

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 15

mei 1994

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 15

mei 1994

Bestelnummer: 2.453.15

© 1994 Katholiek Pedagogisch Centrum, 's-Hertogenbosch

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

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

VOORWOORD

De basisvorming nadert voor het vak natuur- en scheikunde. Ik ga er even vanuit dat op de meeste scholen het vak natuur- en scheikunde pas vanaf leerjaar 2 op het rooster komt te staan.

De invoering van het 'nieuwe' vak natuur- en scheikunde is met de nodige heisa tot stand gekomen. Eerst was het alleen natuurkunde, later natuur- en scheikunde.

Vraag: Wordt het vak natuur- en scheikunde bij u op school als één vak gegeven? Of is het integratie in klas 2 en profilering in klas 3? Of wordt het natuuronderwijs?

Er zijn legio mogelijkheden om het in te vullen. Op papier is het één vak, maar of dat in de praktijk ook zo zal zijn?!

Maar de basisvorming is niet het einde van de veranderingen. Het is pas het begin! Een mijn inziens veel ingrijpender verandering zal de aanpak voor de bovenbouw zijn. Hoewel het raamwerk al aardig ver gevorderd is (de profielennota), hoor je er weinig van in het veld.

Wat denkt u van:

- een algemeen vak natuurwetenschappen voor alle leerlingen in de bovenbouw;
- het (deel)vak scheikunde in het profiel 'Natuur en gezondheid';
- het vak scheikunde in het profiel 'Natuur en techniek'?

Ook deze ontwikkeling zal binnen de redactie van *Chemie Aktueel* nauwlettend gevolgd worden. Net als bij de invoering van de basisvorming zullen we proberen om mee te gaan met de nieuwe ontwikkelingen binnen het scheikunde-onderwijs. De naam *Chemie Aktueel* geeft dat ook aan: aktueel blijven, niet alleen met artikelen maar ook met het vak zelf.

Dit nummer sluit het lustrumjaar af. We waren het lustrumjaar knallend begonnen met een aantal explosieve vragen. In dit nummer is er het 'normale' aanbod van vragen voor klas 3 tot en met 6. Eén opgave springt er uit: de anti-oxidantopgave. Vitamines die niet alleen het lichaam fit houden, maar ook *Chemie Aktueel*. We zijn vooral prof. dr. Bast dankbaar voor zijn ruggesteun bij deze opgave!

Het einde van het lustrumjaar brengt een extra feestelijk bavo-nummer van *Chemie Aktueel* naast de normale uitgave. Dit extra nummer is een cadeautje van de redactie van *Chemie Aktueel* aan alle abonnees.

Achterin, bij de docentenhandleiding, treft u een beschrijving van LOSse flodder nummer 11, *Chemisch rekenen aan experimenten deel II*. Ook in deze LOSse flodder staan weer vele proeven beschreven waarbij gerekend kan worden.

Tevens een beschrijving van een drietal LOSse flodders die in samenwerking met de Consumentenbond ontwikkeld zijn.

Veel plezier met nummer 15 (en het bavo-nummer)!!

Toon de Valk.

TIJDSCHRIFT VOOR SCHEIKUNDEONDERWIJS

NUMMER 15

mei 1994

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

U kunt zich abonneren voor 1994-1995 bij het KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch (bestelnummer 2.453.00).

Abonnees krijgen een factuur toegestuurd.

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

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

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

Nummer Sluitingsdatum voor toezenden artikelen en opgaven

16	1 mei 1994
17	1 oktober 1994
18	1 februari 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>
	SMAAKMAKER AZIJN		4
3 MHV	reactievergelijkingen	reacties, zuur worden	
	BOMEN EN BODEMVERZURING		6
5 HV	zuur-base reacties	reacties, verzuring	
	ZWAVEL EN ZWAVELDIOXYDE		8
4 HV	rekenen in de chemie	tekstbegrip	
	OLIEPRODUKTEN UIT AARDGAS		10
3 HV,	organische chemie	reacties	
4 M,			
5 HV			
	ZONNE-ELEKTRICITEIT		12
5/6 V	electrochemie	rekenen, reacties, energie	
	CORROSIE		15
3 HV,	verbrandingen	pictogram, corrosie	
4 M			
	MAGNETRON BIJ HYDROLYSE CELLULOSEHOUDEND AFVAL		16
5 HV	biochemie	blokschema, reacties	
6 V			
	LUCIFERS UIT GIFHOLEN		18
4 MHV	informatieverwerking	stofeigenschappen, verbranding	
	WARMTE EN KOUDE DOOR ZOUT		21
5 V	enthalpie	zouten, kristalwater, rekenen	
	DE MENS ALS KAMELEON		22
4 HV	zouten, practicum	kristalwater	
	RECYCLE-UNIT VOOR ZUURSTOF		24
4 V	verbrandingen	reacties, scheidingsmethoden	
	GOUD, EEN MAGISCH METAAL		26
3 MHV	scheidingsmethoden	stofeigenschappen, rekenen, tekstbegrip	
	ZUURSTOF, GOED OF SLECHT?		33
6 V	biochemie	reacties, radicalen, structuur- en elektronenformules	

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	KORT KORT KORT		
	ONTPLOFFING		43
3/4 HV,	formuletaal	explosie, reacties	
4 M			
	STROOM UIT AFBREEKBAAR AFVAL		44
3 MHV	biochemie	vergassing, gft-afval	
	OLIE VAN HET WATER		45
4 HV	stofeigenschappen	binding, viscositeit, dichtheid	
	WATER ALS OPLOSMIDDEL		47
3 HV	stofeigenschappen	water	
	WATER		48
4 HV	chemische binding	H-brug, rekenen	
	EDAH-EMMER		50
4 HV,	redoxreacties	metalen	
4 M			
	ALUMINIUMFOLIE		51
4 MHV	redoxreacties	metaal, zuur	
	ZURE FRISDRANK		52
5 HV	zuur-base	rekenen, pH	
	BIJZONDER SILICIUM		53
4 V	chemische binding	type binding	
(6 V)			
	DOCENTENHANDLEIDING		55
	CHEMISCH REKENEN AAN EXPERIMENTEN II		74
	CONSUMENTENPROEVEN IN DE KLAS		76

SMAAKMAKER MET GESCHIEDENIS

azijn

De geschiedenis van azijn gaat ver terug. Oude cultuurvolken als de Egyptenaren en Babyloniërs gebruikten al azijn. Maar ook nu is azijn nog steeds een smaakmaker bij uitstek.

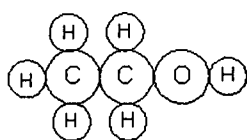
In het Oude Testament komt azijn of 'edik', zoals het toen genoemd werd, al voor. In feite bestaat azijn al zolang als er wijn en bier bestaan, want azijn is eigenlijk niets anders dan zuur geworden wijn of bier. In Frankrijk heet azijn ook niet voor niets 'vinaigre'

(zure wijn). De eerste azijn zal bij toeval ontstaan zijn. Bier en wijn, die vaak in niet goed afgesloten vaten bewaard werden, waren een uitstekende voedingsbodem voor de toen nog niet als zodanig bekende azijnzuurbacteriën, die overal in de lucht aanwezig zijn. Na verloop van tijd werd het bier

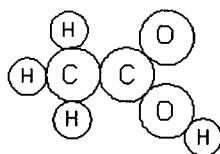
of de wijn zuur. Eeuwenlang werd azijn ook op deze manier gemaakt. Men liet bier of wijn welbewust in open kuipen staan tot het azijn was, maar liet verder alles aan het toeval over. De ene keer was de azijn beter dan de andere keer en vaak ging het ook mis, omdat schimmel var kreeg op de azijn in wording.

Slecht afgesloten bier en wijn gaan na verloop van tijd naar azijn ruiken. Wijn en bier zijn oplossingen van onder andere alcohol in water. Azijn is een oplossing van azijnzuur in water.

De 'bolletjesformules' van alcohol en azijnzuur zijn:



ALCOHOL



AZIJNZUUR

- 1 Geef de namen van de elementen in azijnzuur.
- 2 Geef de molecuulformule van alcohol en van azijnzuur.
- 3 Leg uit dat er bij de omzetting van alcohol in azijnzuur een chemische reactie is opgetreden.

'Wat in het vat zit verzuurt niet' is een bekend gezegde.

- 4 Wat is de smaak van azijn?
- 5 Verklaar waarom wijn in een open vat wel en wijn in een gesloten vat niet verzuurd. Vergelijk hiervoor de formules van alcohol en azijnzuur.

Naast azijnzuur ontstaat ook water bij het zuur worden van wijn.

- 6 Geef het reactieschema van het zuur worden van wijn in woorden weer.

BOMEN EN BODEMVERZURING

Lees het artikel *Bomen doen zelf mee aan bodemverzuring*.

De Volkskrant, 25 september 1993

Bomen doen zelf mee aan bodemverzuring

Bomen blijken via hun wortels de bodem te verzuren, vooral als er in de buurt veel intensieve veehouderijen zijn. Het proces kan worden gestopt door de bossen te bemesten. Dit stelt dr G. Arnold in het proefschrift waarop hij vorige week aan de Landbouwwuniversiteit Wageningen is gepromoveerd. De heersende mening is dat de bodem verzuurt doordat bacteriën vervuiling omzetten in zure verbindingen. Arnold heeft vastgesteld dat de bijdrage van boomwortels soms meer dan twee keer zo groot is als die van de micro-organismen. Of bomen bijdragen aan de verzuring hangt af van de stoffen die het bos vervuilen. Dit zijn, simpel gesteld, nitraten afkomstig van het autoverkeer en de industrie, of ammoniak die is uitgestoten door de landbouw. Chemisch gezien is een belangrijk verschil dat de ene verbinding negatief en de andere positief is geladen. Als er veel veehouderijen in de buurt zijn, zullen de wortels veel positieve

ammoniakdeeltjes opzuigen en om in balans te blijven, scheiden ze eveneens positieve waterstofdeeltjes af, die sterk verzurend werken. Arnold heeft dit vastgesteld in proeven met grove dennen. De verzuring door wortels kan worden gestopt door de boom extra nitraat aan te bieden, bijvoorbeeld door te bemesten. Dit heeft bovendien een tweede voordeel, meent Arnold. Als de mest ook belangrijke voedingstoffen bevat, zoals kalium en fosfaat, zullen bomen sneller groeien. Als ze dan regelmatig worden gekapt, zal de grond op den duur worden uitgeput en wordt weer een oorspronkelijke, voedselarme bosbodem verkregen. Voorwaarde hierbij is dat de externe vervuiling door landbouw, industrie en wegverkeer aan banden wordt gelegd, stelt Arnold, anders blijft alles wat je doet, dweilen met de kraan open.

1 Schrijf kort op welke nieuwe ontdekking over zure regen aan de Landbouwwuniversiteit Wageningen is gedaan.

2 Welke andere naam voor bacteriën wordt in het artikel gebruikt?

In het artikel worden nitraten en ammoniak genoemd als de twee stoffen die het bos vervuilen.

3 Welke twee andere niet in het artikel genoemde stoffen ken je die bijdragen aan de verzuring? Geef namen en formules.

Chemici gebruiken de naam nitraten als verzamelnaam voor een groep van stoffen. In het artikel worden met nitraat en ammoniak echter geen stoffen bedoeld.

4 Uit welke zinsnede kun je opmaken dat in het artikel met nitraat en ammoniak geen stoffen bedoeld worden?

5 Leg uit wat in het artikel met nitraat en ammoniak bedoeld wordt.

Als de stof ammoniak in water is opgelost, zijn er ook altijd ammoniumionen aanwezig.

- 6 Laat met een reactievergelijking zien hoe uit ammoniak en water onder andere ammoniumionen kunnen ontstaan.
- 7 Leg uit hoe je kunt nagaan dat de reactie van vraag 6 een evenwichtsreactie is.

Als er bepaalde bacteriën in de buurt zijn, kan ammonium met zuurstof reageren:



- 8 Neem dit reactieschema over en maak er een reactievergelijking van.

Volgens het Wageningse onderzoek kan de verzuring door boomwortels worden gestopt door te bemesten. Behalve nitraten zou de mest dan ook 'belangrijke voedingsstoffen' zoals kalium en fosfaat moeten bevatten.

Als in een oplossing nitraat, ammonium, kalium en fosfaat aanwezig zijn, kunnen er bij indampen van die oplossing verschillende stoffen ontstaan.

- 9 Geef van vier van die stoffen de verhoudingsformule.

ZWAVEL EN ZWAVELDIOXYDE

NRC, 25 november 1993 (A)

De Volkskrant, 27 november 1993 (B)

Meeste zwavel komt uit slapende vulkanen

Vulkanen leveren een flinke bijdrage aan de emissies van zwaveldioxide in de wereld. Ze brengen zwaveldeeltjes rechtstreeks in de stratosfeer, waar ze binnenkomend ultraviolet licht van de zon absorberen. Daarom hebben klimaatonderzoekers hun best gedaan om deze bijdrage in kaart te brengen. (*Nature*, 25 november 1993) Anders dan men wellicht zou denken, blijken het niet de spectaculaire vulkaanuitbarstingen, zoals die van de Mount Pinatubo op de Filipijnen in juni 1991, te zijn die voor de grootste emissies zorgen. Satellietwaarnemingen wijzen uit, dat vulkaanuitbarstingen goed zijn voor ongeveer 4 megaton SO_2 per jaar. Ruim tweemaal zoveel, 9 megaton, is afkomstig van vulkanen in rust, zoals de Etna, waaruit een regelmatige stroom gassen vrijkomt. Het totale aandeel van de al dan niet actieve vulkanen, zo'n 13 megaton per jaar, komt overeen met vijf tot tien procent van de emissies als gevolg van menselijk handelen (circa 190 miljoen ton per jaar). Voor het onderzoek zijn vulkaanuitbarstingen sinds 1979 gevolgd, gebruik makend van de Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS SO_2) data. Deze gegevens zijn gekoppeld aan die van het Smithsonian Global Volcanism Network dat al 200 jaar wordt bijgehouden. Van de 55 geanalyseerde vulkaanuitbarstingen waren de El Chichon en de Mount Pinatubo verreweg de grootste. Hiermee is de bijdrage van de vulkanen voor het eerst gekwantificeerd. (Marion de Boo)

Mens produceert meeste zwaveldioxyde

Vulkanen zijn maar verantwoordelijk voor vijf tot tien procent van de hoeveelheid zwaveldioxydegas die jaarlijks in de atmosfeer terecht komt; de mens is de hoofdverantwoordelijke, door de verbranding van fossiele brandstoffen. Dit schrijven vier onderzoekers, van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA en van de universiteit van Maryland, in een artikel in *Nature* van 25 november.

De vier baseren zich op metingen met de ozonmeter aan boord van de weersatelliet Nimbus-7 tussen eind 1978 en mei 1993. In die periode deden zich 350 vulkaaneruptions voor, waarvan 55 zware. In die periode werd gemiddeld 4 miljoen ton zwaveldioxydegas per jaar uitgestoten. De grootste eruptie was die van de Pinatubo op de Filipijnen in juni 1991, waarbij 20 miljoen ton de lucht in ging.

Er zijn ook vulkanen die voortdurend zwaveldioxydegas uitstoten, zoals de Etna (jaarlijks 9 miljoen ton) op Sicilië. Als dit in rekening wordt gebracht, is de totale zwaveldioxyde-uitstoot als gevolg van vulkanisme ongeveer 13 miljoen ton per jaar. Tot voor kort werd, op basis van waarnemingen op aarde, uitgegaan van een emissie van 1,5 tot 50 miljoen ton per jaar.

Lees bijgaande artikelen uit de NRC (A) en uit de Volkskrant (B).

Hoewel de titels op het eerste gezicht anders suggereren zijn beide krante-artikelen toch geschreven naar aanleiding van hetzelfde artikel uit het Amerikaanse populair-wetenschappelijke tijdschrift *Nature* van 25 november 1993.

- 1 Vergelijk de titels van beide artikelen. Geef twee redenen waarom je op grond van de titels kunt denken dat de artikelen A en B niet over hetzelfde gaan.
- 2 Leg uit dat beide titels toch in overeenstemming zijn met elkaar.

Sommige vulkanen in rust, zoals de Etna, stoten voortdurend zwaveldioxyde uit.

- 3 Zijn de in beide artikelen daarvoor opgegeven hoeveelheden met elkaar in overeenstemming? Licht je antwoord toe.
- 4 Bereken hoeveel mol zwaveldioxyde per jaar door vulkanen als de Etna worden uitgestoten.
- 5 Bereken hoeveel liter zwaveldioxyde per jaar door vulkanen als de Etna worden uitgestoten. Gegeven: $V_m = 24,0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$.

Een hoeveelheid stof kan ook worden uitgedrukt in 'aantal deeltjes'.

- 6 Gaat het bij zwaveldioxyde om atomen, molekulen of ionen?
- 7 Bereken hoeveel van dergelijke deeltjes per jaar door vulkanen als de Etna worden uitgestoten.

OLIEPRODUKTEN UIT AARDGAS

ENSCHDEDE/DEN HAAG - Aardgas verheugt zich in een groeiende belangstelling. De populariteit van de natuurlijke hulpbron zou echter nog groter zijn, als het gas makkelijker te transporteren zou zijn. Bij voorkeur als compacte vloeistof. In betrekkelijke stilte werkt Shell in Maleisië aan een fabriek waar aardgas wordt omgevormd tot kerosine, dieselolie en andere typische olieprodukten. Deze week wordt de techniek gepresenteerd bij de opening van de nieuwe Onderzoeksschool Procestechnologie in Twente.

GASVERGASSING

Het nieuwe Shell-procédé begint met de conversie van aardgas in synthesesgas, een mengsel van waterstofgas en koolmonoxide. Opmerkelijk genoeg gebruikt Shell hiervoor een eigen vergassingstechniek. Vergassing heeft het voordeel dat het gevormde synthesesgas precies de juiste verhouding heeft: twee deeltjes waterstofgas op één deeltje koolmonoxide. Dat voordeel weegt ruimschoots op tegen het nadeel dat er een zuurstoffabriek voor nodig is. Andere conversiemethoden hebben een veel ongunstiger deeltjesverhouding, waardoor het rendement van het hele proces drastisch zou afnemen.

De tweede stap in de Maleisische SMDS-fabriek is de 'Heavy Paraffin Synthesis' (HPS), een gemoderniseerde variant van het onder procestechnologen beken-

de Fischer-Tropsch-proces. Onder invloed van een zelf ontwikkelde katalysator, waar Shell geen nadere mededelingen over doet, reageren waterstofgas en koolmonoxide tot lange paraffineketens. In de volgende stap, de 'Heavy Paraffin Conversion' (HPC) worden deze ketens in kleinere moleculen gedeeld, afhankelijk van het gewenste eindprodukt. Dit kan van alles zijn: nafta, kerosine, dieselolie en verschillende soorten paraffine en was. Ongewenste lichte koolwaterstoffen gaan via een kleine waterstoffabriek terug naar de HPS-trap.

De clou van het SMDS-proces zit in de katalysator die Shell heeft ontwikkeld om het Fischer-Tropsch-procédé te verbeteren. Doorgaans komen bij dit proces, dat waterstof en koolmonoxide omvormt in water en lange koolstofketens, veel ongewenste lichte koolwaterstoffen vrij. De door Shell ontwikkelde katalysator verbetert het procédé aanzienlijk en maakt het ook minder gevoelig voor omgevingsfactoren.

3 havo/vwo, 4 mavo

- 1 Geef de formule van aardgas, waterstofgas en koolstofmonoxydegas.
- 2 Leg uit waarom men voor de conversie (= omzetting) van aardgas in synthesesgas een zuurstoffabriek nodig heeft.
- 3 Leg uit waarom het rendement afneemt als men een ander conversieproces gebruikt.
- 4 Uit welke elementen zijn de lange paraffineketens opgebouwd?

De stof met lange paraffineketens wordt omgezet in stoffen met kortere ketens.

5 Met wat voor soort reactie heb je dan te maken? Licht je antwoord toe.

6 Wat is de verbetering in het SMDS-proces van Shell?

5 havo/vwo

Synthesegas is een mengsel van koolstofmonoxide en waterstof.

Het kan op een aantal manieren worden gemaakt:

- a door methaan met water (stoom) te laten reageren;
- b door methaan met zuurstof te laten reageren.

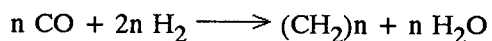
1 Leg met behulp van reactievergelijkingen uit welk van bovenstaande reacties de verhouding geeft voor het synthesegas die in het artikel wordt genoemd.

Zuurstof wordt vloeibaar bij 90 K, stikstof bij 77 K. In een zuurstoffabriek haalt men zuurstof uit de lucht. Men koelt dan de lucht af tot ongeveer -200° C waardoor deze vloeibaar wordt, daarna

2 Leg uit hoe dit proces verder gaat.

3 Waarom is het een nadeel dat er een zuurstoffabriek nodig is?

Als koolstofmonoxide en waterstof reageren tot lange paraffine-ketens dan treedt de volgende reactie op:



4 Welke deeltjesverhouding is voor het synthesegas het meest gunstig? Licht je antwoord toe.

5 Controleer bij vraag 1 of bij het nieuwe Shell-procede deze deeltjesverhouding ook ontstaat.

6 Wat gebeurt er bij de 'Heavy paraffin Conversion'?

7 Hoe noemt men dit proces in de scheikunde?

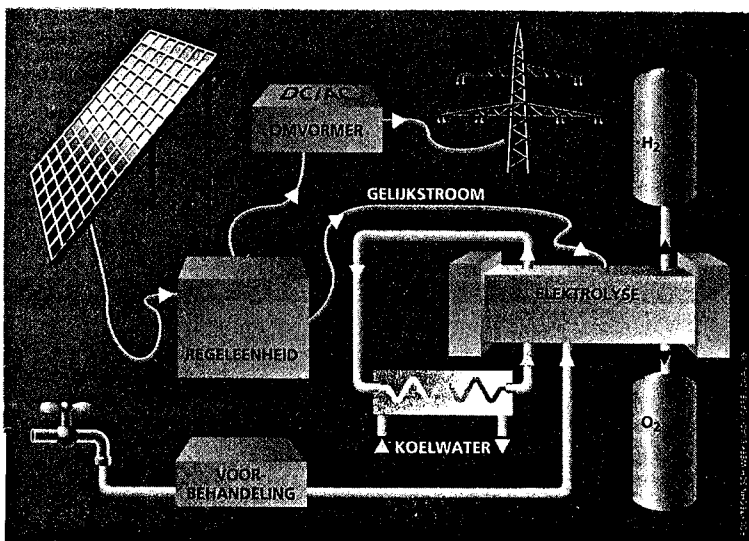
SPANJE EXPERIMENTEERT MET PRODUKTIE WATERSTOF UIT ZONNE-ELEKTRICITEIT

HUELVA - In zuidwest-Spanje experimenteert het Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial INTA sinds een jaar met de productie van waterstof door elektrolyse. De benodigde elektriciteit komt van een veld zonnecellen. Het onderzoek richt zich met name op het verbeteren van de efficiëntie en het verlagen van de kosten van het proces. Waterstof kan als energiedrager een belangrijke rol spelen in de toekomstige energievoorziening.

Een kleine 150 modulen van elk 36 zonnecellen produceren in het zonovergoten Huelva 8,5 kilowatt aan elektrisch vermogen. De zonnemodulen leveren maximaal 1000 watt per vierkante meter bij een temperatuur van 25 graden Celsius.

Het elektrolyseproces, dat met de opgewekte elektriciteit water splitst in waterstof en zuurstof, vindt bij het INTA-project plaats in een alkaline elektrolyse-apparaat met een vermogen van 5,2 kilowatt. Voor de elektrolyse is het belangrijk dat het aanbod van elektriciteit constant verloopt. Een regelenheid kan, afhankelijk van het aanbod aan zonlicht, hiervoor een verschillend aantal zonnecellen inschakelen. Bij een stroom van 120 Ampère en een spanning van 42 volt levert het elektrolyse-proces 1,2 kubieke meter waterstofgas per uur.

Een computer registreert de spanning en voltage van de zonnecellen, de temperatuur van de cellen, de temperatuur van de omgeving en de zoninstraling. Van het elektrolyse-proces houdt de computer eveneens stroom en spanning bij, evenals de temperatuur van het elektrolyt, de hoeveelheid geproduceerde waterstof, de druk van het systeem en de zuiverheid van de geproduceerde gassen.



Door de thermische isolatie van de apparatuur te variëren, bekijkt het INTA de invloed van de temperatuur op het elektrolyse-proces. De eerste resultaten van het onderzoek worden binnen afzienbare tijd verwacht.

WATERSTOF-ECONOMIE

Het onderzoek in Huelva sluit aan bij het internationale streven om de mogelijke rol van waterstof in de toekomstige energievoorziening te onderzoeken. Vooral wanneer waterstof wordt gemaakt zonder gebruikmaking van fossiele brandstoffen, zoals in het INTA-project, is het uit milieu-oogpunt een erg aantrekkelijke brandstof. Bij verbranding komt immers uitsluitend waterdamp vrij. In zonnige, dunbevolkte streken van de wereld - zoals de Sahara - zouden grote velden met zonnecellen elektrische energie moeten produceren, die in de vorm van waterstof over grote afstanden kan worden vervoerd. In dit soort gevallen is de bouw van grote transportleidingen voor elektriciteit namelijk veel te duur.

PIONIEREN

Toch behoort een 'waterstof-economie' niet tot de realiteit, voorspelde Dr. J. Quakernaat onlangs tijdens de Nationale Themadag Waterstof bij het Energie Onderzoekcentrum Nederland te Petten. Quakernaat, als stafingenieur verbonden aan de afdeling milieutechnologie van het Instituut voor Milieu- en Energietechnologie TNO, is in Nederland één van de pioniers op het gebied van onderzoek naar waterstof als energiedrager. 'De maatschappij van de toekomst zal voornamelijk draaien op elektriciteit, waarbij een gas dienst doet als opslag-middel om piekbelasting op te vangen. Dat gas kan waterstof zijn, maar in principe ook aardgas.'

En hoewel waterstof uit het oogpunt van reductie van kooldioxide-emissie de voorkeur verdient

boven aardgas, moet het gebruik ervan volgens Quakernaat niet worden geïdealiseerd. 'Aardgas of aardolie zijn energiedragers die worden gevonden. Waterstof moet worden geproduceerd en dat zal per definitie energie kosten. Bijvoorbeeld voor de fabricage van zonnepanelen.'

P. Rijkert Knoppers

Water wordt gesplitst in waterstof en zuurstof.

- 1a Hoe noem je dit splitsingsproces?
- 1b Geef de optredende reactievergelijking.

De electrolyse wordt uitgevoerd met een alkalische oplossing, bijvoorbeeld natronloog.

- 2 Geef de halfreacties die tijdens de elektrolyse optreden aan de positieve en negatieve elektrode.

De produktie kan tot 1,2 kubieke meter waterstofgas per uur gaan.

- 3 Bereken met hoeveel mol deze hoeveelheid overeenkomt. Gegeven: de temperatuur is 25 °C.

Het water dat bestemd is voor de splitsing moet eerst voorbehandeld worden.

- 4 Waarom is voorbehandeling nodig?

150 Modulen van elk 36 zonnecellen leveren 8,5 kilowatt aan elektrisch vermogen.

- 5 Bereken het vermogen van elke zonnecel apart.

- 6 Bereken het oppervlak van één zonnecel.

Het electrolyse-apparaat gebruikt energie voor de vorming van waterstofgas.

- 7 Hoeveel energie gebruikt het electrolyse-apparaat per uur als het in werking is? Geef het antwoord in Joule.

In het electrolyse-apparaat staan een aantal electrolysecellen in serie. Totaal leveren de electrolyse-cellen 1,2 m³ waterstofgas per uur. De totale spanning over de cellen is 42 V en de stroomsterkte door de cellen is 120 A.

- 8a Bereken hoeveel cellen in serie moeten staan om 1,2 m³ waterstofgas per uur te produceren.

- 8b Wat is de spanning over elke cel afzonderlijk?

Bij de verbranding van de gevormde waterstof ontstaat waterdamp.

- 9a Geef de optredende reactievergelijking met toestandsaanduiding.

- 9b Bereken hoeveel energie er vrijkomt als 1,2 kubieke meter waterstof verbrand wordt tot waterdamp.

- 10 Vergelijk de hoeveelheden energie van vraag 7 en 9b. Licht een verschil in waarde kort toe.

In de Sahara kan elektriciteit in de vorm van waterstof vervoerd worden.

- 11 Leg uit dat zo elektriciteit vervoerd kan worden.

- 12 Waarom is het vervoeren van waterstof goedkoper dan het aanleggen van grote transportleidingen voor elektriciteit?

Vanwege de zon wordt de Sahara genoemd als een plaats die geschikt zou zijn om het electrolyseproces in produktie te nemen.

- 13 Leg uit welk bezwaar men kan aanvoeren tegen vestiging in de Sahara.

In plaats van waterstof kan ook aardgas gebruikt worden als brandstof.

- 14a Welk voordeel heeft aardgas ten opzichte van waterstof?
- 14b Welk nadeel heeft aardgas ten opzichte van waterstof?

CORROSIE

PolyTechnisch Weekblad (39/40), 3, 1993

Corrosie oorzaak explosie bij DSM

IJMUIDEN - De explosie die onlangs plaatshad op het terrein bij DSM in IJmuiden is veroorzaakt door uitwendige corrosie van een leiding.

Door de corrosie ontstond een scheur waardoor waterstof naar buiten kwam en explodeerde.

Dit blijkt een een onderzoek van het chemieconcern en de Arbeidsinspectie.

Medewerkers van DSM in IJmuiden hebben de corrosie niet opgemerkt omdat de leiding was ingepakt in isolatiemateriaal.

Door de corrosie scheurde de leiding waardoor waterstof naar buiten kwam en explodeerde.

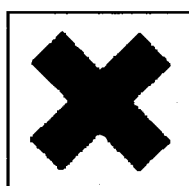
- 1 Geef de formule van de stof die explodeerde.
- 2 Welk van onderstaande pictogrammen zou men het beste op de buis kunnen zetten:



A
ontvlambaar



B
giftig



C
schadelijk



D
corrosief

- 3 Geef de reactievergelijking van de explosie.
- 4 Leg uit wat corrosie is.
- 5 Waarom hebben de medewerkers van DSM de corrosie niet opgemerkt?
- 6 Noem vier methoden om corrosie tegen te gaan.
- 7 Leg uit waarom men bij sommige onedele metalen, zoals ijzer, corrosie moet tegengaan.

MAGNETRON BIJ HYDROLYSE CELLULOSEHOUDEND AFVAL

PolyTechnisch Weekblad 24 (39/40), 1, 1993

MAGNETRON BIJ HYDROLYSE CELLULOSEHOUDEND AFVAL

HOUSTON - Waardevolle suikers uit afval. Het Lyndon B. Johnson Space Centre van Nasa bedacht een afbraak-route waarmee afvalpapier, stro of bietenpulp kan worden omgezet in oplosbare sacchariden. Volgens Nasa een interessant alternatief voor compostering.

Wat de hydrolyse van Nasa opvallend maakt is de voorbehandeling. In een drukvat mengt men eerst cellulose afval met een stevige overmaat azijnzuuroplossing. Zo ontstaat een slurry die door een roerwerk in beweging wordt gehouden. Boven het drukvat is een microgolfgenerator geplaatst die de slurry voorbereidt. De temperatuur en de druk lopen onder invloed van dit proces op. Om de gewenste druk te handhaven -tussen 0,4 en 1 MPa- is een terugkoppelsysteem aangebracht waardoor de generator minder energie toevoert wanneer de druk te veel dreigt op te lopen. Volgens de theorie van het Johnson Space Centre

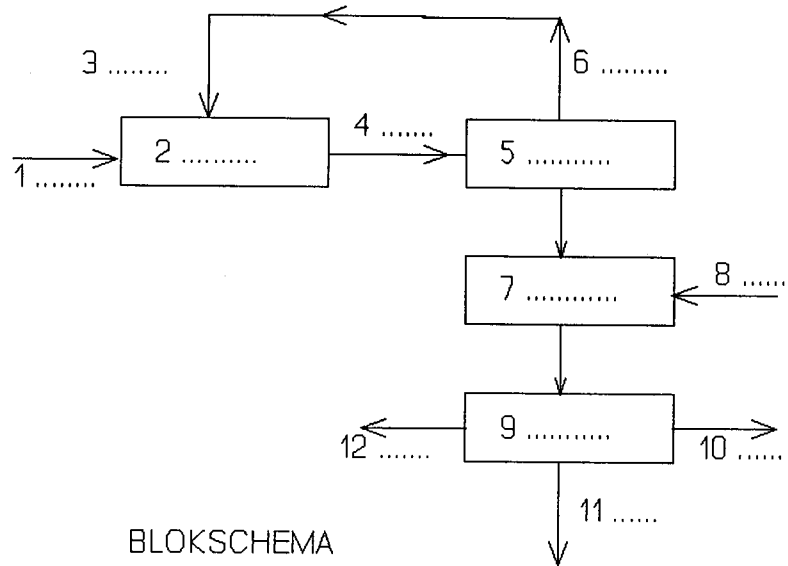
verstoort de microstraling de kristalstructuur van de cellulosepolymeren, een effect dat door het zure milieu nog eens wordt versterkt. Door deze effecten neemt de kwetsbaarheid voor enzymen -later in het proces- toe. Nasa reserveerde voor dit magnetron-onderdeel een proces-tijd van vijf tot zestig minuten. Na deze voorbehandeling gaat de slurry naar een scheidingsinstallatie waar de vaste componenten en de vloeibare fase van elkaar worden gescheiden.

Het vloeibare deel -water en azijnzuur- gaat terug voor hergebruik in het drukvat. In een volgende tank -de bioreactor- is de hoofdrol weggelegd voor enzymen, zoals het voor de hand liggende cellulose. Nasa voerde dit procesonderdeel uit bij een temperatuur tussen de 35 en 45 graden Celsius, in een acetaat-/azijnzuur gebufferde oplossing van pH 4,5 - 5,5. Nasa zegt op die manier een vrijwel volledige conversie van cellulose te scoren in een tijd van 72 uur. Wat rest zijn oplosbare suikers en een hoeveelheid niet oplosbaar ma-

teriaal, vooral hemicellulose, lignine en eiwitten. Met behulp van een separator worden tenslotte de oplosbare suikers gescheiden van de enzymen en de onoplosbare componenten. De suikers, het produkt waar het eigenlijk om gaat, lenen zich voor tal van nuttige toepassingen. Ze kunnen dienen als grondstof voor de voedingsmiddelenindustrie, maar het is ook mogelijk ze te vergisten tot alcoholen die op hun beurt als energiedrager, of als grondstof kunnen dienen voor tal van chemische processen. Overigens zegt Nasa dat het proces goedkoop en energiezuinig is en goed zou kunnen concurreren met composteringprocessen. Nasa heeft patent op de methode aangevraagd.

In de tekst staat het proces 'van cellulosehoudend materiaal tot oplosbare suikers' beschreven.

1 Vul het volgende blokschema in. Lees hiervoor het artikel aandachtig door.



2 Geef de definitie van hydrolyse.

3a Teken een stukje van de cellulose-keten.

3b Welk produkt verwacht je bij volledige hydrolyse van cellulose? Geef de naam en de structuurformule van dit hydrolyseprodukt.

"Na deze voorbehandeling gaat de slurry van elkaar worden gescheiden."

4 Welke scheidingsmethode wordt hier toegepast?

In de tekst staat "...enzymen, zoals het voor de hand liggende cellulose."

5 Is de naam 'cellulose' voor het enzym juist? Licht je antwoord toe.

6 Waarom wordt de omzetting van cellulose uitgevoerd tussen 35 °C en 45 °C en een pH van 4,5-5,5?

7a Wat wordt bedoeld met sachariden?

7b Leg uit waarom de meeste sachariden oplosbaar zijn in water.

8 Geef de reactievergelijking voor de vergisting van glucose tot ethanol in molekuulformules weer.

LUCIFERS UIT GIFHOLEN

Johan Friedrich Kammerer uit Württemberg, de Franse arts Charles Saurin, de Weense fabrikant Preshel, de Franse apotheker Derosne, de Hongaarse scheikundige Johann Irinyi en de Britse drogist John Walker. Zij hebben één ding gemeen: ze maken allen in zekere zin aanspraak op de uitvinding van de strijklucifer.

De komst van zulke lucifers was een enorme stap voorwaarts voor de vuurmakerij, hoewel het in het begin nog nergens op leek. De lucifer van Friedrich Kammerer bijvoorbeeld -die hij overigens vrijwel gelijktijdig met Walker ontwikkelde- was een lucifer met een kop van zwavel, gom, kaliumchloraat en antimoonsulfide. Je moest ze met de kop door een dubbel gevouwen schuurpapiertje trekken om vuur te krijgen en vaak lukte dat niet. Soms ook ontbrandde ze zo heftig dat door de ontploffing de kop wegschoot. Dat veroorzaakte nogal wat vuurwerk en in verschillende landen werden deze lucifers verboden.

Waarschijnlijk was Kammerer de eerste die rond 1830 fosfor in zijn lucifers stopte, maar ook Preshel, die samen met zijn compagnon Römer een grote luciferfabriek in Wenen dreef, maakte aanspraak op die eer. De Fransman Derosne zou zelfs al in 1816 wrijf-lucifers met fosfor hebben uitgerust. Hoe dan ook, de kinderziekten bleven. De fosfor/kaliumchloraat/gomkopjes brandden weliswaar uitstekend, maar eigenlijk iets te goed. De combinatie

fosfor/kaliumchloraat was kennelijk nogal gevoelig en kon vrij onverwacht en zeer heftig ontploffen. Er gebeurden zoveel ongelukken mee dat veel landen de produktie ook hiervan lieten stopzetten. Het ging al een stuk beter wanneer kaliumchloraat werd vervangen door iets dat milder reageerde, zoals een mengsel van menie en bruinsteen, menie en salpeter of loodperoxide en loodnitraat.

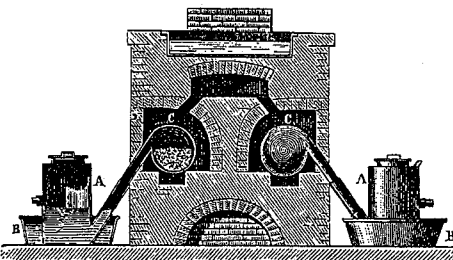
Fosfor werd gemaakt uit het basisprodukt beendermeel, meestal ingevoerd uit Australië en Zuid-Amerika. Het beendermeel werd vervaardigd uit afvalbotten die in een kalkoven werden 'gebrand' of 'gecalcineerd'. Dat leverde beenderas of beenderaarde op die vervolgens met een speciale molen tot beendermeel werd vermalen. Dit meel bestond voor circa tachtig procent uit calciumfosfaat, tien procent calciumcarbonaat en nog wat calciumfluoride en magnesiumfosfaat. Men haalde de fosfaten eruit door het meel met een overmaat zwavelzuur te mengen. Daarbij verdween het carbonaat als CO_2 , terwijl de sulfaten neersloegen als calciumsulfate. Nadat het neerslag was verwijderd, werd het mengsel ingekookt tot stroopdikte, vermengd met koolpoeder en roodgloeiend gestookt waarbij er twee dingen gebeurden: het resterende zwavelzuur verdween en het aanwezige monocalciumfosfaat - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ - werd omgezet in metafosfaat, $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$. Dan

ging er zand bij waarna het in retorten, onder invloed van de koolpoeder werd gereduceerd tot fosfor. Het ging overigens om witte of gele fosfor dat onder een laag water werd afgescheiden tot een gelige massa die beneden 44 graden Celsius stolt.

Een groot probleem van die fosforlucifers was dat witte fosfor behoorlijk giftig was. Een paar luciferkoppen in de soep kon dodelijk zijn en de arme werknemers van de luciferfabrieken kregen allerlei akelige kwalen die vaak een dramatisch verloop hadden.

Vanaf

1850 was er nog een alternatief, namelijk rode fosfor, een veel minder giftig produkt dat een nieuw tijdperk inluidde: het tijdperk van de moderne Zweedse lucifers.



Destillatie-oven voor de fabricage van gele of witte fosfor ten behoeve van de luciferindustrie. Bij C bevinden zich de retorten gevuld met koolpoeder en metafosfaat. Na reductie liep het fosfor in ketel A, die aan de onderzijde was voorzien van een waterslot (B). Werken met gele fosfor was erg ongezond en in de volksmond werden luciferfabrieken ook wel 'gifholen' genoemd.

Eerst een aantal gegevens:
 Chloraat = ClO_3^- .
 Menie = Pb_3O_4 .
 Loodperoxide = lood(IV)oxide.
 Antimoon = Sb ; antimoonion = Sb^{2+} .
 Salpeter = kaliumnitraat.
 Bruinsteen = mangaan(IV)oxide.

1 Wat stopte men allemaal in luciferkoppen? Vul de volgende tabel in.

Stoffen in de luciferkop			
Soort lucifer	Naam	Formules	Problemen
Eerste lucifer van Friedrich Kammerer	1 Gom	1 xxxxxxxxx	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
Lucifer met fosfor erbij van Kammerer	1 Gom	1 xxxxxxxxx	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
	5	5	
Kaliumchloraat vervangen door menie en bruinsteen	1 Gom	1 xxxxxxxxx	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
	5	5	
	6	6	
Kaliumchloraat vervangen door menie en salpeter	1 Gom	1 xxxxxxxxx	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
	5	5	
	6	6	
Kaliumchloraat vervangen door loodperoxide en loodnitraat	1 Gom	1 xxxxxxxxx	
	2	2	
	3	3	
	4	4	
	5	5	
	6	6	

2 Leg uit waarvoor het gom nodig is.

.....

3 Kaliumchloraat is bij de ontbranding van de kop de zuurstofleverancier. Het ontleedt in kaliumchloride en zuurstof. Geef van deze reactie de vergelijking.

.....

- 4 Geef de namen, formules en de percentages van de stoffen waaruit beendermeel bestaat. Vul daartoe onderstaande tabel in.

Naam	Formule	Percentage
		Samen
		 %

- 5 Geef de naam en de formule van het ion dat verwijderd wordt door er zwavelzuur bij te doen.

.....

Het calciumfosfaat laat men reageren met zand, SiO_2 , en koolstof, waarbij calciumsilicaat, CaSiO_3 , fosfor en koolstofmonoxide ontstaan.

- 6 Geef van deze reactie de vergelijking:

.....

- 7 Leg uit waarom men tegenwoordig rode in plaats van witte fosfor gebruikt:

.....

WARMTE EN KOUDE DOOR ZOUT

Energie- en milieuspectrum 4/5, 22-26, 1993

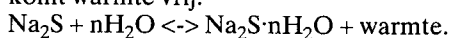
Warmte opslaan en koude maken door zout te verwarmen

Verwarm zout en bewaar het droge zout. Het kan later door water op te nemen voor koeling zorgen. Zo is simpel gezegd de zogenaamde thermochemische warmtepomp te gebruiken voor energie-opslag en koeling. In Almere is een eerste prototype geplaatst dat werkt met warmte uit het stadsverwarmingsnet.

De Beijer RTB bv uit Arnhem werkt al een aantal jaren aan een vaste-stof absorptie warmtepomp, ook wel thermochemische warmtepomp genoemd. De ontwikkelingen zijn inmiddels zo ver gevorderd dat prototypes voor diverse toepassingen kunnen worden gebouwd. Het systeem heeft de naam Sweat meegekregen, wat niet alleen staat voor het nodige werk dat in de ontwikkeling is gestopt, maar ook een afgeleide is van Salt Water Energy Accumulation and Transformation. Er wordt namelijk gebruik gemaakt van de waterabsorberende eigenschappen die veel metaalzouten hebben.

Keukenzout (NaCl) is hiervan een bekend voorbeeld. Voor een warmtepomp is natriumsulfide (Na_2S) zeer geschikt vanwege het hoge absorptievermogen.

Bij de absorptie van water door natriumsulfide komt warmte vrij:



Omgekeerd kan door verhitting het kristalwater worden uitgedreven en wordt als het ware warmte opgeslagen in het zout. Door het water en het Na_2S weer met elkaar in contact te brengen krijgt men deze warmte weer terug. Maar ook is de productie van koude mogelijk zoals in het kaderstuk wordt uitgelegd.

Een module met het stoffenpaar Na_2S en water heeft de volgende specifieke eigenschappen:

- Per kg zout kan 1,1 kWh aan warmte worden opgeslagen.

Door water op te nemen zou een droog zout voor koeling kunnen zorgen.

- 1 Wat voor energie-effect treedt op als natriumsulfide water opneemt?
- 2 Ben je het eens met de uitspraak dat het droge zout door water-opname voor koeling zorgt? Licht je antwoord toe.
- 3 Hoe noem je het water dat in het zout wordt opgenomen?

Bij verhitting van $\text{Na}_2\text{S} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ wordt warmte opgeslagen in het zout. Per kg Na_2S wordt een bepaalde hoeveelheid energie opgeslagen.

- 4 Bereken de hoeveelheid energie (in J) die per kg Na_2S wordt opgeslagen (zoek in tabel 6 van je Binasboek op: 1 kWh = J).
- 5 Bereken de reactiewarmte in kJ/mol Na_2S .

DE MENS ALS KAMELEON

De Gelderlander, 18 september 1993

DOOR JETTY FERWERDA

Hij loopt nietsvermoedend op een zwoel, swingend feestje in z'n paarse T-shirt. Met het vorderen van de avond en het stijgen van de temperatuur wordt ook dat T-shirt steeds meer oranje, vooral daar waar het op de huid plakt. Als hij een luchtje gaat scheppen in de koele buitenlucht, verandert ook zijn shirt weer in paars. De mens als kameleon.

T-shirts die van kleur veranderen. Een modeverschijnsel afkomstig uit Amerika. Drie jaar geleden werd het daar met succes gelanceerd. En vanaf deze week zijn de shirts in Nederland verkrijgbaar. Naast T-shirts zijn er polo's, sweaters en coltruien.

Het is eigenlijk een scheikundige reactie onder invloed van warmte. De geverfde vezel verschildt bij een temperatuur van 35 graden Celcius van kleur. De tint gaat altijd van donker naar licht. Momenteel zijn

tien kleuren leverbaar. De kledingstukken zijn gemaakt van honderd procent katoen en uitvoerig getest op mogelijke allergische reacties. Afhankelijk van de uitvoering en print zal een Hypercolor-shirt tussen de 60 en 110 gulden gaan kosten. Voor zomer '94 verwacht

de importeur de echte uitbarsting. De winkels zullen dan volhangen met leggings, boxers, body's en hemdjes.

Het kleureffect vervaagt na zo'n veertig keer wassen. Maar niet getreurd, de verwachte rage zal tegen die tijd alweer voorbij zijn.



Er wordt gesproken over een kleurverandering van een T-shirt.

- 1 Welke kleurverandering wordt in het artikel genoemd?
- 2 Waar is de kleurverandering afhankelijk van?

Het principe van de kleurverandering onder invloed van vocht ben je in de derde klas ook al tegengekomen.

- 3 Beschrijf de proef waarmee je 'vocht' aantoonst.

Kleuren zoals de genoemde kleuren in het artikel lijken op de kleuren die kobaltchloride kan aannemen.

- 4 Zoek in Binas tabel 65 de kleuren op die kobaltchloride als vaste stof kan aannemen. Zet bij de kleur de formule.

Je krijgt van je docent een lapje katoen dat gedrenkt is in een kobaltchloride-oplossing. Het lapje is daarna gedroogd.

- 5 Wat is de kleur van het stukje katoen?
- 6 Geef de formule van de stof die bij de genoemde kleur hoort.

Als het lapje rose gekleurd is leg je het op de verwarming. Kijk goed wat er gebeurt.

7 Welke kleurverandering treedt op?

8 Geef de optredende reactievergelijking.

Als het lapje blauw gekleurd is leg je het op een vochtige doek. Kijk goed wat er gebeurt.

9 Welke kleurverandering treedt op?

10 Geef de optredende reactievergelijking.

In het artikel staat dat na veertig keer wassen het kleureffect vervaagt.

11 Leg uit hoe dat komt.

RECYCLE-UNIT VOOR ZUURSTOF

PolyTechnisch Weekblad, 24 (33), 5, 1993

RECYCLE-UNIT VOOR ZUURSTOF

HAMPTON - Onderzoekers van het Langley Research Centre in de Amerikaanse staat Virginia hebben een techniek ontwikkeld om zuurstof uit CO₂ te fabriceren. Het systeem is speciaal ontwikkeld voor toepassing in de ruimtevaart.

Ruimtevaarders zijn CO₂-fabrieken. In de besloten ruimtestations transformeren ze onophoudelijk kostbaar zuurstof tot CO₂ en als er geen speciale faciliteiten waren aangebracht, zouden ze aan zichzelf ten onder gaan. Onderzoekers van Langley (Nasa) hebben nu een nieuw systeem bedacht dat CO₂ weer kan omzetten in O₂.

De unit die de Amerikanen ontwikkelden, bestaat uit een horizontale reactor waarin in het midden een verticaal zilvermembraan is aangebracht. Aan één kant van dit membraan

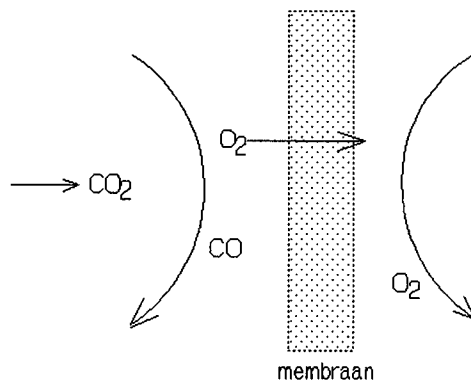
wordt CO₂ toegevoerd. In deze ruimte bevindt zich ook een elektrode (380 V, gelijkstroom) die een gloei-ontlading teweegbrengt volgens de reactie $\text{CO}_2 + e \rightarrow \text{CO} + \text{O} + e$. Overigens hoeft deze dissociatiereactie niet per se met behulp van een elektrode op gang gebracht te worden. Microgolven hebben een gelijksoortig effect.

Uit het gevormde instabiele mengsel kan vervolgens zowel O₂ als CO₂ ontstaan, maar de aanwezigheid van het zilvermembraan zorgt ervoor dat het pleit uitvalt in het voordeel van O₂. Het oppervlak van dit gloeiend hete membraan absorbeert

louter O₂, waarna het door het membraan, naar de andere kant van de reactor zwemt. Vervolgens kan het zuivere zuurstof worden opgeslagen voor hergebruik.

Overigens levert het systeem ook nog een hoeveelheid afvalgas op: CO₂, CO en O₂. Het voor de mens gevaarlijke CO moet op een andere -niet door Langley gespecificeerde- techniek onschadelijk worden gemaakt.

Aanvankelijk was het systeem bedacht voor missies naar Mars, maar inmiddels ziet Nasa ook mogelijkheden voor de space shuttle en ruimte station Freedom.



Ruimtevaarders zijn CO₂-fabrieken.

1 Licht deze uitspraak kort toe.

Ruimtevaarders zouden aan zichzelf ten onder gaan.

2 Licht ook deze uitspraak kort toe.

De unit van NASA maakt zuurstof uit CO_2 . De eerste stap is de zogenoemde dissociatie (= ontleding) van CO_2 in CO en O.

3 Leg uit dat voor deze dissociatie energie nodig is.

Uit het gevormde mengsel kan daarna zowel CO_2 als O_2 ontstaan.

4 Geef de reactievergelijkingen voor zowel de vorming van CO_2 als de vorming van O_2 .

5 Hoe wordt ervoor gezorgd dat alleen O_2 gevormd wordt?

6 Geef de *totaal*vergelijking van de vorming van O_2 uit CO_2 .

7 Hoe wordt de zuurstof gescheiden van de rest?

In het artikel staat dat er afvalgas ontstaat.

8 Uit welke stoffen bestaat het afvalgas?

9 Zou jij het mengsel van 8 ook afvalgas noemen? Licht je antwoord toe.

CO is gevaarlijk voor de mens.

10 Geef de juiste naam van CO.

11 Waarom is CO zo gevaarlijk? Wat doet CO als het via de longen het lichaam binnenkomt?

Dit proces is vooral bedoeld om toegepast te gaan worden in de ruimtevaart.

12 Waarom juist de ruimtevaart?

13 Zou dit proces ook gebruikt kunnen worden om het broeikaseffect tegen te gaan? Licht je antwoord toe.

GOUD, EEN MAGISCH METAAL

I De winning van goud

Natuur en Techniek, 10, 1993

Goud HET MYSTERIEUZE METAAL

Goud ziet er met zijn schijnbaar eeuwigdurende glans zo edel en chemisch onaantastbaar uit. Toch kan het alleen dankzij zijn chemische reactiviteit uit gedolven gesteente worden gewonnen en geraffineerd. Die weg is lang en kostbaar, want in duizend kilogram van het 'rijke' gesteente zitten maar enkele grammes goud.

De klassieke methode van goudwinning speelde zich af op de afzettingen langs snel stromende beken. De goudzoekers spoelden het glinsterende zand in kuipen met water en sorteerden de goudklompjes (*nuggets*) met de hand uit. De oudst bekende, Egyptische berichten hierover dateren van 3800 v.Chr. Duizenden jaren bleef deze methode in zwang. In Zuid-Afrika was de grootste nugget die ooit werd gerapporteerd vijf kilogram zwaar. Dat

Anno 1993 komt circa driekwart van de wereldgoudproductie uit de mijnbouw, voornamelijk uit Zuid-Afrika. Het belangrijkste wingebied ligt bij Witwatersrand, ten zuiden van Johannesburg, waar de goudmijnen reiken tot diepten van drie kilometer. In 1990 haalde men daar zeshonderd-duizend kilogram goud naar boven. In die mijnen is per ton gesteente circa vijf gram goud aanwezig.

- 1a Waar speelde de oudste vorm van goudwinning zich af?
- 1b Hoe werden daar het zand en het goud van elkaar gescheiden?

Tegenwoordig wordt het meeste goud uit mijnen gehaald. Het goud is dan nog gemengd met gesteente.

- 2 Bereken hoeveel miljoen ton gesteente in 1990 werd verwerkt in de mijnen van Witwatersrand.

De goudwinning

In tegenstelling tot de meeste andere metalen, die als oxiden of sulfiden in ertsen zitten, komt goud in ertsen als metaal voor (gedegen goud). Het is daarbij wel gemengd met tien tot twintig procent zilver en kleinere hoeveelheden aan andere metalen. De zeer kleine deeltjes van de goudlegeringen zijn vergroeid met het ganggesteente. Om zuiver en voor de handel geschikt goud uit het ruwe erts te halen, zijn er diverse handelingen nodig.

De eerste bewerking bestaat uit het fijnmalen van het erts. Vervolgens scheidt men de deeltjes waarmee goudpartikeltjes zijn vergroeid van het goudarme deel van het gesteente. Die bewerking staat bekend als de *concentratie* van het erts. De volgende stap is de *extractie* van de edele metalen, waarbij het edelmetaal wordt gescheiden van het aangehechte gesteente. Tenslotte volgt een *raffinage*-proces, dat zorgt voor de scheiding van zuiver goud van de begeleidende metalen zoals zilver, koper en ijzer.

-
- 3a Uit welke drie stoffen bestaat het erts voornamelijk?
3b In welke verhouding komen de drie stoffen (ongeveer) voor?
- 4 Verklaar waarom het scheidingsproces ook wel 'concentratie van het erts' wordt genoemd.

Concentratie

Bij het fijnmalen van het gedolven gouderts ontstaan er fijne deeltjes met een doorsnee van een tiende millimeter. Doordat de korreltjes waaraan edelmetaal vastzit een veel hoger soortelijk gewicht hebben, zijn ze gemakkelijk te scheiden van de andere deeltjes. In goten met een snelle waterstroom worden de lichte deeltjes wél en de zware deeltjes niet meegevoerd. Deze techniek is al minstens zesduizend jaar oud. Ze is te zien op afbeeldingen uit het oude Egyptische rijk en uit de Europese Middeleeuwen. De apparatuur is in de loop der eeuwen natuurlijk sterk verbeterd en aangepast aan de verwerking van grotere hoeveelheden.

Agricola beschreef uitvoerige de vele manieren waarop men goud en andere metalen uit stromende wateren en ertsen isoleerde. Zo toont hij een groot aantal constructies waarin men goudhoudend erts van lichtere bestanddelen scheidt. Via een open leiding (G) stroomt het water in een bak met gaten (C). Vervolgens stroomt het door een bak met dwarsbalken (F) waarna het in een zeef (I) terechtkomt (H).



Lang geleden werden al constructies bedacht om het goudhoudende erts van de 'lichtere' bestanddelen te scheiden. Op de tekening zie je er een uit de Middeleeuwen.

- 5 Welke bewerking voert de man links op de tekening uit?
- 6a Waarom zijn 'de korreltjes waaraan edelmetaal vastzit' gemakkelijk van de andere deeltjes te scheiden?
- 6b Wat gebeurt er dus eigenlijk met de 'zware' deeltjes?

Op de tekening stroomt het water door de goot naar rechts. Daar zit een man die iets opvangt.

- 7a Met welk gereedschap werkt die man?
7b Op welke scheidingsmethode (die je hebt geleerd) lijkt dit?
7c Verwacht je dat de man op die plaats de goudhoudende korreltjes opvangt? Leg uit waarom wel/niet; kijk daarvoor nog eens naar (je antwoord op) vraag 6b.

- 8 Hoe werden, denk je, de goudhoudende korreltjes verzameld?

..... en extractie

De kleine edelmetalkorreltjes zijn vergroeid met het gesteente dat voornamelijk uit silikaten bestaat. Om de edelmetalen van dat gesteente te scheiden, lost men de metalen op. Het zogenaamde ganggesteente blijft als een onoplosbaar residu achter. Voor het oplossen van de edelmetalen komen twee belangrijke procédés in aanmerking, namelijk het amalgaam- en het cyanideproces.

Het amalgaamproces

Vele metalen, zoals natrium, zink, lood, goud, zilver en koper, reageren snel met kwik tot vloeibare of vaste legeringen. Zulke legeringen staan bekend als amalgamen. Veel mensen hebben amalgamen van zilver, tin, koper en zink als vulling in hun kiezen. Goud, zilver en koper vormen snel amalgamen. Pas dus op voor kwik in de nabijheid van gouden voorwerpen!

Het gemak waarmee edelmetalen amalgamen vormen, was waarschijnlijk al in de Romeinse tijd bekend. Het is sindsdien toegepast bij de extractie van edele metalen uit hun erts. Het goudbevattende gesteente brengt men daartoe in contact met het vloeibare kwik. Als de edele metalen zijn opgelost, kan het zware, vloeibare amalgaam eenvoudig worden afgescheiden van het onopgelost gebleven gesteente. Door verhitting van het amalgaam, verdampst het kwik en blijft er een mengsel van edele metalen, waaronder goud en zilver, als residu achter. Het gedestilleerde kwik kan men opnieuw gebruiken voor de extractie van een volgende lading goudhoudend gesteente.

Het cyanideproces

Het cyanideproces is in 1887 voor het eerst gebruikt. Het is gebaseerd op het opmerkelijke feit dat goud, evenals zilver en koper, reageert met een oplossing van natriumcyanide en zuurstof uit de lucht. In de praktijk van het cyanideproces, roert men het ertsconcentraat in een natriumcyanide-oplossing waar lucht door borrelt. Als de edelmetalen zijn opgelost, filtreert men het gesteente af.

In een moderne variant van het cyanideproces voegt men aan de slurrie brokken actieve kool toe. Het dicyano-auraat adsorbeert aan de kool. De stukken actieve kool zijn heel poreus en drijven op de vloeistof. Ze kunnen er gemakkelijk uit worden gehaald. De aan de kool geadsorbeerde goudverbinding extraheert men er daarna uit met een oplossing van natriumcyanide. Op deze manier ontstaat een tamelijk geconcentreerde goudoplossing en bespaart men de kosten voor het affiltreren van grote hoeveelheden gesteente.

Met kwik kan het goud uit het erts worden gehaald.

- 9 Welke eigenschap van kwik maakt het erg geschikt hiervoor?

- 10a Noem (in volgorde) de *drie* stappen bij het amalgaamproces. Beschrijf bij elke stap wat er gebeurt.
- 10b Op welke scheidingsmethoden (die je geleerd hebt) lijken deze stappen?
- 10c Wordt bij dit proces veel kwik *verbruikt*? Geef je redenering.

Het goud kan ook op een *andere* manier uit het erts worden gehaald: met een oplossing van natriumcyanide en zuurstof uit de lucht.

- 11 Waarom is dit een 'opmerkelijk feit'?

Bij beide processen staat "Als de edel(e)metalen zijn opgelost ...".

- 12 Vergelijk de beide manieren van oplossen. Beredeneer tenminste één overeenkomst en één verschil.

Bij het cyanideproces ontstaat een 'slurry' (een modderachtig mengsel van het gesteente en de goudoplossing).

- 13a Hoe werd dit mengsel meestal gescheiden?
- 13b Waarom is deze werkwijze minder aantrekkelijk? (Kijk naar je antwoord op vraag 3b).

- 14 Wat is de eerste stap bij de 'moderne variant'?

Na het afscheppen van de actieve kool extraheert men deze.

- 15 In welke vorm heeft men het goud nu verkregen?
- 16 Waarom zou men bij het cyanideproces overgestapt zijn op de 'moderne variant'?

II De kleur van goud

Natuur en Techniek, 10, 1993

Blikvangers

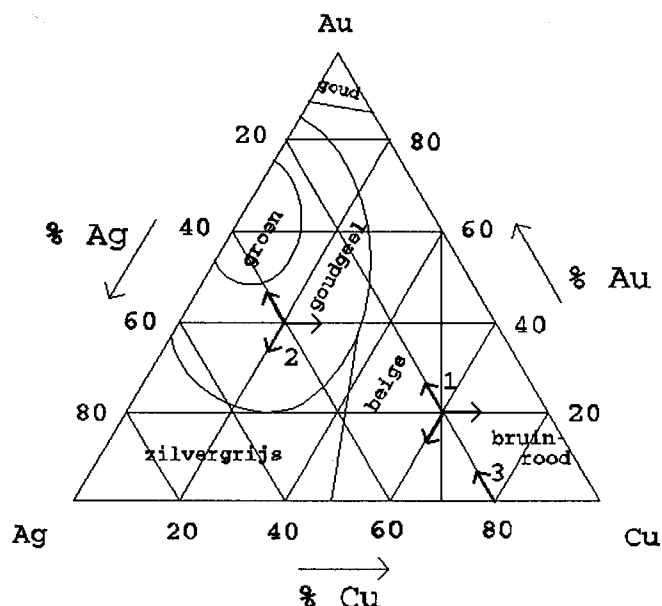
Voor de praktische toepassing in sieraden en munten is zuiver goud veel te zacht. De voorwerpen zouden heel gemakkelijk vervormd raken en bovendien snel slijten. Goud wordt daarom gelegeerd door het te versmelten met andere metalen, zoals zilver, nikkel en koper.

Door legeren verkrijgt men goudhoudende metalen met bepaalde eigenschappen en kleur. Zo bevatten gouden munten 10% koper om ze harder en slijtvaster te maken.

Het goudgehalte in de zo verkregen legeringen geeft men aan in karaat: zuiver goud is 24-karaats, 18-karaats goud bevat 18/24 ofwel 75% goud en 14-karaats goud bevat 14/24 (58%) van het edele metaal. Door de aard en het gehalte van de andere metalen goed te kiezen, verkrijgt men een legering met betere mechanische eigenschappen. Zo kan men sterke, slijt- en krasvaste voorwerpen maken. Ook de kleur kan worden gevarieerd. Voor het vervaardigen van sieraden zijn er gele, rode, violette en witte kleurnuances in gebruik.

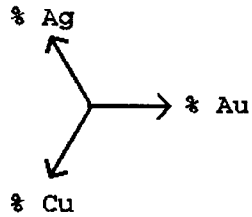
Legeringen van goud zijn dus niet altijd goudkleurig! De *samenstelling* van de legering is bepalend voor de kleur. In het *driehoeksdiagram* dat onder vraag 1 getekend is kun je dat goed zien.

- 1 Geef de gebieden in de driehoek (ongeveer) de juiste kleur (of arceer ze verschillend). Hoeveel gebieden kun je onderscheiden?



Ieder punt in de driehoek komt overeen met een legering van een bepaalde samenstelling. Maar hoe moet je die samenstelling in de driehoek aflezen? Je gebruikt daarvoor de *richtingwijzer* die je hieronder ziet.

Gebruik de richtingwijzer in het driehoeksdiagram als volgt:



- kies een punt waarvoor je de samenstelling wilt weten;
- *goud*: ga vanuit dat punt in de richting "Au" tot de rand van de driehoek; lees daar af "% Au";
- *zilver en koper*: ga vanuit hetzelfde punt in de richting "Ag" en "Cu".

Oefen dit voor punt 1 in de driehoek.

Je moet vinden: %Au = 20% , %Ag = 20%, %Cu = 60% .

Je kunt je bij het aflezen gemakkelijk vergissen.

Controleer daarom altijd of $\%Au + \%Ag + \%Cu = 100\%$.

- 2 Wat is de samenstelling van de legering voor punt 2?
- 3 Wat is de samenstelling van de legering voor punt 3?
- 4 Wat wil het zeggen als een punt op de rand van de driehoek ligt?
- 5a Waar vind je in de driehoek de zuivere metalen?
- 5b Schrijf de kleuren van deze metalen op.
- 6 Welke kleur heeft een legering die bestaat uit 20% goud, 40% zilver en 40% koper?
- 7a Welke kleuren kan 18 karaats goud hebben?
- 7b Hoeveel karaat moet een goudlegering minimaal zijn om een goudgele kleur te *kunnen* hebben?

ZUURSTOF, GOED OF SLECHT?

Zuurstof wordt vaak als levensreddend ervaren. Toch wordt zuurstof ook wel eens schadelijk genoemd.

De Volkskrant, 6 mei 1989

Het geheim van veroudering: zuurstof

Z„UIVERE LUCHT zonder flogiston zou wel eens minder goed voor ons kunnen zijn”, schreef de Engelse natuuronderzoeker Joseph Priestley ruim twee eeuwen geleden, in 1775, toen hij, nog onwetend van wat hij eigenlijk had gevonden, als eerste zuurstofgas genereerde.

„Want”, zo vervolgde hij, „zoals een kaars sneller opbrandt in lucht zonder flogiston, zo zouden wij, bij wijze van spreken, te snel kunnen verslijten en onze levenskrachten verspelen in deze zuivere vorm van lucht.”

Priestley's opmerking bevat een diepe kern van waarheid. Zuurstof is enerzijds onmisbaar voor het leven, maar speelt anderzijds ook een hoofdrol in verouderingsprocessen bij mens en dier en leidt hen zo onafwendbaar naar de dood.

Intermediair 30 (4), 23, 28 januari 1994

Eten maakt oud

Wie wil leven moet eten, en wie zijn eten wil verteren, moet zuurstof opnemen. Maar zuurstof is gevaarlijk. Uit onderzoek blijkt dat dieren er niet meer van opnemen dan strikt noodzakelijk.

Koeien, varkens en kippen eten niet totdat ze erbij neervallen. Meestal wordt dat toegeschreven aan een beperkte maagomvang. Nieuw is het idee dat dieren bij de dagelijks voedselinname (ook) rekening houden met een optimale zuurstofopname. Om voedsel om te zetten in energie (in de vorm van het molecule ATP) is zuurstof nodig. Tijdens een van de stappen van dit proces ontstaan echter de beruchte 'vrije radicalen', moleculen met een of meer vrije atomen, die weefsels en cellen aantasten.

Zuurstofradicalen zijn uiterst giftig; ze oxyderen alles wat ze tegenkomen, zoals celmembranen en het erfelijk materiaal, DNA. Bij de mens en andere zoogdieren veroorzaken zuurstofradicalen zo dagelijks tegen de tienduizend beschadigingen. Die worden vrijwel altijd hersteld - de cel kent allerlei geavanceerde reparatiesystemen - maar de natuur laat wel eens een steekje vallen. Door accumulatie van resterende foutjes gaat de functie van weefsels en organen langzaam achteruit. Zuurstof maakt oud.

Bij fruitvliegen, vissen en ratten is onderzoek gedaan waarbij het niveau van het dagelijkse zuurstofverbruik werd gevarieerd door middel van meer of minder lichamelijke inspanning, een hogere dan wel lagere omgevingstemperatuur of een verschillende beschikbaarheid van voedsel. Ook daaruit bleek dat een hoger zuurstofverbruik leidt tot versneld verlies van vitaliteit en een kortere levensduur.

Peter de Jaeger

Voor iedereen uit 1954.

Als u geboren bent in 1954, dan staat u op het punt veertig te worden. Hoe u er ook tegenaan kijkt, u begint aan de tweede helft van uw leven. "Het mooiste gedeelte", vinden velen. "Tenminste, als je gezond blijft", voegen ze daar dan snel aan toe.

Aan een goede gezondheid kunt u gelukkig zelf veel doen. U weet wel: voldoende bewegen, verantwoord eten en stress vermijden. Maar u zou méér kunnen doen om uw lichaamscellen te beschermen tegen de schadelijke werking van zogeheten 'vrije radicalen'.

Vrije radicalen zijn immers actieve deeltjes die op gezonde lichaamscellen nadelig kunnen inwerken. Iedereen heeft

ze, want zelfs de zuurstof die we inademen wordt in kleine hoeveelheid omgezet in vrije radicalen. Echter onze moderne leefwijze met roken, milieuvervuiling, UV-stralen, chemicaliën en psychische spanningen kan hun aantal sterk vergroten, met als gevolg celbeschadiging, hetgeen tevens de voornaamste oorzaak is van het verouderingsproces.

Ieder lichaam heeft gelukkig een verdediging tegen deze vrije radicalen. Maar als u wat ouder wordt neemt hun aantal toe, waardoor de bestaande verdediging tekort kan schieten. Dan is de

conclusie toch dat we ons lichaam zouden moeten helpen bij de verdediging tegen deze vrije radicalen om zo onze gezondheid te beschermen.

Redoxon Protector kan dan helpen. Want Redoxon Protector bevat een sterke werkzame combinatie van anti-oxidanten, namelijk Bèta-caroteen met vitamine E en C.

Deze combinatie werkt met uw lichaam samen om de natuurlijke verdediging tegen vrije radicalen te versterken. Wat uw gezondheid ten goede komt. En daar gaat het om.



REDOXON PROTECTOR KOOPT U BIJ ORDGIST EN APOTHEKER. EEN VERPAKKING BEVAT 30 CAPSULES. 1 CAPSULE PER DAG IS VOLDOENDE.

Redoxon Protector helpt uw natuurlijke verdediging.

Hoe zit dat nu met die vrije radicalen en onze lichaamscellen? Hoe werkt die bescherming door anti-oxidanten als vitamine E, vitamine C en beta-caroteen?

De oude Egyptenaren onderkenden onbewust de schade door zuurstof die ontstaat aan weefsels. Door hun doden te balsemen met plantaardige extracten, wisten zij deze te mummificeren. Tegenwoordig is bekend dat vele van deze extracten anti-oxidanten bevatten. Omstreeks 1900 werd ontdekt dat het ranzig worden van opgeslagen vetten en oliën wordt veroorzaakt door vrije radicalen. In het menselijk lichaam kan reactief zuurstof schade toebrengen aan eiwitten, DNA of lipiden (vetten). Met name meervoudig onverzadigde vetten zijn gevoelig voor oxidatie. Het is echter een misvatting dat radicaalprocessen alleen maar schadelijk zouden zijn voor ons lichaam.

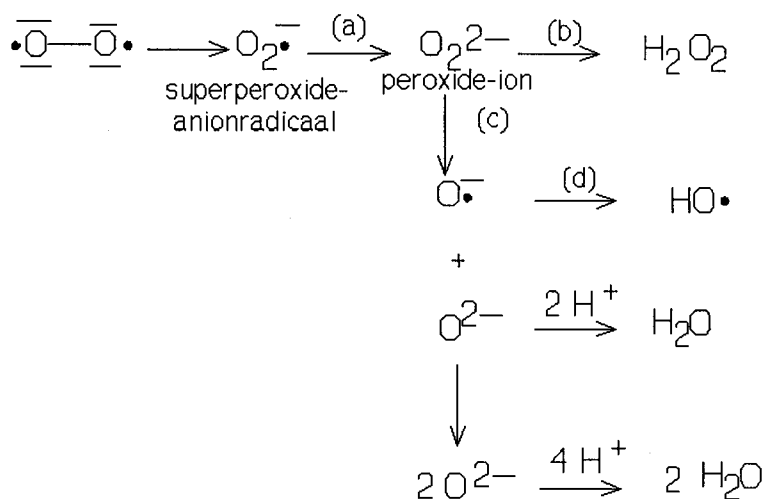
In deze opdracht krijg je te maken met de chemische achtergrond van achtereenvolgens:

- de vorming van 'zuurstofradicalen';
- de invloed van zuurstofradicalen op meervoudig onverzadigde vetzuren;
- de werking van vitamine E, vitamine C, beta-caroteen (niet alleen als anti-oxidant maar ook als pro-oxidant).

I De vorming van 'zuurstofradicalen'

In 1924 werd vastgesteld dat zuurstof O_2 in het bezit moet zijn van ongepaarde elektronen en dus niet geschreven mag worden als $<O=O>$ (waarin alle elektronen gepaard zijn) maar als $<O^{\bullet}-^{\bullet}O>$. Hoewel het molecuul O_2 dus een radicaal karakter heeft is het niet erg reactief.

In het volgende schema is aangegeven hoe een aantal reactieve zuurstofdeeltjes gevormd worden, onder andere verschillende radicalen maar ook waterstofperoxide.



SCHEMA 1

1 Geef de elektronenstructuurformule van het superoxide-anionradicaal $O_2^{\bullet-}$.

Dit superoxide-anionradicaal kan overgaan in het peroxide-ion O_2^{2-} .

2 Geef de halfreactie voor deze omzetting (a).

Het peroxide-ion kan in zuur milieu worden omgezet tot waterstofperoxide.

3 Geef de vergelijking voor deze reactie (b).

4 Geef de halfreactie voor de omzetting (c) in schema 1.

5 Geef de naam van het product dat ontstaat bij de omzetting (d).

Waterstofperoxide is geen radicaal. Toch kan het een actieve rol gaan spelen in aanwezigheid van Fe^{2+} -ionen. Wanneer er Fe^{2+} beschikbaar is wordt ook H_2O_2 gevaarlijk in ons lichaam. Fe^{2+} en H_2O_2 reageren met elkaar waarbij onder andere Fe^{3+} en $\text{HO}\bullet$ ontstaan.

6 Geef de reactievergelijking van de reactie die optreedt.

II De invloed van zuurstofradicalen op meervoudig onverzadigde vetzuren

Bijsluiter Atkins' Anti-Oxydant

Dr. ATKINS PRODUKTEN NEDERLAND B.V.

Samenstelling per tablet:

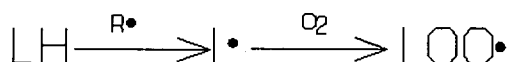
Pro-vit. A (beta-caroteen)	7500 IU
Vit. B5 (pantotheenzuur)	25 mg
Vit. B13 (choline bitartraat)	100 mg
Citrus bioflavonoiden	200 mg
Vit. B6 (pyridoxal-5-fosfaat)	2 mg
Vit. E succinaat	100 IU
L-Cysteine	200 mg
Glutathion	25 mg
Magnesium (ascorbaat)	100 mg
Mangaan (chelaat)	2 mg
Selenium (natrium seleniet)	60 mcg
Zink (gluconaat)	7,5 mg

Atkins' Anti-Oxidant

Het natuurlijk verouderingsproces is het gevolg van de 'oxidatie' van het lichaamswefsel onder invloed van vrije radicalen. Vrije radicalen zijn zeer reactieve deeltjes die het lichaamswefsel beschadigen. Bovendien kunnen ze de cholesterol aantasten en wand van de bloedvaten beschadigen. Hierdoor kan het gevaar van dichtslibben van de bloedvaten toenemen.

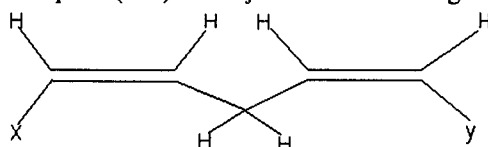
De bestanddelen van Anti-Oxidant (o.a. Vitamine C, E, en beta-caroteen) maken vrije radicalen onschadelijk. Bovendien stimuleert en ondersteunt Anti-Oxidant het natuurlijk anti-oxidatiemechanisme in het lichaam.

Oxydatie van lipiden (vetten) in membranen is een van de oorzaken van het verouderingsproces in het lichaam. Radicalen kunnen die oxydatie veroorzaken. Schrijven we een lipide als LH dan is de reactie weer te geven als:



Het $\text{LOO}\cdot$ radicaal kan weer met een ander lipide reageren.

Het lipide (LH) is altijd een meervoudig onverzadigd vetzuur:



Stel het radicaal voor met $\text{R}\cdot$.

- 1 Teken de bovenstaande stappen uit in structuurformules.
- 2 Leg uit dat het radicaal $\text{L}\cdot$ gestabiliseerd wordt door mesomerie.
- 3 Leg uit dat het radicaal $\text{LOO}\cdot$ veel minder stabiel is dan het radicaal $\text{L}\cdot$.
- 4 Geef de vergelijking in structuurformules van de reactie tussen $\text{LOO}\cdot$ en LH.

- 5 Leg uit waarom oxidatieve beschadiging van lipiden een proces is dat zich zelf makkelijk in stand houdt.

III Anti-oxydanten of pro-oxydanten?

Catalogus 'Essential Organics'

ALL-SPORTS TR

Time released/Vertraagde opname - 24 uur.

Bevat meer dan 200 voedingsfactoren en chinese kruiden.
90 tabletten (art.nr. 1291)

Voedingsdeskundigen op sportgebied zijn het er over eens dat sportmensen, ook op recreatie niveau, er verstandig aan doen vitaminesupplementen te gebruiken, teneinde cellen te beschermen tegen de zogenaamde "vrije radicalen". Dit zijn verwoestende moleculen die als oorzaak worden gezien van vroegtijdige veroudering en het beschadigen van de cellen. Ter bescherming van de cellen tegen deze "vrije radicalen", adviseren genoemde deskundigen stoffen als vitamine C, Beta caroteen en vitamine E. Vandaar dat deze stoffen alle in ALL-SPORTS verwerkt zijn, alsmede het meer dan 200 factoren tellende voedingsspectrum en een kruidencomplex met o.a. speciale chinese kruiden. Of u dus een topsporter of een recreatiesporter bent, ALL-SPORTS voorziet u van de juiste voedingsstoffen, waaraan het lichaam bij een verhoogde fysieke activiteit behoefte heeft.

Met behulp van anti-oxydanten kan men zich dus beschermen tegen de zuurstofradicalen die invloed hebben op de lipiden.

Tot de anti-oxydanten worden onder andere gerekend:

- vitamine E, een lipofiel (goed vetoplosbaar) anti-oxidant in membranen;
- vitamine C, een hydrofiel anti-oxydant in de waterige fase.

Naturalia, 9e jaargang nr.1, 1994

Welke radicalenvangers zijn er?

Vitamine C is een zeer effectieve vanger. Vangers hebben het hoogste vangst-rendement als ze overvloedig aanwezig zijn. Daarom worden zulke hoge C dosissen gegeven. Vit. C vangt vooral OH- en Superoxyde. Beta-caroteen is een provitamine (voorstadium) waaruit het lichaam Vit A maakt. Het provitamine is een effectieve vanger van oa. "Singlet" zuurstof. Vitamine E staat bekend als het "prestatie vitamine". Vit. E vangt Singlets en Superoxyde. Een andere rol van Vit. E is dat het assisteert bij reparatie van door vrije radicalen aangerichte schade. MAGNESIUM

OUDER WORDEN... AKTIEF BLIJVEN

Met CELAVIT de anti-oxydanten-turbo

In vergelijking tot andere Q10-preparaten bevat Celavit meer n.l. per dag-dosis van 2 capsules:

- optimale hoeveelheid Q10 (30 mg)
- Glutathion (100 mg)
- Vitamine E (26 mg)
- Vitamine C (150 mg)
- Beta-Caroteen (15 mg)
- Zink (5,7 mg)
- Selenium (100 mg)
- Magnesium (300 mg)

Deze brede combinatie van vrije radicalenvangers beschermt u beter tegen:

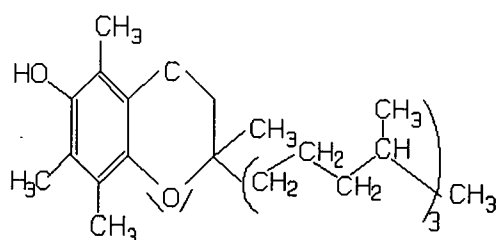
- moeheid • lusteloosheid • energie-verlies • ouderdomsverschijnselen



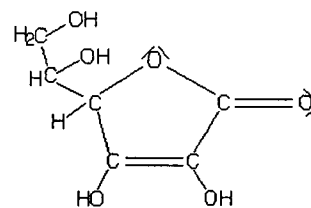
40 caps. f 39,50

**Celavit houdt u dus langer fit, vitaal, energiek en...
u voelt zich jaren jonger... Celavit natuurlijk!**

De structuurformules van vitamine E en vitamine C:



Vitamine E



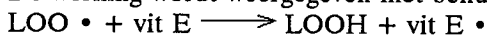
Vitamine C

- 1 Leg uit waarom vitamine C voornamelijk in de waterige fase aanwezig is.
- 2 Leg uit waarom vitamine E voornamelijk in een vetachtige omgeving aanwezig is.

Vitamine E als anti-oxydant

De werking van vitamine E, als anti-oxydant, berust op het afsplitsen van een H-atoom van de hydroxylgroep.

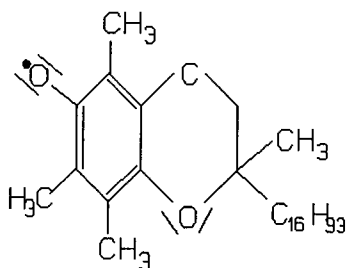
De werking wordt weergegeven met behulp van de volgende vergelijking:



Misschien vraag je je af: wat biedt dit voor hulp, het ene radicaal vervangen door het andere radicaal?

Het vit E • radicaal is echter niet zo reactief als het LOO • radicaal omdat het door mesomerie gestabiliseerd wordt.

Een grensstructuur van het vitamine E • radicaal is:



- 3 Teken vier andere mogelijke grensstructuren van het vitamine E • radicaal..

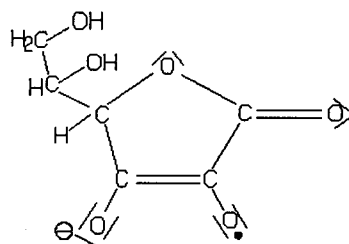
Gebruikt men te veel vitamine E dan kan juist het tegenovergestelde effect bereikt worden. Vitamine E werkt niet langer als anti-oxydant maar juist als pro-oxydant.

Vitamine E reageert met LOOH tot vitamine E radicalen, LO • en water.

- 4 Geef de vergelijking van de genoemde reactie (noteer vitamine E als vit E).

Vitamine C als anti-oxydant

Ook bij vitamine C berust de werking als anti-oxydant op het afsplitsen van de H-atomen van de hydroxylgroepen, die aan de ring zitten. Hierdoor ontstaat een negatief geladen vitamine C radicaal (vit C⁻):

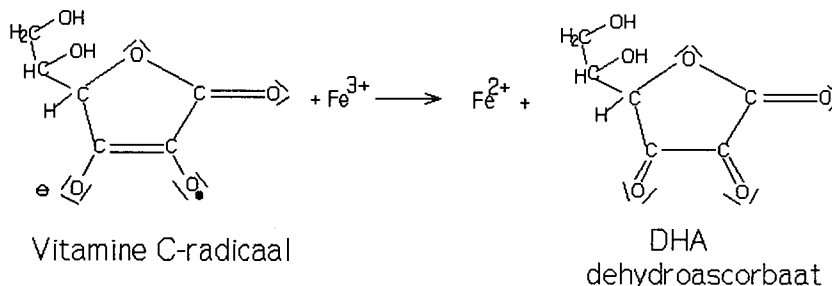


- 5 Is hier ook sprake van een stabiel radicaal door het optreden van mesomerie? Zo ja, teken dan één andere grensstructuur.

Ook hier geldt dat meer vitamine C niet beter is. Vitamine C bevordert namelijk ook oxydatiereacties. Vitamine C op zich heeft geen effect. Het is de combinatie van vitamine C en $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ die voor extreme oxydatie zorgt: ijzer(III)ionen reageren met vitamine C tot ijzer(II)ionen, het vitamine C radicaal, vit $\text{C}^\bullet$, en protonen.

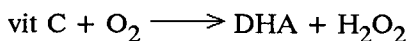
- 6 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt in structuurformules.

Het vitamine C radicaal is niet erg reactief, waar ligt dan het probleem? Het blijkt dat het vitamine C radicaal nogmaals reageert met een met ijzer(III)ion. Daarbij ontstaan een ijzer(II)ion en dehydroascorbaat (DHA):



ofwel: $\text{vit C}^\bullet + \text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{DHA}$

Verder wordt tijdens de oxydatie van vitamine C ook waterstofperoxyde gevormd:



- 7 Leg uit waarom een te groot gebruik van vitamine C juist schadelijk kan zijn (zie vraag 1.6).

In deze opdracht ben je een aantal advertenties tegen gekomen over de werking van anti-oxydanten. In een artikel in het *Chemisch Weekblad* heeft prof. dr. A. Bast geschreven over dit onderwerp. Hieronder staat de kop van het artikel.

Chemici moeten prietpraat aanvallen

Natuurlijk is altijd goed en synthetisch altijd slecht, zo lijkt het brede publiek te denken. Onzin, want 'natuurlijk gezond'-reclames staan vol prietpraat. Chemici moeten in de tegenaanval, maar hoe? Nuances aanbrengen of juist met ongenuanceerde tegenvoorbeelden komen?

- 8 Ben je het eens met de titel van zijn artikel? Geef een korte toelichting op je antwoord.

ONTPLOFFING

De Volkskrant, 2 augustus 1993

Zware ontploffing bij Hoogovens leidt tot grote schade

ANP

IJMUIDEN

Op het terrein van Hoogovens IJmuiden heeft zondagmiddag een zware ontploffing plaatsgehad, die werd gevolgd door een korte brand. Er zijn geen gewonden gevallen. Volgens woordvoerder J. Bruning is de materiële schade mogelijk omvangrijk.

De explosie deed zich omstreeks kwart over twaalf voor in een produktiehal van de ammoniakfabriek van DSM-Meststoffen. Door nog onbekende oorzaak ontstond daar een lek in een vat met licht ontvlambare waterstof. De uitstromende waterstof ontbrandde spontaan. De ex-

plosie was tot in de wijde omtrek van Hoogovens te horen. De brandende waterstof kon door de bedrijfsbrandweer van Hoogovens snel worden geblust.

Een deel van de ammoniak-installatie heeft explosie- en brandschade, maar de omvang en ernst daarvan is nog onduidelijk. Een groot aantal ruiten in de fabriek en omliggende panden sneuvelde. Omdat de DSM-vestiging centraal op het terrein van Hoogovens ligt, bleef de schade beperkt. Op het moment van de explosie waren er geen medewerkers in de buurt van de waterstofvoorraad. Volgens de woordvoerder is er geen gevaar geweest voor omringende woonwijken of de volksgezondheid.

In de fabriek wordt langs chemische weg uit onder meer waterstof en zuurstof ammoniak vervaardigd. DSM gebruikt dat voor de vervaardiging van kunstmest.

Er heeft een ontploffing plaatsgevonden.

- 1 Geef de formule van de stof die ontplofte.
- 2 Geef de vergelijking van de optredende reactie bij de ontploffing.

Waterstof is één van de grondstoffen waarmee ammoniak gemaakt wordt.

- 3 Leg uit of ammoniak kan ontstaan uit de stoffen die genoemd worden in de laatste alinea.
- 4 Geef de reactievergelijking van de vorming van ammoniak uit de grondstoffen.
- 5 Leg met behulp van deze reactievergelijking uit, waarom de deeltjesverhouding waterstof : stikstof precies 3 : 1 moet zijn.
- 6 Waar haalt de fabriek waarschijnlijk stikstof vandaan?

STROOM UIT AFBREEKBAAR AFVAL

De Volkskrant, 7 augustus 1993

Vergasser maakt stroom uit afbreekbaar afval

Van onze verslaggever

AMSTERDAM

De provincie Noord-Holland en het Noordhollandse elektriciteitsbedrijf PEN willen samen met het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) een vergasser bouwen, waarin elektriciteit wordt gemaakt uit biologisch afbreekbaar afval. De vergasser wordt de grootste in zijn soort ter wereld. Het plan is een installatie te bouwen waarin jaarlijks 100 duizend ton droog afval kan worden verwerkt. Het gaat om organisch afval uit huisvuil (de gtfractie: groente-, fruit- en tuinafval), om rioolslib maar ook om caodoppen, afval van bloembollenbedrijven en plantsoenafval.

Het afval wordt bij een temperatuur van 800 graden Celsius vergast, waarbij brandbaar koolmonoxydegas, methaangas en waterstofgas worden gevormd. Daarmee is in een gasturbine met een hoog rendement elektriciteit te maken.

De demonstratie-vergasser krijgt een elektrisch vermogen van 20 megawatt en kan voorzien in 2 procent van het elektriciteitsverbruik in de provincie Noord-Holland. De bouwkosten bedragen zo'n honderd miljoen gulden.

Als alles meezit, valt begin 1994 een beslissing over de bouw. De fabriek kan dan medio 1995 stroom leveren.

De bouwkosten van zo'n eerste

vergassingsfabriek, op basis van bekende technologie uit onder andere Zweden, zijn nu nog twee maal te hoog.

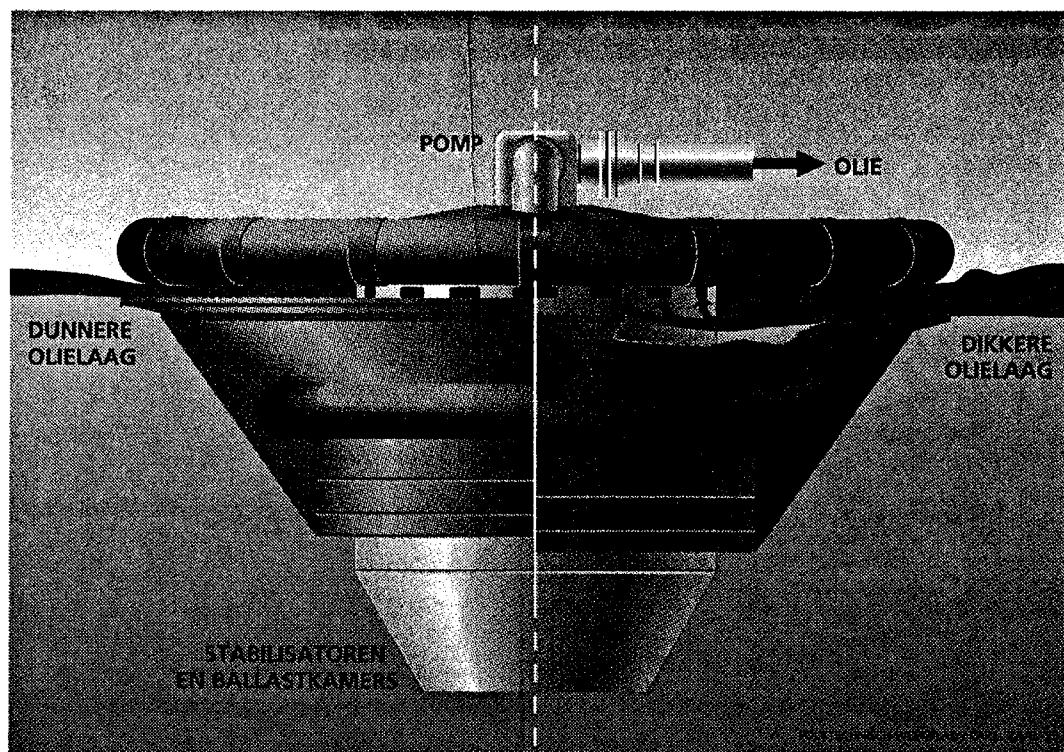
Door de ervaring die na de bouw van vijf van dergelijke installaties wordt opgedaan, zal de bouw prijs zo ver dalen, dat stroom tegen een concurrerende prijs kan worden geproduceerd, aldus dr C. van der Klein van het ECN. In de provincie is voldoende aanbod van afval voor een dergelijk aantal installaties.

- 1 Welke stoffen ontstaan bij de vergassing van gft-afval?
- 2 Geef de stoffen die bij de vergassing ontstaan in symbolen weer.

Hoewel gft-afval geen zuivere stof is, kunnen we gft-afval toch wel in symbolen weergeven.

- 3 Geef gft-afval in symbolen weer. Licht je antwoord toe.
- 4 Geef de vergassing van gft-afval in een reactieschema met symbolen weer.
- 5 Beschrijf in eigen woorden de stappen van het proces dat in de titel van het artikel wordt genoemd.

DRIJVENDE POMPINSTALLATIE HAALT OLIE VAN HET WATER



ETTEN-LEUR - Ongelukken met supertankers en olielozingen op zee vormen een gesel van de moderne tijd. Het Nederlands bedrijf Willser meent dat zijn drijvende pompinstallatie in snel tempo grote hoeveelheden olie van het zeewater kan opzuigen, waardoor de schade aan het leefmilieu beperkt blijft.

Willser in Etten-Leur, gespecialiseerd in centrifugaalpompen, tracht momenteel bij tal van instanties de *oil-swallow* onder de aandacht te brengen. Dat zijn niet alleen potentiële afnemers als de havenauthoriteiten of rederijen van grote olietankers maar ook de Europese Gemeenschap en de Brabantse Ontwikkelings Maatschappij (BOM).

CILINDER

De oil-swallow bestaat uit een grote cilinder waarin het olie-watermengsel wordt verzameld. De cilinder, langs de bovenrand voorzien van inlaatopeningen, is bevestigd aan een grote torusvormige drijver en is verder voorzien van een beweegbare constructie die de breedte van de inlaatopening regelt. Onderaan de cilinder is een balasttank gemaakt, die volloopt met water en

de constructie de nodige stabiliteit verschaft.

Door de openingen bovenin de verzamelcilinder stroomt olie met zeewater naar binnen. Onderin wordt het mengsel opgepompt, waarbij een driewegventiel zorgt voor de scheiding van water en olie. Het ventiel beschikt over een sensor, die aan de hand van de viscositeit van de vloeistof bepaalt of het om olie of water gaat. Water wordt gespuid; olie wordt omhoog gepompt en door een pijpleiding afgevoerd.

Olie wordt *van* het water gehaald. Olie en water mengen dus niet, maar dat wist je al.

- 1 Leg uit waarom olie en water niet mengen.
- 2 Welke stof heeft een grotere viscositeit, water of olie? Licht je antwoord toe.
- 3 Leg uit waarom olie aan de bovenkant wordt weggepompt.

WATER ALS OPLOSMIDDEL

De Gelderlander, 18 september 1993

Water als oplosmiddel

‘Water, water, kijk naar het water
Kijk naar het water en leer er van
Leer wat het water je leren kan’

Aldus ooit Jules de Corte toen hij als een 20ste eeuwse Franciscus in een ‘Zonnelied’ de elementen aarde, vuur, lucht en water bezong.

Door Andreas Schelfhout

Water is een van de meest voorkomende stoffen op aarde. Het is een kleurloze, smaakloze en geurloze vloeistof. We wassen ons met water en velen drinken het tegenwoordig alleen als er niets beters voorhanden is.

„Het kan niet eens branden,” zegt Akzomedewerker ir. Klaas Besseling, „ieder kind weet wat water is.” Toch promoveert hij aanstaande maandag op een proefschrift over water aan de Landbouwniversiteit Wageningen. Ir. Besseling: „Bij nader inzien blijkt water een bijzonder interessante stof. Alle levende

wezens bijvoorbeeld bestaan voor het grootste deel uit water. Zonder water is er geen leven mogelijk.”

Het menselijk lichaam bestaat voor ongeveer zestig procent uit water. Maar in het lichaamswater zijn allerlei stoffen opgelost. Om er een aantal te noemen: verschillende zouten zoals gewoon keukenzout (natriumchloride), dubbelkoolzure soda (natriumbicarbonaat) en verder kalium-, calcium-, en magnesiumzouten; druivensuiker (glucose) en vetzuren die voor de energietoevoer zorgen; aminozuren die als bouwstoffen dienen voor de lichaamseiwitten; allerlei hormonen en verder verschillende sporenelementen als ijzer en jodium.

- 1 Schrijf de stoffeigenschappen van water op die in het stukje tekst worden genoemd.

Water dient als oplosmiddel. Water heeft ook nog een andere functie in je lichaam.

- 2 Welke andere functie?

In het water in je lichaam zijn onder andere aanwezig: calciumzout, druivensuiker en aminozuren.

- 3 Beschrijf de functie van elk van de genoemde stoffen.

Water

‘Water, water, kijk naar het water
Kijk naar het water en leer er van
Leer wat het water je leren kan’

Aldus ooit Jules de Corte toen hij als een 20ste eeuwse Franciscus in een ‘Zonnelied’ de elementen aarde, vuur, lucht en water bezong. Vanaf de oudheid werd water als element – een stof die chemisch niet verder herleidbaar is – beschouwd. Sinds 1783, toen de Franse natuurkundigen Lavoisier, Meusnier en Monge met een gloeiende ijzerstaaf erin slaagden water te ontleden, weten we dat water een verbinding is van waterstof en zuurstof (H_2O) en is water voor vele onderzoekers een fascinerende stof.

Theorie verklaart en voorspelt gedrag van watermoleculen

Chaos

Wanneer stoffen zijn opgelost in water, betekent dit dat de stoffen in hun kleinste mogelijke deeltjes – als moleculen – in het water voorkomen. Over het oplopend vermogen van water en hoe de moleculen zich vervolgens ten opzichte van elkaar gedragen, gaat het proefschrift van ir. Besseling.

Ir. Besseling: „Als je weet dat water uit waterstof en zuurstof bestaat, weet je eigenlijk nog niets. Mijn proefschrift gaat niet zozeer over de eigenschappen van watermoleculen, maar hoe die eigenschappen leiden tot de eigenschappen van water die men elke dag ervaart.”

„Over water is veel bekend, maar het meeste wordt nog steeds niet goed begrepen. Een liter water bestaat uit enorm veel moleculen, een getal dat je al gauw met vijftig cijfers moet schrijven. In zo’n liter is het een enorme chaos. Watermoleculen trekken elkaar aan en stoten elkaar af. Er worden tussen de moleculen voortdurend waterstofbruggen gebouwd en weer afgebroken. Dat gekrioel zorgt ervoor dat water niet bij elke temperatuur ijs is. In ijs zijn de moleculen tenslotte perfect geordend. Die balans tussen orde en wanorde stelt het water zelf in.”

Als je weet dat water uit waterstof en zuurstof bestaat weet je nog maar weinig.

- 1 Hoe kun je bewijzen dat water uit waterstof en zuurstof bestaat? Leg duidelijk uit.

Een liter water bestaat uit een enorm aantal moleculen.

- 2 Bereken het aantal moleculen water in één liter water van 293 K.

Watermoleculen trekken elkaar aan en stoten elkaar af.

- 3 Laat in een tekening zien wanneer watermoleculen elkaar aantrekken en wanneer ze elkaar afstoten.

Er worden voortdurend waterstofbruggen gevormd en afgebroken.

- 4a Laat zien hoe je in water waterstofbruggen weergeeft.

4b Leg uit hoe het komt dat waterstofbruggen weer afgebroken worden.

In water in de vaste fase zijn de molekulen perfect geordend.

5 Hoe noem je die ordening?

Helmonder in actie tegen Edah-emmer

(Van een onzer verslaggevers)

HELMOND – Helmonder M. van Schaijk heeft, samen met zijn advocaat mr E. Asselbergs, de Consumentenbond per brief gevraagd druk uit te oefenen op de Edah om ijzeren emmers die het supermarkt-concern weggeeft te vervangen door echte zinken. Alvorens ook naar de rechter te stappen, wacht hij eerst de reactie van de Consumentenbond af.

Van Schaijk had bij de supermarkt twee pakken waspoeder gekocht. De Edah voert een reclame-campagne rond het wasmiddel door er een – volgens de aanbieding – 'zinken' emmer bij cadeau te doen. Volgens Van Schaijk zijn de em-

mers van ijzer en niet van zink. Toen de Edah de emmers niet wilde vergoeden en evenmin uit de „handel” wilde halen, heeft Van Schaijk een advocaat in de arm genomen.

Een woordvoerder van de Edah vindt dat Van Schaijk „de zaak een beetje ver doorvoert”. „Wij hebben de emmers van de producent van het wasmiddel gekocht. Een zinken bovenlaag moet het roesten van het ijzer tegengaan. In de volksmond wordt zo'n verzinkte emmer nu eenmaal een zinken emmer genoemd. Emmers van 100% zink zijn nergens te koop. Meneer doet maar wat hij niet laten kan. Als de Consumentenbond achter zijn standpunt staat dan horen we het wel.”

In het artikel *Helmonder in actie tegen Edah-emmer* uit het Eindhovens Dagblad van 18 september 1993 is sprake van ijzeren en zinken emmers.

Om te onderzoeken of een emmer van 100% zink of ook van ijzer gemaakt is, wordt een stukje 'emmer' aan zoutzuur toegevoegd.

- 1 Beschrijf met een reactievergelijking welke reactie er plaatsvindt als de emmer van 100% zink gemaakt zou zijn.
- 2 Beschrijf met een reactievergelijking welke reactie er plaatsvindt als de emmer van 100% ijzer gemaakt zou zijn.
- 3 Leg uit hoe de verkregen oplossing gebruikt kan worden om na te gaan of de emmer van 100% zink of ook van ijzer gemaakt is.
- 4 Waarom wil Van Schaijk liever een zinken dan een ijzeren emmer?
- 5 Wie heeft volgens jou gelijk: Van Schaijk of de Edah? Leg uit waarom je dat vindt.

ALUMINIUMFOLIE

Allerhande, 10, 1993

Onder welke omstandigheid oxydeert aluminiumfolie?

Voor een salade had ik een bakje selleriesalade en vleessalade door elkaar gemengd en er nog een kleingesneden appel en augurk aan toegevoegd. Ik heb het schaaltje afgedekt met aluminiumfolie in de koelkast gezet. Toen ik de salade uit de koelkast nam, zaten er kleine gaatjes in de folie en de folie lag als een poeder op de salade. Ik neem aan dat het oxydatie is, maar wat is de oorzaak hiervan?

MEVR. G. TE 'S-G.

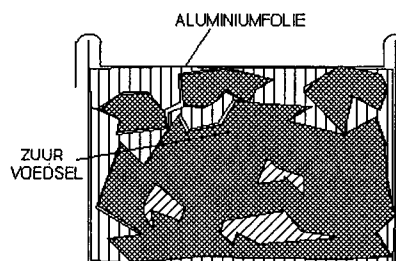
Aluminiumfolie oxydeert wanneer het in aanraking komt met zure levensmiddelen. Omdat we veel vragen krijgen over de toepassing van aluminiumfolie, hebben we besloten op de AH verpakking advies te geven over het gebruik ervan. Op de verpakking staat nu onder meer: 'Roestvrij-stalen pannen en schalen met zure produkten (bijv. zure haring, citroen, salades) niet met aluminiumfolie afdekken, daar de folie aangetast kan worden'. Bovendien adviseren we de doffe kant naarbuiten en de glimmende kant naarbinnen te gebruiken als afdekking voor gebruik in de oven.

- 1 Geef de formule van het deeltje dat levensmiddelen zuur laat smaken.

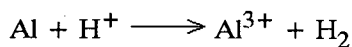
Met 'oxydatie' wordt hier niet bedoeld de reactie van een stof met zuurstof, maar het afstaan van elektronen.

- 2 Geef van dit 'oxyderen' van aluminium de vergelijking van de halfreactie.

- 3 Waar blijven de aluminium-ionen die zijn ontstaan:
 - a in de lucht;
 - b in het voedsel;
 - c in de aluminiumfolie?



- 4 De reactie tussen aluminium en waterstofionen is hieronder onvolledig weergegeven. Neem de vergelijking over en maak deze kloppend:



- 5 Geef de formule van het deeltje dat bij deze reactie elektronen opneemt.

ZURE FRISDRANK

De Volkskrant, 30 oktober 1993

Veel minder honger door zure frisdrank

Twee onderzoekers van het laboratorium van Pepsico in Valhalla in de staat New York hebben een frisdrank ontwikkeld die de eetlust vermindert. Woordvoerders van het bedrijf zeggen van niets te weten, maar een rondgang door de bibliotheken van diverse patentbureaus in de wereld leverde *New Scientist* voldoende gegevens op over het bewuste drankje. Dat blijkt uit de uitgave van 23 oktober van het Britse blad.

De onderzoekers van Pepsico, Opokua Kwapong en Valerie Fedun-Jackson, ontdekten dat een frisdrank met een hoge zuurconcentratie de eetlust onderdrukt. Wordt het drankje voor de maaltijd ingenomen, dan wordt er tot dertig procent minder gegeten. Een verklaring is

niet bekend. Het drankje is uitgeprobeerd op een panel vrijwilligers dat het twintig minuten voor de maaltijd – macaroni en rundvlees – opdronk.

Het patent, dat in januari 1992 door Pepsico werd gedeponeerd, beschrijft een frisdrank die op zijn minst vijftig maal zuurder is dan gewone limonade. De zuurtegraad wordt boven een waarde van 2,5 gehouden. De zure smaak, veroorzaakt door citroen- en fosforzuur, wordt gemaskeerd door kunstmatige zoetstoffen als saccharine en aspartaam, en door toevoeging van bijvoorbeeld grapefruitsap.

- 1 Geef de formule van fosforzuur
 - 2 Welk deeltje is verantwoordelijk voor de zure smaak van de frisdrank?
 - 3 Bereken $[H^+]$ in frisdrank waarin de pH gelijk is aan 2,5.
- In het artikel staan ook gegevens over de zuurgraad van gewone limonade.
- 4 Bereken de pH die gewone limonade heeft.

BIJZONDER SILICIUM

Chemisch Weekblad 89 (33), 3, 1993



Bijzonder silicium. Goed nieuws voor silicium-onderzoekers: aan de Universiteit van München hebben chemici voor het eerst een moleculair silicium-tetrahedron (Si_4) gesynthetiseerd. Siliciumtetrahedra komen als Si_4^{4-} voor in alkali- en aardalkali-verbindingen, zoals NaSi en BaSi_2 , maar tot nu toe was het onmogelijk om een moleculair tetrasilaterahedraan in het lab te maken. De Duitsers slaagden er echter wel in en publiceerden onlangs over de geel-oranje verbinding *tetrahedro-tetrasilaan* Si_4H_4 die bestand is tegen hitte, licht, water en lucht. (C&EN, vol 71, 09/08/93, blz 18)

- 1 Welk type binding verwacht je in NaSi en BaSi_2 ? Licht je antwoord toe.
- 2 Leg uit dat de formule van NaSi en BaSi_2 niet juist is als men uitgaat van het in het artikel genoemde Si_4^{4-} -ion.

In het oorspronkelijke artikel in C&EN staat vermeld dat het om het Si_4^{4-} -ion gaat.

- 3 Kloppen de formules NaSi en BaSi_2 wel als men uitgaat van het Si_4^{4-} -ion? Licht je antwoord toe.
- 4 Welk type binding(en) verwacht je in Si_4H_4 ?

6 Vwo

- 5 Teken de elektronenformule van het Si_4^{4-} -ion.

DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Smaakmaker azijn	57
Bomen en bodemverzuring	58
Zwavel en zwaveldioxyde	58
Olieprodukten uit aardgas	58
Zonne-elektriciteit	59
Corrosie	60
Magnetron bij hydrolyse cellulosehoudend afval	60
Lucifers uit gifholen	61
Warmte en koude door zout	63
De mens als kameleon	65
Recycle-unit voor zuurstof	65
Goud, een magisch metaal	66
Zuurstof, goed of slecht?	67
Ontploffing	70
Stroom uit afbreekbaar afval	70
Olie van het water	71
Water als oplosmiddel	71
Water	71
Edah-emmer	72
Aluminiumfolie	72
Zure frisdrank	72
Bijzonder silicium	72
Chemisch rekenen aan experimenten II	74
Consumentenproeven in de klas	76

Blauw

Blauw



Smaakmaker azijn

Antwoorden

- 1 Koolstof, waterstof en zuurstof.
- 2 Alcohol: C_2H_6O en azijnzuur: $C_2H_4O_2$.
- 3 Ja, de stoffeïgenschappen zijn veranderd. Alcohol ruikt en smaakt niet zuur, azijn wel. Ook: ja, er is een ander molecuul ontstaan.
- 4 Zuur.
- 5 Voor de omzetting van alcohol in azijnzuur is zuurstof nodig. Bij een open vat is er contact met luchtzuurstof, bij een gesloten vat niet.
- 6 Alcohol + zuurstof $\longrightarrow$ azijnzuur + water.

Achtergrondinformatie

Allerhande 63, november 1993

Belangrijke

ingrediënten zijn

alcohol en lucht

Pas na de Middeleeuwen ontdekten de Nederlander Boerhaave dat voor het maken van azijn niet per se wijn of bier nodig was, maar wel alcohol en lucht. Hij wist nog niets van azijnzuurbacteriën (die werden pas vorige eeuw door Louis Pasteur ontdekt), maar ontwikkelde wel een methode die nog steeds aan de huidige manier van azijn maken ten grondslag ligt. Hij liet water, waarin rozijnen hadden geweekt, een alcoholische gisting ondergaan. Deze vloeistof deed hij over in twee kuipen, waarin rozijnestelen lagen. Hij pompte de vloeistof voortdurend van de ene kuip in de andere. Hierdoor kregen de azijnzuurbacteriën uit de lucht vat op alle vloeistof, in plaats van alleen op het oppervlak en konden zich op de rozijnestelen ontwikkelen. Later werd het rozijnenvocht vervangen door moutwijn en de rozijnestelen door beukekrullen.

Azijsfabrieken

Tegenwoordig wordt azijn in moderne fabrieken gemaakt. Landbouwalcohol, gemaakt van suikerbieten, wordt met azijn en water verdund tot het alcoholpercentage 12% is. (Bij een hoger alcoholpercentage sterven de azijnzuurbacteriën af.) Dit mengsel wordt overgebracht naar een grote generator (acetator) van ca. 5½ meter hoog, 5 meter breed en met een inhoud van zo'n 100.000 liter. Op de bodem ligt een rooster met een laag beukekrullen, waarop cultures van azijnzuurbacteriën zijn aangebracht. Terwijl de vloeistof door de beukekrullen sijpelt, zetten de azijnzuurbacteriën bij een constante temperatuur van 30 °C en met behulp van zuurstof die onder de krullen door wordt gepompt, de alcohol om in azijn. De vloeistof wordt steeds weer opnieuw over de beukekrullen geleid, net zo lang tot alle alcohol is omgezet in azijn. Dan wordt de azijn overgebracht naar grote kunststof vaten om tot rust te komen en een tijd (o.a. naar gelang de smaak) te rijpen. Duurdere soorten als wijnazijn laat men rijpen in eike-

houten vaten. Dit rijpen of 'lageren' duurt enkele maanden tot een jaar. In deze tijd ontwikkelen de geur en smaak van de azijn zich. Na het rijpen wordt de azijn gefilterd en gepasteuriseerd om alle bacteriën te doden. Tot slot wordt de azijn verpakt in glazen of kunststof flessen.

Witte en gele

natuurazijn

Natuurazijn is zo helder als water. Gele azijn wordt gemaakt door deze heldere azijn te kleuren met karamel. Enkele jaren geleden werd er meer gele azijn (70%) dan witte azijn (30%) verkocht. Nu is die verhouding ongeveer fifty-fifty. Vroeger was natuurazijn, om zich te onderscheiden van kunstazijn, herkenbaar aan de blauwe dop met daarop een 'N'. Nu wordt duidelijk op het etiket vermeld dat het om natuurazijn gaat. Kunstazijn werd gemaakt van chemisch bereide en verdunde azijn-essence, maar is niet meer te koop en wordt ook niet meer industrieel toegepast.

Minimaal 4% azijnzuur

Azijn moet volgens de Warenwet tenminste 4% azijnzuur bevatten. Nederlandse azijn bevat meestal niet meer dan 4,5 tot 5% azijnzuur. In andere landen is azijn vaak zuurder. In Frankrijk bevat azijn 6% azijnzuur, in België 7 tot 8% en in Portugal zelfs 10 tot 15% azijnzuur.

Bomen en bodemverzuring

Antwoorden

- 1 Boomwortels dragen zelf bij aan de verzuring.
- 2 Micro-organismen.
- 3 Zwaveldioxide SO_2 , stikstofoxide(n) NO_x (NO/NO_2)
- 4 '... dat de ene verbinding negatief en de andere positief is geladen.' want stoffen zijn neutraal.
- 5 nitraat: NO_3^- ammoniak: ammonium NH_4^+
- 6 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- 7 (Bijvoorbeeld) een bekend aantal mol ammoniak oplossen en (bijv.) via pH-meting nagaan dat minder mol OH^- ontstaan is dan het aantal mol dat werd opgelost.
- 8 $\text{NH}_4^+ + 2 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- 9 NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, K_3PO_4 , KNO_3 .

Zwavel en zwaveldioxyde

Antwoorden

- 1 Artikel A: in de titel heeft men het over 'zwavel' ; artikel B: hier over 'zwaveldioxyde'.
Artikel A: uit de titel volgt 'meeste zwavel uit vulkanen' ; artikel B: hier staat 'meeste zwaveldioxide door de mens'.
- 2 In artikel A wordt element zwavel in zwaveldioxide bedoeld. De mens produceert de meeste zwaveldioxide (artikel B) maar van de overige productie komt het meeste van de slapende vulkanen (artikel A).
- 3 A: 9 megaton, is (zie binastabel 2) $9 \cdot 10^6$ ton
B: 9 miljoen ton, is ook $9 \cdot 10^6$ ton.
- 4 $9 \cdot 10^6 \text{ ton} = 9 \cdot 10^9 \text{ kg} = 9 \cdot 10^{12} \text{ g}$, dat is $9 \cdot 10^{12} / 64,1 = 0,14 \cdot 10^{12} \text{ mol}$, afgerond (significantie) $1 \cdot 10^{11} \text{ mol}$.
- 5 $0,14 \cdot 10^{12} \cdot 24,0 = 3,36 \cdot 10^{12} \text{ liter}$, afgerond $3 \cdot 10^{12} \text{ liter}$.
- 6 Molekullen (opgebouwd uit atomen).
- 7 $0,14 \cdot 10^{12} \cdot 6,0 \cdot 10^{23} = 0,84 \cdot 10^{35}$ molekullen, afgerond $8 \cdot 10^{34}$ molekullen

Olieprodukten uit aardgas

Antwoorden

3 havo, 4 mavo

- 1 CH_4 , H_2 , CO .
- 2 In de reactieprodukten is het element O aanwezig. Zuurstof is niet aanwezig in de uitgangsstof aardgas. De stof waarmee aardgas reageert moet dus in ieder geval het element O bevatten.
- 3 Men heeft dan te maken met een ongunstigere deeltjesverhouding. Er blijft dan van één van de grondstoffen teveel over. De omzetting van die grondstof heeft een laag rendement.
- 4 Het zijn koolwaterstoffen, dus koolstof en waterstof.
- 5 Uit één stof ontstaan meerdere stoffen. Een ontledingsreactie.
- 6 Er komen geen ongewenste lichte koolwaterstoffen vrij door gebruik te maken van een katalysator.

5 havo/vwo

- 1 I $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$
II $2 \text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{CO} + 4 \text{H}_2$
Er moet een mengsel van CO en H_2 ontstaan in de verhouding 1 : 2. Bij reactie II ontstaat het mengsel in deze verhouding.
- 2 Laat men het mengsel langzaam warmer worden tot de stikstof verdampt bij 77 K. De vloeistof die overblijft is hoofdzakelijk zuurstof.
- 3 Hogere kosten door een extra fabriek die nodig is.
- 4 $\text{CO} : \text{H}_2 = 1 : 2$; het is precies de verhouding waarin de stoffen met elkaar reageren in het SMDS-proces.
- 5 Ja, daar wordt synthesesgas juist in de verhouding $\text{CO} : \text{H}_2 = 1 : 2$ gevormd.
- 6 De stof met lange paraffine-ketens wordt afgebroken tot stoffen met kortere ketens.
- 7 Kraken.

Zonne-elektriciteit

Antwoorden

- 1a Ontledingsreactie.
- 1b $2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$.
- 2 Positieve elektrode: $4 \text{OH}^- \longrightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$.
Negatieve elektrode: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$.
- 3 $1,2 \text{ m}^3 = 1200 \text{ dm}^3 \approx 1200/24,5 = 49,0 \text{ mol}$.
- 4 Om ervoor te zorgen dat alle eventueel storende stoffen verwijderd zijn.
- 5 $8500 \text{ W per } 150 \cdot 36 = 5400 \text{ zonnecellen}$. Per cel $8500/5400 = 1,6 \text{ W}$.
- 6 $1000 \text{ W per m}^2 \approx 0,1 \text{ W per cm}^2$. Dus $1,6 \text{ W}$ komt overeen met 16 cm^2 .
- 7 Het vermogen is $5,2 \text{ kW}$. Als het apparaat 1 uur werkt, gebruikt het $5,2 \text{ kWh} = 5,2 \cdot 3,6 \cdot 10^6 = 1,87 \cdot 10^7 \text{ J}$.
- 8a $120 \text{ A} = 120 \text{ C/s}$. Per uur $120 \cdot 3600 = 4,32 \cdot 10^5 \text{ C} \approx 4,32 \cdot 10^5 / 9,6 \cdot 10^4 = 4,5 \text{ mol e}^- \approx 2,25 \text{ mol H}_2 \approx 2,25 \cdot 24,5 = 55,1 \text{ dm}^3 \text{ waterstofgas per cel}$. Dus voor $1,2 \text{ m}^3$ nodig $1200/55,1 = 22 \text{ cellen in serie}$.
- 8b Per cel dan $45/22 = 2,06 \text{ V}$.
- 9a $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- 9b Dan wordt $49,0 \text{ mol}$ verbrand tot waterdamp. Hierbij komt $49,0 \cdot 2,42 \cdot 10^5 \text{ J} = 1,19 \cdot 10^7 \text{ J}$ vrij.
- 10 De hoeveelheid energie die door het apparaat gebruikt wordt is groter dan de hoeveelheid energie die bij de verbranding vrijkomt. Oorzaken: er zal altijd warmteverlies optreden; berekening bij 9b gaat over waterdamp terwijl water ontleed is.
- 11 De waterstof kan verbrand worden. De stoom kan een turbine aandrijven die een dynamo in werking zet. De chemische energie in waterstof wordt omgezet in elektrische energie op de plaats van de verbranding.
- 12 Zonne-energie is zo goedkoop dat de productie- en transportkosten voor waterstof lager zijn dan de kosten van transportleidingen voor elektriciteit.
- 13 Voor de elektrolyse is water nodig.
- 14a Aardgas hoeft niet geproduceerd te worden, dus goedkoper. Investeringskosten voor zonnecellen zijn hoog.
- 14b Aardgas raakt een keer op, zonnestraling nog lang niet. Aardgas geeft koolstofdioxide bij verbranding, waterstof niet. Dus waterstof is milieuvriendelijker.

Opmerking

Het antwoord op vraag 8b komt overeen met de waarden uit Binas. Volgens de tabel 48 nodig $1,23 \text{ V} + \text{overspanning van circa } 0,8 \text{ V}$; totaal $2,0 \text{ V}$.

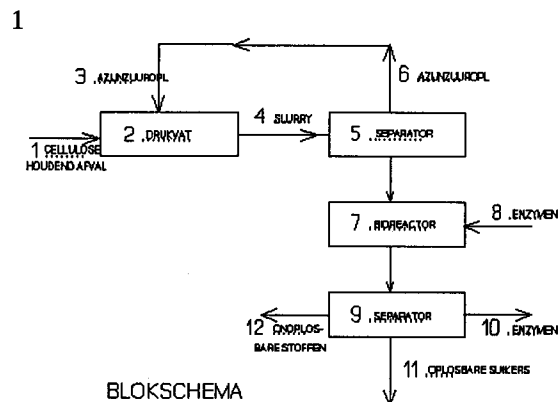
Corrosie

Antwoorden

- 1 H_2 .
- 2 Licht ontvlambaar (explosief).
- 3 $2 H_2 + O_2 \longrightarrow 2 H_2O$.
- 4 Corrosie is de reactie van een metaal met stoffen in de lucht.
- 5 De leiding was ingepakt in isolatiemateriaal.
- 6 Verven, galvaniseren, teren, invetten, coaten.
- 7 Onedele metalen reageren snel met stoffen uit de lucht. IJzer/staal ook, maar ijzer roest door. De meeste onedele metalen vormen beschermende oxydelaagjes, ijzer niet.

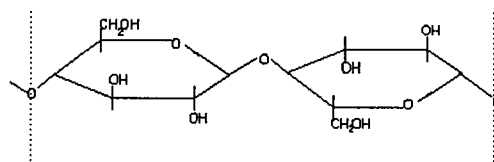
Magnetron bij hydrolyse cellulosehoudend afval

Antwoorden



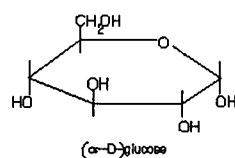
- 2 Ontleding door water.

3a



Repeterende eenheid in cellulose

3b

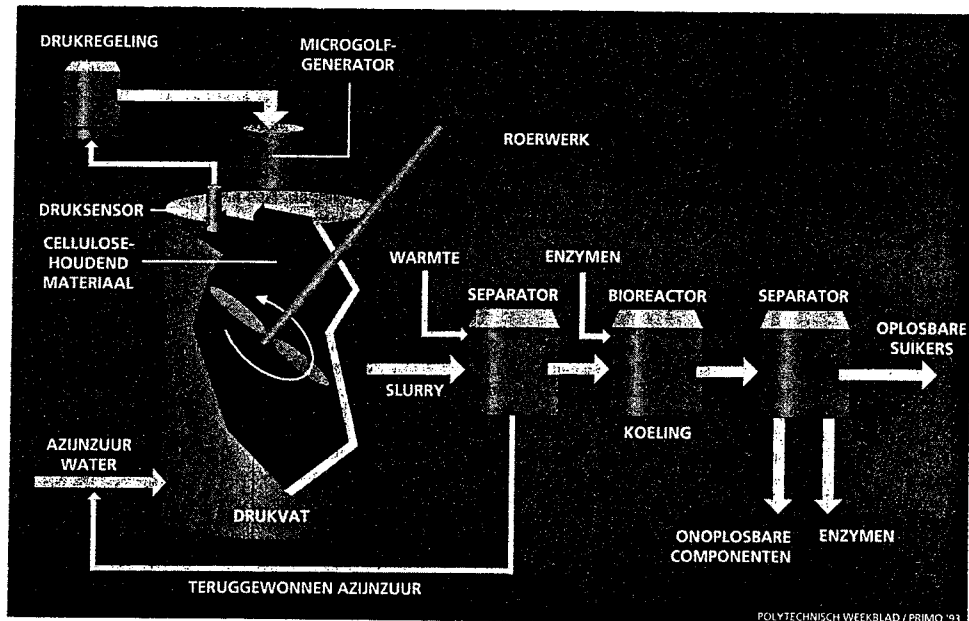


- 4 Filtreren, centrifugeren.
- 5 Neen, enzymen hebben de uitgang -ase. Cellulase zal de naam moeten zijn.
- 6 Blijkbaar de optimale omstandigheden van het enzym cellulase.

- 7a Sachariden zijn koolhydraten, stoffen met de algemene formule $C_nH_{2m}O_m$.
- 7b Sachariden bezitten veel OH-groepen. Mogelijkheid tot waterstofbrugvorming met water.
- 8 $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2 C_2H_6O + 2 CO_2$

Krantemateriaal

PolyTechnisch Weekblad 24 (39/40), 1, 1993



Lucifers uit gifholen

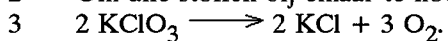
Antwoorden

1

Stoffen in de luciferkop			
Soort lucifer	Naam	Formules	Problemen
Eerste lucifer van Friedrich Kammerer	1 Gom	1 xxxxxxxx	Ontbrandde niet of explodeerde
	2 Zwavel	2 S	
	3 Kaliumchloraat	3 $KClO_3$	
	4 Antimoonsulfide	4 SbS	
Lucifer met fosfor erbij van Kammerer	1 Gom	1 xxxxxxxx	Ontbrandde te goed
	2 Zwavel	2 S	
	3 Kaliumchloraat	3 $KClO_3$	
	4 Fosfor	4 P	
	5 Antimoonsulfide	5 SbS	

Stoffen in de luciferkop			
Soort lucifer	Naam	Formules	Problemen
Kaliumchloraat vervangen door menie en bruin- steen	1 Gom	1 xxxxxxxxxx	Ontbrandde te goed Fosfor was giftig
	2 Zwavel	2 S	
	3 Menie	3 Pb_3O_4	
	4 Bruinsteen	4 MnO_2	
	5 Fosfor	5 P	
	6 Antimoonsulfide	6 SbS	
Kaliumchloraat vervangen door menie en salpeter	1 Gom	1 xxxxxxxxxx	Ontbrandde te goed Fosfor was giftig
	2 Zwavel	2 S	
	3 Menie	3 Pb_3O_4	
	4 Salpeter	4 MnO_2	
	5 Fosfor	5 P	
	6 Antimoonsulfide	6 SbS	
Kaliumchloraat vervangen door loodperoxyde en loodnitraat	1 Gom	1 xxxxxxxxxx	Ontbrandde te goed Fosfor was giftig
	2 Zwavel	2 S	
	3 Loodperoxyde	3 PbO_2	
	4 Loodnitraat	4 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	
	5 Fosfor	5 P	
	6 Antimoonsulfide	6 SbS	

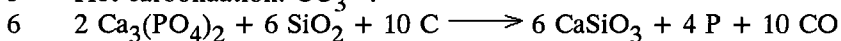
2 Om alle stoffen bij elkaar te houden.



4

Naam	Formule	Percentage
Calciumfosfaat	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	80%
Calciumcarbonaat	CaCO_3	10%
Calciumfluoride	CaF_2	Samen 10%
Magnesiumfosfaat	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	

5 Het carbonaation: CO_3^{2-} .



7 Witte fosfor is giftig, rode niet.

RODE FOSFOR EN ZWEEDSE LUCIFERS

In 1845 deed de Weense fabrikant Römer een bijzondere ontdekking. Hij constateerde dat als hij witte fosfor verhitte, deze bij een bepaalde temperatuur overging in een stabiele donkerrode stof. Het bijzondere aan die ontdekking was dat deze rode fosfor het antwoord bleek te zijn op een lastig probleem waar de toenmalige luciferindustrie mee te maken had. Het belangrijkste bestanddeel van luciferkopies was destijds namelijk witte fosfor, een stof die zeer heftig kon ontbranden en die betoogd moest worden door bepaalde additieven aan toe te voegen.

De grootste ellende van die eerste witte fosforlucifers was echter de giftigheid. Dat veroorzaakte een hoop narigheid, met name in de luciferfabrieken. Phosphorvergiftiging, een beroepsaandoening ten gevolge van fosfordampen, vrat de tanden en de tandwortels van de arme werknemers aan, woekerde verder door het kaakbeen en kon voor afschrikkelijke verminkingen zorgen. De rode variant bleek echter vrij onschadelijk en brandde ook lang niet zo explosief.

Rode fosfor kon echter niet zomaar door wrijving tot ontbranding worden gebracht. Een mengsel van rode fosfor, kaliumchloraat en zwavelantimon over een ruw strijklak van rode fosfor en glaspoeder wreef. Dat was een doorbraak. De vinding van Böttger legde de basis voor de 'fosforvrije' of Zweedse lucifers.

De grote stap voorwaarts werd gezet in 1850 door de Duitse chemicus Böttger. Hij kwam op het idee het brandbare mengsel als het ware in tweeën te verdelen. De Duitse scheikundige constateerde dat er een goede en ongevaarlijke ontbranding plaatsvond als je met een luciferkop van kaliumchromaat en zwavelantimon over een ruw strijklak van rode fosfor en glaspoeder wreef. Dat was een doorbraak. De vinding van Böttger legde de basis voor de 'fosforvrije' of Zweedse lucifers.

De luciferfabricage groeide in betrekke-

lijk korte tijd uit tot een massaindustrie met enorme omzetten. Lucifers waren dan ook erg populair. In 1900 schatte men het wereldverbruik op bijna 400 miljard per jaar, waarvan alleen al in Frankrijk 30 miljard.

Rond de eeuwwisseling was Zweden 's werelds grootste luciferexporteur met een jaarlijkse uitvoer van ongeveer 50 miljard lucifers. In de fabriek van Jönköping werkten niet minder dan 6000 mensen en ze was daarmee de grootste ter wereld. Maar ook Duitsland (waar nog meer werd geproduceerd dan in Zweden maar waarvoor veel minder werd geëxporteerd) bezat een enorme luciferindustrie, evenals Oostenrijk-Hongarije, Groot-Brittannië en Frankrijk, waar de luciferfabricage sinds 1872 een staatsmonopolie was. De productie lag daar in handen van de Compagnie générale des allumettes chimiques. In 1880 bezat dit concern twaalf fabrieken die gezamenlijk jaarlijks 45 000 kubieke meter hout, 1000 ton zwavel, 360 ton rode fosfor en 2500 ton papier verwerkte.

En zelfs Japan fabriceerde vanaf 1875 Zweedse lucifers. Die lucifers stelden kwalitatief niet zoveel voor, maar Japan produceerde er verschrompelijk veel en ze waren erg goedkoop. In de jaren negentig van de vorige eeuw had Japan in Nederlands-Indië al een marktaandeel veroverd van niet minder dan 85 procent. En ook in de rest van de markt in het Verre Oosten werden Europese lucifers aan het begin van deze eeuw door Japan van de markt geveegd.

Luciferfabrieken stonden meestal in houtrijke streken: in Scandinavië, Beieren bij de wouden van Compiegne of in het Harz-gebergte. Daar werden de espen, populieren en dennen gekapt die uiteindelijk hun carrière in luciferdoosjes zouden eindigen. Aan het einde van de vorige eeuw waren dergelijke fabrieken niet zelden hoog-gemechaniseerd, en dat was nodig ook want er moest tegen een betrekkelijk lage prijs een enorm hoge productie worden gehaald. Het fabricageproces begon met het in blokken zagen van

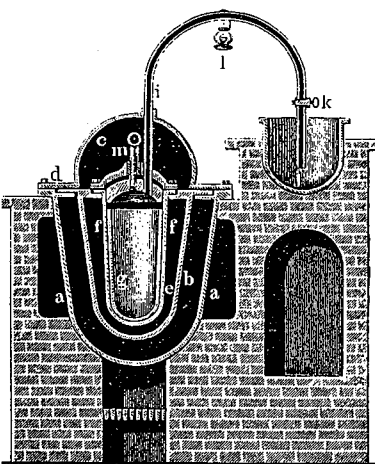
de stammen om er uiteindelijk houtjes van te maken. Daar waren verschillende methoden voor. Bij één daarvan maakte een samengevoegd mes een groot aantal evenwijdige kerfjes in het blok, met een diepte van ongeveer twee millimeter. Daarna sneed een enkelvoudig mes de houtjes los, waarna het blok twee millimeter opschoof.

Bij een andere methode zaagde een mechanische lintzaag de blokken in dunne repen, juist met de dikte van één lucifer. Daarna werden er van deze plakken vijf centimeter brede repen gesneden en ten slotte werden deze repen met een soort hakselmachine in luciferhoutjes gehakt; vijftig of meer tegelijk.

vervolgens werden de houtjes gedroogd, geïmpregneerd met paraffine en machinaal in een raam gestapeld. Overigens gebeurde dat lange tijd ook wel met de hand waarbij één goetende werknemer 200 000 houtjes per dag kon verwerken.

Zo'n raam werd vervolgens met de hand eerst in een paraffine-bad en daarna in een kaliumchloraat-deeg gedrukt, waarna de lucifer moest drogen en in feite gereed was. Ook de fabricage van de doosjes vond normaliter in dezelfde fabriek plaats. Tegen 1900 was ook dit proces vrijwel geheel gemechaniseerd, tot en met het inpakken toe.

Gerard van Nifterik



Installatie voor de omzetting van witte fosfor in rode, circa 1880. In de buitenste gietijzeren ketel (b) bevindt zich een metaalbad: een mengsel van lood en tin. Daarin is een kleinere ketel met zand geplaatst, terwijl in het zand een derde ketel is geplaatst: het vat voor witte fosfor. Op de deksel van het laatste vat was een ontluchtingsbuis die eindigde in met kwik of water gevulde ketel (j). De omzetting van witte naar rode fosfor vond plaats bij een temperatuur tussen de 230 en 250 graden Celsius. De temperatuur mocht echter nooit boven de 290 graden komen, omdat de gele fosfor dan gaat koken. Overigens plucht er witte fosfor neer te slaan tegen de wanden van de ontluchtingsbuis. Het was daarom nodig regelmatig verstoppingen weg te smelten. Met dit proces - dat circa tien dagen duurde - werd niet alle witte fosfor omgezet. Na afloop was het daarom nodig de fosformassa te behandelen met bijvoorbeeld zuavelkoolstof (CS₂). Hierin lost witte fosfor wel op, maar rode niet.

Warmte en koude door zout

Antwoorden

- 1 Bij de opname van water komt warmte vrij.
- 2 Nee, er komt juist warmte vrij dus het zorgt voor verwarming.
- 3 Kristalwater.
- 4 $1 \text{ kWh} \equiv 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.
 $1,1 \text{ kWh} \equiv 1,1 \times 3,6 \cdot 10^6 = 4,0 \cdot 10^6 \text{ J}$ per kg Na₂S.

$$1 \text{ kg Na}_2\text{S} \equiv 1.10^3/78,04 = 1.10^1 \text{ mol Na}_2\text{S}.$$

$$5 \quad 4,0.10^6 \text{ J per kg} \equiv 4,0.10^6/1.10^1 = 3.10^5 \text{ J/mol} = 3.10^2 \text{ kJ/mol}.$$

Opmerking

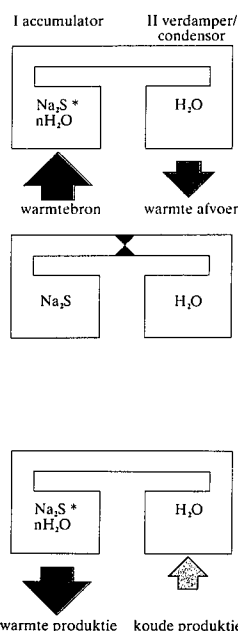
Het gaat volgens het artikel om een thermochemische warmtepomp die zowel warmte als koude kan produceren. In het (stukje) artikel hieronder wordt de werking uitgelegd. Het antwoord op de vragen 1 en 2 heeft hier ook mee te maken. De thermochemische warmtepomp erbij betrekken lijkt ons te ver gaan. Vandaar de meer 'eenvoudige' antwoorden.

Achtergrondinformatie

Energie- en milieuspectrum 4/5, 22-26, 1993

Werking thermochemische warmtepomp

Een thermochemische warmtepomp bestaat uit twee kamers die door een kanaal met elkaar zijn verbonden. Kamer I is de accumulator en bevat het waterdamp absorberend zout, in dit geval natriumsulfide (Na_2S). Kamer II bevat de werkvloeistof, water, en hierin bevinden zich de verdamer en de condensor.



Laden

Het laden van het systeem gebeurt door toevoer van warmte aan de accumulator, waardoor water in dampvorm het zout verlaat. De waterdamp condenseert op de condensor in kamer II. De hierbij vrijkomende warmte moet worden afgevoerd. Het systeem is volledig geladen als al het water uit het zout is gedreven en gecondenseerd is in kamer II.

Warmte-opslag

Als na het laden de verbinding tussen de twee kamers wordt gesloten kan geen waterdamptransport plaatsvinden, ook al koelt de accumulator af tot dezelfde temperatuur als het water in kamer II. De opgeslagen capaciteit kan zonder verliezen voor lange tijd worden bewaard. De opslagverliezen blijven beperkt tot de warmtecapaciteit van de accumulator, en bedragen in de praktijk ongeveer 5%.

Ontladen

Het ontladen van het systeem vindt plaats als warmte wordt onttrokken aan de accumulator in kamer I. De reactie zal omkeren en het zout begint waterdamp te absorberen. Deze waterdamp zal moeten verdampen vanuit het water in kamer II. Hierbij wordt warmte opgenomen, waardoor de temperatuur in kamer II zal dalen.

Damptransport

Het benodigde waterdamptransport van accumulator naar condensor en omgekeerd wordt veroorzaakt door de dampdrukverschillen van waterdamp boven water en van de waterdamp boven Na_2S . Deze dampdrukken zijn afhankelijk van de heersende temperatuur in kamer I en in kamer II. Bij een temperatuurverschil tussen kamer I en kamer II van 55°C is er geen drukverschil tussen beide ruimtes. Dit wordt het 'evenwichtstemperatuurverschil' genoemd. Door het temperatuurverschil tussen beide kamers te wijzigen ontstaat een drukverschil waardoor waterdamp van de ene naar de andere kamer gaat.

De mens als kameleon

Antwoorden

- 1 Paars naar oranje naar paars.
- 2 Als er vocht opkomt, kleurt het oranje. Als het vocht weer verdampt, kleurt het weer paars.
- 3 Vocht over wit kopersulfaat leiden, dit kleurt dan blauw.
- 4 CoCl_2 : blauw; $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: rood.
- 5 Rose of blauw.
- 6 Rose: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; blauw: CoCl_2 .
- 7 Rose naar blauw.
- 8 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CoCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$.
- 9 Blauw naar rose.
- 10 $\text{CoCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
- 11 De kleurstof wordt langzaam uit het katoen weggewassen of wordt door de bleekmiddelen in waspoeders langzaam weggebleekt.

De kobaltchloride-oplossing die nodig is voor het maken van de lapjes maakt u door een flinke hoeveelheid op te lossen. Als de oplossing roodachtig kleurt is er voldoende opgelost.

Recycle-unit voor zuurstof

Antwoorden

- 1 Mensen, dus ook ruimtevaarders, verbranden voedsel waarbij CO_2 en H_2O gevormd worden.
- 2 In een afgesloten ruimte neemt de hoeveelheid zuurstof af en de hoeveelheid CO_2 juist toe. Je zult uiteindelijk stikken door een tekort aan zuurstof.
- 3 Er moet een binding verbroken worden en dat kost energie.
- 4 $\text{CO} + \text{O} \longrightarrow \text{CO}_2$; $\text{O} + \text{O} \longrightarrow \text{O}_2$.
- 5a Een zilvermembraan zorgt ervoor dat de vorming van O_2 de voorkeur krijgt.
- 5b $2 \text{CO}_2 \longrightarrow 2 \text{CO} + \text{O}_2$.
- 6 Het zilvermembraan laat alleen de zuurstof door, de rest wordt tegengehouden.
- 7a CO_2 , CO en O_2 .
- 7b Nee, CO_2 kan als grondstof dienen voor nieuwe produktie, O_2 is het gevraagde produkt. Alleen CO kun je als afvalgas beschouwen.
- 8a Koolstofmonoxide.
- 8b Het is zeer giftig. Het neemt in hemoglobine de plaats in van het zuurstof. CO gaat niet meer uit het hemoglobine weg. Steeds minder plaatsen voor zuurstof. Verstikking is het gevolg.
- 9 Ruimtevaarders zitten in een kleine ruimte. Om zuurstof mee te nemen heb je veel ruimte nodig. Op deze manier spaar je een hoeveelheid opslagruimte uit.
- 10 Er is zeer veel elektrische energie nodig om het dissociatieproces te laten verlopen. Bij de opwekking van elektriciteit wordt brandstof verbrand waarbij meestal CO_2 vrijkomt. Conclusie: geen goede methode.

Opmerking

Het artikel heeft een hoge tekstmoeilijkheid. Vandaar dat we de opgave alleen geschikt vinden voor 4V.

Goud, een magisch metaal

Antwoorden

Deel I

- 1a Langs snel stromende beken.
- 1b Door het 'glinsterende zand' met water te spoelen en de goudklompjes er met de hand uit te halen.
- 2 $(1000 \text{ kg}/0,005 \text{ kg}) \cdot 600.000 \text{ kg} = 2 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^5 \text{ kg} = 1,2 \cdot 10^{11} \text{ kg} = 120 \cdot 10^9 \text{ kg} = 120 \text{ miljoen ton.}$
- 3a Gesteente, goud en zilver.
- 3b Gesteente : goud : zilver $\approx 1.000.000 : 5 : 1.$
- 4 Het goudarme deel van het erts wordt verwijderd. Wat overblijft heeft een veel hoger goudgehalte.
- 5 Fijnstampen van het gouderts.
- 6a Omdat dit 'zware' deeltjes zijn, die niet meegevoerd worden met de waterstroom.
- 6b Ze bezinken.
- 7a Met een zeef.
- 7b Filtreren.
- 7c Nee. Het zijn juist de andere ('lichtere') deeltjes die meegevoerd worden.
- 8 Door te verzamelen wat er op de bodem van de goot is terechtgekomen.
- 9 Het 'reageert' snel met vele (edel)metalen.
- 10a 1^e: het goud bevattende gesteente in kontakt brengen met het kwik (de edele metalen lossen op);
2^e: het gesteente scheiden van het vloeibare amalgaam (het gesteente drijft op het amalgaam en kan worden afgeschept);
3^e: het amalgaam verhitten (het kwik verdampt, de edele metalen blijven als residu achter).
- 10b 1^e: Extractie; 2^e: drijven/zinken; 3^e: destillatie.
- 10c Nee. Het gedestilleerde kwik kan men opnieuw gebruiken.
- 11 Omdat goud met zo weinig stoffen reageert.
- 12 Overeenkomst: in beide gevallen 'verdwijnt' het goud uit het erts.
Verskil: *met kwik*: het goud lost op (bij het verdampen van het kwik krijg je het goud terug).
Met cyanide en zuurstof: het goud reageert (er is een verbinding tussen goud en cyanide ontstaan).
- 13a Affiltreren van het gesteente.
- 13b Omdat er heel veel gesteente moet worden afgescheiden.
- 14 Adsorberen van de (opgeloste) goudverbinding dicyano-auraat;
- 15 Als een tamelijk geconcentreerde oplossing van de goudverbinding.
- 16 Men bespaart de kosten van het affiltreren van de *grote* hoeveelheid gesteente.

Deel II

- 1 Er kunnen zes verschillende gebieden worden onderscheiden.
- 2 40 % Au; 40 % Ag; 20 % Cu.
- 3 20 % Ag; 80 % Cu;
- 4 Dan bestaat de legering uit *twee* metalen;
- 5a Op de hoekpunten van de driehoek;
- 5b Au: goud; Ag: zilvergrijs; Cu: bruinrood.
- 6 Zilvergrijs
- 7a Groen, goudgeel, beige;
- 7b 20 % Au, dus $0,20 \cdot 24 = 4,8$ karaat.

Literatuur

Het volledige artikel staat in *Natuur en Techniek*, nr 10, 1993: Goud, mysterieus metaal, J.J. Steggerda, p 772-783.

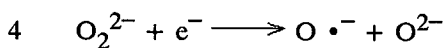
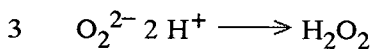
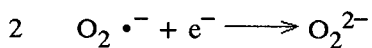
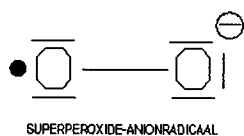
Zuurstof, goed of slecht

Een woord van dank aan prof. dr. A. Bast, Vrije Universiteit Amsterdam. Door de vele artikelen die hij ons toestuurde was de redactie in staat deze opgave te maken.

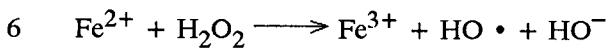
Antwoorden

Onderdeel I

1

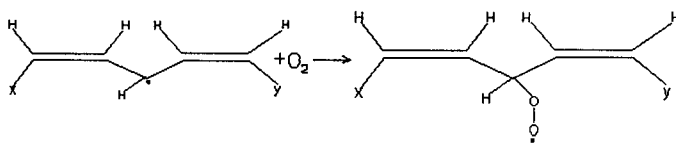
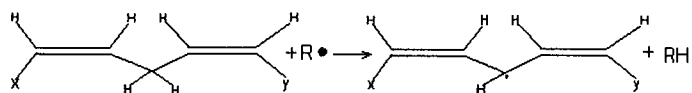


5 Hydroxylradicaal.

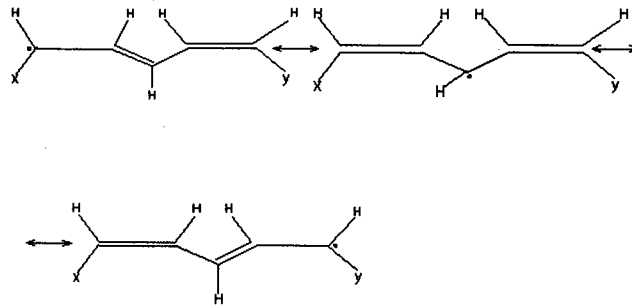


Onderdeel II

1

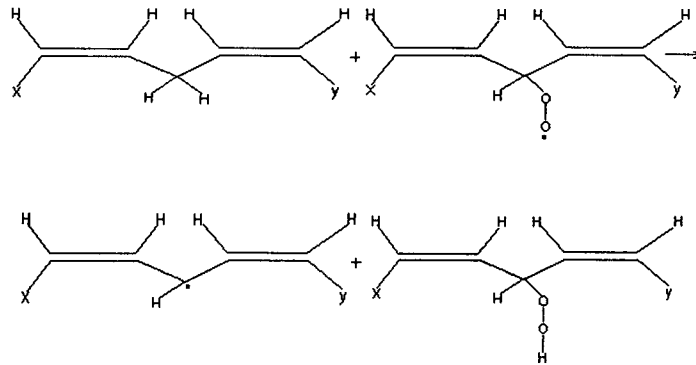


2



3 Geen kans op mesomerie bij LOO •.

4



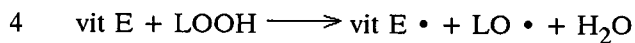
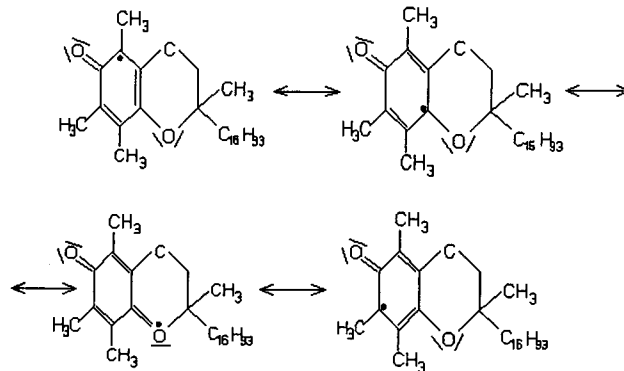
5 Er treedt steeds radicaalvorming op met als resultaat beschadiging van lipiden. Er is steeds een overdracht van radicalen: het proces gaat door zonder dat een 'nieuw' radicaal $R \cdot$ nodig is.

Onderdeel III

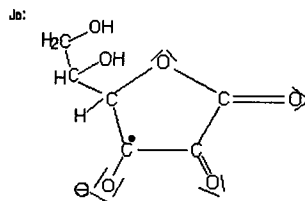
1 Water: waterstofbruggen. Doordat vitamine C OH-groepen bevat kan het ook waterstofbruggen vormen.

2 Vitamine E: lange apolaire staart. Vetten zijn apolair.

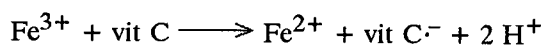
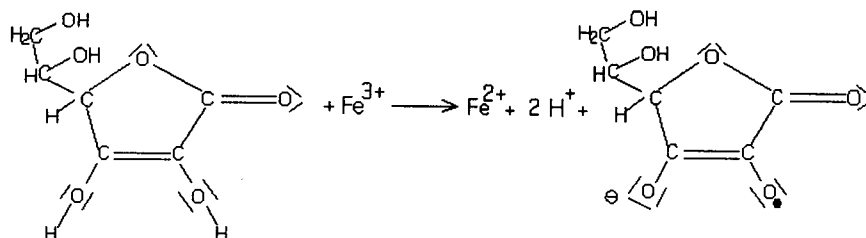
3



5



6



7 Er kunnen door reactie tussen Fe^{2+} en H_2O_2 dan ook meer schadelijke radicalen ontstaan.

8 Mening leerling.

Literatuur

- * A. Bast, Chemici moeten prietpraat aanvallen, *Chemisch Magazine* 484-486, oktober 1992
- * A. Bast, Zuurstofradicalen, redding of bedreiging?, *Tijdschr. Kindergeneeskunde* 57(5), 171-177, 1989
- * A. Bast, Oxidants and anti-oxidants: state of the art, *The American Journal of Medicine*, 91(suppl 3C), 2S-13S, 30 sept 1991
- * A. Bast, Voedsel, vergift en geneesmiddel: radicaal gelijk, *Pharmaceutisch Weekblad*, 125(21), 508-518, 1990
- * A. Bast, Anti-oxidanten, Remmers van kanker, *KNCV symposia-reeks* nummer 6, april 1993
- * G. Haenen, *Thiols in oxidative stress*, proefschrift VU Amsterdam 1989
- * R. Jullicher en L. Sterrenberg, *Free radical formation and oxidative damage in rat tissue*, proefschrift RU Utrecht, 1985
- * D. Harman, *Free radical theory of aging*, *Mutation research*, 275, 257-266, 1992
- * G. van Ginkel, Zuurstof als gifstof, *Natuur en Techniek* 56 (6), 1988, p 496-507

Peentjes verkleinen kans op hartinfarct

Bèta-caroteen (pro-vitamine A) speelt in de praktijk waarschijnlijk een even belangrijke rol in de verkleining van de kans op een hartinfarct als het slikken van extra vitamine E. Die conclusie valt te trekken uit een onderzoek onder ruim veertienhonderd mannen uit negen Europese landen en Israël, dat werd gecoördineerd door het Instituut voor Toxicologie en Voeding-TNO in Zeist. In deze zogenoemde Euramic-studie is geprobeerd een verband te leggen tussen de 'vitamine-status' van mannen tussen de 35 en 70 jaar en hun kans op een hartinfarct. Daartoe

werden van 683 mannen uit tien landen, die de afgelopen twee jaar een eerste hartinfarct hadden gekregen, de hoeveelheden bèta-caroteen en vitamine E in hun vetweefsel bepaald. De uitkomsten werden vergeleken met die van 727 mannen zonder hartvaatproblemen. Uit het onderzoek blijkt dat mannen met het minste bèta-caroteen in hun vetweefsel een ongeveer twee maal zo grote kans lopen een hartinfarct te krijgen dan mannen met de hoogste concentraties. Vitamine E speelde in dit onderzoek geen zelfstandige rol, omdat er geen verschil was in concentraties vitamine E bij mannen met en mannen zonder hartinfarct. In *The Lancet* van 4 december

concluderen de onderzoekers dat bèta-caroteen – dat voorkomt in onder meer wortelen en bladgroenten – bij mannen die geen extra vitaminen slikken, meer bescherming tegen een hartinfarct biedt dan vitamine E. Dit verschil kan te maken hebben met de omstandigheid dat bèta-caroteen in de lichaamssweefsels, waar een relatief geringe zuurstofdruk heerst, een effectievere 'vanger' van schadelijke vrije radicalen is dan vitamine E. Zoals eerder uit andere onderzoeken is gebleken, verkleint vitamine E het risico op een hartinfarct alleen als het in concentraties aanwezig is die alleen bereikt worden door extra vitamine E te slikken.

Ontploffing

Antwoorden

- 1 H_2 .
- 2 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 3 Nee, want ammoniak heeft als formule NH_3 en daar zit geen zuurstof, O, in.
- 4 $3 \text{H}_2 + \text{N}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$
- 5 Er zijn dus 3 deeltjes waterstof nodig voor 1 deeltje stikstof. De verhouding 1 : 3 is precies de verhouding waarin de stoffen met elkaar reageren.
- 6 Uit de lucht.

Stroom uit afbreekbaar afval

Antwoorden

- 1 Koolstofmonoxide, methaan en waterstof.
- 2 Koolstofmonoxide: $\text{C}_2\text{O}(\text{g})$; methaan: $\text{C}_2\text{H}(\text{g})$; waterstof: $\text{H}(\text{g})$.
- 3 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$. Elementen blijven behouden bij een reactie. Na de reactie zijn de elementen C, H en O aanwezig, dus voor de reactie ook.
- 4 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{C}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}(\text{g}) + \text{H}(\text{g})$.
- 5 Bij de vergassing van gft-afval ontstaan brandbare gassen. Deze worden in een gasturbine verbrand. De gasturbine wekt elektriciteit op.

Olie van het water halen

Antwoorden

- 1 Water is polair. Olie is apolair. Polaire en apolaire stoffen mengen niet of nauwelijks met elkaar.
- 2 Over het algemeen is olie stroperiger dan water, dus heeft olie een grotere viscositeit.
- 3 Dichtheid van olie is kleiner dan die van water. Olie drijft op water.

Water als oplosmiddel

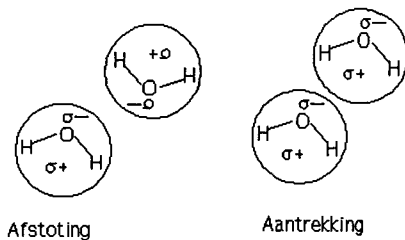
Antwoorden

- 1 Water is kleurloos, smaakloos, reukloos. Er lossen zeer veel stoffen in op. Het is onbrandbaar.
- 2 Als transportmiddel voor allerlei stoffen.
- 3 Calciumzout: als bouwstof voor de botten; druivesuiker: brandstof; aminozuren: bouwstoffen voor de lichaamseiwitten.

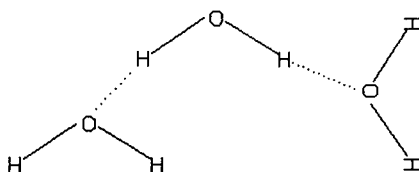
Water

Antwoorden

- 1 Water via elektrolyse ontleden en de reactieproducten waterstof en zuurstof aantonen.
- 2 $1\text{ l} \approx 998\text{ g}$; $998\text{ g} = 998/18,02 = 55,4\text{ mol}$. $55,4\text{ mol} \approx 55,4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,34 \cdot 10^{25}$ molekulen.
- 3



4a



Waterstofbruggen in water

- 4b Molekulen botsen tegen elkaar. Als de botsing heftig genoeg is zullen de waterstofbruggen tussen molekulen verbroken worden.
- 5 Kristalrooster.

Edah-emmer

Antwoorden

- 1 $\text{Zn} + 2 \text{H}^+ \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- 2 $\text{Fe} + 2 \text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$
- 3 Aan (een gedeelte van) de oplossing een aangezuurde kaliumpermanganaat-oplossing toevoegen. Ontkleuring wijst op de aanwezigheid van Fe^{2+} .
- 4 Een ijzeren emmer roest en gaat dus lekken.
- 5 Ik vind: de Edah want als een emmer verzinkt is, roest hij (ook) niet en bovendien is het normaal spraakgebruik om van een zinken emmer te spreken, ook al is die niet helemaal van zink.
Maar je kunt natuurlijk ook vinden dat zink nu eenmaal zink is en dat de Edah zich maar wat preciezer moet uitdrukken.

Aluminiumfolie

Antwoorden

- 1 H^+
- 2 $\text{Al} \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$
- 3 B
- 4 $2 \text{Al} + 6 \text{H}^+ \longrightarrow 2 \text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2$
- 5 H^+

Zure frisdrank

Antwoorden

- 1 H_3PO_4 .
- 2 H^+ .
- 3 $\text{pH} = 2,5 \implies [\text{H}^+] = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} (= 0,0032 \text{ mol/l})$.
- 4 De nieuwe frisdrank is 50 keer zuurder dan gewone limonade, dus in gewone limonade geldt $[\text{H}^+] = 3,2 \cdot 10^{-3} / 50 = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \implies \text{pH} = 4,2$.

Bijzonder silicium

Antwoorden

- 1 Ionbinding. Het zijn beide zouten, opgebouwd uit metaal en niet-metaal.
- 2 Uit NaSi en BaSi_2 zou je als ion Si^- afleiden. Dit komt niet overeen met het gegeven Si_4^- -ion.
- 3 Neen, de formules moeten zijn Na_4Si_4 en Ba_2Si_4 . Je mag ze niet vereenvoudigen omdat het gaat om het Si_4^{4-} -ion.
- 4 Apolaire atoombinding tussen Si en Si. Polaire atoombinding tussen Si en H.

5

