossing toe. Noteer het aantal ml dat je hebt toegevoegd. De oplossing is nu weer kleurloos. Voeg 5 ml zetmeeloplossing (5 g/l) toe en blijf roeren.

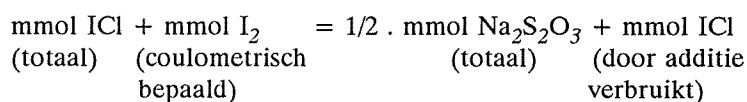
Stel een stroom van 50 mA in (roeren!). Druk op hetzelfde tijdstip de stopwatch in en meet de tijd in seconden die nodig is tot de oplossing weer blauw kleurt. Zorg ervoor dat de stroomsterkte 50 mA blijft! Indien tijdens de proef de stroomsterkte verandert, verander de spanning dan zo dat de stroomsterkte weer 50 mA is.

Het bepalen van het joodgetal van vet/olie

Weeg nauwkeurig circa 0,3 g van een vet/olie af in een erlenmeyer van 100 ml. Voeg 20 ml paraffine toe. Pipetteer 25,00 ml joodmonochloride-oplossing (pipetteerballon!!) in dezelfde erlenmeyer. Schud goed en laat het mengsel gedurende 20 minuten staan.

Breng in een bekerglas van 500 ml bovenstaande oplossing, 300 ml gedestilleerd water, 10 ml ijsazijn en 3 g kaliumjodide. Er treedt verkleuring van de oplossing op. Voeg overmaat 0,050 M natriumthiosulfaatoplossing toe, terwijl geroerd wordt. De oplossing ontkleurt dan weer. Voeg 5 ml zetmeeloplossing toe. Stel de stroomsterkte in op 50 mA en meet de tijd tot blauwkleuring.

- 1 Bereken de molariteit van de joodmonochloride-oplossing.
- 2 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt tussen de (kalium)jodide en de joodmonochloride-oplossing.
- 3 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt tussen het jood en de natriumthiosulfaatoplossing.
- 4 Bereken het aantal mol jood dat coulometrisch ontstaan is.
- 5 Leg uit dat bij de bepaling van het joodgetal geldt:



- 6 Bereken nu het joodgetal van het vet / de olie dat/die onderzocht is.

KORT KORT KORT KORT KORT KORT

POLYKETON

'Een dreun van een uitvinding'

Polyketon, vervanger voor PVC?

Shell heeft een nieuwe kunststof in ontwikkeling die volgens insiders op termijn mogelijk PVC zou kunnen vervangen: polyketon, 'Peco', in de wandeling. *De kunststof bevat geen chloor* en is opgebouwd uit koolstof, waterstof en zuurstof.

Volgens onbevestigde berichten beschikt het concern in Moerdijk over een proeffabriek voor het produkt en zou de beslissing al zijn gevallen voor de bouw van een grotere productie-eenheid.

De kunststof is geschikt is voor gebruik als technische kunststof, ook kunnen er films en kunstvezels uit worden gemaakt. Peco is op sommige punten beter dan gevestigde kunststoffen als nylon, polyester en PVC. Alleen de thermische stabiliteit bij het verwerken zou op dit moment nog te wensen over laten.

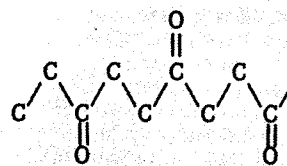
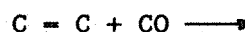
Het Koninklijke Shell Laboratorium in Amsterdam (KSLA) is erin geslaagd de moleculen waaruit polyketon is opgebouwd op een zeer regelmatige wijze te rangschikken waardoor het materiaal bijzondere eigenschappen krijgt, zoals een hoog smeltpunt (260 °C) en een hoge kristalliniteit.

De uitgangsstoffen (etheen, pro-

peen en koolmonoxide) elementair, relatief goedkoop en ruim voor handen in de chemische industrie. Of de produktie zelf duur is, is niet bekend, maar de kunststof lijkt geen exclusieve en exotische plastic te worden die alleen geschikt is voor zeer hoogwaardige toepassingen.

KSLA-onderzoeker *dr. Eite Drent* kreeg onlangs de SEARCH-award van het concern, ondermeer voor zijn bijdrage aan het (homogene) katalytisch proces om het polymeer te maken. Uit de octrooiliteratuur blijkt dat deze katalytische route essentieel is om een polyketon te maken dat perfect alternerend is, dat wil zeggen waarvan de CO-groep regelmatig afwisselt met CH₂-groepen.

Shell heeft meer dan honderd octrooien op het proces en het produkt, maar geeft verder geen details. Uit het feit dat Shell het project uiterst geheim houdt en bijvoorbeeld geen proefmonsters ter beschikking wil stellen, leiden chemici in het land af dat het bedrijf eerst zijn octrooioppositie zoveel mogelijk veilig wil stellen. De langdurige geheimhouding heeft echter in de hand gewerkt dat een aantal bedrijven zelf aan het werk is gegaan, met voor Shell het gevaar dat deze een



Etheen en koolmonoxyde vormen onder invloed van een door Shell ontwikkelde homogene katalysator een polyketon, een veelbelovende nieuwe kunststof.

eigen octrooioppositie zouden kunnen opbouwen.

Prof.dr. A.J. Pennings, hoogleraar polymeerchemie aan de RU Groningen, is zeer lovend over de vinding, zowel vanwege de produkteigenschappen als vanwege de afbreekbaarheid. (Bij verbranding levert het kool-dioxide en water op). Hij denkt dat het produkt op langere termijn goede kansen heeft als PVC-vervanger.

Een andere insider noemt het een 'dreun van een uitvinding, het beste dat de laatste twintig jaar op het gebied van de bulkpolymeren is gedaan'. *Valk.*

Chemisch Weekblad 87 (6), 53, 1991

1 Verklar de naam 'polyketon'.

Uit het artikel blijkt dat de moleculen waaruit polyketon is opgebouwd op een zeer regelmatige wijze gerangschikt zijn. We noemen het materiaal dan kristallijn. Dat ze zo regelmatig gerangschikt zijn, is mogelijk door het perfect alternerend zijn van de structuur van de polyketonmoleculen.

- 2 Teken de ligging van twee naburige ketens in een kristallijn-gebiedje waarin het voorgaande duidelijk naar voren komt. Teken in elke keten minstens acht koolstofatomen.
- 3 Welke wisselwerking tussen de ketens zorgt in een kristallijn-gebiedje, zoals getekend bij 2, voor de sterk(st)e binding? Geef die wisselwerking/binding in de tekening bij 2 duidelijk aan!
- 4 Geef de structuurformule van een deel van het polyketon dat ontstaat wanneer in plaats van etheen er *propeen* met koolstofmonoxide reageert volgens het nieuwe Shell-proces. Teken een structuur met minstens acht koolstofatomen.

KORT KORT KORT KORT KORT KORT KORT

PET-FLESSEN

de Volkskrant 27 maart 1991

Statiegeld voor plastic fles wordt 1 gulden

De pvc-fles, die een grote belasting voor het milieu is, bestaat al ruim twintig jaar. Sinds enkele jaren bestaat er een tweede plasticsoort voor flessen: pet, hetgeen staat voor polyethyleenterephthalaat. Vervolgens zijn er twee soorten pet-flessen ontstaan: de eenmalige en de hervulbare. De eerste is van dun plastic en had een terugbreng-premie van tien cent. De ander was van dik plastic en brengt een gulden statiegeld op.

PET-flessen zijn gemaakt van polyethyleenterephthalaat.

Als je het polymeer bekijkt is het een copolymeer opgebouwd uit de monomeren terephthaalzuur (rationele naam: 1,4-benzeendicarbonzuur) en 1,2-ethaandiol.

- 1 Geef een stukje van de structuurformule van polyethyleenterephthalaat (gebruik twee monomeereenheden van elke stof).
- 2 Geef aan wat voor type polymeer polyethyleenterephthalaat is.

Polyethyleenterephthalaat kan worden herverwerkt.

- 3 Leid hieruit af of het polymeer een thermoplast of een thermoharder is.



Nieuwe norm geldt één soort dioxine

Door onze redactie wetenschap

ROTTERDAM, 10 dec. — De overeenstemming die vorige week door een panel van internationale deskundigen in Bilthoven is bereikt over de dioxine-norm, geldt alleen voor de stof 2,3,7,8-TCDD. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) geeft als norm voor de bevolking 10 picogram TCDD per kilo lichaamsgewicht per dag als toelaatbare dagelijkse inname (1 picogram is 10^{-12} gram, een miljoenste van een miljoenste).

Hiermee is eindelijk een richtsnoer voorhanden in de chaos van eigen nationale normen. De WHO-norm is tweeënhalf maal hoger dan de Nederlandse norm. Ofschoon de Gezondheidsraad zich nog niet heeft uitgesproken over een nieuwe dioxinenorm, ligt het voor de hand dat Nederland zijn norm zal versoepelen.

Het WHO-panel spreekt zich niet uit over de giftigheid van an-

dere dioxinen en dibenzofuranen. De omrekenfactoren die worden gebruikt om deze giftigheid te schatten, mogen slechts met voorzichtigheid worden gebruikt.

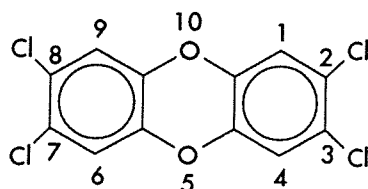
De norm heeft ook geen betrekking op borstvoeding van baby's. Nog steeds blijken baby's meer dioxinen binnen te krijgen dan 10 picogram per kilo per dag, maar uit Duits onderzoek aan drie baby's die aan wiegedood waren gestorven, blijkt dat er geen hoge concentraties dioxinen in hun lichaamswefsel wordt gevonden. Er zijn dus geen aanwijzingen voor een verband tussen vreemde bloedingen bij baby's en dioxineopname uit moedermelk.

De norm van het WHO-panel is gebaseerd op nieuwe dierproeven (onder meer van twee soorten apen) en op nieuw onderzoek van de ramp bij het Italiaanse Seveso waarbij in 1976 een grote hoeveelheid dioxine bij een ontplof-

ping vrij kwam. Het blijkt dat de mens in vergelijking met dieren 2,3,7,8-TCDD goed verdragen kan. De eerste alarmerende berichten kwamen van onderzoek aan proefdieren die extreem gevoelig waren voor dioxine, reden waarom dioxine in de pers als de 'giftigste stof ter wereld' werd aangemerkt. Voor de mens blijkt dit nu dus mee te vallen.

Volgens het WHO-panel is gebleken dat 2,3,7,8-TCDD bij bepaalde proefdieren naast giftige stof ook een kankerverwekkend is, maar bij de mens ontbreekt hiervoor bewijs omdat de termijn hiervoor nog te kort is. Dioxine wordt niet genotoxisch beschouwd (beschadigt niet het erfelijk materiaal), maar is wel een tumorpromotor.

Het in het artikel genoemde dioxine heeft drie maal de verkeerde afkorting meekregen en moet zijn 2,3,7,8-TCDD. De afkorting staat voor 2,3,7,8-tetrachloor-dibenzo-p-dioxine. In structuurformule wordt dat:



1 10 picogram is erg weinig, maar hoeveel moleculen TCDD zijn dat? Geef de berekening. (Pico: zie Binas tabel 2).

2 Leg uit wat de Nederlandse norm uitgedrukt in picogram per kg blijkbaar is.

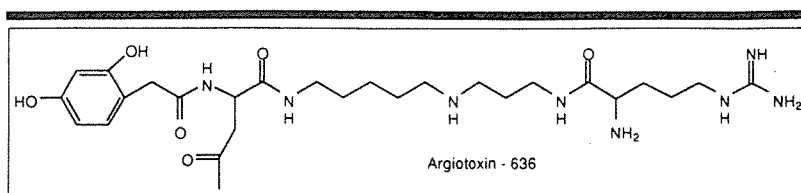
3 Leg uit of in dit artikel met een hogere norm, een strengere of minder strenge norm wordt bedoeld.

Het 2,3,7,8-TCDD is slechts één isomeer uit een groep van 75 polychloor-dibenzo-p-dioxines. Zo zijn er slechts twee monochloor- en maar liefst 22 tetrachloorverbindingen.

4 Ga na hoeveel dichloorverbindingen van de genoemde dioxines er bestaan. Werk je antwoord uit met behulp van de nummering en naamgeving die hier is gegeven.

SPINNEGIF IN STRUCTUURFORMULE GEVANGEN

NRC 26 mei 1991



Spinnegif kan slachtoffers van beroerte helpen

Het vergif van een gewone Amerikaanse tuinspin kan model staan voor een nieuwe groep geneesmiddelen om slachtoffers van beroerten en epilepsiepatiënten te helpen. De resultaten werden onlangs op een bijeenkomst van de *American Chemical Society* gepresenteerd.

Chemici van Natural Product Science b.v. in Salt Lake City hebben honderden spinnetoxines op hun merites beoordeeld. Daarbij werd een nieuwe groep zogenaamde *glutamaat antagonisten* ontdekt: stoffen die *glutamaat* in het lichaam onschadelijk kunnen maken wanneer het gehalte daaraan gevaarlijk hoog dreigt te worden. Onder normale omstandigheden werkt glutamaat in de hersenen als neurotransmitter, een stof die prikkels tussen zenuwcellen overdraagt. Maar na een beroerte, als de bloedtoevoer naar de hersenen wordt afgesneden, kan zich daar een gevaarlijk teveel aan glutamaat ophopen en dat leidt ertoe dat de zenuwcellen zozeer overgeprikkeld raken dat ze afsterven. Ook na een epileptische aanval of aanverwante zenuwziekten kan een teveel aan glutamaat tot hersenbeschadigen leiden.

De onderzoekers raakten geïnteresseerd in spinnegif omdat bekend is dat dat insecten, die glutamaat nodig hebben om de bewegingen van hun skeletspieren te coördineren, kan verlammen. Dat bracht de chemici op het idee, dat het vergif wel eens een glutamaatantagonist zou kunnen bevatten. Dat zou ook voor patiënten met een teveel aan glutamaat bruikbaar kunnen zijn.

Er werden honderden soorten spinnen in het onderzoek betrokken. Het

opvangen van het vergif was verre van eenvoudig. De spinnen werden met de hand 'gemolken', waarbij eerst de spieren in de gifklieren voorzichtig met elektrische prikkels werden gestimuleerd zodat ze zich samentrokken. Onder een microscoop werd dan met een flinterdun glazen buisje de oogst opgezogen. Na tienduizend keer melken had men dan een milliliter van de stof in handen. Vijftien tot twintig natuurlijke toxines en hun synthetische varianten leken een nader onderzoek waard.



Het interessantst blijkt een groep van *arylamine glutamaat antagonisten*. Zij zijn vrij eenvoudig synthetisch te maken. In onderzoek met katten die een beroerte of epileptische aanval hadden gehad, bleken de nieuwe verbindingen het in vergelijking met traditionele glutamaatremmers goed te doen.

Volgens de onderzoekers doen ze hun werk door zich te binden aan receptoren in de zenuwcellen, waar dan voor glutamaat geen plaats meer is. Men verwacht er geen ongewenste bijwerkingen van.

Geïnspireerd door deze resultaten is een andere bedrijf, Pfizer Central Research in Connecticut, een onderzoek begonnen om te zien of ook voor het blokkeren van calcium-, kalium- en andere ionenkanalen, waarmee zenuwcellen onderling communiceren, spinnegif kan worden gebruikt. (*New Scientist* 4 mei)

SPINNEGIF IN STRUCTUURFORMULE GEVANGEN

Een van de nieuwe glutamaat-antagonisten is het spinnegif argiotoxin-636. De structuurformule hiervan staat weergegeven in het artikel.

- 1 Neem de structuurformule op je blaadje over. Schrijf hierbij ook de C's en H's op de plaatsen waar ze zijn weggelaten.

Argiotoxin-636 kan beschouwd worden als een co-tetrameer van een carbonzuur (A), van twee verschillende aminozuren (B en C) en van een (alkaan)diamine (D). In de structuurformule, die je bij vraag 1 getekend hebt, kun je gedeelten van de structuurformules onderscheiden.

- 2 Geef (bijvoorbeeld door omcirkelen of onderstrepen) in de structuurformule van vraag 1 aan waar je een gedeelte van de structuurformule van A, B, C en D aantreft. Vermeld ook de letters bij de betreffende stukken!
- 3 Wat betekent 'co' in de aanduiding 'co-tetrameer'?
- 4 Wat betekent 'tetra' in de aanduiding 'co-tetrameer'?
- 5 Welke soort (poly)merisatiereactie moet je veronderstellen bij het ontstaan van argiotoxin-636 uit A, B, C en D?

blanco wit

DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Nieuwe sensor zuurconcentratiemeting	51
Lood	52
Rendabele verwerking mest	54
Methanol auto	55
Haarkrulborstel op gas	56
Glorix zonder chloor I	56
Glorix zonder chloor II	57
Knalzout	59
Kunststof/kunststof-scheiding	60
Zink tegen zout	62
Huisvuilverbranding zonder dioxines	64
Luchthuilers en donderdraken	64
De naakte waarheid	68
Ammoniaknorm halen	69
Kunststof fietswiel	69
Schone opwekking elektriciteit	70
Ammoniakreductie	72
Let op vet	72
Polyketon	76
PET-flessen	76
Nieuwe norm dioxine	77
Spinnegif in structuurformule gevangen	77
Inhoudsoverzicht nummers 1-6	78

numéro 20 975
blanco.

Nieuwe sensor zuurconcentratiemeting

Antwoorden

- 1 Breng (met een pipet) een bekende portie van het zuur in een erlenmeyer.
Voeg enkele druppels van een indikator toe.
Druppel (uit een buret) net zolang loog (base) van een bekende sterkte toe tot de kleur van de indikator verandert.
Lees de gebruikte hoeveelheid loog af.
Bereken de concentratie van het zuur met behulp van de gegevens:
 - volume van het zuur;
 - volume van de loog;
 - concentratie van de loog.
- 2 De indikator (reageert op de snelle verandering van de zuurgraad).
Je oog (ziet de omslag van de indikator).
- 3a Nee.
- 3b Dat je porties òf *beide* groot òf *beide* klein mogen zijn.
- 4a $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- 4b $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
- 4c De spanning moet groot genoeg zijn om de gewenste halfreactie te laten verlopen.
- 5 Aan het (positieve) platina-oppervlak verloopt de (storende) halfreactie
 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ al bij een geringere spanning dan de (gewenste) halfreactie (zie antwoord 4b).
De vorming van H^+ wordt dus gestoord.
- 6 x mol HX vergt x mol OH^- , die ontstaan met behulp van x mol e^- ; 1 mol e^- heeft een lading van 96500 C; de hoeveelheid vervoerde lading (in coulomb) vind je uit $I \text{ (A)} \cdot t \text{ (s)}$; $x \text{ mol } \text{e}^- \Rightarrow x \text{ mol } \text{OH}^- \equiv (I \cdot t) / 96500 \text{ mol HX}$.
- 7 Het volume tussen actuator en sensor waarin de reactie verloopt.
- 8 Het volume waarin de reactie verloopt verandert ten gevolge van de stroming.
- 9 Zuurgraad beschrijft alleen de optredende H^+ ; zuurconcentratie ook de niet gesplitste HX.
- 10 De spanningsverandering is $(10 - 4) \cdot 55 = 330 \text{ mV}$.
- 11 $\text{IrO(OH)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{IrO(OH)}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^-$
- 12 Bij een zuurbepaling moet verlopen:
 $\text{IrO(OH)}_2 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{IrO(OH)} + \text{H}_2\text{O}$; er moeten elektronen worden gebruikt, dus aansluiten op de negatieve pool.
- 13a Bepalen van de richtingscoëfficiënt levert: 70 mV/pH.
- 13b Iridium-sensor: $(10-4) \cdot 70 = 420 \text{ mV}$;
Isfet (zie vraag 10) 330 mV.
We zien dus dat de iridium-sensor iets gevoeliger is dan de Isfet.

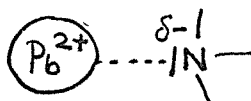
Literatuur

Olthuis, W., Iridium Oxide Based Coulometric Sensor-Actuators Systems, proefschrift Universiteit Twente, december 1990.

Lood

Antwoorden

- 1 PbCO_3
- 2 Twee keer een stikstof-lood 'klauw' en vier keer een zuurstof-lood 'klauw'.
- 3a Atoombinding
- 3b Atoombinding met polair karakter.
- 4 Ionbinding (Pb is $2+$, O is $1-$)
- 5 Aantrekking tussen het positieve lood en de (ten gevolge van de polaire atoombinding) partiëel negatieve stikstof te tekenen.



- 6 Door aanzuren, het zuurrestion vormt dan weer $-\text{COOH}$ groepen.

Opmerkingen

De vragen zijn gesteld naar aanleiding van het begin van het artikel 'Lood' van Piet Vroon. Het volledige artikel wordt hierbij afgedrukt. Wie verder op de (chemische) toepassingen van EDTA wil ingaan (bijvoorbeeld bij de complexometrie) zou kunnen stilstaan bij de verschillende mogelijke zuurrestionen, behalve Y^{4-} ook HY^{3-} , H_2Y^{2-} , ... In de praktijk wordt H_2Y^{2-} meestal gebruikt, door $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ op te lossen en een bijpassende pH te kiezen. De bepaling van Pb^{2+} wordt bijvoorbeeld gedaan met H_2Y^{2-} in een gebufferd milieu bij $\text{pH} \approx 6$.

Lood

Lang geleden wilde ik experimenten gaan doen met schizofrenen. Een uitzendbureau benoemde me voor de avonduren als 'verpleeghulp' op de psychiatrische afdeling van een academisch ziekenhuis, ten einde kennis te kunnen maken.

Rond een uur of zes werd een man binnengebracht. Hij was verward, agressief en nauwelijks aanspreekbaar. Men had hem dus maar vastgebonden. De dienstdoende psychiater dacht aan een 'alcoholdelier'. Omdat niets in die richting wees, werd de diagnose veranderd in *delirium e causa ignota*. Behandeling vond plaats met de genereuze hoeveelheid van 150 milligram librium per dag. Van opknappen was echter geen sprake.

Een verpleegster herinnerde zich dat de man was gekleed in een schilders-overall. Zou hij misschien een loodwitvergiftiging hebben? Na veel gedoe werd dat nagegaan. Zij had gelijk. De patiënt kreeg infusies met natriumedetaat (EDTA), een stof die zware metalen zoals lood en cadmium uit het lichaam helpt verwijderen. Zijn herstel verliep voorspoedig.

We leven twintig jaar verder, en krijgen vaak zware metalen binnen. Lood arriveert via de lucht, benzinedampen, soms via het drinkwater (loeden pijpen, zogeheten 'dienstleidingen') en blikgroenten. De uitscheiding lukt bij veel mensen maar matig. Zware metalen worden in de botten en in de organen opgenomen, en zij bevorderen allerlei degeneratieve ziekten.

Effecten op de stofwisseling en op de bloedvaten zouden onder meer tot stand komen via beschadigingen van enzymen. Ook het zenuwstelsel heeft te lijden; lood en cadmium dragen bij aan concentratiestoornissen en leermoeilijkheden. Wat te doen?

De Gorinchemse arts L. Kunst deed het volgende onderzoek. Hij verzamelde de urine die een groot aantal mensen gedurende een etmaal uitscheidde, en liet het gehalte aan lood en cadmium bepalen. Slechts een enkeling overschreed de norm. Op het eerste gezicht leek er dus niets aan de hand te zijn. Vervolgens kregen de proefpersonen een infusie waaraan wat EDTA was toegevoegd. Opnieuw werd de urine van een etmaal verzameld en in de vorm van een steekproef geanalyseerd.

De verschillen met de voormeting waren gigantisch: een procent of twintig van de mensen scheidde opeens wel honderd maal meer lood uit. Mogelijk hebben wij vaak een 'looddepot' in ons lichaam, waarvan het bestaan niet zonder meer blijkt.

Een deel van de groep kreeg vervolgens nog eens twintig infusies met EDTA. Vlak voor het einde van de rit volgden opnieuw bepalingen. Op den

duur werd de uitscheiding normaal, of wel gering.

Conclusies die Kunst trekt, luiden dat veel mensen nogal wat zware metalen binnenkrijgen, dat zij die stoffen vaak moeilijk kwijtraken, en dat EDTA dit wel bewerkstelligt. Dat is interessant, maar de volgende stap in de redenering leidt tot commotie.

Het is zeker dat zware metalen talloze problemen veroorzaken op psychisch en lichamelijk gebied. Het lijkt dus voor de hand liggend om na te gaan wat er bij verschillende categorieën patiënten (bijvoorbeeld mensen met hartziekten) gebeurt als men EDTA toedient. Deze methode wordt hier en daar toegepast, waarmee het hoge woord er uit is: chelatietherapie. Die behandeling kost wanhopige mensen duizenden guldens, hij wordt niet vergoed en is omstrede. De Gezondheidsraad schreef in 1983 een boos rapport, dat werd gevolgd door een nog veel bozer tegenrapport, maar ik begriep iets niet.

Over de effecten van EDTA op zware metalen en op de calciumhuishouding is veel gepubliceerd; de stof is in de geneeskunde sinds 1950 onder meer gebruikt bij vergiftigingen, en de gegevens van Kunst zien er opmerkelijk uit. Waarom hebben wij het cheleren dan niet netjes onderzocht, bijvoorbeeld bij vaatziekten?

De Hartstichting is zeer actief, maar een stel (dubbelblinde) experimenten met EDTA is niet verzonnen en uitgevoerd. Waarom niet? Natuurlijk, zo'n proefneming zal ingewikkeld zijn omdat de toediening van EDTA gewoonlijk wordt gecombineerd met een grote hoeveelheid vitamine C, het advies te stoppen met roken, meer lichaamsbeweging te nemen, en dergelijke. Er is meer dan één factor in het geding, inclusief een mogelijk placebo-effect. Dat mag echter geen beletsel zijn: ook moeilijke experimenten zijn uitvoerbaar.

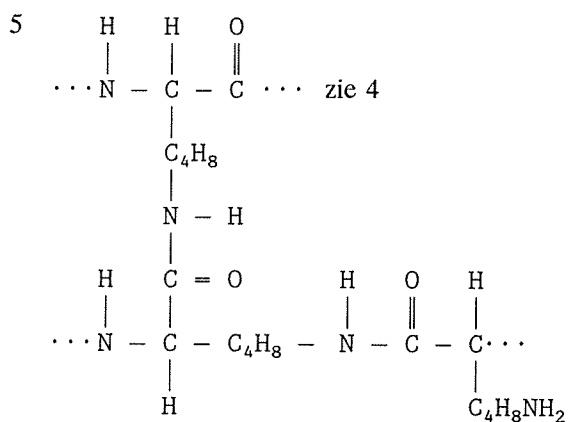
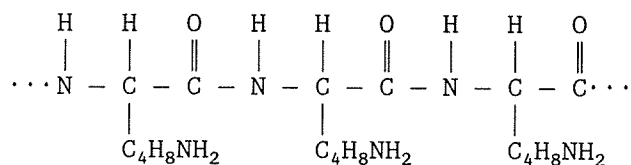
Dat initiatief is echter niet genomen. Waarom heeft een arts van de Hartstichting tot twee maal toe wel honderden patiënten aangeschreven, en hun gevraagd wat hun lotgevallen met de therapie waren? Waar is een analyse of beschrijving van de vele brieven gepubliceerd? Wie heeft geen brief teruggeschreven? Wat is dit onderzoek waard, gezien de veelgehoorde eis dat het onderzoek naar de werking van een geneesmiddel in beginsel dubbelblind moet worden gedaan? Waarom deze halfslachtige houding?

Als het cheleren (enigszins) werkt, is erkenning en vergoeding op zijn plaats. Gelijke monniken, gelijke kappen. Als gebleken is dat van EDTA geen heil is te verwachten, moet ook dat aan de grote klok worden gehangen.

Rendabele verwerking mest

Antwoorden

- 1 2,6-diaminohexaanzuur
- 2 1 liter mest $\leftrightarrow$ 20 g lysine
 $15 \text{ kg} = 15000 \text{ g lysine} \leftrightarrow 15000/20 = 750 \text{ liter mest}$
 $15 \text{ kg lysine} \leftrightarrow 1000 \text{ kg mest}$
 De dichtheid van deze mest is $1000/750 = 1,33 \text{ kg/l}$
- 3 2 mol ammoniak $\leftrightarrow$ 1 mol lysine
 1 mol lysine weegt 146 g
 $20 \text{ g lysine} \leftrightarrow 20/146 = 0,14 \text{ mol lysine} \leftrightarrow 0,28 \text{ mol ammoniak}$
- 4 (Vanwege de twee aminogroepen zijn er verschillende mogelijkheden)



- 6a Bij het indikken moet het water verdampen en daarvoor is (veel) warmte nodig.
- 6b De mestverwerking wordt gesubsidieerd en/of de boeren betalen voor de verwerking.

Varkentje strek je

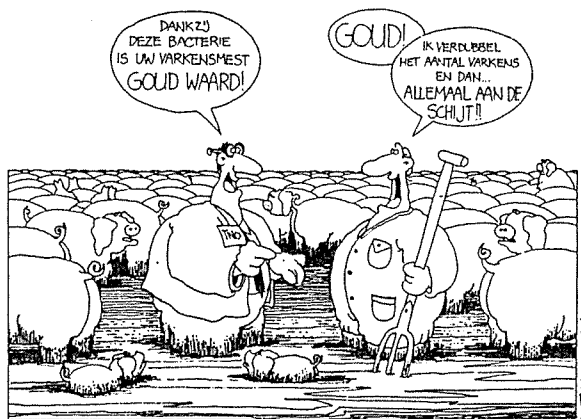
Jaarlijks schijten Nederlandse varkens zo'n 20 miljoen ton gier bij elkaar en met de moed der wanhoop proberen we die drekzee in te dammen. Niet door de varkensstapel te verminderen. De techniek moet ons helpen. Er zijn opzetjes gemaakt om die drek om te zetten in min of meer nuttige producten. Mestkorrels, bijvoorbeeld. Dat scheelt kunstmest. Maar mestkorrels maken is duur.

TNO in Zeist heeft nu uitgevonden dat varkensmest goud is (andere mest is nog niet geprobeerd). Een bacterie, opgespoord door het Delftse bedrijf Gist-Brocades, blijkt uit de mest aminozuren te kunnen maken die goed geld opleveren. Het beestje 'van' Gist-Brocades dat TNO mocht vertroetelen, maakt uit mest het aminozuur lysine. Waarde: zo'n 4 gulden per kilo. Met andere beestjes kunnen weer andere aminozuren ('bouwstenen' van eiwitten) gemaakt worden uit het ammoniak in de mest. Het ligt in de bedoeling dat ook te gaan doen.

Dat zou de verwerking van varkens-

drek rendabel kunnen maken. Maar er is meer. Lysine is een van de zogeheten essentiële aminozuren. Als er te weinig van één van die essentiële aminozuren in het voer zit, gaan de varkens méér eten om aan hun taks te komen. En dien-tengevolge meer mest produceren.

Nu krijgen varkens lysine bijgevoerd. Lysine uit mest betekent dus minder lysine van buiten. Een juist gehalte aan essentiële aminozuren betekent behalve minder mest ook dat er minder voer nodig is, dus ontstaat bij de bereiding van varkensvoer (soja, tarwe) ook minder afval. Dr. J.P.M. Sanders van Gist-Brocades verwacht dat 10 tot 20 procent van de varkensmest bacterieel kan worden ontdaan van ammoniak. Ergens in 1993 zal de eerste fabriek van start gaan, waarschijnlijk gekoppeld aan een mestkorrelfabriek. Sanders waarschuwt dat deze methode allerm minst een oplossing is voor het mestprobleem. Gelijk heeft ie. Het gevaar bestaat zelfs dat men gaat denken dat de aminozuurbacterie ruimte schept voor nog meer varkens.



Methanol-auto

Antwoorden

- $$2 \text{ CH}_4\text{O} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$$

$$2 \text{ C}_7\text{H}_{14} + 21 \text{ O}_2 \rightarrow 14 \text{ CO}_2 + 14 \text{ H}_2\text{O}$$
- Bij de hoge temperatuur in de cilinder reageren stikstof en zuurstof, beide in lucht aanwezig, met elkaar waarbij de stikstofoxiden gevormd worden.
- Er hoeft aan de kleine methanolmoleculen maar weinig afgebroken te worden om met zuurstof te reageren.
- Het octaangetal is een praktische, experimenteel bepaalde waarde. Een brandstof met octaangetal 100, zoals methanol, laat een proefmotor net zo goed lopen als een testmengsel met 100% iso-octaan dat zou doen.
- Verbrandingswarmte benzine: $33 \cdot 10^9 \text{ J m}^{-3}$ (tabel 28).
 $1 \text{ m}^3 \text{ methanol} \approx 0,79 \cdot 10^6 \text{ g} \approx 2,47 \cdot 10^4 \text{ mol methanol}$.
 Verbrandingsenthalpie methanol: BINAS tabel 55.
 $2,47 \cdot 10^4 \text{ mol} \approx 2,47 \cdot 10^4 \cdot 7,26 \cdot 10^5 \text{ J} = 18 \cdot 10^9 \text{ J}$
 Dus per volume-eenheid komt bij de verbranding van methanol ongeveer de helft van de energie vrij van wat er bij verbranding van benzine vrijkomt.
- $$2 \text{ CH}_4\text{O} + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ CH}_2\text{O} + 2 \text{ H}_2\text{O}$$

Opmerkingen

Je kunt van deze opgave vrij eenvoudig een (korte) opgave voor 3 H/V maken door de laatste drie vragen (4, 5 en 6) weg te laten.

Het kranteartikel kan daarbij ingekort worden tot de eerste kolom.

Achtergrondinformatie

Wie meer wil doen met zijn/haar leerlingen aan de opmerking "Methanol is gemakkelijk te maken uit aardgas,..." en de bereiding *in het groot* erbij wil betrekken vindt veel informatie in: Van aardgas naar methanol, prof. ir. J.A. Wesselingh, dr. ir.

G.H. Lameris, prof. drs. P.J. van den Berg, prof. ir. A.G. Montfoort, ISBN 90-6562-081-8.

Haarkrulborstel op gas

Antwoorden

- 1 $2 \text{C}_4\text{H}_{10} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 8 \text{CO}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$
- 2 Reactie is een verbranding dus exotherm.
Om het haar te krullen is warmte nodig dus warmteafgifte.
- 3 Zuurstofaanvoer en koolstofdioxide- en waterdampafvoer.
- 4 Platina is erg duur materiaal.
- 5 Katalysator.

Glorix zonder chloor I (klas 4)

Antwoorden

- 1 $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- 2a Bruinsteen zorgt ervoor dat de ontleding sneller verloopt (katalysator).
- 2b Het wordt hierbij zelf niet verbruikt, dus de precieze hoeveelheid doet er niet toe.
- 3 $(p \cdot V_m) / T = (1,0 \cdot 22,4) / 273$; $V_m = 0,082 \cdot T / p$
(In de tabel wordt uitgegaan van 'normale' druk, de werkelijke druk wijkt daar gewoonlijk minder dan 1% van af, gezien de (afmeet) fouten lijkt drukcorrectie overbodig.)
- 4 Stel: x ml gas opgevangen en alle gas was zuurstof
 $x \text{ ml O}_2 \equiv x \cdot 10^{-3} / V_m \text{ mol O}_2$
- 5 Eén mol O_2 ontstaat uit twee mol H_2O_2 :
 $2 \cdot x \cdot 10^{-3} / V_m \text{ mol H}_2\text{O}_2$ in 10 ml verdunde oplossing.
- 6 In 10 ml oorspronkelijke oplossing:
 $8 \cdot x \cdot 10^{-3} / V_m \text{ mol H}_2\text{O}_2$
 $80 \cdot x \cdot 10^{-3} \cdot 34,0 / V_m = 2,72 / V_m \text{ gram H}_2\text{O}_2$
- 7 De massa van 100 ml oorspronkelijke oplossing.
Stel dit is 100 g, dan is het antwoord van vraag 6 tevens het massapercentage.
- 8a De verwachting is dat je een uitkomst tussen 5 en 15% hebt gevonden.
- 8b Deze methode kent grote en kleine foutenbronnen.
De grootste: eventueel gaslekkage bij de stop.
Kleinere: gasverlies bij niet snel genoeg plaatsen van de stop; afwijking van gastemperatuur/gasdruk van de gemeten temperatuur en druk; er lost zuurstof op in het water; het opgevangen gas bevat waterdamp. (Deze beide laatste heffen elkaar ongeveer op.)

- 9a Het bevat geen chloorverbindingen.
 9b Beide zijn krachtige bleekmiddelen (en kunnen dus bij contact met de ogen, huid, kleding deze ernstig aantasten).

Benodigdheden klas 4

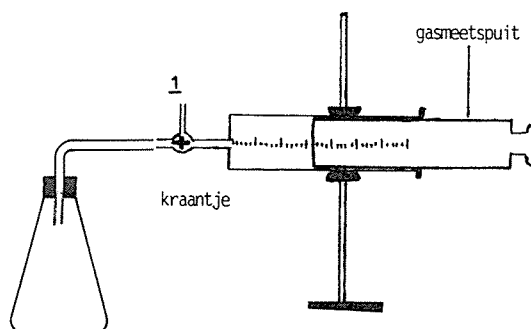
Chemicaliën:

- Glorix zonder chloor, vier maal verdund
- propaanzuur
- bruinsteen

Glaswerk:

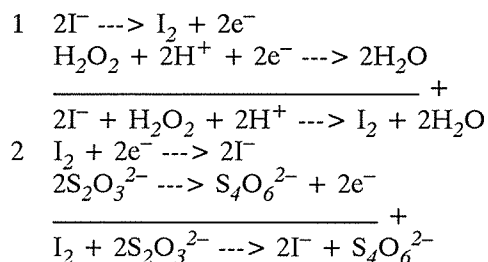
- erlenmeyer 100 ml met goed sluitende doorboorde stop
- gebogen glazen buis
- maatcilinder 100 ml, 10 ml en 5 ml
- bekglas 1 l
- thermometer
- barometer

Indien u dit soort bepalingen liever met behulp van gasmeetspuiten uitvoert, dan kunt u figuur 1 vervangen door onderstaande figuur.



Glorix zonder chloor II (klas 5)

Antwoorden



- 3a Stel: x ml y M natriumthiosulfaat-oplossing toegevoegd
 $x \cdot y$ mmol $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ komt overeen met $0,5 \cdot x \cdot y$ mmol I_2
 $0,5 \cdot x \cdot y$ mmol H_2O_2

$0,5 \cdot x \cdot y$ mmol H_2O_2 in 10,00 ml verdunde oplossing

$5 \cdot x \cdot y$ mmol H_2O_2 in 10,00 ml onverdund

$50 \cdot x \cdot y \cdot 10^{-3} \cdot 34,0$ gram H_2O_2 in 100 ml onverdund

ofwel $1,70 \cdot x \cdot y$ gram H_2O_2 in 100 ml onverdund.

Indien de massa van 100 ml van het onverdunde 'Glorix zonder chloor' 100 g bedraagt dan is het antwoord tevens het massapercentage.

- 3b De verwachting is dat je een uitkomst tussen 5 en 15% hebt gevonden.
- 3c De verschillen tussen duplo's/triplo's zeggen iets over de herhaalbaarheid van de uitvoering van de bepaling. Luchtzuurstof kan te hoge uitkomsten veroorzaken (zie vraag 4). Heel belangrijk is een correcte waarde van de molariteit van de natriumthiosulfaat-oplossing.
- 4 Als luchtzuurstof óók jodide oxideert tot jood dan is er dus meer jood gevormd dan verwacht mocht worden. Als je alle gevormde jood aan waterstofperoxide toeschrijft dan vind je een te hoog waterstofperoxide-gehalte.
- 5 De reactie moet zoveel sneller gaan dat bij het begin van de titratie alle waterstofperoxide met jodide heeft gereageerd.
- 6a $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- 6b Koolstofdioxide heeft een grote dichtheid ('is zwaarder') dan lucht.
- 7 Jood-moleculen worden ingesloten in de spiraalstructuur van zetmeel. Ze komen daaruit relatief langzaam vrij. Een praktisch argument is: met zetmeel kleurt de oplossing intens blauw, je ziet tijdens de titratie dan weinig veranderen. Zonder zetmeel zie je het eindpunt veel beter aankomen door te kijken naar het afnemen van de geelbruine kleur van de jood-oplossing.
- 8a $10 \text{ ml} \cdot 0,20 \text{ g/ml} = 2,0 \text{ g KI}$
 $2,0 \text{ g} / 166 \text{ g/mol} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol KI}$
- 8b KI wordt in overmaat toegevoegd, want alle waterstofperoxide moet kunnen reageren. Hoeveel er overblijft hoeft dan niet precies bekend te zijn.
- 8c 1 Het jodide-ion is reactant voor de waterstofperoxide;
 2 Het jodide-ion vormt met jood een oplosbaar complex.
 Indien circa 40 ml van de circa 0,1 M thio werd gebruikt dan reageerde dit met circa 4 mmol I_2 afkomstig uit circa 8 mmol I^- .
 De overmaat I^- (in dit geval circa 4 mmol, dus evenveel mol als er I_2 was gevormd) zorgt ervoor dat het ontstane jood in water kan oplossen:
 $\text{I}_2 + \text{I}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_3^-(\text{aq})$

Benodigdheden klas 5

Glaswerk:

- maatkolf 100,00 ml
- pipet 10,00 ml
- erlenmeyer 250 ml
- buret
- glasstaaf
- trechter
- maatcilinder 10 of 25 ml

Chemicaliën:

- Glorix zonder chloor
- 0,1 M natriumthiosulfaat-oplossing (concentratie nauwkeurig geven)
- 2 M zwavelzuuroplossing
- natriumwaterstofcarbonaat
- 20 massa % kaliumjodide-oplossing
- 20 massa % ammoniummolybdaatoplossing
- zetmeeloplossing

Knalzout

Antwoorden

- 1a Thermolyse
Elektrolyse
Fotolyse
- 1b Door: respectievelijk warmte, elektriciteit, licht.
- 2a AgCl
- 2b Ag⁺ionen en Cl⁻ionen
- 3a Uit de Cl⁻ionen
- 3b $\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{hf}} \text{Cl} + \text{e}^-$
- 4 $\text{e}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}$
- 5 $\text{AgCl} \xrightarrow{\text{licht}} \text{Ag} + \text{Cl}$
- 6a Zeewater verdampte, het zout kristalliseerde uit en zakte naar de bodem. Nieuw zeewater stroomde toe, verdampte, enzovoorts.
- 6b Later raakten ze bedekt met andere afzettingen: kalk, klei, zand enzovoorts.
- 7 Via een boorgat werd door een buis water in de zoutlaag gepompt. Daar loste het zout op in het water tot pekkel. De pekkel werd weer omhoog gepompt. Door verdamping werd het water weer verwijderd.
- 8a Er komt nog veel en langdurig radioactieve straling uit die bedreigend is voor het milieu maar door de dikke zoutlaag ons leefmilieu niet kan bereiken.
- 8b Nee de radioactieve straling wordt veroorzaakt door radioactieve vervalreacties in het kernafval. De atoomsoorten in de zoutkoepel blijven onveranderd.
- 9 Atoom, ion.
- 10a Nee. De chloorionen worden niet weggeschoten, maar *ontladen*. Chlooratomen kunnen zich wel (door diffusie) verspreiden (en zich verenigen tot chloormoleculen).
- 10b $\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{hf}} \text{Cl} + \text{e}^-$ (2 Cl $\rightarrow$ Cl₂)
 $\text{e}^- + \text{Na}^+ \rightarrow \text{Na}$
- 11 $\text{Na} + \text{Cl} \rightarrow \text{NaCl}$ (eventueel $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$)
- 12a Mogelijk doordringen van grondwater in de zoutformatie, het aanwezige metallisch natrium kan daar heftig mee reageren.
- 12b Mogelijke verspreiding van radioactief materiaal in het leefmilieu.

Achtergrondinformatie

Over de opslag van radioactief afval in zoutkoepels is een aantal jaren geleden uitvoerig gediscussieerd in wetenschappelijke tijdschriften en in de pers. Gedurende een tijd van betrekkelijke 'stilte' in de pers is onderzoek gedaan; onlangs zijn twee proefschriften verschenen die voor een belangrijk deel over deze materie gaan. In het gebruikte kranteartikel wordt één van beide proefschriften genoemd, twee recente artikelen in NRC Handelsblad vermelden eveneens het gedane onderzoek. De teneur van het artikel van Goedkoop is, dat de gevaren sterk zijn overschat. In het artikel van Knip en Westerwoudt wordt gemeld dat (in Nederland) voorlopig de voorkeur wordt gegeven aan bovengrondse opslag.

Proefschriften

J. Groote, H.R. Weerkamp, Radiation damage in NaCl, Diss. RUG, 19/10/90.

J. Prij, On the design of a radioactive waste repository, Diss. UT, 14/06/91.

Artikelen in NRC Handelsblad

13/06/91

Karel Knip, Theo Westerwoudt,

Eindigheid van uraniumvoorraad benauwt de kernspecialisten niet. (Zesde aflevering in een serie artikelen over kernenergie, de eerdere delen verschenen op 1, 5, 7, 10 en 11/06/91.

13/06/91

J.A. Goedkoop,

De bosbrand in het zout blijkt een onbeduidend strovuurtje.

Kunststof/kunststof-scheiding

Benodigheden

De oplossingen:

- water
- water-zout mengsel met dichtheid $1,2 \text{ g/cm}^3$: 26 massa% NaCl-oplossing
- ethanol-water mengsel met dichtheid $0,93 \text{ g/cm}^3$: 50 vol% 96% ethanol
- ethanol-water mengsel met dichtheid $0,91 \text{ g/cm}^3$: 60 vol% 96% ethanol.

Bij de samenstelling van de laatste twee oplossingen nauwkeurig werken. Maak eventueel gebruik van dichtheidsmeter (Uw natuurkundecollega's).

Dichtheden polymeren:

	HDPE/LDPE	PP	PS	PVC
(g/cm^3)	0,92-0,96	0,91	1,05	1,38/1,2-1,35

De afvalberg:

Mogelijkheid 1

Voor deze proef ontvangt U monsters van de vijf polymeren die in het artikel vermeld staan. Op de zakjes staat aangegeven om welke polymeren het gaat. U moet zelf een mengsel maken. De polymeren zijn gratis ter beschikking gesteld door DSM-kunststofdivisie, Shell en Solvay-Benelux.

Mogelijkheid 2

Om het geheel nog wat reëler te maken kunt U de leerlingen plastics laten verzamelen. Ze kunnen dan met de scheidingsmethode uitzoeken om welke kunststof-ten het gaat.

Een aantal voorbeelden (bron: prof.dr. L. Reijnders, Stichting Natuur en Milieu):

PVC	waterleiding- of elektriciteitsbuizen
	voor verpakkingen zie onderstaand stukje uit de Consumentengids
PE	huisvuilzakken, draagtassen, plastic boterhamzakjes
PP	plastic doppen colaflessen
PS	koffiebekertjes

Op steeds meer verpakkingen staat vermeld uit welk polymeer het gemaakt is. Vaak wordt hierbij een code gebruikt zoals weergegeven in het onderstaande stukje uit een artikel uit de Volkskrant.

Verpakkingen van PVC

De verpakkingen van de volgende produkten uit onze steekproef van circa 130 voedingsmiddelen zijn van PVC (of PVDC) vervaardigd:

Banket: Adeko, Akwarius, Albert Heijn, Avita, Bachman, Banket Gilde, Beuk, Bolletje, Boom, Boterling, Van der Breggen, Brilliant, Buys, Daelmans, Deneve, Doorn, Driehoek, Van Dijk, Enkhuizer Banket, Fertilia, Frijling, Gouden Aar, Goudkern, de Gulden Krakeling, Hellema, Helva, Hoppe, Jac. de Boer, Jacques Hermans, Kelderman, Konmar, Maarnse Banket Centrale, Manna, Merba, Meeteren,

Miléna, Molenaartje, De Molen's, Nipius, Nobo, Noordermeer, Ravensbergen, Reforma, Roelant, S.K.S., Smarius, Smelik, Super, Taverne, Vanderheul, Vego, Vegter, Versteeg's, Van Welzen, Zeldenrust, Zonnatura.

Margarine/Halvarine-deksel: Albert Heijn, Beccel, Blue Band, Bona, Butella, Dieetella, Eden, Eigen Merk, Lätta, Leeuwezegel, Linera, d'Oude Waag, Planta, Sense, Spar, Stabilac, Halfvolle Boter, Super, Superunie, T.S.N., Voorkeurmerk, Zeeuws Meisje.

Saladedeksel: Elroy, Fremato, Homann, Jač. de Boer,

Veldfris, Super.

Vleeswaardeksel: Kips, Unox

Aardbeienbakje: Nespak
Bronwater: Bar-le-Duc, Chaudfontaine, Evian, Juwel, Mont Roucous, Mijn Merk, Luceux, Luso, Spa, Top, Vitel, Volvic.

Azijn: Albert Heijn, Breda, Burg, Dukaat, Groenmerk, Luycks, Spar, Super, TSN.

Olie: Albert Heijn, Co-op, Golden Wonder, Gouda's Glorie, Goudmerk, M, De Oliehoorn, Spar, Voorkeurmerk/Hermans, Ziko.

Siroop: Raak.

de Volkskrant 28 april 1990



PETE



HDPE



V



LDPE



PP



PS



OTHER

Fabrikanten van kunststof zoeken naar een internationaal te gebruiken merkteken dat aangeeft welke plasticsoort het is. Hierboven een idee uit Canada.

Opmerking: Mocht u het geheel willen uitbreiden met meer polymeren, dan kunt u gebruik maken van gegevens uit een artikel van Kolb uit de Journal of Chemical Education:

Sources of Plastic Samples

HDPE is most easily obtained from gallon milk jugs; PET is the material in 2-L soda bottles; LDPE is used to make squeezable wash bottles; PS is the material in cassette tape boxes and transparent plastic drinking cups; and PTFE may be most available as the stopcocks from broken burets. Polymethyl methacrylate might be easiest to find in a hobby shop under such trademarks as Plexiglas or Lucite. Chemical supply houses (e.g., Fisher) and plastic labware

Densities of Polymers and Separating Liquids^a

Polymers	Density g/mL	Liquids
poly-4-methyl-1-pentene (TPX)	0.83	
	←	4:1 EtOH/H ₂ O
polypropylene (PP)	0.90–0.91	
	←	10:7 EtOH/H ₂ O
low-density polyethylene (LDPE)	0.92–0.94	
	←	1:1 EtOH/H ₂ O or 3:1 iPrOH/H ₂ O
high-density polyethylene (HDPE)	0.95–0.97	
	←	H ₂ O
polystyrene (PS)	1.05–1.07	
	←	10% NaCl in H ₂ O
polymethyl methacrylate (Lucite or Plexiglas)	1.24	
	←	32% NaH ₂ PO ₄ in H ₂ O
polyethylene terephthalate (PET)	1.39	
	←	CHCl ₃ or CH ₃ CH ₂ Br or Karo syrup
polytetrafluoroethylene (Teflon)	2.2	

^aEtOH is 95% ethyl alcohol (ethanol); iPrOH is 70% isopropyl alcohol (2-propanol).

suppliers (e.g., Nalgene) sell beakers and bottles made from most of the plastics listed in the table.

Journal of Chemical Education 68, 348, 1991

Zink tegen zout

Antwoorden

- Ja, want het gaat in beide gevallen om dezelfde stof, water. Dat het (chemisch gezien) om dezelfde stof gaat, wordt in het model tot uitdrukking gebracht door dezelfde moleculen te 'gebruiken'.

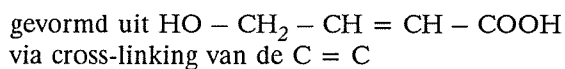
Of:

Ja, want verschillende vaste vormen kunnen verklaard worden met verschillende stapelingen (roosters) van dezelfde deeltjes.

- Endotherm.

- $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$ +0,80 V
 $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$ +0,40 V geen reactie
- $\text{Ag} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} + \text{e}^-$ +0,22 V wel reactie
- $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Zn} \rightarrow 4 \text{OH}^- + 2 \text{Zn}^{2+} \rightarrow 2 \text{Zn}(\text{OH})_2$

- 10


$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & & & \vdots \\
 & & & & & & \vdots \\
 & & & & & & \text{O} \\
 & & & & & & | \\
 \cdots \text{O} - \text{CH}_2 - & \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{O} - & \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - & \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - & \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{O} \cdots \\
 & | & & & & & \\
 & \text{O} & & & & & \\
 & | & & & & & \\
 & \text{C} = \text{O} & & & & & \text{O} \\
 & | & & & & & || \\
 & \text{CH} - \text{CH}_2 - & \text{C} - \text{O} - \text{CH}_2 - & \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{O} \cdots \\
 & & & | & & & \\
 & & & \text{O} & & & \\
 & & & \vdots & & & \\
 & & & \vdots & & & \\
 & & & \vdots & & &
 \end{array}$$

63

Opmerkingen

Andere aspecten keukenzout bij corrosie-proces:

- 1 Water treedt op als oxidator: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$
Overspanning voor de vorming van waterstofgas wordt verlaagd indien er *enig* verloop is van:
 $2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Na}$
 $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$
- 2 Electrochemisch proces eist stroomkring, je krijgt dan meer aantasting bij een lagere weerstand.
Hoe meer natriumchloride er aanwezig is, des te beter is de geleiding en dus des te kleiner de weerstand.
Volgens $I = V/R$ is dan de stroomsterkte groter.

Aspect 'dopen' of 'elektrolyseren':

Bij de produktie van verzinkt plaatstaal voor de auto-industrie gaat het in eerste instantie niet om de hoeveelheid gebruikte energie, maar om de kwaliteit van het verzinkte plaatstaal. Een constante laagdikte is dan belangrijker. Zo'n constante laagdikte kan wel bereikt worden met het elektrolyse-proces, maar niet met het doop-proces.

Huisvuilverbranding zonder dioxine

Antwoorden

- 1 $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$
- 2 1 g vlieggas bevat $10 \cdot 10^{-9}$ g dioxine
 $250000 \text{ ton} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ ton} = 2,5 \cdot 10^8 \text{ kg} = 2,5 \cdot 10^{11} \text{ g vlieggas}$
 $\Rightarrow$ bevat $2,5 \cdot 10^{11} \times 10 \cdot 10^{-9} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ g dioxine}$
- 3a zoutzuur = waterstofchlorideoplossing
- 3b $\text{HCl(g)} = \text{waterstofchloride}$
- 4a $\text{HCl} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$
- 4b $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- 5 Neen, men zal zure oplossing toevoegen. Met geconcentreerd zuur werken is gevaarlijk.
- 6 Fosforzuuroplossing: het fosfaation geeft met de meeste metaalionen een neerslag, meer dan elk ander negatief ion.

Luchthuilers en donderdraken

Antwoorden

- 1 Een 'vuurkunst'mengsel.
- 2 Een oxidator en een reductor.
- 3 Dat is een kwestie van verhoudingen, zo zal een grote overmaat reductor een mengsel op kunnen leveren waarin de reactie traag voortschrijdt omdat nu de oxidatorhoeveelheid een verdelingsgraad van de beperkende factor wordt.
- 4 Chloriden.
- 5a Zwart buskruit oxidator KNO_3 ; reductor C, S
- 5b Wit kruit oxidator KClO_4 ; reductor Al
- 6 $4\text{KNO}_3(\text{s}) + 4\text{C}(\text{s}) + \text{S}(\text{s}) \rightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{N}_2(\text{g})$

- 7 Er wordt een grote hoeveelheid gas gevormd (en dat ook nog eens bij hoge temperatuur) en dat moet ergens heen.
- 8 Natrium, strontium, barium; elementen die zo onedel zijn dat ze spontaan met water (vocht) reageren.
- 9 Bij de hoge temperatuur die het gevolg is van de sterk exotherme reactie in het gas komen de metaalionen in een aangeslagen toestand terecht ('elektronen belanden in een hogere baan'). Bij terugkeer naar lagere energieniveaus of de grondtoestand wordt de opgenomen energie weer uitgezonden in de vorm van zichtbaar licht van een voor het metaal specifieke kleur.

Krantemateriaal

Het volledige artikel uit de Gelderlander 15 december 1990.

Luchthuilers en donderdraken

Chinees vuurwerk geheimzinnig resultaat van een traditie van duizenden jaren

Door Andreas Schelfhout

Regelmatig knalt en fluit het buiten. Het lijkt op het stemmen van een luidruchtig, ongedisciplineerd orkest. Op de laatste dag van het jaar zal al dat lawaai in hevigheid toenemen om tenslotte oorverdovend in een kakofonie uit te barsten ten einde de boze geesten te beletten mee over te stappen naar het nieuwe jaar.

Duiveltjes, spinnewielen, luchthuilers, donderdraken, gilende keukenmeiden, fluitende zonnen, supervulkanen, zwermstokken, rotjes: zomaar wat namen uit het rijke assortiment dat vuurwerkverkoopers in de aanbieding hebben.

Klaas Haarman uit Enschede vertelt geïmmeerd over zijn liefhebberij die tevens zijn broodwinning is: vuurwerk. Hij is groot-importeur en heeft in de loop van de jaren een enorme privé-collectie opgebouwd, veilig opgeborgen in een bunker.

De oudste stukken komen uit eigen land. Eenvoudig knalvuurwerk en simpele pijlen. Het meeste is van Chinese makelij, draagt bloemrijke namen en is het resultaat van een traditie van duizenden jaren.

Klaas Haarman: „Wat de Chinezen maken, kan niemand. Ze zijn er ook heel geheimzinnig over. Ze hebben nu meer dan vijfduizend stuks verschillende soorten

vuurwerk. En ieder jaar hebben ze weer wat nieuws.

Toen in 1986 de ramp met het Amerikaanse ruimteveer Challenger gebeurde, kwamen ze onmiddellijk met een raket die start en fatale explosie precies nabootste. Dit jaar hebben ze als nieuwtje knallende komeetsterren.”

„Ik heb al dat vuurwerk wel in mijn verzameling. Maar ik verkoop het niet allemaal. Het meeste lijkt op elkaar. Je moet een echte fijnproever zijn om de verschillen te zien. Bovendien kun je van die duizenden stuks geen bestelformulier maken, dat zou een dik boek worden.”

Klaas Haarman pakt een kartonnen speedboot: „Als je hem aansteekt, spuit hij eerst vuur, gaat vervolgens rijden en dan starten er twee vliegtuigjes. Een mooi effect, een prachtig stukje siervuurwerk. Maar de sier gaat er weer een beetje af. Er is opeens minder belangstelling voor. Het gaat weer knallen en fluiten dit jaar.”

„Maar zo hard als vóór 1983, toen het decibellen-besluit van kracht werd, zal het nooit meer knallen. Afgezien van het illegale vuurwerk natuurlijk. En hoe groot de pot ook is, er mag nooit meer dan 25 gram lading in zitten.

De mensen hebben graag grote potten, ze denken dat die harder knalt of langer werkt. Maar dat is niet zo; het is allemaal maar karton. Grote potten hebben echter wel voordelen: hij valt niet om, je loopt na het aansteken harder weg, of je gooit hem verder weg. Een stuk veiliger dus.”

De Nederlandstalige gebruiksaanwijzing die de Chinezen op hun vuurwerk plakken, is omslachtig en niet zonder spelfouten.

De Engelse is bondiger: 'Light fuse and get away'.

Carbid kost vingers

Carbid (calciumcarbide, CaC_2 , een grauw hygroscopisch poeder) valt niet onder de definitie vuurwerk en is vrij te koop.

Klaas Haarman: „Je kunt het bij iedere smid kopen. Belachelijk, want carbid is een gevaarlijke, heftig reagerende stof waarmee enorme explosies veroorzaakt kunnen worden.

Je doet carbid in een bus waarin je een gaatje hebt geprikt, soms zelfs een melkbus en dan een klodder spuuw erop. Je sluit de bus met de deksel. Even wachten, lucifertje bij het gaatje en met een scherpe knal vliegt de deksel weg. Met soms een stuk van je hand.”



Sterretjes: ... ruim tien keer heter dan kokend water. . .

Foto: Jan van Leeuwen.

'Koude' sterretjes zijn gloeiend heet

De zo onschuldig lijkende flonkerende sterretjes, die ouders hun kinderen in de hand laten ronddraaien, hebben een temperatuur van meer dan duizend graden Celsius, ruim tien keer zo heet als kokend water. Ze kunnen dus gemakkelijk brandwonden veroorzaken.

Het grootste gevaar van dit soort vuurwerk vormen de brandende metaaldeeltjes, die in de ogen kunnen springen. De vonken branden ook makkelijk door de kleding heen.

De sterretjes bestaan uit een mengsel van sas en ijzerslijpsel. Sterretjes zijn moeilijk aan te steken, het duurt vrij lang voor ze goed branden en dat bewijst al dat dat 'koude vuur' een fabeltje is.

Giftige rookwolken

Bij het afsteken van vuurwerk komen gassen en stofdeeltjes vrij. Vooral kleurfonteinen braken enorme rookwolken uit die giftig en dus schadelijk zijn voor de gezondheid.

Volgens de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging (KNCV) bevat vuurwerk vaak barium- of cadmiumverbindingen. Helmaal ongezond wordt het als grote hoeveelheden van de vrijkomende schadelijke gassen zich tussen de huizen ophopen.

In één stuk siervuurwerk kan twintig gram bariumnitraat zijn verwerkt. De officiële toegestane maximale concentratie van deze stof in de lucht bedraagt 0,5 milligram per kubieke meter. Op een windstille Oudejaarsavond wordt in wijken waar veel vuurwerk wordt afgestoken een dergelijke waarde snel overschreden.

Vuurpijlen

Een vuurpijl heeft meerdere ladingen die, gescheiden door een laagje karton, onderling met lontjes verbonden zijn. De onderste lading zorgt ervoor dat de pijl hoog de lucht in gaat. Als de voortstuwende lading bijna is uitgebrand, ontsteekt die lading een lontje in de vuurpijl die vervolgens de tweede lading laat ontploffen.

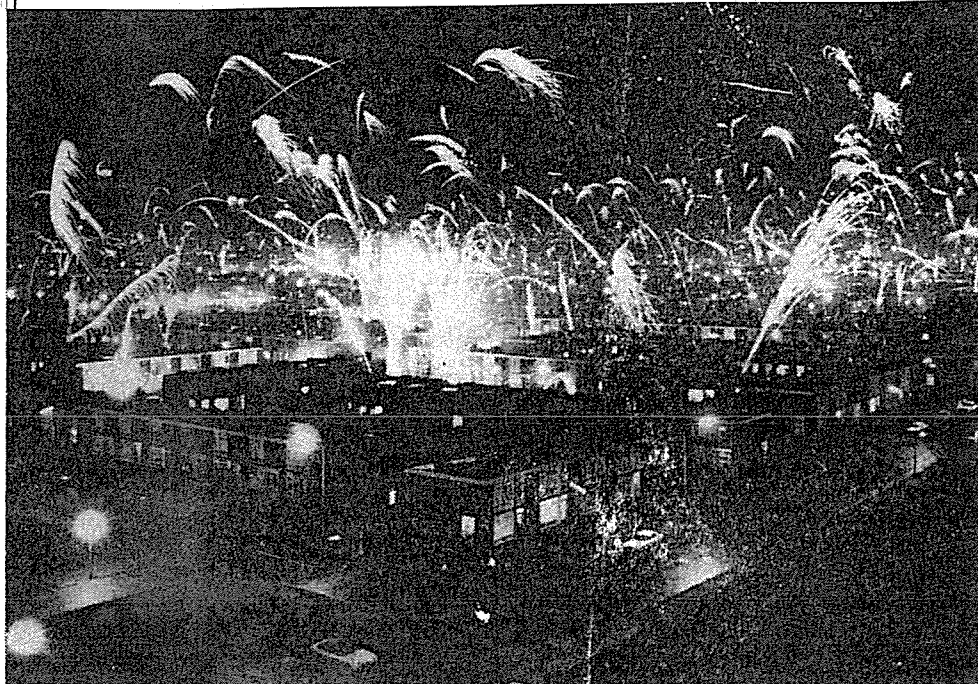
Dat gaat uiterst snel en zo verder tot de laatste lading ontbrandt. De sierladingen ontbranden net na het moment waarop de vuurpijl aan de terugweg begint. Kleine vuurpijlen hebben slechts één sierlading, vaak uit verschillende effecten, als knallen, kleuren en sterren samengesteld.

De meeste vuurpijlen gaan tachtig tot honderd meter hoog. Bij groot, professioneel vuurwerk is dat aanzienlijk meer. Die raketten halen makkelijk zevenhonderd meter. Ooit waren er Spaanse vuurpijlen voor oud en nieuw te koop die zo hoog gingen, dat het uit elkaar spatten niet meer te zien was.



Klaas Haarman: ... het gaat weer knallen dit jaar...

Foto: Henk Westerveld.



Strijkers zijn echt gevaarlijk

Strijkers zijn in Nederland verboden, maar in België en Duitsland vrij te koop. Daarom is het niet moeilijk hier aan strijkers te komen.

De lading bestaat uit mengsel van aluminiumpoeder en kaliumperchloraat (wit kruit) en heeft een explosieve kracht, die het legale vuurwerk ver overtreft.

Een strijker is net als een lucifer alleen uit de hand aan te steken. Als er iets mis mee is – en dat is vaker dan men denkt – kost dat een hand of minstens een paar vingers.

Ook het lukraak weggooien is door de grote explosieve kracht gevaarlijk voor wie hem toevallig tegen zich aan krijgt.

Klaas Haarman: „Dat witte kruit is zo gevaarlijk, dat als er maar iets van in door ons geïmporteerd vuurwerk zit, de hele handel in beslag genomen wordt.”

Kleuren

Vuurwerk bestaat uit pyrotechnische mengsels, sassen genoemd. De term pyrotechniek stamt van het Griekse 'pyr' (vuur) en 'techne' (kunst). Tot het einde van de Tweede Wereldoorlog bleef het maken van vuurwerk een echte kunst. Via experimenten ontdekten men mengsels, die van generatie op generatie als familiegeheim werden overgedragen. Pas na de oorlog zijn de fysische en chemische processen van vuurwerk ontsluit.

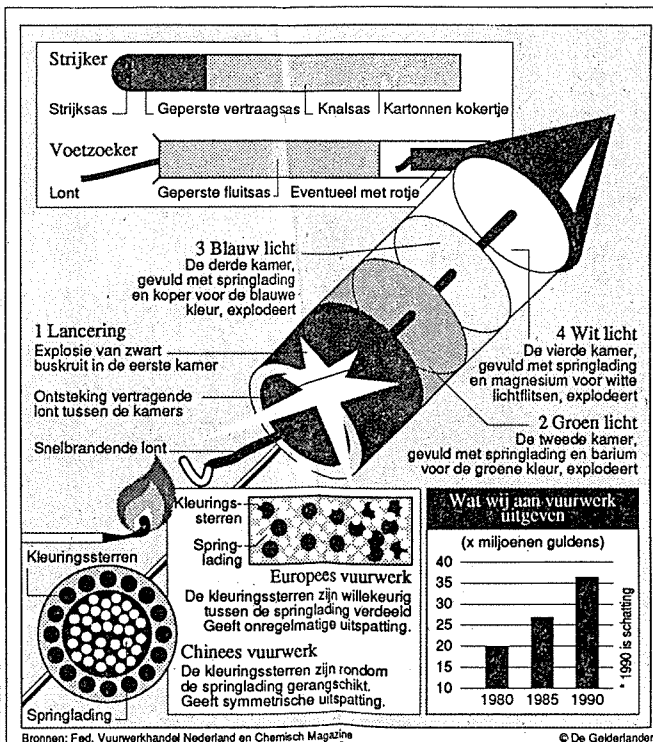
De pyrotechnische mengsels, sassen, zijn voor ieder effect verschillend. Er zijn bijvoorbeeld knal-, licht-, fluit- en rooksassen. Zij bevatten oxydatie(ontploffings)middelen, zoals nitraten, chloriden en peroxiden, en reductie(vertragsings)middelen, zoals metaalpoeders, koolstof en silicium. Na ontsteking geven deze stoffen een explosie of een zich langzaam voortplantende ontploffing.

Een van de oudste en meest bekende sassen is zwart buskruit. Dit is een mengsel van kaliumnitraat (salpeter), houtskool en zwavel. Doordat zwart buskruit goedkope en voor mens en milieu onschadelijke stoffen bevat, is het een ideaal mengsel.

Zwart buskruit wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het knaleffect in rotjes en donderslagen, voor de voorstuwing van vuurpijlen en in lonten.

Door deze stof te mengen met metaalpoeders, ontstaan bij ontploffing lichteffecten. Strontium bijvoorbeeld geeft na de chemische reactie rood licht, barium kleurt de lucht groen, natrium zorgt voor een gele kleur en koper laat een blauw spoor achter. Die schitterende kleuren zijn wel minder vriendelijk voor mens en milieu.

Een ander sas is het zogenaamde witte kruit, een mengsel van aluminiumpoeder en kaliumperchloraat. De explosieve kracht is zo groot en er gebeuren zo veel ongelukken mee dat dit kruit in Nederland is verboden.



Rotjes en lontjes

Rotjes zijn de oorzaak van honderden ongelukken. Vooral de gewoonte er mee te gooien, of ondanks een afgebroken lontje een rotje toch aan te steken, heeft velen ernstig verwond.

Om ze uit te bannen begonnen de Stichting Ideeële Reclame en Consument en Veiligheid enkele jaren geleden met campagnes om op de gevaren van dit soort vuurwerk te wijzen. De eerste actie was door zijn directie een succes: 'Dankzij het te korte lontje heb ik nu eindelijk een hondje'.

Een lont brandt drie tot vijf seconden. Wordt een lont vochtig dan duurt het langer. Klaas Haarman: „En dat is gevaarlijk. Men heeft de weer op te rapen. Nooit doen.

Gebruik verder voor het aansteken van vuurwerk veiligheidslucifers of een smeulend katoenen aansteekkoord. Lucifers en aanstekers waaien uit, een sigaret of sigaar zijn net zo ongezond als de gassen van fontein of rookbommen.”

Luchthuilers

Luchthuilers laten na het afsteken een gillende, hoge fluittoon horen.

De lading is zodanig samengesteld dat die niet gelijkmatig maar met korte flitsen verbrandt. Hierdoor ontstaat een pulserende (hard-zachte) gasstroom die, net als in een orgelpijp, in de koker een fluittoon opwekt. De lading zorgt tevens voor voortstuwing.

In de kop van een luchthuiler zit vaak een rotje. Daardoor krijgt men een knal als toetje.

De naakte waarheid

Antwoorden

- 1 Er ontstaat zo een beeld-woord-rijm tussen de naakte paashaas en de dito(?) waarheid.
- 2 Dikte folie is $1/40 \times 0,06 \text{ mm} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mm}$.
Hoogte paashaas $\pm 8 \text{ cm}$, in werkelijkheid $4 \times 8 = 32 \text{ cm}$. Hoogte folie 40 cm met betrekking tot omvouwen.
'Breedte' paashaas op afbeelding $\pm 3 \text{ cm}$, dus in werkelijkheid 12 cm .
Uitgaande van de cilinder model paashaas wordt de omtrek $2\pi r = 38 \text{ cm}$ dus 40 cm om iets over te hebben.
Het oppervlak is $40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$ en het volume $16 \times 1,5 \times 10^{-5} = 2,4 \times 10^{-4} \text{ dm}^3$.
De massa bedraagt $2,7 \text{ kg/dm}^3 \times 2,4 \times 10^{-4} = 6,5 \times 10^{-4} \text{ kg} = 0,65 \text{ g}$.
- 3 Aantal inwoners van Nederland 14 miljoen .
Massa aluminium verpakkingen $6,5 \times 10^{-4} \times 14 \times 10^5 = 9,1 \times 10^2 \text{ kg}$.
- 4
 - In eerste instantie voor het grootste gedeelte huisvuil, een 'klein' gedeelte als zwerfvuil.
 - Het aluminium in het huisvuil is voor een deel verbrand (het aluminium verbrandt ook) voor een deel gestort.
 - (Vrijwel?) geen recycling.
- 5
 - 'Moderne' verpakking van chips en andere zoutjes.
 - Bier- en frisdrankblikjes: soms gedeeltelijk aluminium (deksel), soms geheel aluminium (alublikjes). N.B.: er zijn aluminiumvrije blikjes (3Es-dranken).
 - Tandpastatubes.
 - Kant-en-klaar voedsel en afhaalmaaltijden.
 - Binnenverpakking (bijvoorbeeld zuivelkarton).
 - Sproeibussen en dergelijke.
- 6 De beschrijving dient de volgende elementen te bevatten:
 - aluminiumertsen komen vooral in tropische gebieden voor;
 - de bereiding vindt plaats door elektrolyse;
 - de hiervoor benodigde elektriciteit wordt vaak door waterkracht verkregen;
 - de stuwmeren hiervoor gaan ten koste van tropisch regenwoud (ook de mijnbouw trouwens);
 - bij de elektrolyse worden fluoridezouten (kryoliet) als vloeimiddel gebruikt;
 - de elektrolyse vindt bij hoge temperatuur (circa 1000°C) plaats waardoor genoemde emissies plaatsvinden (er is trouwens ook CO_2 emissie).

Opmerkingen

Een opgave over een veel gebruikte, chemische stof met maar weinig chemische vragen. Maar wel een opgave om op een actuele en relevante manier bezig te zijn met maatschappelijke aspecten van het maken en gebruiken van deze stof.

De opgave kan bijvoorbeeld als volgt gebruikt worden:

- vraag 1 tot en met 4 aan het einde van een lesuur;
- vraag 5 en 6 als huiswerk;
- vraag 7 thuis voorbereiden: deze vraag kan omgevormd worden tot een rollenspel.

Extra vragen die aan de opgave toegevoegd kunnen worden zijn:

- Waarom en hoe houdt Hoogovens, als fabrikant van ijzer en staal, zich bezig met aluminium?;
- Wat is en hoe werkt 'een soort aluminiummagneet'?

Achtergrondinformatie

Informatie (brochures en dergelijke) over aluminium onder andere bij:

- Stichting Aluminium Centrum, Postbus 518, 3440 AM Woerden, telefoon 03480-31909.
- Stichting School en Bedrijf, Postbus 58, 2501 CB 's-Gravenhage, telefoon 070-3454559.
- Milieudefensie; Aluminiumverpakkingen, het toppunt van verspilling.

Ammoniaknorm halen

Antwoorden

- 1 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$
- 2 Dan is ammoniak omgezet in ammonium, dit is een ion dat samen met het nitraat bij indampen als een vast zout achterblijft.
- 3 Je hebt extra stikstof in de vorm van nitraat toegevoegd.
- 4 NO_3^- en NH_4^+ (en een klein beetje NH_3).
- 5 $\text{pH} = 4,5 \rightarrow [\text{H}^+] = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$
 $K_z = ([\text{H}^+] \cdot [\text{NH}_3]) / [\text{NH}_4^+]$
 $[\text{NH}_3] / [\text{NH}_4^+] = 5,8 \cdot 10^{-10} / 3,2 \cdot 10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-5}$
- 6 Je hebt eerst een basische oplossing en daarin zijn de zuurrestionen van de vetzuren opgelost. Bij aanzuren ontstaan de zuurmoleculen, deze lossen veel slechter op en zijn enigszins vluchtig.
- 7 $K_z = ([\text{H}^+] \cdot [\text{butanoaat}]) / [\text{butaanzuur}]$
 $\text{pH} = 4,5 \rightarrow [\text{butanoaat}] / [\text{butaanzuur}] = 0,47$
 $\text{pH} = 5,5 \rightarrow [\text{butanoaat}] / [\text{butaanzuur}] = 0,047$
de verhouding is dus tien keer zo klein.
- 8a Oxidatie.
- 8b Zuurstof.
- 9 $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$

Opmerkingen

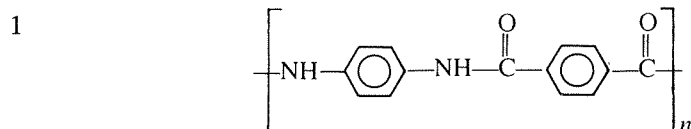
Het oorspronkelijke artikel bevat enkele alinea's die nader op de bemesting ingaan. Deze zijn er uitgehaald om de grote lijn toegankelijker te maken.

Ook is niet ingegaan op de stikstofbalans die uit het artikel valt af te lezen:

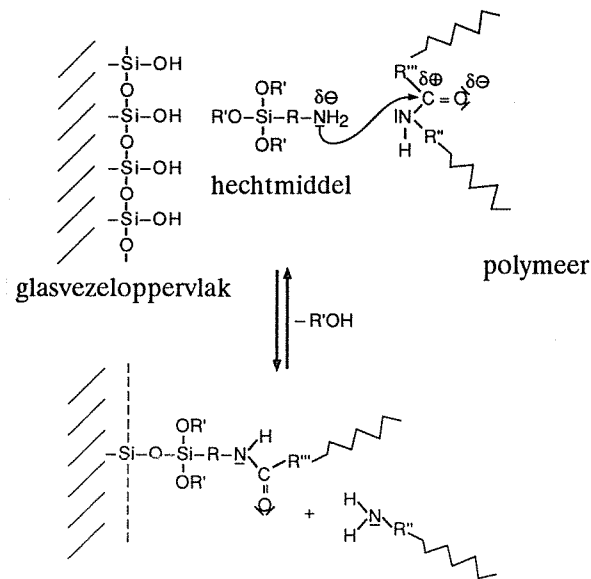
6,5	≈	4 tot 4,5	+	0,9 à 1	+	1
(kilo stikstof per kuub)		(uit het salpeterzuur)		(waar komt dit vandaan?)		(vast- gehouden ammoniak)

Kunststof fietswiel

Antwoorden



- 2 Alleen vanderWaals krachten.
- 3 H-bruggen tussen OH-groep koolstofvezel en C=O Kevlar, tussen NH-groep Kevlar en C=O/OH groep. Koolstofvezel.
F vdWaals tussen benzeenringen.
- 4 SiO_2
- 5 Er zijn hier meer antwoorden mogelijk. Bijvoorbeeld:



Schone opwekking elektriciteit

Antwoorden

- 1 Dan krijg je een groter aanrakingsoppervlak $\rightarrow$ grotere reactiesnelheid.
Het transport van het reactiemengsel gaat beter (als gas!).
- 2 Vochtig koolstofpoeder geeft grote kans op klonteren waardoor weer oppervlak verkleining.
Het kost veel energie om het water te laten verdampen waardoor temperatuur daalt en plaatselijk andere reacties zullen gaan verlopen.
- 3 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$ (1)
 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ (2)
- 4 Met de vormingsenthalpiën krijg je $\Delta H_2 = \Delta H_{\text{CO}(\text{g})} - \Delta H_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})} = -1,105 \cdot 10^5 - (-2,42 \cdot 10^5) = +1,31 \cdot 10^5 \text{ J per mol H}_2\text{O}(\text{g})$
- 5 Bij de eerste reactie komt energie vrij: $\Delta H_1 = -1,105 \cdot 10^5 \text{ J per mol CO}(\text{g}) = -1,105 \cdot 10^5 \text{ J per mol O}_2(\text{g})$
De hoeveelheid energie die vrij komt bij reacties wordt in zijn geheel verbruikt bij reactie 2.
 $\Delta H_1 : \Delta H_2 = 2,21 : 1,31 = 5 : 3$. De molverhouding $\text{O}_2(\text{g}) : \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 3 : 5$.
Bij gasen volume verhouding ook $3 : 5$.
Voor lucht geldt de verhouding $15 : 5 = 3 : 1$.
- 6 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$; $\Delta H = 2 \cdot (-1,105 \cdot 10^5) - (-3,94 \cdot 10^5) = 1,73 \cdot 10^5 \text{ J per mol CO}_2(\text{g})$

$$\Delta S = 2.198 - 6 \cdot 214 = 176 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ CO}_2(\text{g})$$

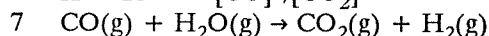
$\Delta S_{\text{tot}} = \Delta S - \Delta H/T = 176 - (173.10^3)/T$ bij 1700°C is dit $+ 88 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
 dus reactie aflopend naar rechts bij de gegeven temperatuur en molverhouding zoals in de vergelijking gegeven.

of

$$\log K = (-\Delta H/19T) + (\Delta S^\circ)/19 =$$

$$= (-173.10^3)/(19.2000) + 176/19 = -4,55 + 9,26 = +4,7$$

$$K = 10^{4,7} = [\text{CO}]^2/[\text{CO}_2]$$



8 Verschil in molmassa → verandering diffusiesnelheid

$\text{H}_2(\text{g})$ met de kleinste molmassa gaat veel sneller door het membraan.

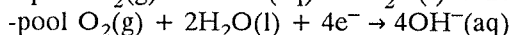
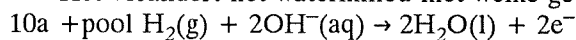
9a Opslaan in zoutkoepels.

'Oplossen' in (diepzee)water.

9b Als er geen lekkages zijn wel.

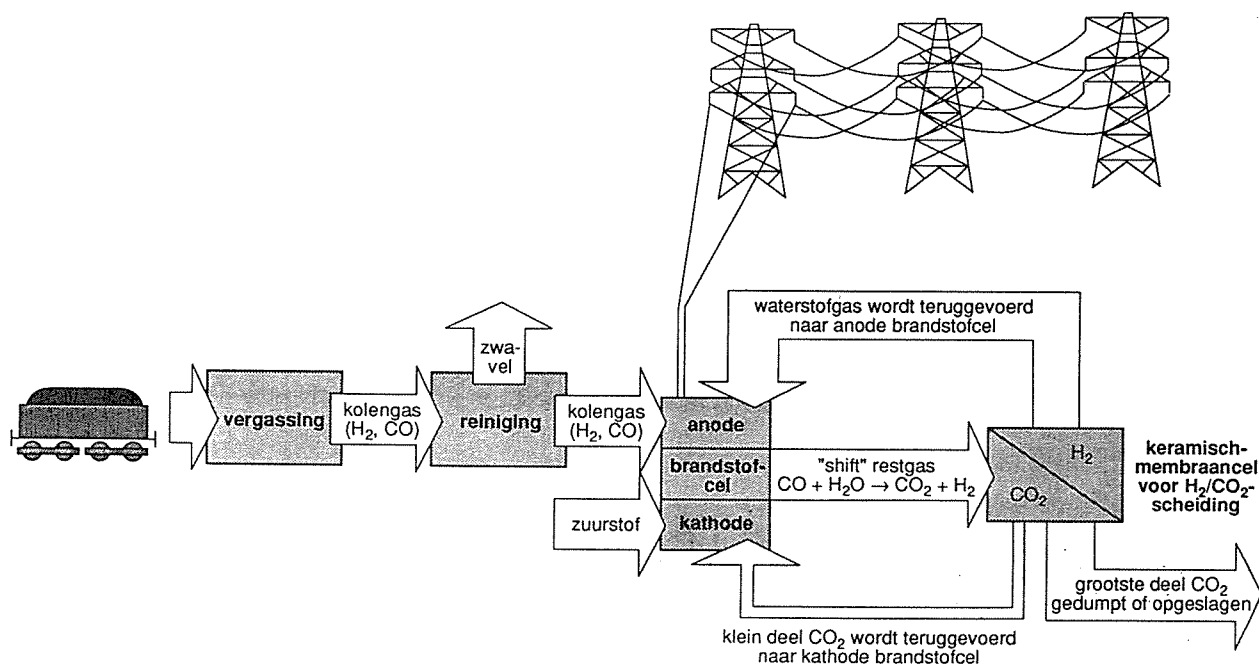
Lost slecht op in water kan dus weer naar boven komen.

Het verandert het watermilieu met welke gevolgen?



10b $\Delta V = -0,83 - (0,40) = 1,23\text{V}$

Krantemateriaal



© jos van den broek, 1991

Geïntegreerd systeem van steenkoolvergassing, stookgasreiniging, brandstofcellen, shift-reacties en waterstofafscheiding om elektriciteit uit steenkool te maken. In de hier besproken ECN-optie wordt een brandstofcel direct na de vergasser en de rookgasreiniger geschakeld. In de shift-reactie wordt koolmonoxide met water omgezet in kooldioxide en waterstofgas. Keramische membranen scheiden bij hoge temperatuur waterstof van stookgassen af. Brandstofcellen zetten kolengas en waterstof om in elektriciteit. Het geproduceerde koolstofdioxide kan op grote diepte in oceaan, gaskoepels of wateraders worden gedumpt.

Chemisch Weekblad

Ammoniakreductie

Antwoorden

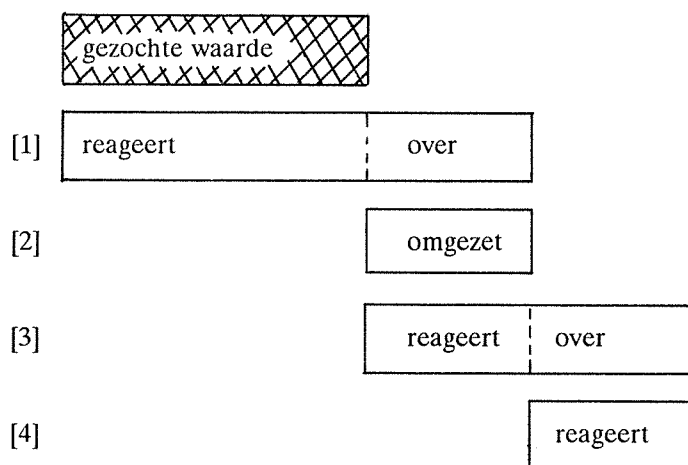
- 1 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3$
- 2 Katalysator: reactieversneller.
- 3 NH_3 is een base, dus een stof die het zure juist teniet doet.
- 4 $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- 5 Er zijn H^+ -ionen ontstaan: zuur milieu.

Let op vet

Antwoorden

- 1 $8 \text{ g} \equiv 8/162,4 \text{ mol ICl in 1 liter, dus circa } 0,05 \text{ M.}$
- 2 $\text{I}^- + \text{ICl} \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^-$
- 3 $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
- 4 $50 \text{ mA} \cdot t = 50 \cdot 10^{-3} \cdot t \text{ C} \equiv$
 $(50 \cdot 10^{-3} \cdot t) / 9,65 \cdot 10^4 \text{ mol e}^- \equiv$
 $(1/2 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot t) / 9,65 \cdot 10^4 \text{ mol I}_2 = 2,59 \cdot 10^{-7} \cdot t \text{ mol I}_2$
- 5 Van de totale hoeveelheid ICl blijft een gedeelte (overmaat) over. Nadat deze overmaat ICl is omgezet in I_2 met behulp van de kaliumjodide uit de oplossing, reageert de thio met de I_2 . Door de coulometer wordt een hoeveelheid I_2 gevormd die weggenomen wordt door de overmaat toegevoegde thio totdat alle thio op is.
 $\text{mmol ICl} : \text{mmol thio} = 1 : 2$; $\text{mmol I}_2 : \text{mmol thio} = 1 : 2$
 De thio bepaalt alleen de overmaat ICl. Dus het verschil met de totale hoeveelheid ICl geeft de hoeveelheid ICl dat met het vet / de olie gereageerd heeft.

In diagram (alles in mmol):



- [1]: toegevoegde (overmaat) ICl
 [2]: uit resterende ICl gevormde I_2 met behulp van overmaat KI volgens reactie $\text{ICl} + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^-$
 [3]: toegevoegde (overmaat) thio
 [4]: coulometrisch gevormde I_2

Gezochte waarde is: (staaflengte van) [1] + [4] - [3]

$$\begin{aligned}
 6 \text{ mmol ICl (voor additie)} &= \\
 &= \text{mmol ICl(totaal)} + \text{mmol I}_2(\text{coulometrisch}) - 0,5 \text{ mmol thio} \\
 &= 25,00 \cdot M_{\text{ICl}} + 2,59 \cdot 10^{-4} \cdot t - 0,5 \cdot V_{\text{thio}} \cdot M_{\text{thio}}
 \end{aligned}$$

Benodigdheden

Apparatuur:

- twee platina elektroden
- spanningsbron
- ampèremeter
- snoertjes
- magnetische roerder met roervlo
- zoutbrug (3% kaliumnitraat agar agar)
- twee bekers 500 ml
- stopwatch
- pipet 10,00 en 25,00 ml
- buret
- pipetteerballon of zuiger

Chemicaliën:

- ijsazijn
- kaliumjodide
- 0,1 M kaliumnitraatoplossing
- 0,050 M natriumthiosulfaatoplossing
- zetmeeloplossing, 5 g/l
- vetten / oliën zie bij gegevens
- paraffine
- joodmonochloride
- gedestilleerd water
- 3% kaliumnitraat - agar agar

Opmerkingen

Let goed op met werken ijsazijn (zie chemiekaarten) en joodmonochloride (geen gegevens in chemiekaarten).

Werk in zuurkast!

Denk aan handschoenen!

Literatuur

Kalbus G.E., Dietary Fat and Health, Journ. Chem Ed. 68,64,1991

test

Vetten en oliën

TABEL 1: MARGARINE EN HALVARINE

MERK EN TYPE	VAN HET VET			CONSERVEERMIDDELEN			CHOLESTEROL		
	INHOUD	VERPAKKING	ONVERZADIGD	MEERVOLDIG	TRANS	CHOLESTEROL PER 100 g	ETIKET	ZOUT EN VERLAGEND	CHOLESTEROL
	f	g/ml	1)	%	%	%	mg	+	+
MARGARINE, PLANTAARDIG									
AH TAFELMARGARINE	1,60	500	K	25	43	6		+	ZC
BONA	1,95	500	K	28	47	3		—	ZC
BUTELLA TAFELMARG.	1,10	500	K	23	43	9		+	ZC
EDEN	3,25	500	K	33	41	0		+	
GOUDA'S GLORIE TAF.	1,70	500	K	25	50	3		+	ZC
NATUFOOD REFORM	2,95	500	K	30	33	1		+	
SUPER TAFELMARG.	1,40	500	K	22	46	6		+	ZC
WESSANA REFORM.	1,70	250	K	33	42	1		—	
ZONNETJE OP TAFEL	1,75	500	K	20	50	6		+	ZC
AH PLANTEN	0,25	250	P	23	25	22		+	C
BLUE BAND	0,75	250	P	52	13	4		+	Z
BRIO	0,90	250	P	26	31	16		+	C
GOUDA'S GLORIE PL.	0,65	250	P	22	14	25		—	C
RAMA	1,10	250	P	20	15	23		+	ZC
WAJANG	0,75	250	P	25	18	18		+	C
MARGARINE, PLANTAARDIG EN DIERLIJK									
GOLDEN REGEN	0,90	500	K	27	16	21	134	—	ZC
LINCO	0,90	500	K	27	14	30	151	—	ZC
WITGEEL TAFELMARG.	1,00	500	K	36	11	18	101	+	ZC
ZEEUWS MEISJE	1,45	500	K	34	27	15	176	—	ZC
AH	0,50	250	P	35	10	31	119	+	ZC
ANNELIES	0,30	250	P	34	2	51	249	+	ZC
BUTELLA	0,40	250	P	33	20	31	183	+	ZC
GOLDEN REGEN	0,35	250	P	38	11	42	251	+	ZC
GOUDA'S GLORIE	0,55	250	P	39	13	25	111	—	ZC
LEEUWZEZEGEL	0,45	250	P	36	15	23	120	+	ZC
LINCO	0,30	250	P	35	3	48	251	+	Z
REMIA DEX	0,45	250	P	36	9	25	220	+	ZC
ROLAND	0,30	250	P	36	7	33	213	+	ZC
SUPER	0,50	250	P	36	15	23	111	+	ZC
WITGEEL	0,35	250	P	43	6	27	254	+	ZC
ZEEUWS MEISJE	0,55	250	P	44	9	36	268	—	ZC
REMIA CAMPING	1,75	500	B	39	10	21	126	—	ZC
ROMI CAMPING	1,65	500	B	51	12	4	27	+	ZC

MERK EN TYPE	VAN HET VET			CONSERVEERMIDDELEN			CHOLESTEROL		
	INHOUD	VERPAKKING	ONVERZADIGD	MEERVOLDIG	TRANS	CHOLESTEROL PER 100 g	ETIKET	ZOUT EN VERLAGEND	CHOLESTEROL
	f	g/ml	1)	%	%	%	mg	+	+
DIETMARGARINE, PLANTAARDIG									
AH LEEF	2,10	500	K	22	60	1		+	C
BECEL	2,40	500	K	22	60	1		—	C
DIETELLA	1,70	500	K	22	60	1		+	C
EDEN	2,25	250	K	25	53	1		+	+
SENSE	2,10	500	K	22	60	1		+	C
HALVARINE, PLANTAARDIG									
AH	1,20	500	K	27	41	1		+	ZC
AH SMAAK	1,70	500	K	25	49	3		—	ZC
BLUE BAND	1,50	500	K	25	49	2		—	ZC
EDEN	1,95	250	K	24	55	0		+	
GOUDA'S GLORIE	1,55	500	K	25	50	1		+	ZC
LÄTTA	2,00	500	K	25	35	13		—	ZC
LINERA	0,90	250	K	22	49	6		—	C
SUPER	0,95	500	K	21	49	6		+	ZC
HALVARINE, PLANTAARDIG EN DIERLIJK									
BUTELLA	0,50	500	K	24	35	21	27	—	ZC
GOLDEN REGEN	0,60	500	K	26	30	27	37	—	ZC
LEEUWZEZEGEL	1,75	500	K	24	16	21	68	—	ZC
LINCO	0,75	500	K	23	16	25	42	—	ZC
ROLAND	0,60	500	K	20	18	20	43	—	C
WITGEEL	0,60	500	K	21	20	20	50	+	C
DIETHALVARINE, PLANTAARDIG									
AH LEEF	2,00	500	K	21	59	2		+	C
BECEL	2,10	500	K	23	59	1		—	C
SENSE	2,05	500	K	23	60	1		+	C
WAJANG	1,80	500	K	20	61	1		—	C
HALFVOLLE BOTER VAN MELKVET									
LINERA	2,10	250	P	58	2	4	98	+	ZC

1 B = blikje; K = kuipje; P = pakje
 2 + = ingrediënten en/of datum duidelijk leesbaar
 — = ingrediënten en/of datum niet duidelijk leesbaar
 3 C = conserveermiddelen
 Z = zout

++ = ZEER GOED; + = GOED; □ = REDELIJK;
 — = MATIG; --- = SLECHT

Het verschil tussen dieet- en gewone margarine zit niet in het vetgehalte (in beide minimaal 80%), maar in de hoeveelheid meervoudig onverzadigde vetzuren. Dieetmargarine is net zo slecht voor uw lijn als gewone margarine, maar verlaagt wel het cholesterolgehalte in het bloed.

Gewone margarines zijn er in verschillende vormen. Behalve in de vetamenstelling zijn er verschillen in verpakking. De ene margarine zit in een pakje van 250 g, de andere in een kuipje van 250 of 500 g.

Aan de verpakking kun je al zien of een margarine veel of weinig trans- en verzadigde vetzuren bevat. Pakjes kunnen namelijk alleen harde margarine bevatten. Zachte margarine zou onmiddellijk uit het pakje lopen; vandaar dat dit produkt in een kuipje zit. Helaas komt het ook voor dat kuipjes geharde margarine bevatten.

Dieetmargarines worden bereid uit voornamelijk plantaardige oliën die rijk zijn aan meervoudig onverzadigde vetzuren. De hoeveelheid verzadigde vetzuren is laag.

De dieetmargarines hebben in de tabel een goede beoordeling voor de cholesterolverlagende werking. De gewone plantenmargarines scoren lager, vanwege de grotere doses verzadigd vetzuur en trans-vetzuur. Een positieve uitzondering is Zonnetje op tafel, dat opvalt door als enige plantenmargarine een goed cholesterolverlagend effect te hebben. Alle plantaardige margarines, met name die in kuipjes, zijn gezonder dan de margarines met dierlijke grondstoffen.

TABEL 2: VETTEN EN OLIËN VOOR BAKKEN, BRADEN EN FRITUREN

MERK EN TYPE	VAN HET VET										ETIKET	CHOLESTEROL VERLEGEND	
	FAS	INHOUD	VERPAKKING		ONVERZADIGD		MEERVOLDIG		TRANS	CHOLESTEROL PER 100 g			
			f	g/ml	l	%	%	%		mg			g
BAK- EN BRAADVETTEN, PLANTAARDIG													
BECEL DIEET	1,10	200	P	35	51	0		+	D	+			
NATUFOOD	3,35	500	K	30	32	0		—		□			
REMIA VL. DIEET	2,00	432	F	14	59	2		—	Z	+			
WAJANG DIEET	0,90	200	P	35	51	0		+	D	+			
WESSANA KOKKEREL	2,85	400	K	32	39	1		—	D	□			
BAK- EN BRAADVETTEN, PLANTAARDIG EN DIERLIJK													
AH	0,65	200	P	36	10	45	395	+	Z	—			
BLUE BAND	0,80	200	P	31	19	38	224	+	Z	—			
BRATELLA	0,45	200	P	38	10	50	424	+	Z	—			
BRINKERS	0,50	200	P	36	9	41	299	+	Z	—			
CROMA	0,90	200	P	40	7	47	390	+	Z	—			
GOUDA'S GLORIE	0,60	200	P	33	12	45	271	+	Z	—			
REMIA	0,50	200	P	37	6	28	301	+	Z	—			
SUPER	0,70	200	P	33	11	46	261	+	Z	—			
WIT/GEEL	0,50	200	P	37	6	27	316	+	Z	—			
BAK- EN BRAADVET VAN MELKVET													
BRADERIJ	1,20	200	P	63	3	1	347	+	Z	—			

MERK EN TYPE	VAN HET VET										ETIKET	CHOLESTEROL VERLEGEND	
	FAS	INHOUD	VERPAKKING		ONVERZADIGD		MEERVOLDIG		TRANS	CHOLESTEROL PER 100 g			
			f	g/ml	l	%	%	%		mg			g
FRITUUROLIËN EN -VETTEN, PLANTAARDIG													
AH	2,90	1000	P	32	13	25		+		—			
BECEL	5,50	1000	P	25	56	1		—		+			
DIAMANT	1,50	500	P	23	2	39		+		—			
FRITELLA	1,00	500	P	26	21	23		+		—			
GOUDA'S GLORIE	1,30	500	P	26	23	22		+		—			
REMIA VLOEIBAAR	9,00	2000	V	13	60	1		+		+			
RESI	3,00	1000	P	32	13	26		+		—			
FRITUUROLIËN EN -VETTEN, PLANTAARDIG EN DIERLIJK													
GOLDEN REGEN	0,95	500	P	40	1	40	318	+		—			
REMIA	1,00	500	P	43	1	40	351	+		—			
WIT/GEEL	1,15	500	P	41	2	36	235	+		—			
1 F = fles; K = kuipje; P = pakje; V = vaasje 2 + = ingrediënten en/of datum duidelijk leesbaar — = ingrediënten en/of datum niet duidelijk leesbaar 3 D = dieetzout; Z = zout ++ = ZEER GOED; + = GOED; □ = REDELIJK; — = MATIG; — = SLECHT													

Halvarines

Wie minder vet wil eten, kan in plaats van margarine nog beter halvarine op het brood smeren. Nog gezonder is het om helemaal geen vet op het brood te smeren! In halvarine en dieethalvarine zit namelijk maar 40% vet, half zoveel als in margarine. De rest is vooral water. Het vet in dieethalvarine is minder slecht voor de gezondheid dan dat in gewone halvarine, want het is voor zo'n 60% meervoudig onverzadigd tegen soms slechts 16% bij de gewone halvarines.

Het cholesterolgehalte in halvarines met dierlijk vet ligt lager dan dat in margarine met dierlijk vet, omdat er kennelijk in verhouding minder dierlijk vet in gaat. De cholesterolverlagende werking is bij de dieetprodukten uiteraard weer het grootst. Bij de gewone halvarines is de beoordeling zonder uitzondering redelijk of matig.

Onderaan de halvarinetabel staat één merk halfvolle boter. Deze bevat minder melkvet (en meer water) dan gewone roomboter. Het gehalte aan verzadigd vet is 58%. Gewone roomboter zou nog slechter scoren.

Cholesterolverlagende werking

Maaskiemolie	+
Pinda- of arachideolie	+
Raap- of koolzaadolie	+
Saffloerolie	+
Slaolie ¹⁾	+
Sojaolie	+
Zonnebloemolie	+
Olijfolie	□
Roomboter	—

¹⁾ Slaolie is meestal gemaakt van sojaolie en/of raapolie

Bak- en braadvetten

Ook bij bak- en braadvetten (tabel 2) gooien de dieetprodukten hoge ogen. Bij deze merken is meer dan de helft van het vetzuur meervoudig onverzadigd. De meeste andere merken bevatten veel trans-vetzuur.

Genoemde produkten bestaan voor 95% uit vet. Het zeer hoge cholesterolgehalte van sommige produkten wijst op een scheutig gebruik van dierlijke grondstoffen. De merken Albert Heijn, Bratella en Croma komen het slechtst uit de test.

En dan de verpakking. De Consumentenbond heeft altijd bezwaar gemaakt tegen de verpakkingen van 200 en 400 g, omdat die afwijken van de vaste verpakingsmaat voor margarine en halvarine van 250 en 500 g. Deze afwijking werkt prijsversluiting in de hand.

Frituuroliën en -vetten

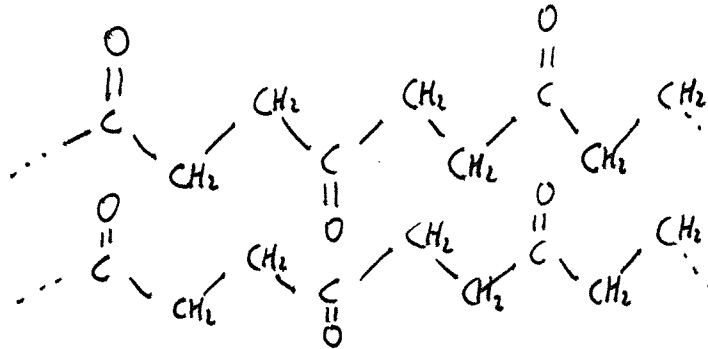
We hebben 10 merken frituurolie en -vet getest. Hier onderscheiden Becel en Remia zich door een hoog gehalte aan onverzadigde vetzuren en een slechts kleine hoeveelheid trans-vetzuren. Deze plantaardige produkten werken cholesterolverlagend. Drie andere merken die zowel uit plantaardige als dierlijke oliën en vetten bestaan, bevatten juist veel verzadigd vet en cholesterol.

Goede alternatieven voor bak- en braadvetten en frituuroliën zijn bijvoorbeeld olijf-, zonnebloem- en slaolie. Door wat plantaardige margarine in de pan te doen, wordt het voedsel toch bruin.

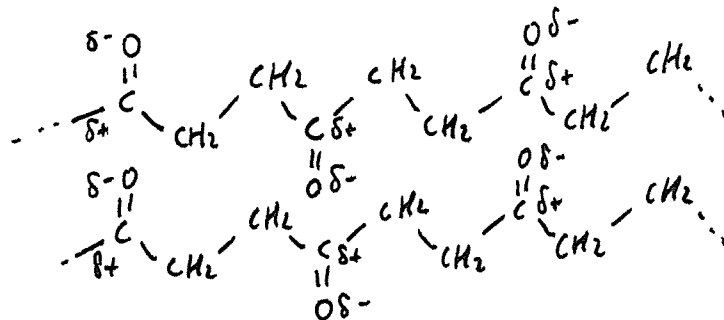
Polyketon

Antwoorden

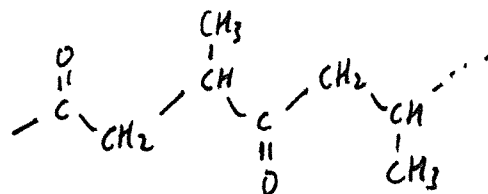
- 1 Een polymeer dat een zeer groot aantal ketongroepen bevat.
- 2



- 3 De sterk(st)e binding is de dipool-dipool-binding zoals weergegeven hieronder:



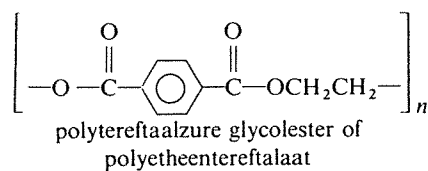
4



PET-flessen

Antwoorden

1



- 2 Polyester.
- 3 Thermoplast omdat men het kan smelten.

Nieuwe norm geldt één soort dioxine

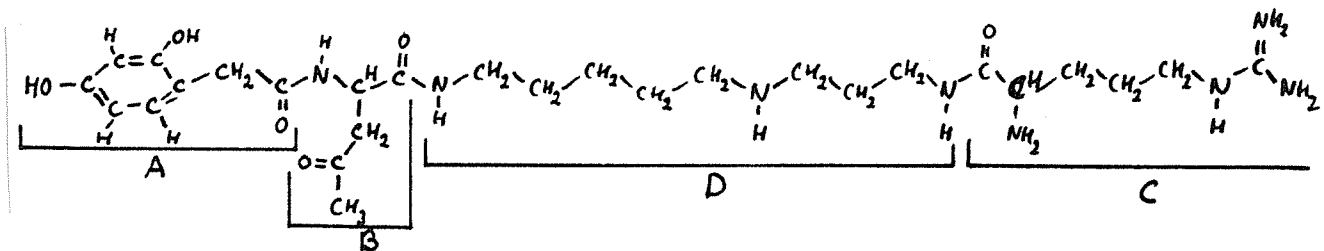
Antwoorden

- 1 $M = 323 \text{ g/mol}$, $10 \times 10^{-12} \text{ g} \equiv (10 \cdot 10^{-12} / 323) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,9 \times 10^{10}$ moleculen
- 2 $10/2,5 = 4 \text{ pg per kg lichaamsgewicht per dag}$
- 3 Een minder strenge norm, omdat bij een hogere norm er meer TCDD opgenomen mag worden.
- 4 Het zijn er tien:
de 1,2-vorm van TCDD, de 1,3-, de 1,4-, de 1,5-, de 1,6-, de 1,7-, de 1,8-, de 2,3-, de 2,6- en de 2,7-vorm.

Spinnegif in structuurformule gevangen

Antwoorden

1/2



- 3 Er zijn verschillende stoffen (monomeren) betrokken bij het ontstaan van het
- 4 Uit vier verschillende monomeer eenheden ontstaat één repeterende eenheid van het polymeer.
- 5 Condensatiepolymerisatie.

INHOUDSOVERZICHT NUMMERS 1-6

<i>Titel opgave</i>	<i>Klas</i>	<i>Nr. Chemie Aktueel</i>
<i>Atoombouw</i>		
Isotopen	4 HV	1
Schrijven met atomen	3 HV	4
<i>Biochemie</i>		
Ontharingscreme	5H/6V	3
Olie van het veld	5/6 HV	4
<i>Chemische binding</i>		
Correctievloeistof	4 HV	3
Waterige benzine	4/5 HV	4
Dodelijke gaswolk	4 HV	6
<i>Electrochemie</i>		
Natrium-zwavel-accu	5 HV	2
Batterijen	5/6 V	3
Hoe werkt een batterij?	5 HV	6
Electroreclamatie	5 HV	6
Damwanden onder stroom	5 HV	6
Elektrische pieper	3/4/5 HV	5
<i>Formuletaal</i>		
Keramiek	3 HV	3
<i>Industriële chemie</i>		
Kolenvergassing I	3 HV	3
Kolenvergassing II	5 HV	3
<i>Mesomerie</i>		
Offset	6 V	5
<i>Milieu</i>		
Lucht schoner door...	3 HV	2
Coevorden in de stank	4 HV	2
Killer-reputatie dioxine	4 HV	4
Gebruik CFK's stijgt fors	4 HV	4
Nederland uniek in verzuring I	5 HV	6
Nederland uniek in verzuring II	5 HV	6
<i>Organische chemie</i>		
Oplosmiddelen	5/6 HV	2
Geheim superkat	4/5 HV	3
Rabarber	4/5 HV	5
<i>Polymeren</i>		
Bacteriefoon	5H/6V	1
Roodlicht groene vlam	5/6 HV	2
Chloor eruit	4/5/6 V	3
Superpolyetheen	5 HV	4
Plastic weer aardolie	5/6 HV	4

<i>Titel opgave</i>	<i>Klas</i>	<i>Nr. Chemie Aktueel</i>
<i>(vervolg Polymeren)</i>		
Olympische spelen onder Nederlands dak	5/6 HV	6
<i>Practicum</i>		
Bierschuimdynamica	4/5 HV	3
Ijzige brug	4 HV	2
<i>Reactiemechanisme</i>		
Ozongatreatie	5/6 HV	2
Kunstmatige diamant	6 V	6
<i>Reactiesnelheid</i>		
Magnetron	5 HV	2
Membraan als katalysator	4 HV	6
<i>Reactievergelijking</i>		
Stikstofoxide	3 HV	5
Rookgasreiniging	3 HV	6
<i>Redoxreacties</i>		
Blikje van blik II	4/5 HV	4
Nieuwe bacterie	4/5 HV	4
Loodzwaar	4/5 HV	4
Siervuurwerk	4 HV	5
Bladgroente	5 HV	6
Mest	5 HV	1
Aluminium	5 HV	1
Gravel velden	5 HV	4
<i>Rekenen in de chemie</i>		
Oral rehydration salts	4 HV	1
Drinkwater	4 HV	2
Zwavelbacterie	4 HV	2
Nederland opkrikken	4 HV	3
Grootste molecule	3/4 HV	3
Supradyn	4 HV	4
Ramp in Cameroun	4 HV	5
Akkerbouw	4 HV	5
<i>Scheidingsmethoden</i>		
Magnetische defosfatering	4/5 HV	5
Van stamboekvee naar theekopje	3 HV	5
Aspartaam	6 V	5
Norit voor mens en milieu	3 HV	6
<i>(Stereo)-isomerie</i>		
Leven soms links, soms rechts	5/6 V	4
Ballaststoffen	5/6 V	4
Linksdraaiende pillen	5/6 V	5

<i>Titel opgave</i>	<i>Klas</i>	<i>Nr. Chemie Aktueel</i>
<i>Stofeigenschappen</i>		
Fosfor	3 HV	1
Koolmonoxide-detector	3 HV	4
Taco zip	3 HV	5
Afgedankt speelgoed	3 HV	6
<i>Verbranding</i>		
Autokatalysatoren	3 HV	1
Koolstofdioxide	3/4 HV	1
Alcoholen als brandstof	3/4 HV	1
Broeikas effect	4/5 HV	1
Blikje van blik I	3 HV	4
Brand blussen	3-6 HV	5
Zelfpellende bananen	3 HV	6
Plofstof	3 HV	6
Kool en olie uit banden	3 HV	6
<i>Voedsel</i>		
Dieetvarken	5/6 HV	5
Tovenaar van fop	5/6 HV	5
<i>Zouten</i>		
Nooit meer kalk...	4 HV	3
Defosfatering	5 H 5/6 V	3
<i>Zuur-base reacties</i>		
Oppassen met aluminium	4/5 HV	4
Kopergroen	4 HV	5
Mest	5 HV	1
Aluminium	5 HV	1
Gravel velden	5 HV	4

