

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 17

januari 1995

Bestelnummer: 2.453.17

• 1995 KPC, 's-Hertogenbosch

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

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

VOORWOORD

Elke keer opnieuw weer op zoek naar nieuwe wegen. Niet vastroesten in een zich steeds herhalende cyclus. Durven te experimenteren, ook al heeft niet elk experiment de gewenste resultaten.

Dat is onderwijs, doceren en docent zijn. Onderwijs staat toch niet stil, het verandert steeds. Veranderingen moeten natuurlijk geleidelijk ingevoerd worden. Je moet erin kunnen groeien. Telkens kleine stapjes nemen naar iets nieuws toe. Chemie Aktueel reikt daartoe nieuwe manieren van aanpak aan. Durft u de volgende uitdagingen aan?

- Een opgave laten maken aan de hand van een artikel uit een Engels dagblad?
- Artikelen aan leerlingen uitdelen, ze er over laten discussiëren over 'wat kan hier over gevraagd worden'. Een week later dan een proefwerk aan de hand van het artikel.

Dat is wat anders dan een opgave uit Chemie Aktueel opnemen in een proefwerk. Zo laat je leerlingen zien dat krante-artikelen best leesbaar zijn. Noemde Pauline Vegting dat niet als een onderdeel voor het nieuwe vak Algemene Natuurwetenschappen: leerlingen leren een goed artikel in een kwaliteitskrant met begrip te lezen.

Misschien hebt u ook wel originele manieren om met het materiaal uit Chemie Aktueel om te gaan. Laat ons dat dan maar eens weten!

Iets geheel anders. Studenten aan de Hogeschool Midden-Nederland (HMN) moeten in de opleiding tot leraar scheikunde aan de hand van een krante-artikel een opgave maken. Een aantal van die opgaven zijn opgenomen in deze Chemie Aktueel.

Sommige krante-artikelen zijn erg lang. Andere krante-artikelen bevatten (te) veel overbodige informatie. Ook beide treedt op: lang en veel overbodige informatie. Daarom worden dergelijke artikelen wel eens ingekort. In het artikel wordt dit als volgt aangegeven: (...).

In deze Chemie Aktueel staan weer een groot aantal opgaven, verdeeld over diverse leerstofcategorieën. Ik hoop dat ook deze keer er weer veel voor u bruikbaar is.

Veel plezier met nummer 17.

Toon de Valk

TIJDSCHRIFT VOOR SCHEIKUNDEONDERWIJS

NUMMER 17

januari 1995

Hoofdredacteur:	Miek Scheffers-Sap, Toon de Valk
Redacteuren:	Godfried Ossenkoppele, Pieter Das, Til Woudenberg
Correspondent:	Ton van Berkel, Luit v.d. Kamp, Johan Reimerink, John Mölenberg, Sieds Tichelaar, Elienne v.d. Velde
Administratie:	KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch
Correspondentie:	Miek Scheffers-Sap, de Moeshof 9, 5258 ER Berlicum

U kunt zich abonneren voor 1995-1996 bij het KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch (bestelnummer 2.453.00), telefoon 073-247247.

Abonnees krijgen een factuur toegestuurd.

Een jaarabonnement (drie nummers in oktober, januari en mei) kost f 10,00.

Abonnementen worden stilzwijgend verlengd, tenzij schriftelijk opgezegd, bij het KPC, Informatiedienst, vóór 1 juli van de lopende jaargang.

Belgische abonnees kunnen via een Belgisch banknummer betalen. Informatie hierover kunt u inwinnen bij het KPC.

Nummer Sluitingsdatum voor toezendende artikelen en opgaven

18	1 februari 1995
19	1 mei 1995
20	1 oktober 1995

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

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

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

Voor *natuurkunde en biologie* bestaan overeenkomstige uitgaven. Informatie hierover kunt u verkrijgen bij:

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

Afdeling Didactiek Biologie
voor BIO-AKTUEEL
Jan Marijnissen
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>
	FELLE BRAND BIJ HOOGOVS		4
3HV,	verbrandingen	onvolledige verbranding,	
4/5 MHV		brandblussen	
	JUPITER COMET MAY UNEARTH FUEL SOURCE		6
4 MHV	chemische binding	metaalbinding, molekuulbinding	
	ELEKTRISCH VISSSEN		7
4 MHV	elektrochemie	elektrolyse	
	PROPEEN-SPLITTER		8
4/5 HV	organische chemie	koolwaterstoffen, destillatie, chemisch rekenen	
	BACTERIËN BESTRIJDEN ROTTE-EIERENLUCHT		10
4 MHV	informatieverwerking	blokschema, reacties, chemisch rekenen	
	WATERONTHARDER		12
4 MHV	chemische binding	hard water, ontharder, reacties	
	HOUT VOOR STROOM		14
4/5 HV	energie	brandstoffen, chemisch rekenen, blokschema	
	GAATJES REMMER		16
3 MHV	informatieverwerking	suikers, tandbederf	
	WATERZUIVERING VOOR ORGANISCHE VERVUILING		18
5 V	redoxreacties	blokschema, organische chemie	
	ENORME ONTPLOFFING		19
2/3 MHV	verbrandingen	brand, brandblussen, explosie	
bavo			
	WATER, EEN EINDELOZE ENERGIEDRAGER		20
3 MHV	energie	elektrolyse, brandstoffen	
	CHILISALPETER		22
4 HV	zouten	chemisch rekenen, milieu	
	KOOLMEES		24
4/5 HV	zuur-base	reacties, milieu	
	NIEUWE LEGERINGEN VAN MAGNESIUM		26
3 MHV	stofeigenschappen	legering, corrosie, dichtheid	

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	AUTO-KATALYSATOR		27
5/6 V	verbrandingen	reactiesnelheid, katalysator rekenen, milieu	
	MILIEUVRIENDELIJKE LAK		36
6 V	polymeren	organische chemie, polymerisatie	
	KORT KORT KORT		
	SUPERGELEIDENDE FLUORVERBINDING		38
4 HV	zouten	ionladingen, formules	
	ELEMENT 106		39
4 MHV	atoombouw	isotopen, opbouw kern	
	ELEMENT 106, SUPERZWAAR ELEMENT		40
5/6 V	atoombouw	isotopen, kernreacties	
	TERUGWINNEN KOPER		41
3 HV	informatieverwerking bavo	blokschema, milieu	
	IJSBIER		42
3 MHV	informatieverwerking bavo	scheidingsmethoden, blokschema	
	OLIE MET CODE		44
4 HV	organische chemie	atoombouw, structuurformules	
	STINKSLOOT		45
2/3 HV	scheidingsmethoden bavo, 4 M	milieu, plantengroei	
	ZUURSTOF UIT DE ATMOSFEER		46
4 MHV	rekenen in de chemie	brandstof, reactie	
	DOCENTENHANDLEIDING		47
	ERRATA CHEMIE AKTUEEL 16		66
	INFORMATIE BETREFFENDE UITGAVE 'DRIE MAAL DRIE ...!'		67

FELLE BRAND BIJ HOOGOVS

Algemeen Dagblad, 28 juli 1994

Broei kan oorzaak zijn van felle brand bij Hoogovens

Van een onzer verslaggevers

BEVERWIJK — Broei is mogelijk de oorzaak geweest van een korte maar felle brand gisteren bij Hoogovens in Beverwijk. Het vuur brak omstreeks tien uur uit in een bunker waarin het metaal titanium lag opgeslagen. De brandweer had de brand al na een uur onder controle. Persoonlijke ongelukken hebben zich niet voorgedaan, noch zijn er gevaarlijke stoffen vrijgekomen.

De regionale brandweer verleende met groot materieel bijstand aan de bedrijfsbrandweer van Hoogovens. Uit vrees dat het vuur zich zou uitbreiden naar belendende staalfabrieken, was groot alarm geslagen. De oostelijke buis van de Velsertunnel werd voor brandweer en andere hulpdiensten tijdelijk vrijgemaakt. Ook werden uit voorzorg de burgemeesters van omliggende gemeenten ingelicht en voorbereid op een mogelijke calamiteit.

Het is voor het eerst in de ge-

schiedenis van Hoogovens dat titanium — een metaal dat wordt gebruikt bij de fabricage van staal — spontaan ontbrandde. Het metaal werd op een rubberen verticale transportband vervoerd, die ook in brand raakte en zorgde voor een zwarte walm boven delen van Beverwijk en Wijk aan Zee. De verticale transportband bevond zich in een 85 meter hoge koker.

„Het is een soort schoorsteenbrand, moeilijk bij te komen”, aldus ondercommandant van de bedrijfsbrandweer H. Munneke. „We hebben het vuur geïsoleerd en laten het gedempt uitbranden. Titanium laat zich niet blussen. Als je er water op gooit, ontstaat er een gas en gaat het nóg erger branden. Normaliter verstik je zo’n vuur met zand. Alleen nu komen we er niet bij.”

Nadat het vuur onder controle was, hervatte Hoogovens de produktie in de oxystaalfabriek 2, waarbij de opslagbunker gelegen is. De schade aan de bunker is nog onbekend.

Klas 3

- 1 Wat versta je onder broei?
 - 2 Geef de naam van het reactieproduct dat ontstaat bij de verbranding van titaan.
- Bij het verbranden van de rubberen transportband ontstonden roetwolken.
- 3 Leg uit waarom er roetwolken ontstaan.

- 4 Welk element is in ieder geval in rubber aanwezig? Licht je antwoord toe.

Een titaniumbrand kan niet met water geblust worden.

- 5 Welk brandend metaal kun je ook niet met water blussen?
- 6 Wat is de naam van het gas dat bij het blussen van titanium met water ontstaat?
- 7 Waarom zal de brand door het ontstaan van dit gas nog erger worden?

Klas 4+5 havo/vwo

- 1 Zoek het symbool op voor titanium. Noteer dit.
- 2 Geef de formules van de mogelijke reactieproducten bij de verbranding van titanium.
- 3 Leg uit hoe het mogelijk is dat er roetwolken ontstaan bij de verbranding van de rubberen transportband.

Een titaniumbrand blussen met water is hetzelfde als een natriumbrand blussen met water.

- 4a Welk gas ontstaat bij de reactie van natrium met water?
- 4b Geef de reactievergelijking die optreedt bij het blussen van titanium met water.
- 5 Leg uit waarom de brand erger wordt als men blust met water.

JUPITER COMET MAY UNEARTH FUEL SOURCE

The Daily Telegraph, 13 July 1994

Jupiter comet may unearth fuel source

By Adrian Berry
Science Correspondent

MANKIND may benefit commercially when fragments of a comet begin hitting Jupiter on Saturday.

It is thought they may reveal the existence of metallic hydrogen, which cannot be made on Earth, but which could be used as fuel for spacecraft and nuclear fusion power stations.

Hydrogen, the commonest element in the universe, is believed to turn from a gas to a super-dense metal when it has been compressed to four million times the density of Earth's atmosphere. This could only happen when crushed in the core of a massive planet like Jupiter.

"When fragments of Comet Shoemaker-Levy hit Jupiter, we believe that seismic waves may bounce back to the planet's surface, revealing what is inside," said Dr Jonathan Tennyson, of University College, London. "Nobody knows what metallic hydrogen is like. One possibility is that it would be black, since its atoms would be so closely packed together." (...)

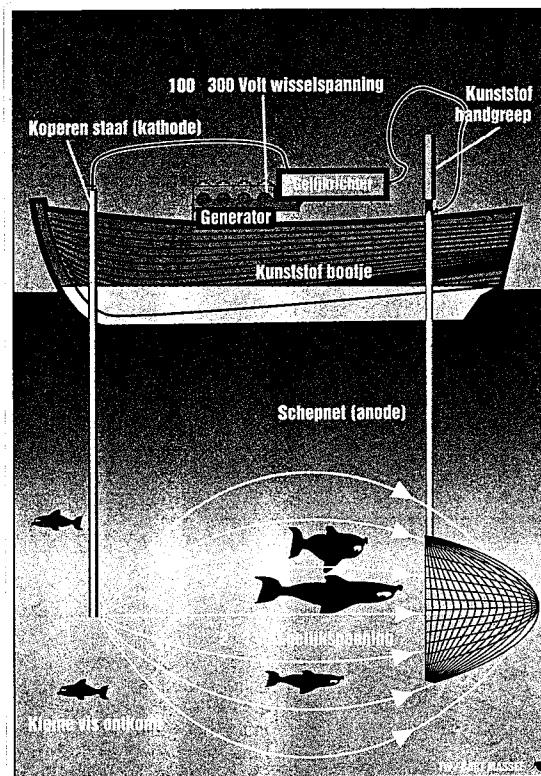
- 1 Leg uit wat er zou kunnen gebeuren, als de komeet Shoemaker-Levy Jupiter raakt.

Waterstof bestaat normaal uit twee-atomige molekulen.

- 2 Waaruit zal waterstof als 'metaal' bestaan?
- 3 Wie gebruiken volgens het artikel waterstof als brandstof?
- 4 Leg uit hoe het mogelijk is, dat op Jupiter 'het metaal' waterstof voorkomt.
- 5 Hoe zal men kunnen bepalen wat er onder het oppervlak van Jupiter zit?
- 6 Geef de naam van de binding in een 'normaal' waterstofmolekuul.
- 7 Welke verschillen zullen er tussen waterstofgas en 'het metaal' waterstof zijn, als je let op:
 - a elektrisch geleidingsvermogen;
 - b kleur;
 - c dichtheid?

ELEKTRISCH VISSSEN

Technisch Weekblad, 7 september 1994



Elektrisch vissen is diervriendelijk

De methode van elektrisch vissen waarmee een Genemuidense visser de rivier zou leeghalen, wordt relatief veel gebruikt door onderzoekers, omdat de vis zo onbeschadigd gevangen wordt. Bij elektrisch vissen wekt de visser een stroomveld in het water op. Als anode dient een schepnet, als kathode een kopepen staaf. De schok van twee tot vier volt veroorzaakt bij vissen die zich binnen anderhalve meter van de boot bevinden, spiersamentrekkingen, die de vis in de richting van de plus-pool doen zwemmen. Dichtbij de anode wordt het veld zo sterk dat de vis verdoofd raakt en eenvoudig uit het water geschept kan worden. Eenmaal buiten het veld komt de vis snel bij.

- 1 Teken de opstelling schematisch.
- 2 Leg uit dat je hier in feite te maken hebt met een elektrolyse-opstelling.
- 3 Leg uit hoe het mogelijk is dat het water voor een gesloten stroomkring zorgt.
- 4 Leg uit dat ook het schepnet van metaal moet zijn.
- 5 Is de anode de plus- of de min-pool?
- 6 Waarom is de handgreep van kunststof?
- 7 Geef je mening over deze manier van vissen.

Shell bouwt nieuwe propeen-splitter

Shell Chemie in Pernis breidt de productiecapaciteit voor propeen uit door de bouw van een nieuwe splitter. Ook bouwt Shell een nieuwe fabriek voor isopropyl-alcohol

Shell Nederland Chemie investeert op de lokatie Pernis circa 100 miljoen gulden in de bouw van een nieuwe propeensplitter en de uitbreiding van een isopropyl-alcohol (IPA)-fabriek. De splitter levert door middel van een destillatie propeen van een hogere zuiverheid dan tot nog toe het geval is.

Zuiver propeen is een grondstof voor IPA en wordt bij Shell Pernis ook gebruikt bij de productie van polypropeen en epichloorhydrine. Wat niet bij Shell Pernis wordt gebruikt gaat via pijpleidingen naar andere afnemers. Met de nieuwe splitter wordt de productiecapaciteit van propeen uitgebreid van 140.000 naar 230.000 ton per jaar. De grondstof (een mengsel van propaan en propeen) wordt grotendeels geleverd door de raffinaderij van Shell in Pernis. Isopropylalcohol wordt gebruikt in

de verf-industrie, de cosmetica-industrie en dergelijke.

Damp-recompressor

Het meest in het oog springende onderdeel van de nieuwe fabriek is de destillatiekolom. Deze wordt met een hoogte van 80 meter en een diameter van 5 meter de hoogste van Shell Pernis. Wie de fabriek gaat bouwen weet Shell nog niet, en in verband daarmee wordt ook het bureau dat het ontwerp maakt heeft nog niet bekend gemaakt. Een bijzonderheid van de splitter is het feit dat hij wordt uitgerust met een damp-recompressor.

Wat Shell wil maken is propeen met een hoge zuiverheid. De destillatietoren wordt gevoed met een mengsel van 70% propeen en 30% propaan. De kookpunten van die twee liggen dicht bij elkaar, zodat er een hoge kolom met heel veel schotels

nodig is. In de top van de kolom is zuiver propeen ontstaan, dat wordt gecondenseerd. Een gedeelte daarvan wordt teruggevoerd in de kolom als reflux, de rest is het produkt.

Normaal wordt de bodem van een destillatiekolom verwarmd met stoom, en wordt de damp aan de bovenkant gecondenseerd met koelwater. In de nieuwe Shell-splitter wordt de damp uit de top van de kolom met een damp-recompressor samengeperst.

Die damp wordt daardoor warmer, en wordt vervolgens gebruikt om de onderkant van de kolom te verwarmen. In plaats van stoom voor de verwarming is er nu elektriciteit nodig voor de compressie. Een gedeelte van de besparing komt uit het feit dat er geen koelwater meer gebruikt hoeft te worden.

In verband met de bouw van de propeensplitter wordt ook de productiecapaciteit van isopropylalcohol aangepast. Door de concentratie van de IPA-productie in één bestaande fabriek kan een oudere installatie worden gesloten. De totale productie van IPA blijft ongewijzigd: 150.000 ton per jaar. Werk-

nemers die bij de IPA-fabriek overbodig worden, zullen elders bij Shell Pernis worden ondergebracht.

De propeensplitter zal de bestaande propeen-productiecapaciteit vervangen, waardoor vier destillatiekolommen kunnen worden gesloopt. Volgens Shell vermindert daardoor de milieubelasting. Het bedrijf noemt nog een ander milieuvoordeel. Met het sluiten van een oude IPA-fabriek wordt een vloeibaar zuurproces stopgezet, waardoor de emissies naar lucht en water afnemen.

Met de bouw van de propeensplitter en de aanpassingen aan de IPA-fabriek zijn 500 manjaren werk gemoeid. In augustus van dit jaar begint het karwei, en eind 1995 moeten beide fabrieken operationeel zijn. ●

In een raffinaderij worden aardoliefracties met te grote molekulen meestal *gekraakt*. Daarbij ontstaan dan *kleinere molekulen*. Een deel van deze molekulen is *onverzadigd*.

- 1a Wat gaat de nieuwe propeen-splitter doen?
- 1b Op welke manier wordt dat gedaan?
- 1c Noem twee resultaten van de nieuwe propeen-splitter.

- 2a Geef de molekuulformules en de structuurformules van de stoffen in het mengsel dat zal worden gesplitst.
- 2b Zoek van de stoffen de kookpunten op en noteer ze.
- 2c Verklaar waarom de kookpunten van de stoffen dicht bij elkaar liggen.
- 2d Welke stof heeft het laagste kookpunt? Beredeneer waarom je dit ook mag verwachten.

Door de nieuwe splitter wordt de productiecapaciteit voor propeen uitgebreid.
3a Hoeveel ton propeen wordt met de nieuwe splitter geproduceerd?
3b Hoeveel ton propaan wordt dan tevens geproduceerd? Geef de berekening.

4 Waar zal propaan voor gebruikt kunnen worden? Licht je antwoord toe.

Uit propeen worden onder andere isopropylalcohol (IPA) en polypropeen (PP) gemaakt.

- 5a Zoek in BINAS de rationele naam voor de groep *isopropyl* op.
5b Teken de structuurformule van isopropylalkohol.
5c Verklaar de benaming *isopropyl*.
5d Geef de rationele naam voor isopropylalkohol.

Het kookpunt van IPA is veel hoger dan de kookpunten van de stoffen uit vraag 2.

- 6a Beredeneer waarom je dat niet (zo sterk) zou verwachten.
6b Leg uit waarom het kookpunt veel hoger is.

- 7a Welke toepassingen van IPA worden in het artikel genoemd?
7b Welke functie zal IPA in de genoemde industrieën voornamelijk hebben?

De jaarlijkse productie van IPA blijft 150.000 ton. IPA wordt gemaakt door additie van water aan propeen.

8 Geef de reactievergelijking van de additie in structuurformules.

9 Bereken hoeveel ton propeen nodig is om de jaarproductie IPA te halen.

Propeen wordt ook gebruikt voor de productie van polypropeen.

10 Geef de reactievergelijking in structuurformules weer.

Van de nieuwe fabriek worden enkele bijzonderheden vermeld.

11 Noem twee bijzonderheden.

- 12a Waarom moet de destillatiekolom zo hoog zijn?
12b Waarom krijgt de kolom zo'n grote diameter?

- 13a Welke temperatuur verwacht je boven in de kolom ($p = p_0$)?
13b Kun je bij die temperatuur de damp met koelwater kondenseren? Licht toe.

De damp-recompressor perst de damp samen. Daarbij wordt de damp warmer. De warmte wordt gebruikt om de onderkant van de kolom te verwarmen.

- 14a Waarvoor dient die verwarming?
14b Bedenk hoe *daarna* de afgekoelde propeendamp (gemakkelijk) vloeibaar gemaakt kan worden.

- 15a Waarom is het nodig om tenminste een gedeelte van de propeendamp vloeibaar te maken?
15b Waarom zal waarschijnlijk *alle* propeendamp vloeibaar worden gemaakt?

Shell Chemie vervangt in Pernis dus twee oude processen door nieuwe.

16 Beschrijf de beide vervangingen en noem de milieuvoordelen.

BACTERIËN BESTRIJDEN ROTTE-EIERENLUCHT

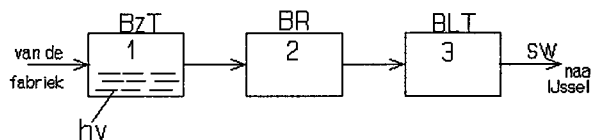
De Volkskrant, 25 juni 1994

Bacteriën bestrijden rotte-eierenlucht

Bij het verwerken van het afvalwater van de papierindustrie komt het giftige en stinkende zwavelwaterstof vrij. In Eerbeek wordt deze rotte-eierenlucht weggevangen met bacteriën.

Zuiveringsinstallatie

Bekijk het vereenvoudigde schema van de zuiveringsinstallatie hiernaast.



Lees het volgende uit het artikel:

Broer Scholtens

IN DE omgeving van de zuiveringsinstallatie bij Eerbeek stinkt het nog steeds een beetje naar rotte eieren. (...)

Het bedrijf Industriewater Eerbeek, dat het afvalwater van drie papierfabrieken in de buurt vóór lozing centraal reinigt, is er als eerste in geslaagd biogas, dat daarbij vrijkomt, met bacteriën nagenoeg volledig te ontdoen van zwavelwaterstof. Dat giftige gas veroorzaakt die stank van rotte eieren.

De drie papierfabrieken brengen hun afvalwater door kilometerslange ondergrondse rioolbuizen naar de centrale zuiveringsinstallatie. In bezinktanks worden daar de vaste deeltjes uit gehaald,

voornamelijk houtvezeltjes. Sinds enige jaren gaat het afvalwater daarna naar compacte bioreactoren, waar methaanbacteriën, onder uitsluiting van zuurstof, organische stoffen in het water omzetten in biogas.

In deze reactoren, ontworpen en gebouwd door Paques uit het Friese Balk, wordt meer dan tachtig procent daarvan afgebroken; de rest wordt er nagenoeg volledig uitgehaald in grote beluchtings-tanks, alvorens het afvalwater via een lange persleiding op de IJssel wordt geloosd. 'Het is dan schoner dan het IJsselwater zelf', zegt directeur C. Paasschens van Industriewater Eerbeek.

Vul nu in wat de letters en cijfers betekenen.

- 1 BzT =
 (proces) 1 =
 hv =
 BR =
 (proces) 2 = omzetting van door
 in
 BLT =
 (proces) 3 =
 sw =

- 2 Bij welke van deze drie processen treden chemische reacties op?

Het biogas bestaat voor tachtig procent uit methaan (het belangrijkste bestanddeel van aardgas). De resterende twintig procent bestaat voornamelijk uit kooldioxydegas en een klein beetje zwavelwaterstof.

Vroeger werd voor de produktie van papier aluin gebruikt (aluminiumsulfaat). Omdat de drie fabrieken voor hun karton-en papierproduktie voornamelijk oud papier gebruiken, komt daarvan nog veel in het afvalwater terecht. Bacteriën in de bioreactor maken uit het sulfaat het gas zwavelwaterstof. Dit komt in het biogas terecht.

Het scherp riekende gas is schadelijk. Tot voor kort werd het met chemicaliën – natronloog – onschadelijk gemaakt. Paques, dat gespecialiseerd is in biotechnologische waterzuivering, heeft een additioneel proces ontwikkeld om met speciaal geselecteerde bacteriën die zwavelwaterstof om te zetten in elementair zwavel.

Na laboratoriumproeven en succesvolle experimenten met een kleine proefinstallatie in Eerbeek is er een demonstratiereactor neergezet. Deze zet meer dan tachtig procent van de zwavelwaterstof om in elementair zwavel, gemiddeld zo'n honderd kilo per dag. De zwavelwaterstof, die nog in het biogas achterblijft, wordt alsnog met loog onschadelijk gemaakt. (...)

- 3 Schrijf de formules op van de stoffen die in biogas zitten.
 Opmerking: 'zwavelwaterstof' noemen wij 'diwaterstofsulfide'.
- 4 Leg uit hoe het stinkende gas diwaterstofsulfide in het biogas terecht komt.
- 5 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als het stinkende gas onschadelijk wordt gemaakt met natronloog.
- 6 Geef de formule van de stof waarin de gespecialiseerde bacteriën het diwaterstofsulfide omzetten.
- 7 De demonstratiereactor produceert 100 kg zwavel per dag. Bereken hoeveel kilo 'zwavelwaterstof' de demonstratiereactor hiervoor omzet.

Mester en kalveren zijn gebaat bij waterontharder

FIE HEUSINKVELD

De hardheid van het water veroorzaakte grote problemen op de vleeskalverhouderij van Bennie en Ans Ottink in Groenlo (Gld). Door kalkaanslag raakten leidingen verstopt, kranen gingen lekken en zelfs de voedselvertering van de kalveren werd er niet beter op. Na het plaatsen van een waterontharder vielen de Ottinks van de ene verbazing in de andere.

"Alles wat met water te maken heeft, is anders geworden", aldus Bennie Ottink. "Na een week zagen we al dat de vertering van de kalveren beter was geworden. In de thee drijven geen kalkvliesjes meer. We hadden elk jaar een nieuw koffiezetapparaat nodig. De was is zonder wasverzachter toch zacht. Noem maar op, als je alleen al je handen wast, voel je het verschil heel duidelijk."

Op het bedrijf van de familie Ottink is water heel belangrijk. De negenhonderd aanwezige vleeskalveren gebruiken dagelijks tussen de tien en twintig liter water per dier. Daarbij vraagt de kunstmelkpoeder een oplosttemperatuur van 70 à 75 graden. En hoge temperaturen veroorzaken weer meer kalkafzetting.

Niet alleen raakte leidingen verstopt en trad er veel

slijtage op bij de warmwaterkranen, maar ook de energiekosten stegen schrikbarend. Door kalkafzetting op de spiraal in de boiler werd de warmte-overdracht veel minder, waardoor 25 tot 30 procent meer energie nodig was om het water op temperatuur te krijgen. Het water van het waterleidingbedrijf heeft bij Groenlo een hardheidsgraad van twintig (Duitse graden).

Aangetast

G.H.M. Conotte van de Gezondheidsdienst voor Dieren in Deventer onderschrijft de problematiek van hard water. "In de praktijk zien we zowel technische problemen bij de installatie, als gezondheidsproblemen bij de dieren ontstaan. Leidingen en kranen kunnen worden aangetast door kalkneerslag. Dunne leidingen kunnen dicht gaan zitten. (...)

Deze problemen treden op bij vijftien tot twintig Duitse hardheidsgraden. (...)

Ottink liet een wateronthardingsapparaat plaatsen direct achter de watermeter, zodat niet alleen het bedrijf, maar ook het gezin ervan kon profiteren. Het onthardingsapparaat werkt op zoutbasis.

(...)

Er worden nogal wat problemen genoemd die kunnen optreden bij gebruik van hard water.

- 1 Lees het artikel aandachtig door. Noteer alle problemen die optreden bij gebruik van hard water op het bedrijf van de familie Ottink in Groenlo.

Het water heeft bij Groenlo een hardheid van 20 DH. 1 DH betekent 7,1 mg Ca^{2+} per liter.

- 2 Bereken de hoeveelheid Ca^{2+} per liter in het Groenlose leidingwater.

Problemen ontstaan bij verhitting en bij vertering. Bij verhitting krijg je kalksteenafzetting.

3a Geef de vergelijking van de reactie die optreedt bij verhitting van hard water.

3b Welke stof veroorzaakt nu het probleem? Licht toe.

4 Welk probleem hebben de kalveren door het drinken van hard water?

Er is een waterontharder geplaatst die op zout werkt.

5 Waarom is de waterontharder direct achter de watermeter geplaatst en niet pas in de stallen?

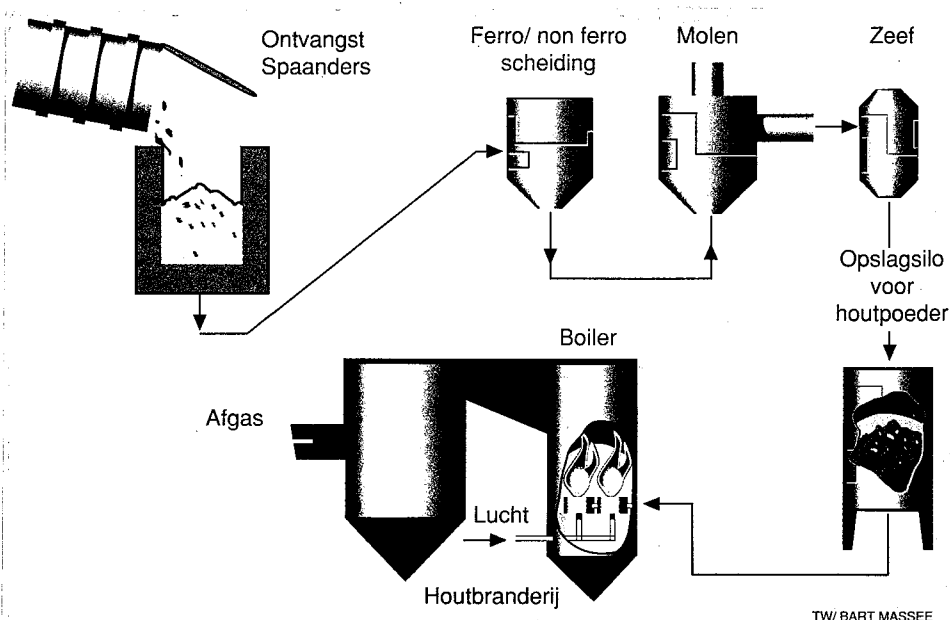
De waterontharder werkt via ionenwisseling. Als zout wordt keukenzout gebruikt.

6a Geef de vergelijking van de ionenwisselingsreactie.

6b Leg uit dat bij gebruik van het ontharde water geen problemen meer optreden.

HOUT VOOR STROOM

Technisch Weekblad, 15 juni 1994



Gelderland-centrale wordt volgend jaar ook op hout gestookt

MILIEU Epon, de Elektriciteits Produktiemaatschappij voor Oost- en Noord-Nederland is vorige week begonnen met de bouw van een poederhoutstookinstallatie. Een primeur: volgens Epon wordt deze techniek nergens ter wereld toegepast.

GERARD VAN NIFTERIK

FEITEN

□ 60.000 ton hout verbruiken, spaart 45.000 ton steenkool uit

(...) Per jaar wil Epon op die manier met de toekomstige installatie 60.000 ton hout verbruiken, wat 45.000 ton steenkool uitspaart. Omdat men minder steenkool gebruikt, wordt er ook aanzienlijk minder kooldioxyde van

fossiele origine geproduceerd. Men denkt zo jaarlijks 110.000 ton minder 'extra' kooldioxide aan het milieu toe te voegen. (...)

Als je de tekening bekijkt zie je alleen maar doorgaande stofstromen.

- 1 Maak van de tekening een blokschema. Zorg ervoor dat het een blokschema is met alle aan- en afvoerstromen.

In het artikel wordt gezegd dat het verbranden van 60.000 ton hout evenveel energie oplevert als het verbranden van 45.000 ton steenkool.

Steenkool levert bij verbranding 27 MJ/kg.

- 2 Bereken hieruit de verbrandingswarmte van hout (in MJ/kg)

De besparing van 45.000 ton steenkool levert 110.000 ton koolstofdioxide minder op.

- 3 Bereken uit deze gegevens het massa-percentages koolstof in de gebruikte steenkool.

Er staat in het artikel "...minder 'extra' kooldioxide...". Dit slaat op de verbranding van steenkool. Bij verbranding van hout wordt geen extra koolstofdioxide geproduceerd.

- 4 Licht deze schijnbare tegenstelling toe.

Gaatjesremmer

In supermarkten en drogisterijen staan vakken vol flesjes en potjes cosmetica. In advertenties vol lege glamour staan claims over de heilzame werking van die producten, gelardeerd met loze, wetenschappelijk ogende teksten, zonder dat daar enig onderzoek aan ten grondslag ligt. Tussen de schappen lopend, krijg je spontaan een oprisping.

Dat gevoel bekruipt je in eerste instantie ook bij het zien van de veel vertoonde televisie-reclame voor Freedent-kauwgom. 'Miljoenen mensen vertrouwen op frisse Freedent. Dat stopt de schadelijke aanval op je tanden en helpt die zo actief, gezond en sterk te houden. Het wordt aanbevolen in plaats van gewone kauwgom.'

Er verschijnt een witte kies in beeld, waar zuur zich geleidelijk een weg door baant: gaatjes, de schrik van iedereen. Het kan anders. Ter illustratie verschijnt een flonkerende witte kies in beeld, die dank zij Freedent behouden blijft.

Xylitol is het wonderstofje dat hier verantwoordelijk voor is. Het is een zoetsmakende alcohol, die kan worden geoleerd uit onder meer de bast van kokosnoten.

Freedent is niet de enige die het verwerkt. Ook in minder adverterende merken als BenBits en Xylifresh 100 zit het.

Een beetje xylitol in kauwgom, en gaatjes blijven uit. Sterker nog, het versterkt het gebit: tandrot wordt ongedaan gemaakt. Dit zijn claims die kunnen worden gestaafd. Overzichtsartikelen over het fenomeen in tandartsenbladen bevatten een lange lijst van referenties naar wetenschappelijk onderzoek, tot twintig jaar terug.

Het effect is het grootst in vergelijking met suikerhoudende kauwgom. Bacteriën in het speeksel zetten suiker om in zuur, en dat vreet zich een weg door het tandglazuur. Pas na een halfuurtje kauwen verdwijnt het zuur weer uit het tandplak.

Suikerhoudende kauwgom veroorzaakt dus gaatjes, en niet zo'n klein beetje ook.

De micro-organismen hebben echter geen vat op xylitol, de zuurgraad (ph) blijft nagevoeg neutraal. De vorming van tandplak wordt zo tegengegaan. Dit is gemeten met ingenieuze ph-metertjes in de mond. Ook zijn er heel wat mensen kauwend door het leven gegaan om te bewijzen dat claims ten aanzien van xylitol kloppen.

Belize, in Midden-Amerika, is het land waar naar de xylitol-kauwgomfabrikant graag verwijst. Daar loopt sinds 1989 een onderzoek onder honderden kinderen. Belize, omdat dat land dicht bij de VS ligt (in de buurt van de onderzoeksponsor Leaf), maar vooral omdat de gebitten daar, net als in veel andere ontwikkelingslanden, zo slecht worden onderhouden dat in korte tijd resultaten zijn te zien. De kinderen krijgen er lekker snel gaatjes.

Het blijkt dat suikerhoudende kauwgom de vorming van gaatjes bevordert, en dat de door drie- tot vijfmaal daags kauwen op xylitol-houdende kauwgom het aantal gaatjes beperkt blijft en zelfs kan afnemen. Kauwgom met sorbitol, en ander veel gebruikte zoetstof, werkt ook gaatjesvorming in de hand, zij het minder dan suikerhoudende kauwgom. Bacteriën zetten sorbitol maar een beetje om in zuur.

Voor kauwgom is een grote markt. In Nederland wordt er jaarlijks voor meer dan tweehonderd miljoen gulden verkocht. Tachtig procent daarvan is suikervrij; in een paar procent zit xylitol. Het aandeel hiervan stijgt sterk.

Nederland loopt voorop. In de meeste landen is het aandeel van suikerhoudende kauwgom nog verreweg het grootst. Tandartsen(-verenigingen) en adviescolleges komen tot een eenduidige conclusie: als er moet worden gekauwd, dan met xylitol-houdende kauwgom. Tandartskringen hebben het zelfs over semi-medische of 'gebitsverzorgende' kauwgom. Kauwgom dus, en niet alleen om een slechte adem te maskeren.

Broer Scholtens



- 1 Werkt xylitol volgens de schrijver van het artikel?
- 2 Waar wordt xylitol uitgehaald?
- 3 Noem drie merken met xylitol in de kauwgom.
- 4 Leg uit hoe het komt dat suiker het tandglazuur aantast.
- 5 Leg uit waarom xylitol de zuurgraad niet verandert.

Met behulp van hele kleine pH-metertjes hebben ze de zuurgraad in de mond bepaald.

- 6a Wat wordt de zuurgraad als xylitol in de mond komt?
- 6b Wat wordt de zuurgraad als er suiker in de mond komt?

In het artikel wordt gesproken over kauwgom met:

- a suiker
- b sorbitol
- c xylitol

- 7 Welke van deze drie tast de tanden het meest aan?
- 8 Welke van deze drie zit in Freedent?
- 9 Vind je dat de reclame voor Freedent op waarheid berust?
- 10 Noem twee redenen waarom men in juist in Belize een onderzoek naar het effect van xylitol heeft gedaan.
- 11 Hoe zal men het onderzoek in Belize uitgevoerd hebben?

WATERZUIVERING VOOR ORGANISCHE VERVUILING

Technisch Weekblad, 7 september 1994

Waterzuivering pakt organische vervuiling aan

MILIEU Het Marshall Space Flight Centre heeft een compact apparaat ontwikkeld dat organische verontreinigingen uit water haalt.

GERARD VAN NIFTERIK

WASHINGTON - Het is behelpen in ruimtestations. De inhoud van zo'n station is beperkt en daarmee is uiteraard ook de ruimte voor voorraden streng begrensd. Handen wassen betekent niet alleen dat de kostbare watervoorraad vermindert, maar ook dat de hoeveelheid afvalwater toeneemt. Dat is iets om over na te denken, zeker nu er plannen worden gemaakt voor permanent bewoonde ruimtestations en zelfs nederzettingen op de maan.

Een aardige oplossing is het water te reinigen en te recycleren. Maar ook reinigingssystemen hebben hun limiet. Ze moeten immers binnen het beperkte concept van een buitenaards object passen. Het is eigenlijk woe- keren met alles, en dat is wat

James Aske en John Thomson van het Umpqua Research Co. hebben gedaan. Zij werden door het Marshall Space Flight Centre -een onderdeel van Nasa- aange- zocht om een compact water- zuiveringssysteem te ont- wikkelen. Het inmiddels ge- patenteerde resultaat is een katalytisch-oxidatie proces dat allerlei organische ver- ontreinigingen kan aanpak- ken, met name laag-molecu- laire, polaire organische verbindingen.

De installatie bestaat re- spectievelijk uit een verzadi- gingstank, een warmtewisse- laar, een reactor en een ontgasser. Voordat het water in dit systeem terecht komt, wordt het eerst met een mul- tifiltratie voorgereinigd. Ver- volgens gaat het dan naar de verzadigingstank.

Daar wordt zuurstof -onder druk- in de waterstroom gebracht via dunne holle buisjes. De bedoeling is vervolgens dat de zuurstof in het water op- lost. Daarna warmt een warmtewisselaar de verza- digde waterstroom op, waar- bij gebruik wordt gemaakt

van de warmte die verderop in het proces vrijkomt tijdens de katalytische reactie.

Het in de warmtewisse- laar opgewarmde water gaat vervolgens naar de reactor waar de organische compo- nenten oxideren onder in- vloed van een katalysator.

De katalytische oxidatie verloopt meestal in meerdere stappen. Ethanol bijvoor- beeld oxideert eerst tot het corresponderende organische zuur, waarna de laatste ver- der uiteenvalt in CO_2 en wa- ter. Isopropanol wordt eerst geoxideerd tot aceton, vervol- gens tot kooldioxide en water.

Bij deze oxidatiereacties komt warmte vrij, warmte die wordt gebruikt om de wa- terstroom voor te verwar- men.

Na de reactor zijn de orga- nische verontreinigingen af- gebroken en bevat het water slechts zuurstof en kool- dioxide. De laatste worden in een membraanontgasser uit de waterstroom gehaald. Wat resteert is schoon water.

(...)

- 1 Geef het zuiveringsproces weer in een blokschema. Zet in het blokschema alle aan- en afvoerstromen.

In de reactor vinden een aantal omzettingen plaats.

- 2 Noteer de halfreactie voor de oxidatie van ethanol naar het corresponderen- de zuur.
- 3 Geef de systematische naam voor isopropanol en aceton.
- 4 Noteer de halfreactie voor de omzetting van isopropanol in aceton in struk- tuurformules.

ENORME ONTPLOFFING

Het Nieuwe Land, 9 juni 1994

In Swifterbant

Enorme ontploffing na brand in slaapkamer

(Van één onzer verslaggevers)

SWIFTERBANT - Een Swifterbants gezin werd gistermiddag opgeschrikt door een brand op de bovenverdieping van hun woning aan de Koningshof.

In de slaapkamer ontstond, door nog onbekende oorzaak maar volgens een brandweerwoordvoerder -waarschijnlijk op het bed, een brandje dat zich langzaam uitbreidde. Toen de temperatuur flink was

opgelopen en er geen zuurstof meer in de kamer aanwezig was, volgde een enorme ontploffing. Daardoor vlogen de deur en een stuk van de muur eruit. De bewoners, die beneden zaten, merkten toen pas dat er wat aan de hand was. De gealarmeerde brandweer was de brand in zeven minuten meester, maar kon niet meer voorkomen dat de slaapkamer en het bovenste deel van het trapgat geheel uitbrandde. Op de benedenverdieping ontstond geen schade.

1 Noem een aantal verschijnselen die bij een brand optreden.

2 Noem drie voorwaarden om iets te laten branden.

De brand is waarschijnlijk op bed ontstaan.

3 Hoe zou een brand op bed kunnen ontstaan?

De oorzaak van de ontploffing kan het ontstaan van het brandbare koolstofmonoxide, het ontstaan van roetdeeltjes of het ontstaan van een mengsel van beide stoffen zijn.

4 Bij welke soort reactie ontstaan koolstofmonoxide en roet?

5 Noem drie voorwaarden om een ontploffing (een zeer snel verlopende reactie) bij een brand te laten plaatsvinden.

6 Leg uit wat fout is aan de volgende zin uit het artikel:
"Toen de temperatuur flink was opgelopen en er geen zuurstof meer in de kamer aanwezig was, volgde een enorme ontploffing."

7 Noem drie manieren om een brand te blussen.

WATER, EEN EINDELOZE ENERGIEDRAGER

Mens en Wetenschap, maart 1994

Water, een eindeloze energiedrager

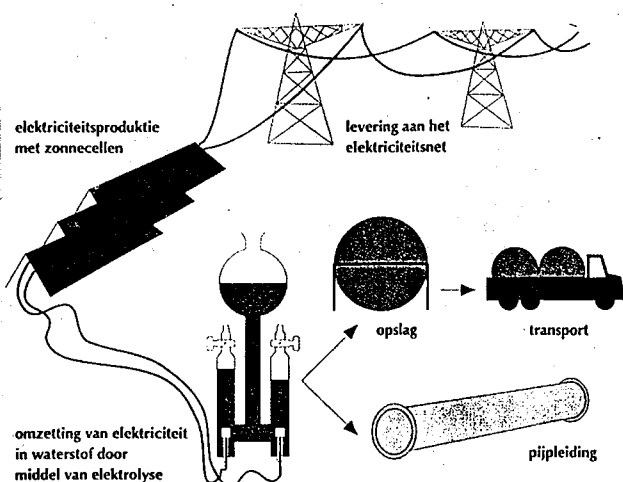
Wie herinnert zich niet die natuurkundeles waarin de leraar de beruchte knalgasproef demonstreerde: in een elektrolyse-apparaat werd uit water waterstof en zuurstof van elkaar gescheiden en opgevangen in beerglazen. Vervolgens mengde hij beide gassen, hield een vlammetje bij het mengsel en knal.

Dit simpele proefje zou - grootschalig toegepast - wel eens tot één van de belangrijkste oplossingen van onze toekomstige energie- en milieuproblemen kunnen leiden.

Waterelektrolyse is een elektrochemisch proces waarbij elektrische energie omgezet wordt in chemische energie. Wat men nodig heeft is water en elektriciteit en wat men krijgt is waterstof en als nevenproduct zuurstof.

Het grote voordeel van dit systeem is dat beide energiedragers tezamen in alle vormen van energiebehoefte kunnen voorzien. Elektriciteit heeft het bezwaar dat het zich moeilijk laat opslaan. In een elektriciteit/waterstofcentrale kan niet direct benodigde maar wel geproduceerde elektriciteit voor 100% worden gebruikt om waterstof te produceren, dat in tegenstelling tot elektriciteit kan worden opgeslagen.

Waterstof kan in vloeibare vorm, maar ook als gas per pijpleiding worden getransporteerd en kan technisch gesproken zonder meer de schaars wor-



dende, traditionele brandstoffen vervangen.

Uit milieu-oogpunt is waterstof de ideale brandstof: na verbranding ontstaat als restproduct water dat weer nodig is voor waterstofproductie. Het nevenproduct zuurstof dat bij de waterelektrolyse ontstaat, is niet schadelijk voor het milieu.

Voor de benodigde elektriciteit kan gebruik worden gemaakt van zonne-energie, windenergie en waterkracht, eveneens schone, primaire energiebronnen. (...)

Volgens het artikel wordt water ontleed in een elektrolyse-apparaat. Voor de ontleding van water is energie nodig.

1a Welke vorm van energie wordt gebruikt voor het ontleden van water?

1b Welke energie-omzetting vindt plaats bij de ontleding van water?

2a Welke stoffen ontstaan bij de ontleding van water?

2b Wat gebeurt er als je deze twee stoffen mengt en er vervolgens een vlammetje bijhoudt?

2c Welke energie-omzetting vindt daarbij plaats?

In het artikel worden een aantal voordelen genoemd van een elektriciteit-/waterstofcentrale.

3a Waar komt de naam elektriciteit-/waterstofcentrale vandaan?

3b Noem de vier voordelen die genoemd worden in het artikel.

Waterstof kan volgens het artikel de schaars wordende traditionele brandstoffen vervangen.

4a Noem drie traditionele brandstoffen.

4b Noem een nadeel van het gebruik van traditionele grondstoffen, naast het gegeven dat ze schaars worden.

Bij het ontleden van water ontstaat als 'nevenprodukt' zuurstof.

5a Waarom wordt in het artikel zuurstof een nebenprodukt genoemd?

5b Is zuurstof schadelijk voor het milieu? Licht je antwoord toe.

Ontleden van water gebeurt met behulp van elektriciteit. Deze kan geleverd worden door schone energiebronnen.

6a Welke drie schone energiebronnen worden in de tekst genoemd?

6b Waarom worden het "schone energiebronnen" genoemd?

CHILISALPETER

Oogst, 13 mei 1994

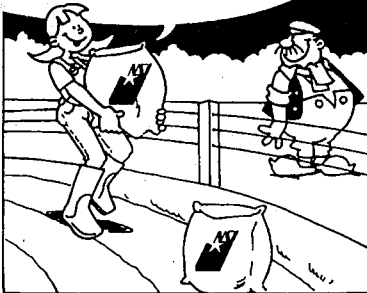
CHILISALPETER

Babette



NITRATE SALES INTERNATIONAL N.V. Sint Pietersvliet 7 -
Bus 8 - Precambuilding - 2000 Antwerpen 1 - Belgium

MET M'N BEREDENEERD BEMESTINGSPLAN MET CHILISALPETER KRUG IK GEGARANDEERD EEN HOGER RENDEMENT.



CHILISALPETER?
MAAR DAT IS TOCH AL OUD
EN VOORBIJGESTREEFD?



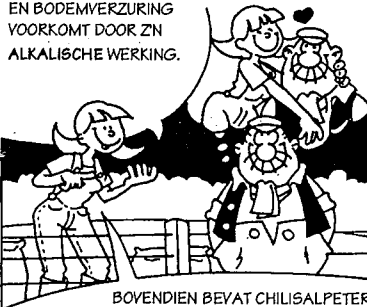
OUD MISSCHIEN WEL, MAAR
NOG HEEL ACTUEEL WANT
CHILISALPETER IS EEN
NATUURLIJKE, CHLOORARME
MESTSTOF.

ZE HOUDT
VAN OUD EN
ACTUEEL...!!!



...DIE PRECIES
DE JUISTE VOEDINGSBALANS
VOOR SUIKERBIETEN BEVAT...

EN BODEMVERZURING
VOORKOMT DOOR Z'N
ALKALISCHE WERKING.



BOVENDIEN BEVAT CHILISALPETER
NAAST 16 % SNELWERKENDE NITRISCHE N,
MAAR LIEFST 35 % Na_2O .
DAT IS BELANGRIJK VOOR DE SUIKERVORMING.

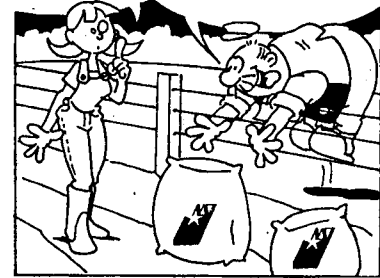
NATRIUM KAN EEN
GEDEELTE VAN
DE KALIEBEHOEFTE
VAN DE BIETEN
VERVANGEN...



...ZO KUNNEN WE
BESPAREN OP DE
POTASBEMESTING.
CHILISALPETER BEVAT OOK
ESSENTIELE SPOORELEMENTEN...
ZOALS B, MG, EN JODIUM...

OM STERKE EN
ZIEKTERESISTENTE
PLANTEN TE HELPEN
OPBOUWEN...

WERKELUK? WAAROM
DAN NOG TWIJFELEN
OM CHILISALPETER TE
GEBRUIKEN?



Er wordt in de strip gesproken over "chilispeter".

- 1a Zoek in Binas tabel 102A de rationele naam van chilispeter op. Noteer die naam.
- 1b Geef de formule van het hoofdbestanddeel van chilispeter.

Babette zegt in de strip dat chilispeter een natuurlijke, chloorarme meststof is.

- 2a Is chilispeter chloorarm? Licht je antwoord toe.
- 2b Waarom is het belangrijk om chloorarme meststoffen te gebruiken?

- 3a Verklaar de benaming 'natuurlijke'.
- 3b Licht toe dat chilispeter een *meststof* genoemd mag worden.

Babette somt allerlei voordelen op van chilispeter.

- 4 Welke voordelen worden door Babette allemaal genoemd?
- 5 Welk produkt is Babette van plan te gaan telen?

Chilispeter bevat 16% N.

- 6 Laat via een berekening zien dat dit klopt.

Chilispeter voorkomt verzuring van de grond. Chilispeter bevat maar liefst 35% Na_2O .

7 Licht toe dat chilispeter verzuring van de grond kan voorkomen.

De Na_2O wordt gevormd als de plant de stikstof uit chilispeter opgenomen heeft.

8a Leg uit dat er onder andere Na_2O ontstaat als de stikstof uit chilispeter verdwijnt.

8b Laat via een berekening zien dat chilispeter op die manier ook ongeveer 35% Na_2O bevat.

Chilispeter bevat ook *spoorelementen*.

9a Welke spoorelementen worden genoemd?

9b Wat zijn spoorelementen?

Koolmees kan niet zonder slakkehuis

Slakkehuizen vormen in het broedseizoen een belangrijke kalkbron voor vrouwtjes van de koolmees. Door de zure regen verdwijnen in bossen op arme grond de slakjes uit het gebladerte en dat bedreigt mezen en andere bosvogels.



DAT ZURE REGEN de mezenstand bedreigt, toonden onderzoekers van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO) in Heteren al vijf jaar geleden aan. Verzuurde grond, waarin door uitspoeling met zuur regenwater, weinig kalk en veel aluminium zit, veroorzaakt kalkgebrek bij koolmezen en andere bosvogels.

Dat gebrek aan kalk veroorzaakt dunne en poreuze eierschalen. Eieren drogen uit en breken gemakkelijk. Vandaar dat in verzuurde bossen gemiddeld slechts twee tot drie jongen het mezenest verlaten, in plaats van de gebruikelijk zes of zeven.

In een vervolgpublikatie die deze week is verschenen in het wetenschappelijk tijdschrift *Nature*, laten de onderzoekers zien dat slakken een cruciale rol spelen in het leven van de meesjes in wording. 'Het is voor het eerst dat er experimentele aanwijzingen zijn voor kalkgebrek in wilde vogels, en dat daar slakken bij betrokken zijn', constateren ir J. Graveland en dr A. van Noordwijk, die een voedingsexperiment met wilde mezen uitvoerden.

Het experiment van het NIOO vond plaats in de Buunderkamp, ten westen van Arnhem, een terrein met afwisselend loof- en naaldbos op arme grond. Ongeveer veertig procent van de vrouwtjes legt daar eieren met slechte schalen.

Vaak wordt een nest met een of meer kapotte eieren voortijdig door het vrouwtje verlaten, waardoor ook de goede eieren niet uitkomen.

'De aard van de eierbeschadigingen wees op kalkgebrek, maar dat moesten we wel kunnen bewijzen', zegt Van Noordwijk. 'Dat mezen op kalkrijke bodems meer kalk binnenkrijgen dan mezen op kalkarme gronden, ligt voor de hand. Wij hebben geconstateerd dat vrouwtjes tijdens de legperiode zich bijvoeden met kalkrijk materiaal, zoals slakkehuizen.'

Dat de magen en uitwerpselen van mezen vol slakkehuizen blijken te zitten, is verwonderlijk, want mezen houden helemaal niet van slakken. Rupsen en spinners vormen hun gebruikelijke maal. Die beestjes leveren echter slechts twintig procent van de kalk die een vrouwtje in haar legperiode nodig heeft. Om aan de rest van hun dagelijkse kalkbehoefte te voldoen, zijn de vrouwtjesmezen aangewezen op verlaten huisjes van kleine slakjes die zich gewoonlijk op bomen en struiken ophouden.

Maar in bossen waar veel eiscaalproblemen zijn, blijken mezen nauwelijks slakkehuizen te nuttigen. Wel vond men in maag en uitwerpselen schalen van kippe-eieren die de mezen bij boerderijen en picknick-plaatsen in de omgeving verzamelden. Dieren die dat deden, bleken

minder problemen met hun eieren te hebben.

Van Noordwijk: 'Dit betekent dat een gebrek aan slakkehuizen de eiscaalproblemen in bossen op arme grond veroorzaakt. Een deel van de vogels probeert het kalkgebrek te compenseren met door de mens geleverde bronnen van kalk.'

Om hun bijvoeder-hypothese te bestuderen, bevestigden de onderzoekers slakkehuizen en schalen van kippe-eieren bij de mezenkastjes in het verzuurde bos. De bijgevoerde mezen bleken inderdaad minder slechte eieren te hebben en de vrouwtjes bleven langer op hun nest dan hun niet bijgevoerde soortgenoten. Dat resulteerde in meer nakomelingen.

De natuurlijke aanwezigheid van slakken is dus belangrijk voor een goede mezenstand. Van Noordwijk en collega's toonden aan dat de slakken inderdaad verdwijnen als de grond verzuurt en dat ze blijven op rijkere gronden die minder gemakkelijk verzuren. Door het strooien van kalk op arme verzuurde bosgrond komen de slakken weer terug. Tegelijkertijd verdwijnen dan ook de problemen met het broedsel van de koolmezen.

Slakken hebben veel kalk nodig voor hun voortplanting en groei. Ze halen de kalk direct uit de bodem door opname via de huid, of door het inslikken van grond en steentjes. Van Noordwijk: 'Zure depositie is in Nederland de belangrijkste reden voor een afname van de hoeveelheid kalk in arme gronden. Wij concluderen dan ook dat zure depositie de oorzaak is van het verdwijnen van slakken en daarmee voor een geringer broedsel van koolmezen en andere bosvogels.'

Door zure regen verdwijnen de slakken op arme bosgrond.

- 1 Leg uit wat wordt bedoeld met 'arme bosgrond'?
- 2 Noem een oorzaak waardoor slakken als eerste op *arme* bosgrond verdwijnen.
- 3 Leg uit hoe het komt dat deze bosgrond weinig kalk bevat.

Koolmeesjes hebben normaal geen last van zure regen, maar wèl als ze leven op arme bosgrond.

4 Welk gevolg heeft zure regen voor koolmeesjes die op arme bosgrond leven?

5 Waarom hebben koolmeesjes op kalkrijke grond daar geen last van?

Kalk in de bodem is calciumcarbonaat. Dit reageert met zuren, waarbij onder andere waterstofcarbonaationen ontstaan.

6 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als zure regen met kalk reageert. Neem als formule voor het zure deeltje in zure regen HZ.

Kalk (calciumcarbonaat) zal door water niet uit de bodem weggespoeld worden. Waterstofcarbonaationen, zie vraag 4, juist wel.

7 Verklaar dit verschil.

8 Hoe heeft men kunnen bewijzen dat kalkgebrek de meest waarschijnlijke oorzaak was van de dunne eierschalen?

9 Hoe kan men op arme bosgrond ervoor zorgen dat er toch weer voldoende slakken komen?

NIEUWE LEGERINGEN VAN MAGNESIUM DRIJVEN BIJNA OP WATER

NRC, 11 mei 1994

Nieuwe legeringen van magnesium drijven bijna op water

In de industrie is veel belangstelling voor extreem lichte constructiematerialen, zoals legeringen van magnesium en aluminium, die een relatieve dichtheid hebben van ongeveer 1,7 g/cm³. Deze legeringen hebben tevens het voordeel dat ze, in tegenstelling tot bijvoorbeeld kunststoffen die versterkt zijn met glasvezels, gemakkelijk kunnen worden gegoten, vervormd en gesinterd en bovendien hergebruikt.

Maar de magnesiumlegeringen zijn nog niet licht genoeg. Door het legeren van magnesium met lithium, het lichtste metaal dat er bestaat (relatieve dichtheid 0,5), probeert men constructiematerialen te maken die bijna op water kunnen drijven.

Legeringen van magnesium en lithium zijn tot nu toe vrijwel alleen nog en zeer incidenteel gebruikt in de ruimtevaart. Deze legeringen zijn namelijk nog niet erg sterk en bovendien zeer gevoelig voor corrosie. Dit laatste is een gevolg van het feit dat de legeringen niet, zoals aluminium, een afdekkend oxydehuidje ontwikkelen. Bovendien hebben de lithiatomen in de legering een grote 'beweeglijk-

heid', waardoor de twee metalen de neiging hebben zich weer van elkaar te scheiden. Deze neiging wordt versterkt bij het stijgen van de temperatuur en het opvoeren van de belasting.

Een van de manieren om de stabiliteit te vergroten is het toevoegen van andere elementen. In *German Research* berichten onderzoekers van de universiteit van Hamburg veelbelovende resultaten te hebben verkregen door de gesmolten legering waterstof te laten opnemen. Dit reduceert de beweeglijkheid van de lithiatomen.

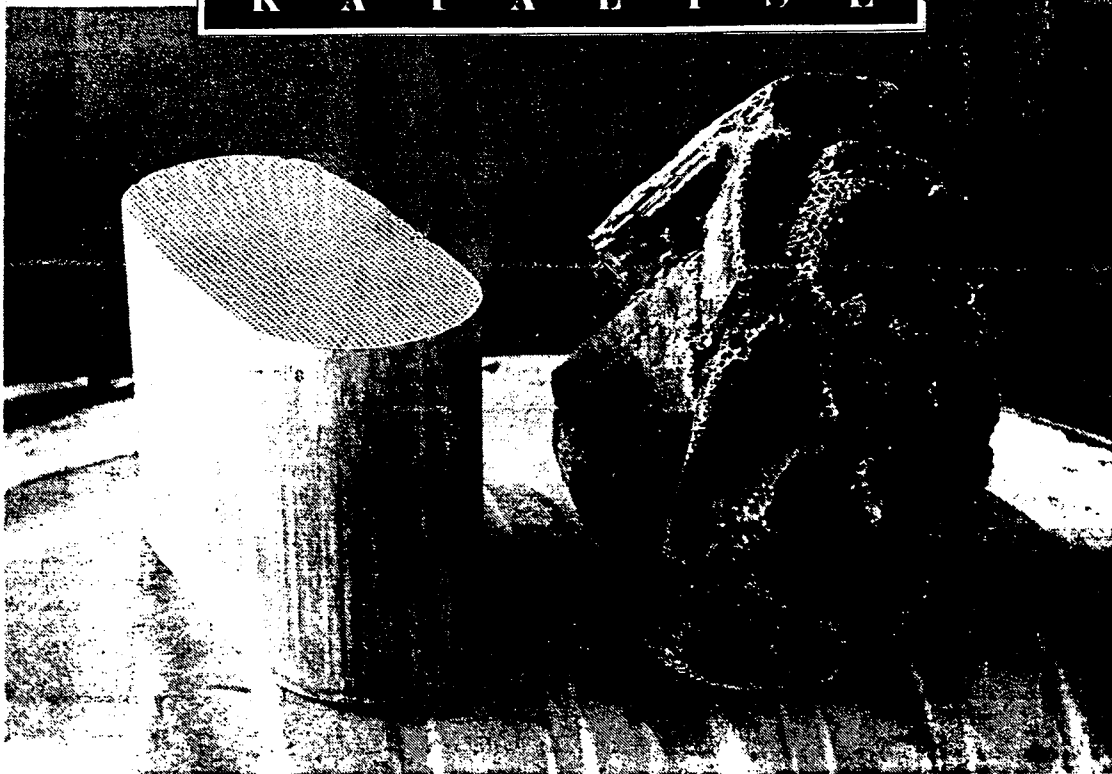
(...)

De Hamburgse onderzoekers hebben met succes legeringen gemaakt die voor 60 procent uit magnesium en voor bijna 40 procent uit lithium bestaan. Uit poeders van deze legeringen zou men door sinteren (samenpersen bij hoge temperatuur) ingewikkeld gevormde produkten kunnen maken. Met hun dichtheid van 1,3 g/cm³ zijn deze legeringen zesmaal lichter dan staal en tweemaal zo licht als aluminium. Deze dichtheid is vergelijkbaar met die van de zwaarste houtsoort, pokhout (1,35) en met die van het zoutste deel van de Dode Zee (1,25). (George Beekman)

- 1 Wat is een legering?
- 2 Leg uit waarom er zoveel belangstelling is voor legeringen van magnesium met aluminium.
- 3 Leg uit waarom men het aluminium in deze legeringen vervangt door lithium.
- 4 Noem drie nadelen van legeringen met lithium erin.
- 5 Wat versta je onder 'corrosie'?
- 6 Waarom heeft lithium wel last van corrosie en aluminium niet?
- 7 Waarom wordt er waterstof aan de magnesium-lithiumlegering toegevoegd?
- 8a Bereken de massa van een blokje van 10 cm³ van een magnesium-lithiumlegering.
- 8b Bereken ook hoeveel de massa is van een evengroot blokje staal.

Auto-katalysator kruipt van de uitlaat naar de motor

K A T A L Y S E



Een nieuwe autokatalysator (links) en een oververhitte (rechts). Tegenwoordig kan het kostbare platina worden teruggewonnen.

Auto-katalysatoren werken door nazuivering bij de uitlaat. Chemici hopen met katalytische verbranding uiteindelijk te komen tot zuivering bij de bron. Deel een van een vierdelige serie over katalyse.

Eelco Vogt en
Eduard Poels

Bij het algemene publiek is misschien maar weinig bekend over de centrale betekenis van de katalyse in de hedendaagse chemie. Maar iedereen kent ten minste één belangrijk voorbeeld: de autokatalysator. Sinds 31 december 1992 is de uitlaatgaskatalysator in de hele Europese Unie verplicht.

De huidige autokatalysator maakt drie componenten in de auto-uitlaatgassen onschadelijk: koolmonoxyde (CO), onverbrande benzine (koolwaterstoffen, HC) en stikstofoxyden (NO_x). De katalysator zet deze verbindingen om in niet-giftige moleculen: CO₂, H₂O en N₂. Voor koolmonoxyde en onverbrande koolwaterstoffen kan dat door het uitlaatgas

na te verbranden, dus door zuurstof (O₂) toe te voegen: dit heet oxydatie. Aan de andere kant moet het zelfde zuiveringssysteem zuurstof uit de stikstofoxyden verwijderen, waarbij deze verbindingen overgaan in stikstof (N₂): dit proces heet reductie.

De uitlaatgasreiniger moet dus tegelijkertijd zorgen voor oxydatie en reductie. Een legering van platina en rhodium blijkt hier de goede bemiddelaar: platina voor de oxydatie en rhodium voor de reductie. Aan het oppervlak van de edelmetalen vallen de moleculen CO, CH, NO_x en O₂ gedeeltelijk uiteen in atomen en ontstaan vervolgens door hergroepering van de atomen nieuwe moleculen: CO₂, H₂O en N₂. (...)

Aan de Universiteit van Amsterdam hebben katalytici zich het probleem van de edelmetalaarschaarste ook aangetrokken. Zij ontwikkelden samen met Peugeot een kat, geheel op basis van de 'huis-tuin-en-keuken metalen' koper en chroom. Jowi Bijsterbosch, die op dit onderwerp promoveerde: "Onze aanpak biedt op dit moment nog niet meer dan een papieren oplossing. Koper en chroom zijn zo gevoelig voor hoge temperaturen en voor zwavelverbindingen dat toepassing in auto's nog onmogelijk is."

Dieselkat

Dieselmotoren zijn niet alleen zuiniger dan benzinemotoren, maar ook schoner. Toch is de benzineauto met katalysator milieuvriendelijker dan de dieselauto. Vooral de grote uitstoot van roetdeeltjes is bij diesels een probleem. Deze teerachtige deeltjes, met hun diameter van 0,01 tot 1 micrometer, bevatten onder meer de 'kankerverdachte' polynucleaire aromaten.

Naast de roetuitstoot is ook de NO_x-emissie een bron van zorg. Personen-diesels stoten tweemaal zo veel NO_x uit dan hun benzine-varianten met kat. Vrachtauto's zijn nog smeriger. Omdat dieseluitletgasen veel meer zuurstof bevatten dan benzine-uitletgasen, is de platina/rhodium kat niet geschikt voor diesels. De zuurstof verhindert namelijk de reductie van stikstofoxyden tot stikstof.

De Europese wetgever neemt de diesel-problematiek serieus en pakt stapsgewijs de roetuitstoot en de NO_x-emissies aan. In juni van dit jaar zal bijvoorbeeld de deeltjesuitstoot van alle nieuwe diesel-personenvervoertuigen onder de 0,14 gram per km moeten liggen. Hoewel DAF bijvoorbeeld claimt de verscherpte wetgeving voor vrachtauto's nog aan te kunnen met schonere motoren, zullen vrachtautofabrikanten op den duur moeten overstappen op katalytische uitlaatgasreiniging.

Behalve de vrachtautofabrikanten hebben ook de oliemaatschappijen een taak. Zij moeten in de eerste plaats het zwavelgehalte in diesel naar beneden brengen. Zwavel eindigt uiteindelijk als sulfaat in de uitgestoten deeltjes. Het vermeerderd daarmee niet alleen het gewicht van de roetdeeltjes, maar geeft zelf ook aanleiding tot de vorming van bijkomende vaste uitstoot. Minder zwavel betekent dus dat de opgelegde normen makkelijker haalbaar zijn. De overheid schroeft deze normen in hoog tempo op. Per 10 oktober a.s. mag er nog maar 0,2% zwavel in diesel zitten en per oktober 1996 nog maar 0,05%.

In de VS, waar in verschillende staten de wetgeving al veel strenger is dan in Europa, zullen volgend jaar

de eerste autobussen met een dieselkatalysator gaan rijden. Europa zal snel volgen. Niet voor niets werken de katalysatorfabrikanten met man en macht aan de dieselkat. Verschillende, waaronder Degussa, Engelhard, Johnson Matthey en Nippon Shokubai KK, brengen nu al een edelmetaal-bevattende dieselkatalysator op de markt. Deze verbranden het giftige koolmonoxyde en de onverbrande koolwaterstoffen, en daarmee een belangrijk deel van de polynucleaire aromaten, voordat deze neerslaan op de deeltjes. Dit betekent: in elk geval voor fietsers een flinke vooruitgang. Zij zullen geen last meer hebben van de indringende dieselstank die optrekkende autobussen plachten te verspreiden.

Stikstofoxyden

De huidige typen dieselkats hebben nog grote problemen met NO_x en de minder vluchtige giftige componenten. Onderzoekers van de TU Delft gaan beide problemen te lijf. Prof. Cock van deBleek: "Wij werken, met steun van VROM, aan een katalytisch proces op basis van ureum. De giftige stikstofoxyden worden hierbij gereduceerd tot stikstof. Een dergelijk proces hebben we samen met NOVEM ook ontwikkeld voor gasmotoren in de glastuinbouw."

Voor de diesel-NO_x moet de katalysator wel wat worden gewijzigd. Hij moet bij hogere temperaturen werken (tot 600 °C) en hij mag zwaveldioxyde niet in zwavelzuur omzetten. De groep van Van de Bleek heeft op dit moment een cerium-mordeniet katalysator in ontwikkeling waarmee dat kan.

Een tweede onderzoeksgroep van de TU Delft, die van Prof. Jacob Moulijn, probeert in opdracht van VROM oplossingen te vinden voor de deeltjes-uitstoot. Een aanpak is het gebruik van filters, maar die verstopen te gemakkelijk en moeten dus regelmatig worden gereinigd. Moulijn: "Wij proberen zo'n reinigingsproces te ontwikkelen op basis van een katalytische naverbranding van de roetdeeltjes."

Ook de katalysatorfabrikanten werken aan de dieselkat en sommigen hebben al werkzame typen klaarliggen. Bob Farrauto van Engelhard: "Wij hebben een dieselkatalysator die geen toxische bestanddelen bevat en nu al commercieel wordt toegepast, in vrachtauto's in de Verenigde Staten en vooral in personen-diesels in Europa. Deze katalysatoren bevatten naast onedele metalen om de deeltjes te verbranden, ook een geringe hoeveelheid edelmetaal om de vluchtige koolwaterstoffractie na te verbranden. In tegenstelling tot de edelmetalen zetten de onedele metalen zwaveldioxyde niet om in sulfaat. Hiermee omzeilen we dus

het probleem van de bijkomende deeltjesvorming."

Bronbestrijding

De katalytische gasreiniging is vooral bekend geworden door de toepassing in de autokats. Katalysatorfabrikant Catalytica in Mountain View (Californië) werkt echter aan katalysatoren voor toepassing in de reactor en daarmee aan oplossingen die het emissieprobleem bestrijden aan de bron. Door de verbrandingsreacties katalytisch te versnellen, kunnen ze worden uitgevoerd bij lagere temperaturen. Hierdoor ontstaat minder NO_x en de reacties verlopen bovendien vrijwel volledig, zodat geen CO of onverbrande koolwaterstoffen vrijkomen.

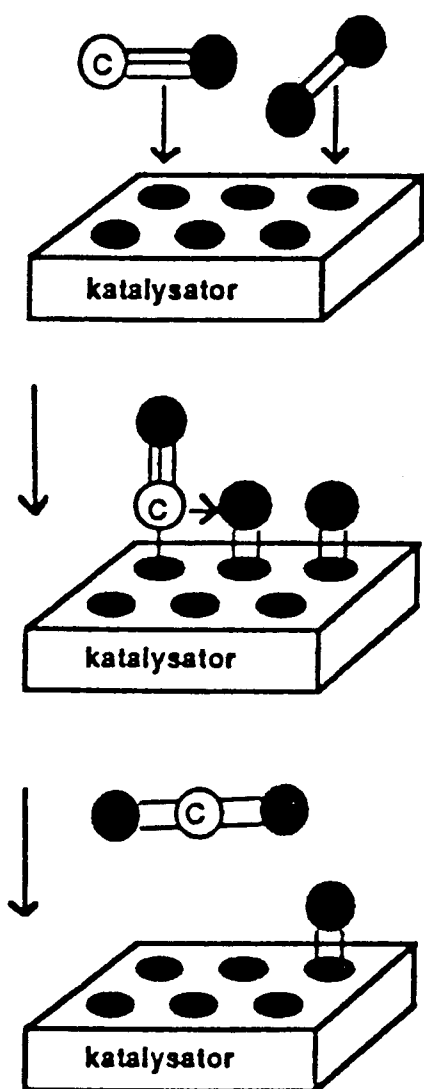
Aangespoord door de stringente wetgeving voor NO_x-uitstoot van stillstaande emissie-bronnen, met name in Japan en Californië, is de ontwikkeling van katalytische verbrandingsprocessen in gasturbines van elektriciteitscentrales in een verder gevorderd stadium. Een door Catalytica aangevoerd consortium loopt op kop. Europa heeft de achtervolging ingezet.

Zo werkt men op de Universiteit Utrecht aan een proces voor de aandrijving van gasturbines. Professor John Geus: "Wij proberen de temperatuur waarbij aardgas verbrandt terug te brengen van de huidige 1800 °C tot 1300 °C. Daarmee gaat de uitstoot van NO_x terug van 200 delen per miljoen naar 5. Maar de technologie is niet eenvoudig, omdat de katalysator niet lang 1300 °C kan verdragen. Toch willen we binnen enkele jaren zover zijn."

Niettemin vermoedt Rudolf Rijkeboer van TNO-wegtransport dat uitlaatgasreiniging nog lange tijd nodig zal blijven: "Dieselmotoren zijn weliswaar nog te verbeteren door van hogere inspuitdrukken of een vierkleppensysteem gebruik te maken, maar de steeds hogere milieu-eisen zullen een katalytische nareiniging noodzakelijk maken." Hierover lijkt ook bij de katfabrikanten consensus te heersen. Zij maken zich hard voor de ontwikkeling van een werkende en betaalbare dieselkatalysator. Vrachtauto's zullen volgens Rijkeboer wel altijd diesels blijven, terwijl vervanging van benzinevoertuigen door bijvoorbeeld elektrische auto's alleen maar een verplaatsing van het vervuilingprobleem inhoudt, namelijk van het vervoermiddel naar de elektriciteitscentrale. Vooral in Californië gooit de elektrische auto hoge ogen. Men spreekt daar graag van ZEV's (zero emission vehicles). In Europa spreekt men in dit verband voorlopig echter liever over PEV's (pollution elsewhere vehicles).

M.m.v. Marian van Opstal.

Katalyse



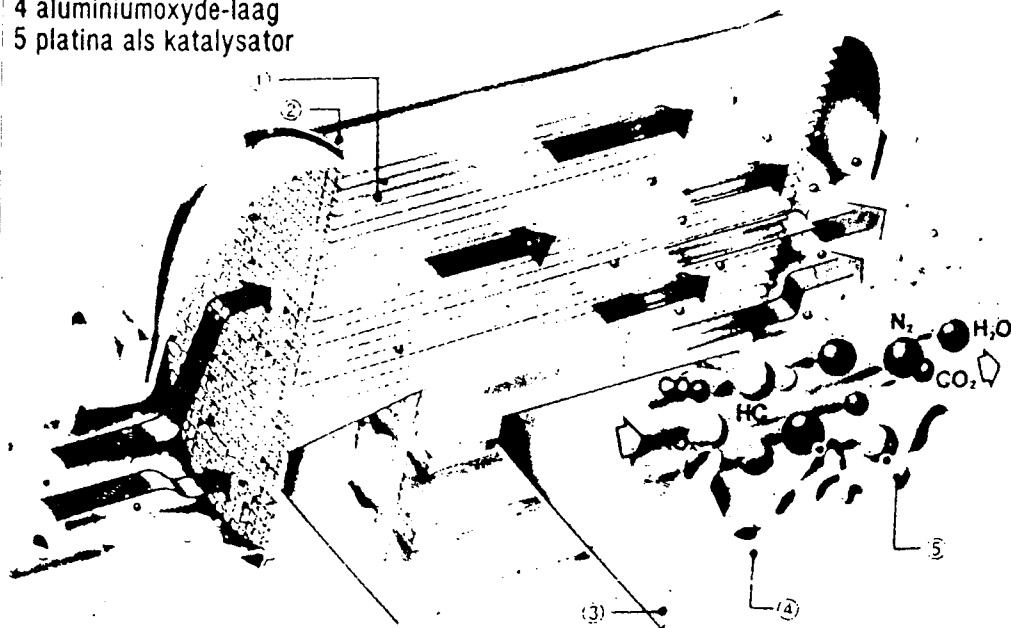
Eén van de processen in de autokatalysator is de omzetting van het schadelijke koolmonoxyde (CO) met behulp van zuurstof (O₂) in het onschadelijke koolzuurgas (CO₂). Het zuurstofmolecuul O₂ splitst in twee zuurstofatomen, die binden aan het katalysator-oppervlak (bijvoorbeeld platina). Op dat oppervlak is ook een koolmonoxydemolecuul gebonden. Die lijft nu het enkelvoudige zuurstofatoom in onder vorming van kooldioxyde (CO₂). Na loslaten van het katalysatoroppervlak ontstaat gasvormig CO₂ en het achtergebleven zuurstofatoom kan met een volgend koolmonoxydemolecuul reageren: $2 \text{ CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CO}_2$.

Moleculen zijn opgebouwd uit atomen die onderling zijn gebonden. De katalysator zorgt ervoor dat bestaande bindingen tussen atomen worden verbroken en nieuwe bindingen tot stand komen. De omzetting van de ene verbinding in de andere heet chemische reactie. Vaak kost deelname aan de nieuwe bindingen minder energie, maar kost het ook veel energie om de huidige partners los te laten. Zonder katalysator verloopt zo'n reactie alleen onder dwang, dat wil zeggen bij extreem hoge druk en/of temperatuur.

Een katalysator biedt voor alle partners een tijdelijk alternatief en geeft bovendien vrijwel de zekerheid dat benoemde nieuwe contacten tot stand komen. Door tussenkomst van een katalysator wordt de energiebarrière zeer sterk verlaagd. Hierdoor vindt de reactie veel sneller plaats dan zonder bemiddeling van de katalysator. Zodra het nieuwe molecuul is gevormd, is de katalysator weer beschikbaar voor het volgende molecuul. Met andere woorden: de gekatalyseerde reactieroute biedt een alternatief reactiepad met een lagere energiebarrière dan de ongekatalyseerde route.

De driewegkatalysator

- 1 keramisch lichaam
- 2 edelstalen buis
- 3 drager
- 4 aluminiumoxyde-laag
- 5 platina als katalysator



Illustratie Delta Press

Constructie van de driewegkatalysator. De kanaaltjes met aluminiumoxyde vergroten de werkzame oppervlakte.

Schadelijke componenten in de auto-uitlaatgassen zijn koolmonoxyde (CO), onverbrande koolwaterstoffen (HC's) en stikstofoxyden (NO_x). Koolmonoxyde, bekend van de kolen-dampvergiftiging, is een verstikkend gas omdat het leidt tot een zuurstoftekort in het lichaam. Dit komt doordat koolmonoxyde een grotere affiniteit voor het zuurstoftransport-eiwit hemoglobine heeft dan zuurstof zelf. Onverbrande koolwaterstoffen zijn voor een groot deel verantwoordelijk voor smogvorming. Stikstofoxyden zijn direct schadelijk voor de gezondheid; stikstofmonoxyde, NO, tast het centrale zenuwstelsel aan en stikstofdioxyde, NO₂, leidt tot longweefselbeschadiging. Daarnaast veroorzaken de stikstofoxyden ook smog, ozon en zure regen. De auto-katalysator zet deze schadelijke componenten om in onschuldige stoffen: CO in CO₂; HC's in CO, en H₂O; NO, in N₂. Hieraan dankt de autokat de naam driewegkatalysator. De katalysator zit in het uitlaatgas-systeem onder de auto ter hoogte van de voorstoelen, omdat het uitlaatgas daar meestal tussen de 400 en 600

°C is, een optimale werkingstemperatuur. De kat moet zo'n 80.000 km of vijf jaar meegaan. Met de huidige generatie lukt dat zeker, behalve wanneer de chauffeur de auto consequent veel te hard laat rijden. Ook als door een motorisch defect de temperatuur tijdelijk extreem hoog is, leidt dat tot een vroegtijdige beëindiging van het kat-leven. Bij oververhitting groeien de edelmetaaldeeltjes spectaculair snel, waardoor het actieve katalysatoroppervlak sterk afneemt. De deeltjes zijn ongeveer 1 nanometer (een miljoenste millimeter) groot en groeien onder normale omstandigheden in 80.000 km tot tien nanometer. De driewegkatalysator werkt het beste als de hoeveelheid zuurstof in het lucht/benzinemengsel juist genoeg is om de benzine volledig te verbranden. De verhouding tussen de theoretisch benodigde hoeveelheid lucht en de werkelijk toegevoegde hoeveelheid, lambda geheten, moet dus ongeveer gelijk zijn aan 1. Op sommige auto's staat vermeld dat ze zijn uitgerust met een zogenaamde lambda-sonde. Deze sensor contro-

leert en stuurt de juiste hoeveelheid lucht. Men spreekt dan van een *geregelde* driewegkatalysator. Als het benzine/luchtmengsel in de cilinder tot zelfontbranding komt vóórdat het normale vlamfront daar aankomt, gaat de motor onregelmatig lopen ofwel kloppen. Een maat voor de klopvastheid is het octaangetal: hoe hoger het octaangetal, hoe minder snel de motor gaat kloppen of pingelen. Vroeger werden loodverbindingen gebruikt om het octaangetal van benzine te verhogen. De ontdekking dat de uitstoot van lood door auto's onrustbarend hoog werd, was voor oliemaatschappijen aanleiding te gaan zoeken naar alternatieve octaanverhogers. De komst van de autokatalysator heeft die zoektocht versneld, omdat lood binnen de kortste keren de autokat vergiftigt. Inmiddels is vrijwel overal loodvrije benzine te koop. De loodverbindingen zijn vervangen door etherverbindingen. Bovendien hebben autofabrikanten inmiddels ook klopvastere motoren ontwikkeld.

De titel van het artikel luidt: *Auto-katalysator kruipt van de uitlaat naar de motor*.

1 Waarom staat er "van de uitlaat naar de motor"?

.....
.....
.....

2 Waarom staat er "kruipt"?

.....
.....
.....

Het artikel begint met: "Bij het algemene publiek is misschien maar weinig bekend over de centrale betekenis van de katalyse in de hedendaagse chemie".

Vul de volgende zinnen aan. Ze gaan allemaal over de betekenis van katalyse.

3a Katalyse wordt in de chemie toegepast om de snelheid van reacties te

.....

3b De stof die verantwoordelijk is voor de katalyse is na afloop van de reactie

.....

4 Vermeld een reactie die toegepast wordt in de hedendaagse chemische industrie en waarbij de katalyse een centrale betekenis heeft.

.....
.....
.....

Een aantal stoffen is weergegeven met de notaties CO, HC en NO_x. Deze notaties geven min of meer aan uit hoeveel atomen de molekulen van de betreffende stoffen zijn opgebouwd.

5 Vermeld van elk van de drie notaties welke informatie ze geven over de aantallen atomen in de molekulen van de betreffende stoffen.

CO

.....

HC

.....

NO_x

.....

Uit de stoffen met de notaties CO, HC en NO_x ontstaan in contact met de katalysator extra koolstofdioxide, water en stikstof. Het gaat hierbij naar verhouding om kleine hoeveelheden. Het uitlaatgas bevat namelijk reeds volop koolstofdioxide, water en stikstof voordat het bij de katalysator aankomt.

- 6 Leg uit dat uitlaatgas al volop koolstofdioxide, water en stikstof bevat voordat het bij de katalysator aankomt.

.....

.....

.....

.....

- 7 Welk van de stoffen koolstofdioxide, water en stikstof komt in het hoogste volumepercentage voor in het uitlaatgas van auto's?

.....

In de illustratie bij het stukje *Katalyse* wordt het proces in de auto-katalysator, waarbij CO(g) wordt omgezet in CO₂(g), in stappen weergegeven. Dit stapsgewijze proces kan ook met vergelijkingen worden weergegeven:

fase 1: $\text{CO(g)} \longrightarrow \text{CO(kat)}$ en $\text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{O}_2\text{(kat)}$

fase 2: $\text{O}_2\text{(kat)} \longrightarrow 2 \text{O(kat)}$ en $\text{CO(kat)} + \text{O(kat)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(kat)}$

fase 3: $\text{CO}_2\text{(kat)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$

- 8 Geef met soortgelijke vergelijkingen de stappen weer waarbij NO(g) met CO(g) tijdens het passeren van een autokatalysator reageert tot N₂(g) en CO₂(g).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

In Europa rijdt men gemiddeld kleinere afstanden dan in de Verenigde Staten. Ook mag men op veel plaatsen in Europa met aanmerkelijk hogere snelheden rijden dan in de Verenigde Staten.

9a Leg uit wat het belangrijkste nadeel is voor de werking van de autokatalysator van het rijden van kleine afstanden.

.....

.....

.....

9b Leg uit wat het belangrijkste nadeel is voor de werking van de autokatalysator van het rijden met hoge snelheden.

.....

.....

.....

Het is belangrijk dat het edel metaal in de autokatalysator zo verwerkt wordt dat het een groot oppervlak heeft. Zo volgt uit een berekening dat het gezamenlijk oppervlak van de deeltjes van het edel metaal in een nieuwe autokatalysator gelijk is aan het oppervlak van een klein voetbalveld.

Bij deze berekening is uitgegaan van de volgende gegevens:

- de metaaldeeltjes hebben een doorsnede van 1 nanometer ($1\text{nm} = 1 \cdot 10^{-9}\text{m}$);
- het oppervlak van zo'n deeltje is dan $3 \cdot 10^{-18}\text{m}^2$ (oppervlak bol = $4\pi r^2$);
- de inhoud van zo'n deeltje is dan $5 \cdot 10^{-28}\text{m}^3$ (volume bol = $4/3 \cdot \pi r^3$);
- in de katalysator is 0,02 kg edel metaal aanwezig;
- het edel metaal heeft een dichtheid van $2 \cdot 10^4\text{kg m}^{-3}$;
- een klein voetbalveld is ongeveer 60 m bij 100 m.

10 Geef deze berekening.

.....

.....

.....

.....

.....

Na een gemiddeld gebruik van ongeveer 80.000 km groeit de doorsnede van de deeltjes van het edel metaal van ongeveer 1 tot ongeveer 10 nanometer. Tijdens deze groei verplaatst het edel metaal zich van het hetere voorste deel van de katalysator naar het koudere achterste deel.

11 Welke natuurkundige processen leiden tot de groei van de deeltjes?

.....

.....

.....

- 12 Leg uit dat de groei van de deeltjes nadelig is voor het funktionieren van de katalysator.

.....
.....
.....

- 13 Leg uit dat het oppervlak van de gezamenlijke deeltjes 10 maal kleiner wordt als de doorsnede van de deeltjes 10 maal groter wordt.

.....
.....
.....
.....

De meeste nieuwe auto's zijn voorzien van een driewegkatalysator.

- 14 Wat is de betekenis van de aanduiding 'drieweg' in driewegkatalysator?

.....
.....
.....

Sommige auto's bezitten een tweewegkatalysator. Bij gebruik van een dergelijke katalysator wordt één van de bestanddelen koolstofmonoxide, koolwaterstoffen en stikstofoxiden niet uit het uitlaatgas verwijderd.

- 15 Leg op grond van het type reactie (oxidatie en/of reductie) uit welk van de drie bestanddelen in een tweewegkatalysator niet verwijderd wordt.

.....
.....
.....

Als auto's geen katalysator hebben, zijn auto's met dieselmotoren schoner en zuiniger dan auto's met benzinemotoren. Zowel het volumepercentage koolstofmonoxide als het volumepercentage onverbrande koolwaterstoffen in de uitlaatgassen van een auto met een dieselmotor zijn veel lager.

- 16 Leg uit wat de hoofdoorzaak is van het lager zijn van deze percentages.

.....
.....
.....

In minstens twee opzichten zijn auto's met een dieselmotor volgens het artikel op dit moment schadelijker voor het milieu dan auto's met een benzinemotor en zonder katalysator.

17 In welke twee opzichten?

.....

.....

Milieu- vriendelijke lak droogt onder UV-licht

DSM Resins heeft een UV-drogende hars ontwikkeld
zonder oplosmiddelen en acrylaten

DSM Resins in Zwolle heeft een milieuvriendelijke lak voor hout ontwikkeld die kan worden gedroogd onder ultraviolet licht. Dit soort UV-uithardende harsen bestaan al langer, maar tot nu toe bevatten ze acrylaat-monomenen als verdunner. De nieuwe hars van DSM heeft het voordeel dat deze acrylaten, die schadelijk zijn voor de gezondheid, niet meer nodig zijn.

Stralingsuitharding, het laten drogen van harssystemen onder invloed van UV licht, is een milieuvriendelijke methode omdat er geen oplosmiddelen nodig zijn. Een bijkomend voordeel is dat de gelakte voorwerpen zeer snel droog zijn en niet meer in energievretende droogovens hoeven worden nabehandeld.

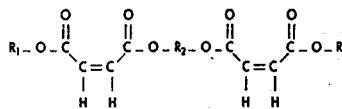
UV-uithardende harsen bevatten oligomeren en fotoinitiatoren. Onder invloed van UV licht worden radicalen gevormd die de polymerisatiereactie op gang brengen, een kettingreactie die in seconden verloopt. De oligomeren, de bouwstenen van het uiteindelijke polymere

netwerk, zijn bijvoorbeeld polyethers of polyesters.

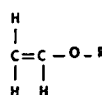
Vroeger moesten hieraan acrylaten worden toegevoegd als verdunner om de juiste verwerkingsviscositeit te krijgen. Bij de acrylaatvrije lak van DSM zijn de verdunnende eigenschappen van de acrylaten overgebracht op het harssysteem zelf. Onverzadigde polyesters (maleaten) en vinyl ethers bleken hiervoor het meest geschikt. In het nieuwe systeem zijn de oligomeren meteen geschikt voor verwerking, zonder dat een aparte verdunner hoeft worden toegevoegd.

Inmiddels is het harssysteem uitgebreid getest en staat een marktintroductie op stapel. Volgens *DSM Magazine* bedraagt de groei van de markt voor UV-uithardende harsen ongeveer 13 tot 15 procent per jaar. Deze groei zal ten koste gaan van coatings gebaseerd op oplosmiddelen, zodat de uitstoot van vluchtige organische stoffen door coating-systemen teruggedrongen zal worden. ●

Maleaatester



Vinylether



1 Verklaar de term foto-initiator.

Maleaatester is afgeleid van maleïnezuur.

2 Geef de systematische naam en de structuurformule van maleïnezuur.

3 Teken de structuurformule van de stof waarmee maleïnezuur moet reageren om de getekende maleaatester te vormen.

4 Geef de systematische naam van de getekende vinylether indien de R een methylgroep is.

In het artikel is sprake van een alternating copolymerisatie. Deze term duidt op het afwisselend koppelen van de maleaatester en de vinylether.

5 Teken het mechanisme van de polymerisatie in structuurformules.

6 Leg uit hoe het mogelijk is dat er een netwerk gevormd wordt.

SUPERGELEIDENDE FLUORVERBINDING

Chemisch Weekblad, 25 juni 1994

Supergeleidende fluorverbinding. Afgelopen zomer ontdekten Japanse chemici dat cupraat (Sr_2CuO_3) beneden de 70 K supergeleidend wordt, nadat het bij hoge temperatuur (900 °C) en druk heeft gereageerd met zuurstof. Die extreme omstandigheden belemmerden echter de productie van de relatief simpele supergeleider. Anorganici van de University of Birmingham hebben onlangs een methode ontdekt om het cupraat eenvoudiger supergeleidend te maken. Wanneer Sr_2CuO_3 bij 210 °C wordt verhit in aanwezigheid van fluorgas ontstaat $\text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{F}_{2+\alpha}$, dat al bij 46 K supergeleidende eigenschappen vertoont. (C&EN, vol 72, 06/06/94, blz 23)

- 1 Is het cupraat zelf supergeleidend? Licht je antwoord toe.
 - 2a Zoek in je Binasboek de lading van een Sr-ion op. Geef de lading van het ion.
 - 2b In welke tabel in Binas staat die lading?
 - 3 Wat is de naam van Sr?
- Cupraat is een zout.
- 4 Welke lading heeft het koperion in cupraat? Leg uit hoe je aan je antwoord komt.
- De formule voor de supergeleidende fluorverbinding staat in het artikel niet juist weergegeven. De formule moet zijn: $\text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{F}_2$.
- 5 Toon aan dat dit inderdaad een juiste formule kan zijn.
 - 6 Geef de reactievergelijking voor de vorming van $\text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{F}_2$.

ELEMENT 106

De Volkskrant, 19 maart 1994

Element 106 krijgt na twintig jaar een naam

Het kunstmatig gemaakte chemische element 106 heeft na twintig jaar discussie eindelijk een naam gekregen: seaborgium, met als afkorting Sg. Het element is genoemd naar de Amerikaanse chemicus en Nobelprijswinnaar Chemie van 1951, dr Glenn Seaborg (nu 81 jaar oud). Hij is een van de ontdekkers van plutonium en van nog negen andere kunstmatige elementen.

De kernen van elementen zijn opgebouwd uit neutronen en protonen. Het lichtste element is waterstof, met alleen een protondeeltje in de kern. Bij lichte elementen is het aantal neutronen en protonen ongeveer aan elkaar gelijk; bij de zwaardere gaan er wat meer

neutronen dan protonen in de kern. Het zwaarste element dat in de natuur voorkomt, is uranium, met 92 protonen en 146 neutronen. Althans in de stabiele vorm; er zijn instabiele uraniumkernen – zogeheten isotopen – met wat meer of minder neutronen.

In laboratoria worden pogingen ondernomen om elementen te produceren met nog meer protonen (hoger atoomgetal) in de kern. Dit gebeurt in deeltjesversnellers, door kleine kernen in grote te schieten. Die kunstmatig geproduceerde kernen vallen over het algemeen snel uiteen. Inmiddels is zo het Periodiek Systeem uitgebreid tot element 109. In 1974 werd het element 106 ontdekt door onderzoekers van het Lawrence Berkeley Laboratory in Berkeley (Californië). Het element valt in een seconde uiteen. (...)

- 1 En: welke naam en welk symbool heeft element 106 na twintig jaar gekregen?
- 2 Hoeveel protonen zitten er in ieder geval in de kern van seaborgiumatomen?
- 3 In de kern van dit zware element zitten volgens het artikel:
A meer protonen dan neutronen
B evenveel protonen als neutronen
C minder protonen dan neutronen.
- 4 Geef de naam van het zwaarste element dat in de natuur voorkomt.
- 5 In het artikel wordt gesproken over isotopen. Dit zijn stoffen met atomen die:
A verschillen in aantal neutronen in de kern
B verschillen in aantal protonen in de kern.
- 6 Leg uit waarom het wat lastig is om van element 106 bijvoorbeeld een bromfiets te maken.
- 7 Zoek in het artikel op hoe elementen als Sg gemaakt worden.

TERUGWINNEN KOPER

Technisch Weekblad, 6 april 1994

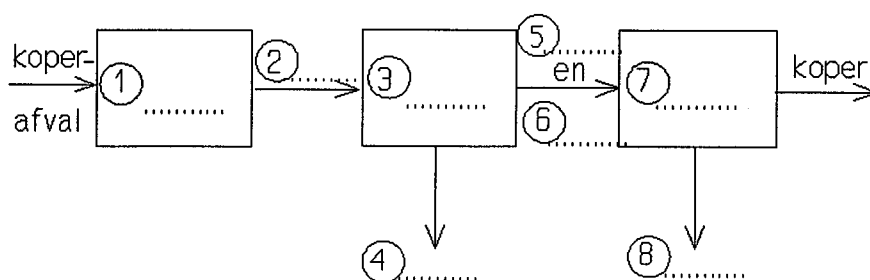
Terugwinnen koper uit kabels

LONDEN - Koper van elektriciteitsdraden (...) worden gerecycled tot hoogwaardige produkten. Het koper is moeilijk in zuivere vorm terug te winnen - gemengd met pvc neemt de geleidbaarheid en daarmee de bruikbaarheid af. In het nieuwe procédé wordt het koper eerst gegranuleerd. (...) Magneten verwijderen de staaldeeltjes en met verhitting worden de laatste sporen plastic geëlimineerd. Door verhitting en drukverhoging wordt het koper vervolgens plastisch. Het koper kan in die staat door een matrijs worden getrokken om er uiteindelijk produkten als stroomrails en bliksemafleiders van te kunnen maken.

Moeilijke woorden:

- *procédé* = werkwijze of produktiemethode
- *gegranuleerd* = fijnmalen

Koper van elektriciteitsdraden kan worden gerecycled. In onderstaand blokschema is het eerste gedeelte van de recycling weergegeven.

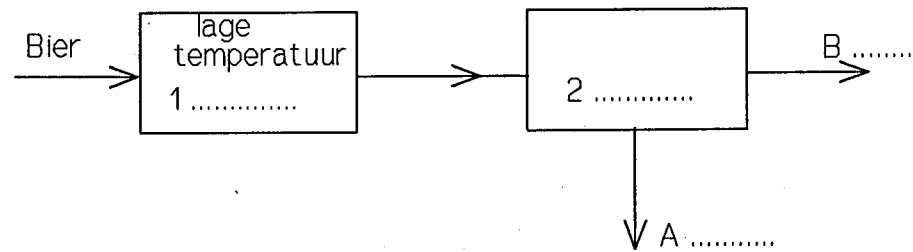


In de tekst kun je lezen wat op de stippellijnen ingevuld moet worden.

- 1 Neem het blokschema over. Vul op de stippellijnen de juiste woorden in.
- 2 Hoe wordt het koper dat hierbij vrijkomt verder verwerkt?

3 Hoe is volgens het artikel de smaak van ijsbier?

In onderstaand schema staat de bereiding van ijsbier weergegeven.



4 Neem de nummers over en vul in welke twee scheidingsmethoden worden toegepast.

5 Wat moet worden ingevuld bij A en B?

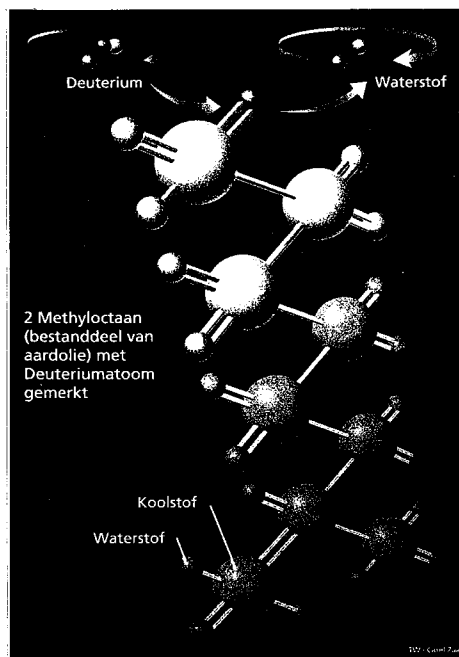
OLIE MET CODE

Technisch Weekblad, 7 september 1994

Olie met code spoort morsige types op

Selectief waterstofatomen vervangen door deuterium kan olie en inkt brandmerken. Isotag uit Houston, Texas, wil in 1995 de eerste scheepsvracht olie van een streepjescode voorzien. Bij milieurampen kan de vervuiler dan worden achterhaald.

Daartoe koopt Isotag stoffen van chemische bedrijven waarin alle waterstofatomen vervangen zijn door hun isotoop deuterium (deze worden onder andere gebruikt om laboratoriumapparatuur te kalibreren). Het bedrijf laat deze stoffen zodanig reageren dat een uniek gesynthetiseerd molecuul ontstaat met deuterium op duidelijk gespecificeerde plaatsen. Een aantal liters van dit product wordt aan de scheepslading toegevoegd. Met uiterst gevoelige massaspectrografie te zamen met gaschromatografie kan bij lage concentraties (orde: 1 op 1 miljard) de herkomst worden vastgesteld. Isotag beweert op deze manier miljarden codes te kunnen fabriceren. Deze kunnen ook bij diefstal van olie of bij vervalsingen van prints benut worden.



- 1 Leg uit wat isotopen zijn.
- 2 Geef de bouw van een deuteriumatoom.

Bekijk de tekening goed. Er staan een paar fouten in.

- 3a Welk foutje zit er in de naam voor het bestanddeel in olie?
- 3b Welke fouten zitten er in de structuurformule voor het bestanddeel in olie?
- 4 Geef de structuurformules van de moleculen die mogelijk zijn als één waterstofatoom in het bedoelde molecuul van het bestanddeel van olie vervangen kan worden door een deuteriumatoom.
- 5 Leg uit waarom men met massaspectrografie (een soort 'massabepaler') de gedeutereerde moleculen kan bepalen.

Stikstof en fosfaat worden uit het water gehaald

Sloten Krimpenerwaard vóór 2000 weer zuiver

Van onze regioredactie

BERGAMBACHT – Negen overheids- en landbouworganisaties gaan gezamenlijk maatregelen treffen om het water in de sloten van het peilgebied Bergambacht in de Krimpenerwaard vóór het jaar 2000 weer gezond te maken. Ir. J. Boeve, voorzitter van het zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, heeft dat gisteren meegedeeld. De zuivering is nodig omdat het water te veel stikstof en fosfaat en te weinig zuurstof bevat. (...)

Naar verwachting kan in 1995 worden begonnen met de uitvoering van het project. Alle sloten in het gebied moeten worden uitgebaggerd. Zo kan er geen fosfaat meer vrijkomen uit de huidige fosfaatrijke bagger in de sloten. Ook het kroos, waarin stikstof en fosfaat zich ophopen, moet worden weggehaald.

De landbouw moet ervoor zorgen dat er minder stikstof en fosfaat vanuit de landbouw in het water terechtkomen. Ook de bemesting van het grasland moet worden afgestemd op de benodigde hoeveelheid en het veevoer

voor de koeien moet precies worden gedoseerd. De randen van percelen mogen niet meer worden bemest, zodat de mest niet meer direct in het slootwater terechtkomt.

Uit het gezuiverde afvalwater van de afvalwaterzuiveringsinrichtingen Bergambacht en Ammerstol moet meer stikstof en fosfaat worden verwijderd. De gemeenten Bergambacht en Schoonhoven zullen de ongerioleerde lozingen opheffen, waardoor minder stikstof en fosfaat in het oppervlaktewater komt. (...)

- 1 Van welke verontreinigingen is sprake in het oppervlaktewater van de Krimpenerwaard?

In de sloten blijkt fosfaatrijke bagger aanwezig te zijn. De fosfaat uit die bagger komt in het slootwater terecht. Dit proces kennen we ook als een scheidingsmethode.

- 2 Welke methode is dat? Omschrijf kort wat daarbij gebeurt.

- 3a Geef aan welke maatregelen uitgevoerd moeten worden om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren.
- 3b Waarop komen alle genoemde maatregelen neer?

Stikstof en fosfaat zijn nodig bij de plantengroei. Planten en algen groeien naarmate er meer stikstof en fosfaat is. Het groeiproces heeft ook zuurstof en licht nodig.

- 4 Leg uit dat bij een teveel aan stikstof en fosfaat er een tekort ontstaat aan zowel zuurstof als aan licht.

In de laatste alinea wordt gesproken van 'biologisch zuiver water'.

- 5a Zal er in biologisch zuiver water nog stikstof en fosfaat zitten? Licht je antwoord toe.
- 5b Schrijf op wat jij onder biologisch zuiver water verstaat.

DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Felle brand bij Hoogovens	49
Jupiter comet may unearth fuel source	50
Elektrisch vissen	50
Propeen-splitter	50
Bacteriën bestrijden rotte-eierenlucht	53
Waterontharder	54
Hout voor stroom	54
Gaatjesremmer	55
Waterzuivering voor organische verbinding	56
Enorme ontploffing	56
Water, een eindeloze energiedrager	57
Chilisalpeter	57
Koolmees	58
Nieuwe legeringen van magnesium	59
Auto-katalysator	59
Milieuvriendelijke lak	61
Supergeleidende fluorverbinding	62
Element 106	62
Element 106, superzwaar element	63
Terugwinnen koper	64
Ijsbier	64
Olie met code	64
Stinksloot	65
Zuurstof uit de atmosfeer van Mars	65

blauw

blauw

Felle brand bij Hoogovens

Antwoorden

3 havo/vwo

- 1 Het zelf warm worden van materiaal.
- 2 Titaniumoxide
- 3 Roetwolken duiden op een onvolledige verbranding.
- 4 Bij de onvolledige verbranding komt roet vrij dus het element koolstof.
- 5 Natriumbrand.
- 6 Waterstofgas.
- 7 Waterstofgas is een erg brandbaar gas, reageert fel met zuurstof: knalgas.

4/5 mavo/havo/vwo

- 1 Ti.
- 2 Titanium heeft als lading 2+ en 4+ dus TiO en TiO₂.
- 3 Rubber bevat koolstof. Er vindt een onvolledige verbranding plaats.
- 4a Waterstofgas.
- 4b Mogelijke reactievergelijkingen zijn: $\text{Ti} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{TiO} + \text{H}_2$;
 $\text{Ti} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ti(OH)}_2 + \text{H}_2$;
 $\text{Ti} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ti}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$
- 5 Het waterstofgas dat ontstaat reageert fel met zuurstof waarbij weer warmte vrijkomt.

In het artikel in het Algemeen Dagblad wordt gezegd dat niet met water geblust kan worden. Lees onderstaand artikel uit De Volkskrant dan maar eens! Wie heeft er gelijk?

Krante-artikel

De Volkskrant, 28 juli 1994

Reagerend titaan veroorzaakt bij Hoogovens brand

Van onze verslaggever

BEVERWIJK

Bij Hoogovens heeft woensdagochtend een felle brand gewoed in een bunker waarin het metaal titanium lag opgeslagen. De bedrijfsbrandweer kreeg het vuur na ruim een uur onder controle met assistentie van korpsen uit de omliggende gemeenten. Persoonlijke ongelukken waren

er niet. Er zijn geen giftige stoffen vrijgekomen.

Het vuur ontstond door een chemische reactie tussen zuurstof en titanium (of titaan), dat op een transportband werd vervoerd. Daardoor raakte de transportband en een deel van het opgeslagen titanium in brand. Het is voor het eerst in de geschiedenis van Hoogovens dat titaan spontaan ontbrandde. Het metaal wordt gebruikt bij de fabricage van staal.

Omdat Hoogovens geen ervaring had met het blussen van het fel brandende titanium, werden de brandweerkorpsen van omliggende gemeenten te hulp geroepen. De ooste-

lijke buis van de Velsertunnel werd tijdelijk vrijgemaakt voor brandweer en andere hulpdiensten. De titaniumbrand is bedwongen door overvloedig blussen met water. Uit voorzorg legde Hoogovens de oxystaalfabriek 2 enkele uren stil.

Titanium is een zilverwitte, makkelijk te bewerken stof. Het kostbare materiaal wordt vooral gebruikt in de lucht- en ruimtevaart, de chemische industrie en de scheepsbouw.

In *Impuls* (een blad voor leraren natuur-/scheikunde in de basisvorming, uitgave APS) jaargang 2, nummer 1 valt op bladzijde 26 te lezen dat de brand geblust is door zand te storten in de bunker.

DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Felle brand bij Hoogovens	49
Jupiter comet may unearth fuel source	50
Elektrisch vissen	50
Propeen-splitter	50
Bacteriën bestrijden rotte-eierenlucht	53
Waterontharder	54
Hout voor stroom	54
Gaatjesremmer	55
Waterzuivering voor organische verbinding	56
Enorme ontploffing	56
Water, een eindeloze energiedrager	57
Chilisalpeter	57
Koolmees	58
Nieuwe legeringen van magnesium	59
Auto-katalysator	59
Milieuvriendelijke lak	61
Supergeleidende fluorverbinding	62
Element 106	62
Element 106, superzwaar element	63
Terugwinnen koper	64
Ijsbier	64
Olie met code	64
Stinksloot	65
Zuurstof uit de atmosfeer van Mars	65

blauw

blauw

Felle brand bij Hoogovens

Antwoorden

3 havo/vwo

- 1 Het zelf warm worden van materiaal.
- 2 Titaniumoxide
- 3 Roetwolken duiden op een onvolledige verbranding.
- 4 Bij de onvolledige verbranding komt roet vrij dus het element koolstof.
- 5 Natriumbrand.
- 6 Waterstofgas.
- 7 Waterstofgas is een erg brandbaar gas, reageert fel met zuurstof: knalgas.

4/5 mavo/havo/vwo

- 1 Ti.
- 2 Titanium heeft als lading 2+ en 4+ dus TiO en TiO₂.
- 3 Rubber bevat koolstof. Er vindt een onvolledige verbranding plaats.
- 4a Waterstofgas.
- 4b Mogelijke reactievergelijkingen zijn: $\text{Ti} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{TiO} + \text{H}_2$;
 $\text{Ti} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ti(OH)}_2 + \text{H}_2$;
 $\text{Ti} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ti}^{2+} + 2 \text{OH}^- + \text{H}_2$
- 5 Het waterstofgas dat ontstaat reageert fel met zuurstof waarbij weer warmte vrijkomt.

In het artikel in het Algemeen Dagblad wordt gezegd dat niet met water geblust kan worden. Lees onderstaand artikel uit De Volkskrant dan maar eens! Wie heeft er gelijk?

Krante-artikel

De Volkskrant, 28 juli 1994

Reagerend titaan veroorzaakt bij Hoogovens brand

Van onze verslaggever

BEVERWIJK

Bij Hoogovens heeft woensdagochtend een felle brand gewoed in een bunker waarin het metaal titanium lag opgeslagen. De bedrijfsbrandweer kreeg het vuur na ruim een uur onder controle met assistentie van korpsen uit de omliggende gemeenten. Persoonlijke ongelukken waren

er niet. Er zijn geen giftige stoffen vrijgekomen.

Het vuur ontstond door een chemische reactie tussen zuurstof en titanium (of titaan), dat op een transportband werd vervoerd. Daardoor raakte de transportband en een deel van het opgeslagen titanium in brand. Het is voor het eerst in de geschiedenis van Hoogovens dat titaan spontaan ontbrandde. Het metaal wordt gebruikt bij de fabricage van staal.

Omdat Hoogovens geen ervaring had met het blussen van het fel brandende titanium, werden de brandweerkorpsen van omliggende gemeenten te hulp geroepen. De ooste-

lijke buis van de Velsertunnel werd tijdelijk vrijgemaakt voor brandweer en andere hulpdiensten. De titaniumbrand is bedwongen door overvloedig blussen met water. Uit voorzorg legde Hoogovens de oxystaalfabriek 2 enkele uren stil.

Titanium is een zilverwitte, makkelijk te bewerken stof. Het kostbare materiaal wordt vooral gebruikt in de lucht- en ruimtevaart, de chemische industrie en de scheepsbouw.

In *Impuls* (een blad voor leraren natuur-/scheikunde in de basisvorming, uitgave APS) jaargang 2, nummer 1 valt op bladzijde 26 te lezen dat de brand geblust is door zand te storten in de bunker.

Jupiter comet may unearth fuel source

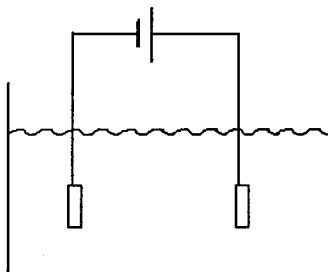
Antwoorden

- 1 De aanwezigheid van 'het metaal' waterstof zou dan aangetoond kunnen worden.
- 2 Allemaal atomen die door metaalbinding met elkaar verbonden zijn tot een metaalrooster.
- 3 Ruimtevaart en kernfusie
- 4 In de buitenste laag van Jupiter heerst een enorme druk en is de dichtheid zeer groot.
- 5 Seismische golven zouden tegen het oppervlak van de planeet kunnen stuiten, waardoor duidelijk wordt wat er zich onder bevindt.
- 6 Atoombinding (molekuulrooster)
- 7a Normaal waterstof heeft geen elektrisch geleidingsvermogen, het metaal wel.
- 7b Waterstofgas is kleurloos, mogelijk heeft het metaal waterstof een zwarte kleur.
- 7c Het metaal waterstof heeft een grotere dichtheid.

Elektrisch vissen

Antwoorden

1

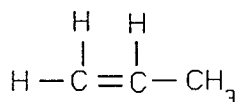


- 2 Met behulp van een spanningsbron wordt een spanning aangelegd tussen twee polen in een oplossing.
- 3 In het water zijn zouten opgelost.
- 4 Anders geen gesloten stroomkring.
- 5 Volgens tekst: vissen zwemmen naar pluspool en dit is het schepnet/anode.
- 6 Kunststof is een isolator. Gebruik je geen isolator dan kom je onder spanning te staan.
- 7 -

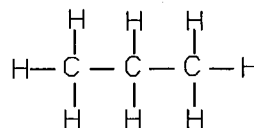
Propeensplitter

Antwoorden

- 1a Een mengsel van propeen en propaan scheiden.
- 1b Door destillatie.
- 1c - Er ontstaat propeen van een hogere zuiverheid dan tot nu toe.
- De productiecapaciteit wordt uitgebreid.
- 2a Molekuulformules: propeen = C_3H_6 ; propaan = C_3H_8 .
Structuurformules:



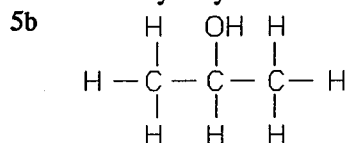
propeen



propaan

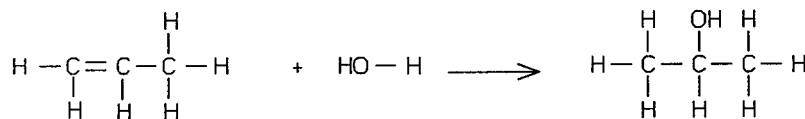
- 2b Kookpunt propen is 225 K; kookpunt propaan is 231 K.
 2c De molekulen van beide stoffen verschillen weinig in massa. Als de krachten tussen de molekulen ongeveer even groot zijn zullen de kookpunten van de stoffen ook weinig verschillen.
 2d Propen. Het molekuul van propen heeft de kleinste massa.
 3a 90.000 ton (namelijk het verschil tussen 230.000 en 140.000 ton).
 3b Het mengsel bevat 70% propen en 30% propaan. Nemen we aan dat dit massaprocenten zijn, dan ontstaat er dus $30/70 \cdot 90.000 = 39.000$ ton propaan.
 4 Propaan is een prima brandstof. Het is een belangrijk bestanddeel van LPG. Het wordt ook (in tanks) geleverd aan woningen en bedrijven die niet op het gasnet aangesloten zijn.

5a 1-methylethyl-

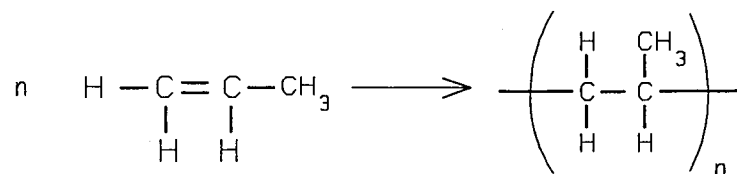


- 5c Met iso wordt aangeduid dat de bindingsplaats *niet* aan het uiteinde van de groep zit.
 5d 2-propanol.
 6a De molekulen van beide stoffen verschillen niet zoveel in massa.
 6b Het IPA-molekuul bezit een OH-groep. De molekulen hebben daardoor een flinke dipool. Ook kunnen tussen de molekulen H-bruggen worden gevormd.
 De aantrekkingskrachten tussen de IPA-molekulen zijn dus veel groter dan die tussen de molekulen van propaan of van propen. Het kookpunt van IPA zal daarom veel hoger zijn.
 7a In de verf-industrie en in de cosmetica-industrie.
 7b IPA is een prima oplosmiddel. Het is ook voldoende vluchtig (kookpunt voldoende laag) om zo nodig weer te kunnen worden verwijderd.

8



- 9 1 mol IPA ontstaat uit 1 mol propen. $150.000 \text{ ton IPA} = 150.000 / 60 = 2500 \text{ tonmol IPA}$. Dus ook $2500 \text{ tonmol propen}$ nodig $= 2500 \cdot 42 = 105.000 \text{ ton propen}$.

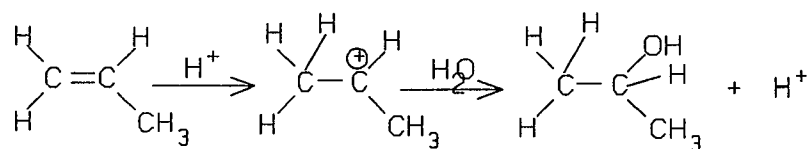


- 11
- De destillatiekolom wordt de hoogste van Shell-Pernis;
 - De splitter wordt uitgerust met een damp-recompressor.
- 12a Omdat de kookpunten van de te scheiden stoffen zo weinig verschillen zijn veel destillatiestappen ('schotels') nodig. Het aantal schotels bepaalt de hoogte van de kolom.
- 12b Omdat er zoveel moet worden geproduceerd.
- 13a Het kookpunt van propaan: 225 K.
- 13b Nee (-48 °C).
- 14a Om vloeistof onderin de kolom (weer) aan de kook te brengen en te verdampen.
- 14b Door de damp weer te laten uitzetten. Daarbij koelt de damp zoveel af dat hij kondenseert.
- 15a Omdat een gedeelte van de propaan in de kolom moet worden teruggevoerd als reflux (= vloeibare terugstroom).
- 15b Omdat het opslaan van een vloeistof veel minder ruimte inneemt dan het opslaan van een damp.
- 16 Vier oude destillatiekolommen worden gesloopt en vervangen door de propaan-splitter; daardoor vermindert de milieubelasting.
Een oude IPA-fabriek wordt gesloten en vervangen door een nieuwe volgens een ander proces; daardoor zullen de emissies naar lucht en water afnemen.

Extra informatie

Vraag 8

De beantwoording is summier gehouden. Inzichtelijk(er) is natuurlijk om te laten zien dat de additiereactie met water door H^+ wordt gekatalyseerd en via het *secundaire* carboniumion (carbokation) verloopt.



Dit reactiemechanisme is al eens eerder besproken in Chemie Aktueel nummer 8, docentenhandleiding bij opgave over zwavelzuurregeneratie op bladzijde 52. Aardig aansluitend en actueel hierbij is het bericht over de Nobelprijs scheikunde (zie onder).

Nobelprijs scheikunde voor George A. Olah

Door onze redacteur
WIM KÖHLER

ROTTERDAM, 13 OKT. De Nobelprijs voor de scheikunde is toegekend aan de Amerikaan van Hongaarse afkomst George A. Olah (67). Het onderzoek van Olah is van grote betekenis geweest voor de petrochemische industrie. Hij heeft de structuur van positief geladen koolstofatomen onderzocht die tijdens chemische reacties gedurende duizendsten of miljoenen van seconden bestaan.

„De fabricage van loodvrije benzine is tot op zekere hoogte gebaseerd op de ideeën van Olah”, zei dr. Lennart Ebersson van het Nobelprijsc comité gisteren in Stockholm. Olah is een orga-

nisch chemicus. De organische chemie legt de wetenschappelijke basis onder de aardolie-industrie. Olah is in Hongarije tot chemicus opgeleid en emigreerde na de Hongaarse opstand in 1956.

Eind jaren zestig werd verondersteld dat tijdens veel gewone reacties in de koolstofchemie gedurende fracties van een seconde positieve koolstofatomen (carbeniumionen) ontstaan waaraan drie andere atomen zijn gebonden. Het bestaan van de carbeniumionen volgde onontkoombaar uit kennis over de structuur van uitgangsstoffen en producten van organisch-chemische reacties. Maar ze vormden een probleem want theoretisch en energetisch hebben

positieve koolstofionen nauwelijks bestaansrecht. In het eerste kwart van deze eeuw werd gedacht dat positieve koolstofatomen uitsluitend konden bestaan in enkele curieuze verbindingen.

Olah slaagde er als eerste in de positieve koolstofionen zo lang te laten bestaan dat hij informatie over hun structuur kon verkrijgen. Hij loste geschikte koolstofverbindingen op in sterke zuren (zoals antimoonpentafluoride) en kreeg met spectroscopische metingen inzicht in de structuur van de carbeniumionen in oplossing. De kennis over carbeniumionen als intermediair in veel reacties heeft het ontwerp van katalysatoren voor kraak- of reformeerinstallaties bij oliaffinaderijen een wetenschappelijke basis verschaft.

Vraag 15a

Deze vraag kan als opstapje worden gebruikt voor (beter) inzicht in het destillatieproces, in het bijzonder in de noodzaak van reflux.

Bij een industriële destillatie stellen zich overal in de kolom evenwichten in tussen opstijgende damp en neerdalende vloeistof. Hierbij wordt de opstijgende damp steeds rijker aan de laagstkokende component.

Ook bovenin de kolom moet zich dat proces afspelen. Er is dus ook daar een neerdalende vloeistofstroom nodig.

Populair gezegd: De reflux-stroom 'wast' de laatste restjes propaan uit de opstijgende dampstroom, waardoor zeer zuiver propaan de top bereikt.

Bacteriën bestrijden rotte-eierenlucht

Antwoorden

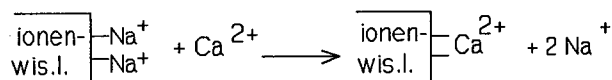
- 1 BzT = bezinkingstank
(proces) 1 = de vaste deeltjes uit het water halen
hv = houtvezels
BR = bioreactor
(proces) 2 = omzetting van organische stoffen door bacteriën in biogas.
BLT = beluchtingstanks
(proces) 3 = het laatste biogas wordt uit het water gehaald.
sw = schoon water
- 2 Bij proces 2, misschien bij proces 3.
- 3 CH_4 , CO_2 en H_2S .
- 4 In oud papier zit aluminiumsulfaat, dit wordt door bacteriën omgezet in diwaterstofsulfide.
- 5 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{S}^{2-}$.

- 6 Zwavel, S.
- 7 Mavo-berekening: $32,1 \text{ kg S} \equiv 34,1 \text{ kg H}_2\text{S}$; dus $100 \text{ kg S} \equiv 100 \cdot 34,1/32,1 \text{ kg H}_2\text{S}$; Antwoord: $106 \text{ kg H}_2\text{S}$.
 Havo/vwo berekening: $100 \text{ kg S} = 100/32,06 = 3,12 \text{ mol S}$; dus $3,12 \text{ mol H}_2\text{S omgezet} = 3,12 \cdot 34,08 = 106 \text{ kg H}_2\text{S}$.

Ontharder

Antwoorden

- 1 Leidingen raken verstopt; kranen gaan lekken; voedselvertering van de kalveren wordt slechter; koffiezetapparaat is heel snel versleten.
- 2 $20 \cdot 7,1 = 142 \text{ mg Ca}^{2+}$ per liter.
- 3a $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.
- 3b Kalksteen, CaCO_3 , veroorzaakt problemen. De warmte-overdracht in de boiler werd minder door kalkafzetting op de spiraal.
- 4 De voedselvertering wordt minder.
- 5 Dan kan ook het gezin profiteren van zachter water.
- 6a

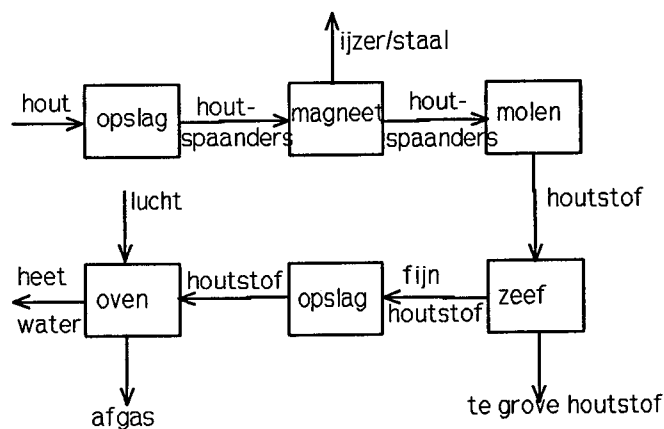


- 6b Dan is alle Ca^{2+} uit het water verdwenen en kan bij verhitten dus geen kalksteen ontstaan. Tevens geen problemen meer voor de kalveren.

Hout voor stroom

Antwoorden

1



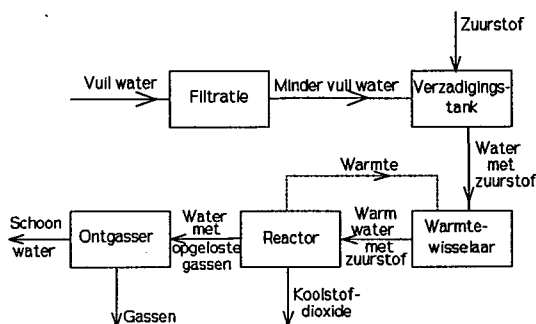
- 2 $45.000 \text{ ton} = 45.000.000 \text{ kg steenkool}$ levert $45.000.000 \cdot 27 = 1.215.000.000 \text{ MJ}$. Dit is de hoeveelheid energie die verbranding van 60.000 ton hout ook geeft. Dus per kg $1.215.000.000 \text{ MJ} : 60.000.000 \text{ kg} = 20 \text{ MJ/kg}$.
- 3 $110.000 \text{ ton koolstofdioxide} = 110.000/44,0 = 2500 \text{ tonmol koolstofdioxide}$. Dit is gevormd uit $2500 \text{ tonmol koolstof} = 2500 \cdot 12,0 = 30.000 \text{ ton koolstof}$. Het massapercentage koolstof is $30.000/45.000 \cdot 100\% = 67\%$.

- 10 Het ligt dicht bij de VS en de gebitten worden er slecht onderhouden, zodat in korte tijd resultaten zijn te zien.
- 11 Men zal drie (vier) groepen kinderen gevolgd hebben die respectievelijk geen kauwgom, xylitol(, sorbitol) en suikerbevattende kauwgom gebruiken.

Waterzuivering voor organische vervuiling

Antwoorden

1



- 2 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$
- 3 2-propanol en propanon
- 4 $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_3 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

Enorme ontploffing

Antwoorden

- 1 Vuurverschijnselen: vlammen en vonken. Rook en hitte.
- 2 Voorwaarden: brandstof, zuurstof en een voldoende hoge temperatuur (boven ontbrandingstemperatuur).
- 3 Kortsluiting in een elektrische deken; roken op bed.
- 4 Bij onvolledige verbranding van een stof die koolstof bevat.
- 5 Brandstof en zuurstof (lucht) moeten goed met elkaar gemengd zijn. De verhouding brandstof/zuurstof moet goed zijn. Er moet een ontstekingsbron aanwezig zijn.
- 6 Zonder zuurstof kan er geen brand of ontploffing plaatsvinden.
- 7 De zuurstoftoevoer afsluiten: blussen met schuim. De brandstoftoevoer afsluiten: gaskraan dichtdraaien. De temperatuur tot onder de ontbrandingstemperatuur verlagen: blussen met water.

Opmerking

Het antwoord op vraag 6 is niet geheel juist. Dynamiet ontploft zonder dat daarvoor zuurstof uit de lucht nodig is. De zuurstof die voor de ontploffing van dynamiet nodig is, wordt uit de stof zelf gehaald. Dit is voor de bavo teveel diepgang, vandaar het vereenvoudigde antwoord.

Water, een eindeloze energiedrager

Antwoorden

- 1a Elektrische energie.
- 1b Elektrische energie $\longrightarrow$ chemische energie.
- 2a Waterstof en zuurstof.
- 2b Er treedt een snelle verbranding op, je hoort daarbij een 'knal'.
- 2c Chemische energie $\longrightarrow$ warmte.
- 3a Voor het ontleden van water is elektriciteit nodig en er ontstaat als belangrijkste product waterstof.
- 3b
 - Waterstof kan in tegenstelling tot elektriciteit worden opgeslagen.
 - Waterstof kan makkelijker worden getransporteerd.
 - Waterstof kan de schaars wordende traditionele brandstoffen vervangen.
 - Bij de verbranding van waterstof ontstaan geen schadelijke stoffen.
- 4a Aardgas, aardolie en steenkool.
- 4b Luchtverontreiniging. Bij de verbranding van traditionele brandstoffen ontstaan onder andere zwaveldioxide en stikstofdioxide.
- 5a Speelt geen belangrijke rol, het gaat om de waterstof.
- 5b Zuurstof is niet schadelijk. Het is zelfs noodzakelijk.
- 6a Zonne-energie, windenergie en waterkracht.
- 6b Bij de opwekking van elektrische energie met behulp van wind, zon en water ontstaan geen milieuvriendelijke stoffen.

Chilisalpete

Antwoorden

- 1a Het hoofdbestanddeel is natriumnitraat.
- 1b NaNO_3 .
- 2a Ja, de formule van het hoofdbestanddeel bevat geen chloor als element.
- 2b Chloorbevattende stoffen tasten het milieu aan.
- 3a Chilisalpete is als grondstof in de natuur aanwezig.
- 3b Het bevat stikstof. Een plant heeft voor de groei stikstof nodig. Dus alle nitraten worden als kunstmeststof beschouwd.
- 4 Het is een natuurlijke, chloorarme meststof; door de alkalische werking voorkomt het bodemverzuring; het bevat veel stikstof; het bevat natrium dat een gedeelte van de kaliumbehoefte vervangt; het bevat spoorelementen.
- 5 Suikerbieten.
- 6 Molmassa natriumnitraat is 85,0 g. Stikstofgehalte is $14,0/85,0 \cdot 100\% = 16,4\%$.
- 7 Natriumoxide is een base die zure deeltjes kan binden.
- 8a Als uit NaNO_3 de stikstof, N, verdwijnt blijft er natrium en zuurstof over. De combinatie van natrium en zuurstof levert het zout Na_2O op.
- 8b 1 mol NaNO_3 'bevat' 0,5 mol Na_2O . Dus 85,0 g NaNO_3 'bevat' $0,5 \cdot 62,0 = 31,0$ g Na_2O . Dit is $31,0/85,0 \cdot 100\% = 36,5\%$. Dit komt vrij aardig overeen met de genoemde 35%.
- 9a Boor, magnesium en jodium.
- 9b Zeer kleine hoeveelheden van elementen die zeer belangrijk zijn voor een gezonde plantegroei.

De firma NSI beschreef in een brief de volgende rekenwijze voor het berekenen van het gehalte nitrische N en het Na_2O -gehalte in de kunstmeststof chilisalpete:

Antwerpen, 21 juni 1994

Geachte Heer de Valk,

Betreft : Uw schrijven dd. begin juni '94
Berekening nitrische N in CHILISALPETER

In antwoord op uw bovenvermeld schrijven, geven wij u hierbij de methode van berekening van nitrische N in ons produkt Chilisalpeter :

moleculair gewicht : N : 14
O : 16
Na : 23

$\text{NaNO}_3 = \text{Chilisalpeter} : 23 + 14 + 3 \cdot 16 = 85$
 $\Rightarrow$ moleculair gewicht Chilisalpeter = 85

Het stikstofgehalte in NaNO_3 is $14/85 \times 100 = \underline{16.4 \% \text{ N}}$

Het Natriumgehalte in NaNO_3 is $23/85 \times 100 = \underline{27 \% \text{ Na}}$

Omzettingfactor Na $\rightarrow$ Na₂O : x 1.3
(ook te berekenen via moleculair gewicht)

Na = 23 $\leftrightarrow$ Na₂O = 62
O = 16

Het Na₂O gehalte in NaNO_3 is : $27 \times 1.3 = \underline{35.1 \% \text{ Na}_2\text{O}}$

Wij hopen dat deze informatie u in staat zal stellen een interessante opgave voor uw lezers op te maken. Daarvoor mag u natuurlijk gebruik maken van onze strigfiguur 'Babette', als u er de bron maar bij vermeldt (onze firmanaam).

Wij wensen u nog veel succes met uw tijdschrift.

Indien u nog vragen hebt, of bijkomende informatie wenst, gelieve niet te aarzelen ons te contacteren.

Hoogachtend,

MARNIX VAN HYFTE
Manager Sales and Marketing

Koolmees

Antwoorden

- 1 Bosgrond met slechts weinig voedingsstoffen.
- 2 Slakken hebben veel kalk nodig voor hun voortplanting en groei. Arme bosgrond bevat te weinig kalk.
- 3 Zure regen reageert met de kalk. Het zet kalk om in in water oplosbare stoffen. Met het in de grond zakken van dat water verdwijnt ook de kalk uit de bodem.
- 4 Die koolmeesjes krijgen te weinig kalk binnen waardoor ze eieren leggen met zwakkere schalen. Tevens leggen ze minder eieren.
- 5 Op kalkrijke bodems blijft voldoende kalk aanwezig voor de slakken. Koolmeesjes zullen voldoende slakken vinden om stevige eieren te kunnen leggen.
- 6 $\text{HZ} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{Z}^-$
- 7 Calciumcarbonaat is een slecht oplosbaar zout. Calciumwaterstofcarbonaat is een redelijk goed oplosbaar zout.
- 8 Er werden slakkehuizen en eierschalen in de buurt van de nesten neergelegd. De bijgevoerde mezen bleken minder slechte eieren te hebben dan niet bijgevoerde soortgenoten.

- 9 Door het strooien van kalk op arme bosgrond komen de slakken weer terug.

Nieuwe legeringen

Antwoorden

- 1 Een mengsel van metalen.
- 2 Magnesium en aluminium zijn metalen met een zeer kleine dichtheid, 'zeer lichte metalen'.
- 3 Lithium is het metaal met de kleinste dichtheid, 'het allerlichtste metaal'.
- 4 I niet erg sterk; II zeer gevoelig voor corrosie; III de twee metalen scheiden zich weer van elkaar.
- 5 Corrosie is de aantasting van metalen door water en zuurstof.
- 6 Aluminium vormt een oxidehuidje, lithium niet.
- 7 De lithiatomen worden dan minder beweeglijk en de metalen scheiden zich dan minder van elkaar.
- 8a De dichtheid is 1,3 gram per cm^3 ; dus 10 cm^3 heeft een massa van 13 gram.
- 8b Een evengroot blokje staal heeft een massa die 6 x zo groot is dus $6 \cdot 13 = 78$ gram.

Autokatalysator

Antwoorden

- 1 Het antwoord moet de notie bevatten dat men de katalyse (de schone verbranding) in de toekomst al in de motor wil laten plaatsvinden.
- 2 Het antwoord moet de notie bevatten dat de ontwikkelingen op dit gebied langzaam gaan.
- 3a .. te vergroten.
- 3b .. onveranderd aanwezig.
- 4 Goede antwoorden zijn: bereiding van ammoniak (uit stikstof en waterstof), omzetting van zwaveldioxide (in zwaveltrioxide), vetharding (bij de bereiding van margarine), vorming van etheen (door kraken), enzovoort.
- 5 CO: één koolstof- en één zuurstofatoom per molecuul.
HC: geen informatie over aantallen atomen (meestal flink wat C's en H's).
 NO_x : één stikstofatoom en één of meer zuurstofatomen per molecuul.
- 6 Koolstofdioxide ontstaat bij de verbranding in de motor. Water ontstaat bij de verbranding in de motor. Stikstof zit in de lucht (die bij de verbranding nodig is).
- 7 Stikstof (bijna 80 % van de lucht; reageert (vrijwel) niet).
- 8 (Fase 1) $\text{NO}(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}(\text{kat})$ en $\text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{kat})$
(Fase 2) $\text{NO}(\text{kat}) \longrightarrow \text{N}(\text{kat}) + \text{O}(\text{kat})$
 $2 \text{N}(\text{kat}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{kat})$
 $\text{CO}(\text{kat}) + \text{O}(\text{kat}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{kat})$
(Fase 3) $\text{N}_2(\text{kat}) \longrightarrow \text{N}_2(\text{g})$ en $\text{CO}_2(\text{kat}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$.
- 9a De katalysator komt niet op temperatuur. Dus weinig of geen zuivering (de katalysator werkt dan niet).
- 9b De katalysator wordt erg heet. De deeltjes edel metaal groeien sneller (de katalysator gaat dan minder lang mee).
- 10 $0,02 \text{ kg}$ (delen door $2 \cdot 10^4$) = $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$. $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ (delen door $5 \cdot 10^{-28}$) = $2 \cdot 10^{21}$ deeltjes. Het oppervlak is dan (vermenigvuldigen met $3 \cdot 10^{-18}$) $6 \cdot 10^3 \text{ m}^2$. Oppervlak klein voetbalveld (60 m bij 100 m) ook 6000 m^2 .
- 11 Verdamping of sublimatie (hierdoor worden de deeltjes in het hete deel kleiner). Condensatie (de deeltjes in het koudere deel worden groter).

- 12 Bij grotere deeltjes is het oppervlak kleiner. Bij kleiner oppervlak minder katalyse (in eenzelfde tijd).
- 13 Aantal deeltjes 1000 x kleiner (evenredig met r^3). Oppervlak per deeltje 100 x groter (evenredig met r^2). Gezamenlijk dus 10 x kleiner. Opm: een uitleg op basis van de berekening bij 10 kan ook.
- 14 Het antwoord moet de notie bevatten dat er (onder invloed van de katalysator) *drie* bestanddelen uit het uitlaatgas *weggaan*.
- 15 Koolstofmonoxide en koolwaterstoffen weg door oxidatie. Stikstofoxiden weg door reductie. Bij de tweeweg-katalysator kennelijk geen reductie en dus verdwijnt het bestanddeel stikstofoxiden niet.
- 16 Bij een dieselmotor naar verhouding meer lucht. Dus vollediger verbranding (minder CO en HC).
- 17 Roetuitstoot ('kankerverdachte' polynucleaire aromaten). Zwavelgehalte van diesel (zwaveldioxide-uitstoot bij verbranding).

Toelichting

Het proefwerk is gemaakt voor 5V. Het kan ook gebruikt worden in 6V en 5H (bijvoorbeeld als deel van het schoolonderzoek) en aan het eind van 4V of 4H.

De werkwijze in 5V, 5H en 6V kan als volgt zijn:

- deel het artikel één week voor de proefwerkdatum uit;
- sta de leerlingen toe om aantekeningen bij het artikel te maken;
- laat de leerlingen bij het proefwerk gebruik maken van het artikel en de eigen aantekeningen.

De werkwijze in 4V en 4H kan als volgt zijn:

besteed bijvoorbeeld twee lesuren aan het artikel. Via het artikel krijgen de leerlingen aan het eind van het schooljaar nog een andere kijk op scheikunde. Ook kunnen enkele resterende lesuren op die manier zinvol worden besteed.

Een positief aspect van de beschreven werkwijze is dat de leerlingen onderling over de inhoud van het artikel praten. Zij vragen elkaar om uitleg en nemen aantekeningen van elkaar over. Soms worden ook anderen, zoals de ouders, bij de inhoud van het artikel betrokken.

Voor het maken van het proefwerk is één lesuur (minimaal 45 minuten) juist voldoende.

Met dank aan Luit van der Kamp voor de aangereikte werkwijze.

Katalyse

Moleculen zijn opgebouwd uit atomen die onderling zijn gebonden. De katalysator zorgt ervoor dat bestaande bindingen tussen atomen worden verbroken en nieuwe bindingen tot stand komen. De omzetting van de ene verbinding in de andere heet chemische reactie. Vaak kost deelname aan de nieuwe bindingen minder energie, maar kost het ook veel energie om de huidige partners los te laten. Zonder katalysator verloopt zo'n reactie alleen onder dwang, dat wil zeggen bij extreem hoge druk en/of temperatuur.

Een katalysator biedt voor alle partners een tijdelijk alternatief en geeft bovendien vrijwel de zekerheid dat beoogde nieuwe contacten tot stand komen. Door tussenkomst van een katalysator wordt de energiebarrière zeer sterk verlaagd. Hierdoor vindt de reactie veel sneller plaats dan zonder bemiddeling van de katalysator. Zodra het nieuwe molecuul is gevormd, is de katalysator weer beschikbaar voor het volgende molecuul. Met andere woorden: de gekatalyseerde reactieroute biedt een alternatief reactiepad met een lagere energiebarrière dan de ongekatalyseerde route.

Daarnaast stuurt een katalysator het reactieproces ook nog in een specifieke richting. Bepaalde omzettingen worden wel en andere niet, of minder, bevorderd. Dit heet *selectiviteit*. Het hangt van de keuze van de katalysator af welke moleculen er ontstaan. Bij gebruik van nikkel als katalysator ontstaat uit de reactie tussen waterstof (H_2) en koolmonoxide (CO) aardgas (CH_4), bij gebruik van ijzer of koper daarentegen ontstaan respectievelijk benzine (C_nH_m) en methanol (CH_3OH).

De katalysator wordt bij haar bemiddelingsactiviteiten niet verbruikt; de reagerende moleculen binden tijdelijk aan het oppervlak van de katalysator en laten uiteindelijk ook weer los. De katalysator (kortweg *kat*) keert weer terug in de oorspronkelijke toestand. Wel raakt het oppervlak op den duur bedekt met storende componenten (giften) waardoor de katalysator inactief is geworden.

De chemische industrie maakt graag gebruik van katalysatoren om snel, selectief en efficiënt te kunnen produceren. Alle olieproducten uit de raffinaderijen, maar ook kunststoffen, margarine en medicijnen worden met behulp van katalysatoren ge-

maakt. Akzo Nobel, Shell en Engelhard zijn grote katalysatorproducenten voor de olie-industrie. Behalve vrijwel alle grote chemische bedrijven verrichten ook de Nederlandse universiteiten katalysatoronderzoek.

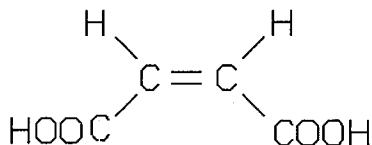
Een opvallend verschil met de rest van de wereld is dat in Nederland het contact tussen industrie, overheid en universiteiten op het gebied van katalyse-onderzoek uitstekend is. Alle drie de partijen participeren in het Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse (NIOK).

Het bekendste voorbeeld van toepassing van katalysatoren is de autokatalysator (auto-kat). Deze katalysator zorgt ervoor dat onder milde omstandigheden de schadelijke componenten in auto-uitlaatgassen worden omgezet in onschuldige moleculen. Het resultaat is voorlopig een tien maal schoner uitlaatgas.

Milieuvriendelijke lak

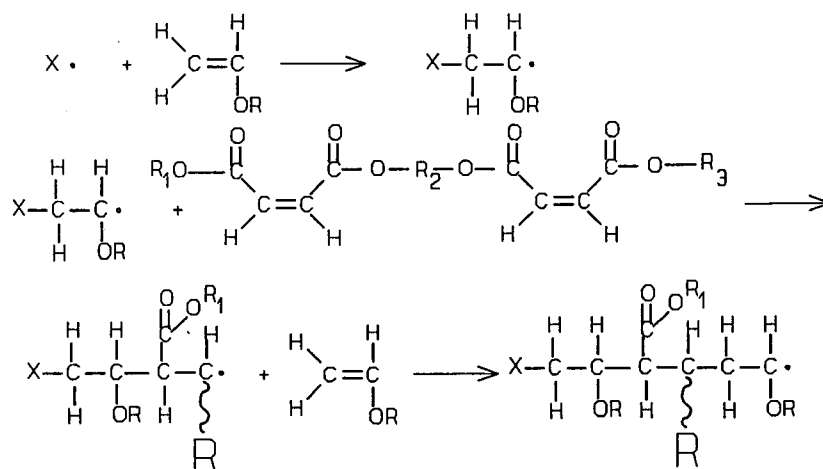
Antwoorden

- 1 Onder invloed van licht starten van een reactie.
- 2 Cis-buteendizuur.



- 3 $\text{HO-R}_2\text{-OH}$
- 4 Methoxyethen.

5



- 6 In **R** zijn nog dubbele bindingen aanwezig. Er kan dus daar ook nog koppeling optreden waardoor een netwerk ontstaat.

Supergeleidende fluorverbinding

Antwoorden

- 1 Neen, zowel bij het onderzoek in Japan als in Amerika liet men het cupraat eerst nog met een andere stof (respectievelijk zuurstof en fluor) reageren.
- 2 Tabel 39A, Sr^{2+} .
- 3 Strontium, tabel 38.
- 4 Zout heeft totale lading 0. 2Sr^{2+} levert $4+$, 3O^{2-} levert $6-$. Dan moet het koperion $2+$ zijn.
- 5 $(2 \times 2+) + (2+) + (2 \times 2-) + (2 \times -) = 0$. De totale lading is nul, dus formule kan kloppen.
- 6 $2 \text{Sr}_2\text{CuO}_3 + \text{F}_2 \longrightarrow 2 \text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{F}_2 + \text{O}_2$

Element 106

Antwoorden

- 1 Sg, seaborgium
- 2 106
- 3 C
- 4 Uranium
- 5 A
- 6 Het valt in een seconde uiteen!
- 7 In deeltjesversnellers worden kleine kernen in grote geschoten.

Element 106, superzwaar element

Antwoorden

- 1 Deeltjes met hetzelfde aantal protonen maar een verschillend aantal neutronen in de kern.
- 2 Sg-265: 106 protonen en $265 - 106 = 159$ neutronen. Sg-266: 106 protonen en $266 - 106 = 160$ neutronen.
- 3
$${}_{98}^{248}\text{Cf} + {}_{10}^{22}\text{Ne} \longrightarrow {}_{106}^{266}\text{Sg} + {}_2^4\text{He}$$
Er zijn ook andere kernreacties mogelijk.

Er is momenteel ruzie over de naamgeving van element 106. De naam die de ontdekkers hadden voorgesteld, seaborgium, wordt door de officiële nomenclatuurcommissie niet overgenomen. Zij stellen voor om element 106 rutherfordium te noemen.

Trouw, 19 oktober 1994

Seaborgium mag niet

Glenn Seaborg, Amerikaans Nobelprijswinnaar en ontdekker van plutonium, is (nog) niet dood. En dus mogen collega's een nog naamloos scheikundig element niet naar hem vernoemen. Enkele maanden geleden stelden Amerikaanse fysici voor, het element met atoomgetal 106 de naam *Seaborgium* te geven. 'Seaborgium' komt net als andere elementen die zwaarder zijn dan uranium niet voor in de natuur. Zulke *transuranen* worden gemaakt in deeltjesversnellers. De Amerikanen lukte dat voor dit element het eerst, dus mogen zij een naam verzinnen. De officiële nomenclatuurcommissie van de Internationale unie voor zuivere en toegepaste chemie heeft echter bezwaar gemaakt. Zij stelt voor het element naar een wel dode Brit, de natuurkundige Ernest Rutherford, te noemen. Volgend jaar neemt de ledenraad van de unie een definitief besluit.

Education in Chemistry, november 1994

Rutherford beats Seaborg

Element 106 will not after all be named after Glenn Seaborg – at least not if next August's IUPAC Council meeting ratifies the decision of the Commission on Nomenclature of Inorganic Chemistry.

Two years ago, a joint working party of the international unions of pure and applied chemistry (IUPAC) and physics (IUPAP) applied Occam's razor to the tangled web of the transactinoid elements and determined priority of discovery among the various competing groups (*Chem. Br.*, 1992, 28, 760). Earlier this year the discoverers of element 106, the Berkeley and Lawrence Livermore teams from California, held a press conference to announce that they would be recommending that the element should be named after their former leader, Glenn Seaborg (*Chem. Br.*, 1994, 30, 353).

Traditionally, the discoverer(s) of new elements get to name them, but nowadays the names are ratified by IUPAC and have to comply with existing precedents.

At a meeting in Hungary on 31 August the inorganic commission agreed unanimously to continue the practice of naming elements after 'appropriate scientists, places and properties'. But by 16 votes to 4 it resolved that elements should not be named after living persons – and Seaborg is very much alive. The majority 'felt that it was necessary to have a perspective of history in relation to these discoveries before such a decision was made'.

So Lord Rutherford, whose place in history is secure, gets the honour of having element 106 named after him, along with Frederic Joliot-Curie, Niels Bohr, Otto Hahn, Lise Meitner, and Seaborg's longstanding rivals, the Dubna research centre near Moscow.

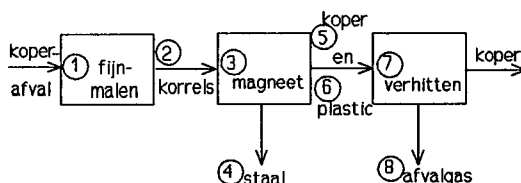
The new names

Element	Name	Symbol
104	Dubnium	Db
105	Joliotium	Jl
106	Rutherfordium	Rf
107	Bohrium	Bh
108	Hahnium	Hn
109	Meitnerium	Mt

Terugwinnen koper

Antwoorden

1



- 2 Het koper wordt door drukverhoging en verhitting plastisch gemaakt. Het koper kan dan in een bepaalde vorm gebracht worden.

Ijsbier

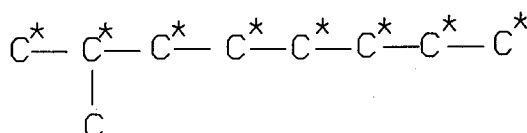
Antwoorden

- 1 Light beer en dry beer.
- 2 Lightprodukten bevatten weinig suiker, dus light beer.
- 3 Een zachtere smaak dan 'gewoon' bier.
- 4 1: absorberen, 2: zeven of filtreren.
- 5 Ijskristallen en ijsbier.

Olie met code

Antwoorden

- 1 Deeltjes met hetzelfde atoomnummer/zelfde aantal protonen maar een verschillend aantal neutronen.
- 2 1 proton, 1 neutron, 1 electron.
- 3a Het moet zijn: 2-methyloctaan. (het liggend streepje mis je).
- 3b In de structuurformule staan nogal veel H-atomen getekend die met een dubbele binding aan C-atomen vastzitten, terwijl het allemaal enkele bindingen zijn. Ook is er één dubbele C=C binding getekend, terwijl het een enkele binding moet zijn.
- 4



Er zijn acht mogelijke structuurformules. Elk sterretje in de hierboven getekende skeletstructuurformule geeft aan waar een deuteriumatoom kan zitten.

- 5 De massa van een gedeutereerd 2-methyloctaan is groter dan van gewoon 2-methyloctaan. De aanwezigheid van een zwaarder molecuul kan met de massameter zichtbaar gemaakt worden.

Stinksloot

Antwoorden

- 1 Te veel stikstof en fosfaat.
- 2 Extraheren. Je maakt gebruik van het verschil in oplosbaarheid. Fosfaat lost goed op in water.
- 3a Sloten uitbaggeren; kroos weghalen; minder stikstof en fosfaat vanuit landbouw in het water; geen overdadige bemesting; niet mesten langs de randen van de percelen; verbeteren afvalzuiveringsinstallaties; geen riolen die uitkomen op het water.
- 3b Minder stikstof en fosfaat in het water.
- 4 Zuurstof nodig voor de groei, concentratie daalt te sterk. Teveel planten betekent dat het oppervlak wordt bedekt zodat licht het water niet meer kan bereiken.
- 5a Ja, alleen de hoeveelheid stikstof en fosfaat zal veel lager zijn, zodat een biologisch evenwicht mogelijk is.
- 5b Water dat voldoende voedingsstoffen bevat voor een biologisch evenwicht.

Zuurstof mars

Antwoorden

- 1 Om een langdurig verblijf mogelijk te maken.
- 2 Koolstofdioxide.
- 3 $2 \text{CO}_2 \longrightarrow 2 \text{CO} + \text{O}_2$
- 4 O_2 .
- 5 Mavo-berekening: $88,0 \text{ kg CO}_2 \equiv 32,0 \text{ kg O}_2$, dus $0,05 \cdot 88,0/32,0 \text{ kg CO}_2 \equiv 0,05 \text{ kg O}_2$. Dus er is nodig $0,05 \cdot 88,0/32,0 = 0,14 \text{ kg CO}_2$.
Havo/vwo berekening: $0,05 \text{ kg O}_2 = 50 \text{ g} = 50/32,00 = 1,56 \text{ mol O}_2$. Uit de reactievergelijking volgt dat 1 mol O_2 overeenkomt met 2 mol CO_2 . Dus $1,56 \text{ mol O}_2$ komt overeen met $3,1 \text{ mol CO}_2 = 3,1 \cdot 44,01 = 138 \text{ g CO}_2 = 0,14 \text{ kg CO}_2$.

ERRATA CHEMIE AKTUEEL NUMMER 16

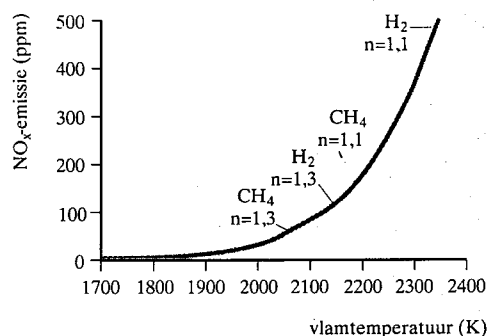
Bladzijde 23/24

Bij de opgave *De verbranding van (kool)waterstof* zijn een paar stukjes van het oorspronkelijke artikel niet opgenomen. Die stukjes tekst staan hieronder weergegeven.

Het eerste stukje tekst hoort op bladzijde 23 bij de tekst te staan. Figuur 1 kan onder vraag 7 gezet worden. Eventueel kan figuur 1 ook bij de tekst op bladzijde 23 gezet worden.

Naast elektriciteit wordt waterstof vaak beschouwd als één van de twee pijlers onder de energievoorziening van de toekomst. Waterstof verbranden levert immers geen CO_2 . Maar waterstof wordt bij zulke hoge vlamtemperaturen verbrand dat de emissie van verzurend NO_x omhoog schiet. Nieuwe branderconcepten, gebaseerd op keramisch schuim en recirculatie van rookgas, bieden uitkomst in dit dilemma. De branders kunnen alle aardgas/waterstof-mengsels aan en leveren bovendien extreem lage NO_x -emissies.

1 NO_x -emissie versus vlamtemperatuur



Bladzijde 48

Bij de opgave *Brandstofbesparing van 35 procent* is in de zin onder vraag 1 de formule verkeerd geschreven. Het moet CO_2 zijn en niet CO .

Bladzijde 66

Bij de antwoorden op de opgave *Simpele dosismeter voor hydrazine* staat bij het antwoord op vraag 6 een foutje. Er moet achter de + in de reactievergelijking nog H_2O staan.

Bladzijde 71

Bij de antwoorden op de opgave *Terpentine of gedestilleerd water* moet het antwoord op vraag 5 niet D maar E zijn.

Bladzijde 71

Bij de antwoorden op de opgave *Brandstofbesparing van 35 procent* moeten de antwoorden van vraag 2 en 3 omgewisseld worden.