

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 14

januari 1994

Bestelnummer: 2.453.14

© 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

Op het moment dat nummer 13, met enige vertraging (het deed zijn nummer eer aan), bij u in de bus valt, ben ik al weer bezig met het klaar maken van nummer 14. Een van de laatste bezigheden is meestal het schrijven van het voorwoord. Tijdens de Woudschotenconferentie (november 1993) kreeg de redactie van Chemie Aktueel weer wat complimentjes te horen, een van de meest gehoorde was 'het blad wordt steeds beter'. Leuk om complimentjes te krijgen! De redactie beseft heel goed dat we steeds bij leren. Zowel inhoudelijk, wat de scheikunde betreft, als ook de opzet van het een en ander. Bij het bespreken van de opgaven tijdens de redactievergaderingen wordt er vaak geleerd van elkaar. Samen weet je meer dan alleen. Pittige discussies hoe je zaken het beste chemisch kunt vertalen. De aanpak van nieuwe werkvormen kost ons ook heel wat denk- en puzzelwerk, maar door er mee bezig te zijn leer je er van. Zo ook de opgaven die voor de bavo bestemd zijn. Je moet hiervoor naar de belevingswereld van de leerling. Voor ons is dat ook nieuw en niet makkelijk, we proberen het en door er mee bezig te zijn, er over te denken kom je tot ideeën.

Wat heeft Chemie Aktueel u deze keer te bieden? Naast een grote variëteit in min of meer gewone opgaven wat nieuwe zaken. Bij de opgave *Niet alles goud wat er blinkt* voor klas 3 een opdracht in de vorm van een puzzel. De artikelen *Vitamine C in groente- en vruchtesappen* en *Boordevol vitamine C* uit Allerhande zijn in dit nummer voorzien van practicumopdrachten. De basis van de opdracht is een jodometrische bepaling wordt uitgevoerd. Het nieuwe, de bepaling van een ijklijn. Een open opdracht treft u aan bij het artikel *Natuur- en schoonmaakazijn*.

Ook dit keer treft u weer een cadeautje aan in de envelop. Het gaat geen gewoonte worden. Maar ja, je weet maar nooit in een jubileumjaar. Het materiaal dat u aantreft wordt u aangeboden door NME (Natuur en Milieu Educatie) en is van de hand van Luit van der Kamp. Het is een complete lessenserie over ozon met als titel *Waar blijft de ozonlaag?*. Naast leerlingenteksten treft u een docentenhandleiding aan met doelstelling, lessenverdeling, beoogde leerlingenantwoorden, toetsvragen en aanvullende suggesties. NME, bedankt!

De redactie heeft weer met plezier aan dit nummer gewerkt. Zij wenst u gebruiksgenot toe.

Miek Scheffers-Sap



TIJDSCHRIFT VOOR SCHEIKUNDEONDERWIJS

NUMMER 14

JANUARI 1994

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

U kunt zich abonneren voor 1993-1994 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

15	1 februari 1994
16	1 juni 1994
17	1 oktober 1994

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

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

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

Voor *natuurkunde 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>
	ZWAVELZUUR STROOMT UIT TANKER		4
5 HV	zuur-base berekeningen	reactievergelijkingen, vergelijk schoolsituatie	
	KOLENCENTRALE VOLENDE EEUW BIJNA KLAAR		6
3 HV,	verbrandingen	reacties, milieu	
4 MHV	chemie dagelijks leven		
	ZUURSGOELEN BEPERKT UITSTOOT AMMONIAK		8
4 HV	zuur-base reacties, milieu	tekstanalyse	
	WATERONTHARDINGSKALK		10
4 MHV	zuur-base reacties	ionenwisselaar reactievergelijking	
	GROEN LABEL STAL		12
3 HV	scheidingsmethoden elementbegrip, milieu		
	DRIJVENDE KERNCENTRALE OP DE AMAZONE		14
3 MHV	energie, reacties		
BAVO	verbranden en verwarmen	processen, energiebronnen	
	CONSERVERINGSPROCES		16
5 HV	organische chemie, milieu	formuletaal	
	EEN KLEINE ACCU IN JE MOND		18
5 HV	practicum, elektrochemie	galvanisch element	
	VITAMINE C IN GROENTE- EN VRUCHTESAPPEN		20
5 HV	practicum, redoxreacties	klasseproject, ijklijn	
	BOORDEVOL VITAMINE C		22
5 HV	practicum, redoxreacties	onderzoeksvragen, ijklijn	
	BRON- EN MINERAALWATER		25
4 M/	chemie dagelijks leven		
3 HV/	informatie selecteren,		
BAVO	mening		
	SUIKERS LEVEREN GROENE WASMIDDELEN		32
6 V	biochemie, redoxreacties	formuletaal, halfreacties	

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	ZUINIG AAN MET VENTILATIELUCHT		37
4,5 HV	zuur-base reacties stofeigenschappen		
	NATUUR- EN SCHOONMAAKAZIJN		40
4 M, 4/5 HV	practicum, zuur-base-, redoxreacties	open en gesloten opdracht	
	KORT KORT KORT		
	VLIEZEN OP DE THEE		43
4 MHV	zuur-base, practicum	hard water	
	VREEMDE FULLERENEN		45
3 MHV	reactievergelijkingen		
	KATALYSATOR BREEKT OZON AF		46
4 MHV	redoxreacties		
	NIEUWE LAMP		47
3 MHV	reactievergelijkingen	schema	
	OXAALZUUR		48
4 MHV	zuur-base reacties	formuletaal, reactievergelijking	
	PLASTIC BRANDSTOF		49
4 MHV	polymeerchemie		
	WITTE WIEVEN		50
3 MHV	verbrandingen	reactievergelijkingen	
	SPIN LOKT MET BOTERZUUR		51
5 V	organische chemie	formuletaal, chemische binding	
	NIET ALLES GOUD WAT ER BLINKT		52
3 MHV	formuletaal anorganische chemie	puzzel, symbolen	
	DOCENTENHANDLEIDING		55
	VAN MAGIE TOT CHEMIE III EN OVERZICHT LOSSE FLODDERS		80

ZWAVELZUUR STROOMT UIT TANKER

NRC, 6 juli 1993



MEXICO-CITY — Al elf dagen lekt uit de Noorse tanker *Betula*, gestrand op de westkust van Mexico, per dag ongeveer vijftien ton zwavelzuur in zee. Het afgelopen weekend maakte het schip gevaarlijk slagzij door de drie meter hoge golven die ertegenaan beukten. Op 25 juni kreeg de *Betula* bij het overpompen van haar lading in de haven van Lázaro Cardenas een lek aan de pompen, waardoor het zwavelzuur uit het schip begon te stromen. De berging van de *Betula*, die vierduizend ton zwavelzuur vervoerde, kan door de aanhoudend hoge golven en harde wind nog steeds niet beginnen. De Mexicaanse autoriteiten zijn van plan het schip honderd kilometer uit de kust te laten slepen en de lading te neutraliseren met andere chemicaliën zoals natriumbicarbonaat, doorgaans gebruikt tegen brandend maagzuur.

Je mag veronderstellen dat de tanker *geconcentreerd* zwavelzuur vervoert.

- 1a Zoek in Binas (tabel 42B) de molariteit op van een 'handeloplossing' geconcentreerd zwavelzuur.

1b Waarom mag je verwachten dat de tanker *geconcentreerd* zwavelzuur vervoert?

De zwavelzuur in het schip zal zeker niet in ijzeren (of stalen) vaten vervoerd worden.

2 Leg uit dat zwavelzuur niet in ijzeren vaten vervoerd zal worden.

Je wilt de portie zwavelzuur, die dagelijks uit de tanker lekt, vergelijken met de voorraad zwavelzuur in het practicumlokaal op een school.

In dat practicumlokaal zijn aanwezig:

- 20 flesjes van 250 ml met 0,50 M zwavelzuur;
- twee flessen van 500 ml met 2,0 M zwavelzuur;
- één fles van een liter met geconcentreerd zwavelzuur.

3a Bereken hoeveel mol zwavelzuur in het practicumlokaal aanwezig is.

3b Bereken hoeveel mol zwavelzuur de tanker elke dag verliest.

3c Bereken hoeveel practicumlokalen met de lekkage van één dag zouden kunnen worden voorzien van zwavelzuur.

Natriumbicarbonaat is een stof waarmee zwavelzuur kan worden geneutraliseerd.

4a Zoek de rationele naam op van (natrium)bicarbonaat in Binas tabel 102A.

4b Schrijf de vergelijking op van de reactie tussen een zwavelzuuroplossing en natriumbicarbonaat.

5 Noem twee andere stoffen waarmee zwavelzuur ook kan worden geneutraliseerd.

Een persoon met last van brandend maagzuur gebruikt daartegen een pilletje met natriumbicarbonaat.

6 Waar krijgt die persoon *nu* last van?

Veronderstel dat de Mexicaanse autoriteiten de gehele lading zwavelzuur direct hadden laten neutraliseren met natriumbicarbonaat.

7 Bereken hoeveel ton natriumbicarbonaat daarvoor nodig was geweest.

Neem aan dat het natriumbicarbonaat wordt geleverd in zakken van 25 kg.

8 Bereken hoeveel van die zakken nodig zijn voor de neutralisatie.

KOLENCENTRALE VAN DE VOLGENDE EEUW IS BIJNA KLAAR

De Volkskrant, 29 mei 1993

Lees het artikel en bestudeer de plaatjes.

In de jaren zeventig zijn op kleine schaal diverse processen ontwikkeld om steenkool te vergassen. Na een selectieprocedure koos de Sep voor een proces van Shell, waarvoor de basis in Amsterdam werd gelegd, in het laboratorium van Shell aan de overkant van het IJ achter het Centraal Station.

Het principe is simpel. Steenkool wordt fijn gemalen ① en via een aantal branders in een stalen reactorvat ② geblazen. De stofwolk die ontstaat, reageert bij hoge temperatuur (1500 graden Celsius) met zuurstof (uit de luchtscheidingsfabriek ③) die onder hoge druk in het reactorvat wordt gespoten. Er vormt zich een gas, wat een mengsel is van brandbaar waterstof en koolmonoxyde.

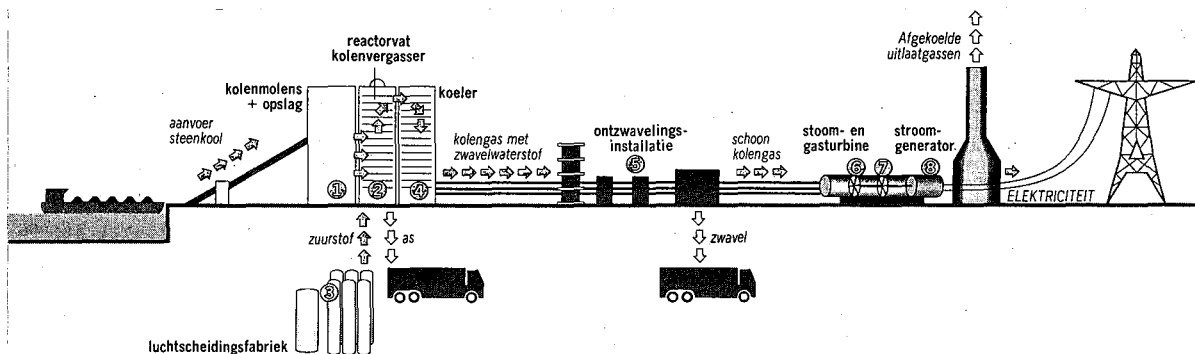
In steenkool zit gemiddeld tien procent onbrandbare stof, met

daarin allerlei zware metalen. Een klein deel (ongeveer tien procent) daarvan gaat met de gasstroom mee, een deel smelt, stroomt langs de vergasserwand naar beneden en wordt onderin met water afgekoeld. De keiharde slak die ontstaat, is bruikbaar als grondstof in cement- en betonprodukten.

Een cruciale stap in het proces is het afkoelen van het hete kolengas. Dit gebeurt in een ingewikkelde koeler ④ waarvan de wand bestaat uit pijpen waardoor voortdurend water stroomt, dat in stoom wordt omgezet. Voor deze koeler zijn speciale staalsoorten gebruikt die bestand zijn tegen het geweld van fijne asdeeltjes. Deze zouden anders de pijpen, die bij die hoge temperatuur enigszins week zijn, uitschuren.

Na afkoeling wordt het kolengas gereinigd. De stofdeeltjes en het

gevormde zwavelwaterstof worden er in een speciale installatie ⑤ uitgehaald. Het schone gas wordt daarna verbrand in een gasturbine ⑥, waar er elektriciteit mee wordt gemaakt. Met de hete uitlaatgassen van de gasturbine wordt stoom gemaakt, deze gaat samen met de stoom uit de gaskoeler naar een stoomturbine ⑦, die een generator ⑧ aandrijft die extra elektriciteit produceert.



1 Wat voor energie moet deze kolencentrale uiteindelijk leveren?

In kolen zit zwavel.

2a Geef de naam van het gas dat normaal gesproken ontstaat als zwavel verbrandt.

2b Welk probleem wordt hierdoor verergerd?

2c Geef de formule van het gas dat ontstaat bij de kolenvergassing die in het artikel wordt besproken.

Volgens het artikel laat men de kolen, C, reageren met zuurstof, O_2 , waarbij dan CO en H_2 moet ontstaan.

3 Leg uit dat dit niet mogelijk is.

4 Geef de vergelijking van de reactie van het ontstaan van kolengas ($CO + H_2$) uit stoom, H_2O en koolstof, C.

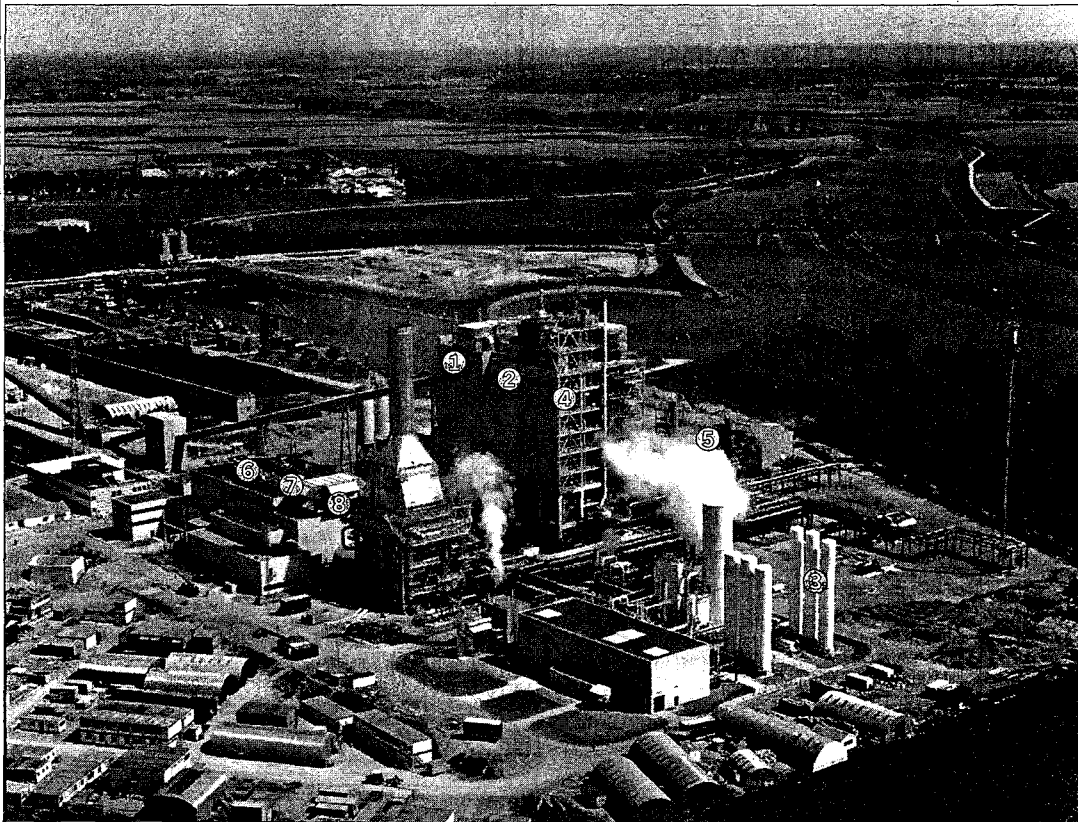
5 Geef de naam van de scheidingsmethode die wordt toegepast om uit lucht zuurstof te halen.

6 Geef de namen van de stoffen die ontstaan na verbranding van het kolengas.

7 Schrijf op wat er volgens het artikel gebeurt met de zware metalen die in de kolen zitten.

8 Leg uit dat voor deze zware metalen de "Wet van behoud van ellende" geldt. (Alternatief: Leg uit dat de zware metalen op deze manier gewoon in het milieu terecht komen.)

Van steenkool via kolengas naar stroom



De kolenvergasser in aanbouw aan de Maas bij Buggenum. De cijfers corresponderen met die in de tekst en in de tekening.

ZUURSPOELEN BEPERKT UITSTOOT AMMONIAK

Agrarisch Dagblad, 19 augustus 1993

Zuurspoelen beperkt uitstoot ammoniak

WAGENINGEN (COR) – De ammoniakemissie uit stallen kan sterk omlaag door de stalvloer regelmatig te spoelen met sterk verdunde zuren. Tot deze conclusie komen onderzoekers van het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (Cabo) in Wageningen.

Dit blijkt uit onderzoek, dat is uitgevoerd op het proefbedrijf Droevendaal naar ammoniakemissie van stalvloeren. De biologische activiteit van bacteriën op de stalvloer blijkt een grote rol te spelen in de vorming en vervluchtiging van ammoniak.

De ammoniak die uit rund- en varkensstallen ontsnapt is hoofdzakelijk afkomstig uit de afbraak van ureum. Deze stof komt in grote hoeveelheden voor in de urine van koeien en varkens. Eenmaal op de stalvloer beland, komt deze stikstofverbinding in aanraking met mest, waarin bacteriën zitten die het enzym urease bezitten. Dit enzym zet ureum om in ammoniak en koolzuur. De bacteriën vermeerderen zich als de mest en urine blijft liggen.

Verwijdering alleen met spoelwater is echter niet voldoende, omdat de bacteriën zich aan de vloer hechten. Bovendien leidt de afbraak van ureum tot een sterk basisch milieu (met hoge pH) waarin de minerale zouten uit mest en urine neerslaan. De ingekapselde bacteriën zijn met

water niet te verwijderen, maar wel met verdunde zuuroplossingen.

Zoutzuur

Onderzoeker Jan Ketelaars gebruikt hiervoor verdund zoutzuur. Volgens hem is er geen merkbaar effect van dit zuur op de uiteindelijke samenstelling van de mest. "Een eventueel nadelig effect is helemaal te vermijden door mierzuur te gebruiken. Dit organische zuur is weliswaar minder actief, maar wel volledig biologisch afbreekbaar", zegt hij. Mierzuur zit ook in de meeste WC-reinigers.

Het effect van het schoonmaakmiddel is een vertraagde omzetting van ureum in ammoniak met 80 tot 95 procent. Ketelaars wijst erop dat die vertraging alleen invloed heeft op de uiteindelijke ammoniakvorming als tegelijk de resterende mest direct wordt afgevoerd naar een gesloten kelder. "Reiniging met zuur heeft geen zin bij de huidige open roostervloeren, waaruit de ammoniak gewoon kan ontsnappen", zegt hij.

Nieuwe vloeren

Daarom wordt er volop gewerkt aan nieuwe vloertypen, in samenwerking met ondermeer het Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (Imag). Het vinden van de ideale vloer is echter een probleem. "Vanuit hygiënisch oogpunt is een egaal vloeropervlak het beste, maar van

uit het oogpunt van beloopbaarheid is een spiegelgladde vloer niet gewenst. Daarom zoeken we naar een compromis."

De onderzoekers werken verder aan een automatisch systeem voor vloerreiniging dat in werking treedt wanneer spoeling van de vloer nodig is. Dit kan in een besparing op water en eventueel zuur resulteren. Op een ontwerp voor een dergelijk spoelsysteem heeft het Cabo inmiddels octrooi aangevraagd.

De onderzoekers willen verder een vloer ontwikkelen waar bacteriën minder snel actief op kunnen worden, zodat de omzetting van ureum naar ammoniak wordt geremd.

De ammoniak die in stallen ontstaat is hoofdzakelijk afkomstig van de afbraak van ureum.

1 Leg uit hoe uit ureum ammoniak kan ontstaan.

Ureum reageert met water tot ammoniak en 'koolzuur'. Ureum heeft als formule CON_2H_4 .

2 Geef de reactievergelijking van de omzetting van ureum in ammoniak.

De afbraak van ureum leidt tot een (sterk) basisch milieu.

3a Hoe kan een basisch milieu ontstaan als er bij de reactie 'koolzuur' ontstaat?

3b Welk nadeel brengt het basisch milieu met zich mee? Licht dit toe aan de hand van twee voorbeelden.

Zuurspoelen kan met zoutzuur en mierzuur.

4 Welke keuze zou jij maken als je de keuze had uit zoutzuur en mierzuur? Leg uit waarop je je keuze baseert.

Het effect van zuurspoelen is een vertraagde omzetting van ureum in ammoniak.

5 Leg uit waarom zuurspoelen een vertragend effect heeft op de omzetting van ureum in ammoniak.

Als echter mest en urine niet van elkaar gescheiden blijven, heeft zuurspoelen geen zin.

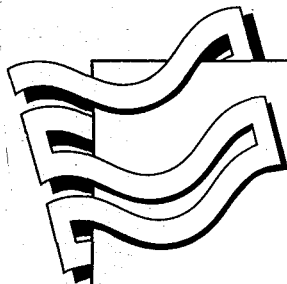
6 Leg uit waarom na het zuurspoelen mest en urine van elkaar gescheiden moeten blijven.

Aan stallen kan een Groen Label toegekend worden als de ammoniakuitstoot drastisch omlaag gebracht is.

7 Zou jij aan een stal waar zuurspoelen met mierzuur uitgevoerd wordt een Groen Label toekennen? Leg uit waarom wel/niet.

WATERONTHARDINGSKALK

Oogst, 3 september 1993



Een goedkoop en volwaardig alternatief

VLOEIBARE WATERONTHARDINGSKALK

*voor de onderhoudsbekalking van
landbouwgronden*

Deze koolzure landbouwkalk is ontstaan bij de ontharding van grondwater op een van de drinkwaterproductiebedrijven van de N.V. Waterleiding Maatschappij "Noord-West-Brabant".

De prijs bedraagt f 0,06 per zuurbindende waarde (excl.BTW), geleverd en verspreid over het land in de provincie Noord-Brabant.

Voor leveringen elders of bij zelf verspreiden: prijs op aanvraag.



Te bevragen bij: **Mestdistributie Gebr. Verkooyen**

Langeweg, Tel. 01680-24918

n.v. waterleiding maatschappij



„noord-west-brabant”

Dhr. M. van Oers, Tel. 076-791791

Er wordt in de advertentie gesproken over 'koolzure landbouwkalk' die ontstaan is bij de ontharding van grondwater.

1a Wanneer noem je water 'hard'?

1b Waarom zal het grondwater onthard worden voor gebruik?

Grondwater is hard door het oplossen van calciumcarbonaat uit de bodem in koolzuurrijk regenwater.

2a Geef de reactievergelijking voor de vorming van dit natuurlijke harde water.

2b Wat zal er bij verhitting van dit water gebeuren?

Via ionenuitwisseling kunnen de aanwezige positieve en negatieve ionen uit het (harde) water verwijderd worden. Een oplossing van deze verwijderde ionen wordt

als 'vloeibare wateronthardingskalk' voor onderhoudsbekalking van landbouwgronden te koop aangeboden.

3 Geef in een reactievergelijking weer hoe de positieve ionen, aanwezig in hard water, via ionenuitwisseling verwijderd kunnen worden.

4 Verklaar aan de hand van de zinsneden 'vloeibare wateronthardingskalk' en 'koolzure landbouwkalk' welke ionen aanwezig zijn en in welke toestand.

De 'vloeibare wateronthardingskalk' heeft een 'zuurbindende waarde'.

5a Welk bestanddeel in de wateronthardingskalk is verantwoordelijk voor die zuurbindende waarde? Licht je antwoord toe.

5b Geef de reactievergelijking tussen H^+ en het bestanddeel uit 5a.

6 Waarom is het nodig dat landbouwgronden met zuurbindende kalk bestrooid wordt?

GROEN LABEL STAL

Agrarisch Dagblad, 12 augustus 1993

Ligboxenstal met snelle scheiding mest en urine krijgt Groen Label

LEEUWARDEN (AGD) – De met mest besmeurde oppervlakte in de groen-labelstal van Brouwers Stal-inrichtingen uit Leeuwarden blijft beperkt tot maximaal drie vierkante meter per koe. De stal is voorzien van een schuifstelsysteem waarmee de mest en urine regelmatig worden afgevoerd. Hierdoor wordt de ammoniak-uitstoot dusdanig verlaagd ten opzichte van een gangbaar stalsysteem, dat de stal een Groen Label heeft gekregen.

Volgens projectleider Pieter Jansen van de Stichting Groen Label zijn er geen metingen verricht aan een bestaande stal van dit type. "Er zijn metingen verricht aan onderdelen van het systeem. Via een rekenmethodiek hebben we bepaald hoeveel de

ammoniakuitstoot zal bedragen. Op basis daarvan is het Groen Label toegekend."

Een stal of een ontwerp daarvan krijgt een Groen Label toegekend als voldaan wordt aan een aantal eisen met betrekking tot de uitstoot van ammoniak. Veehouders die een dergelijke stal bouwen krijgen tot het jaar 2010 geen strengere eisen opgelegd met betrekking tot de uitstoot van ammoniak.

Giergoot

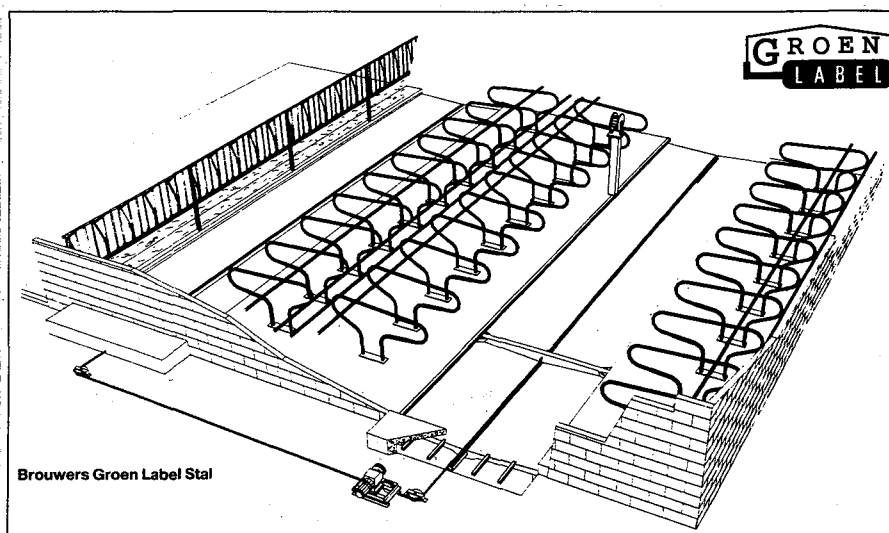
De groen-labelstal van Brouwers is voorzien van een dichte vloer, die naar het midden van de stal afloopt. In het midden van de vloer loopt een giergoot. In de goot loopt een ketting die de mest-schuif voort trekt.

De mestschuif is voorzien van een kunststof strip. De schuif trekt de mest in een

verzamelgoot of put. De giergoot dient als geleiding van de mestschuif. De ketting, die de mestschuif voort beweegt, is voorzien van een klepel om de giergoot leeg te trekken.

Door de combinatie van een gladde hellende vloer en een giergoot in het midden loopt de urine direct weg naar de giergoot en wordt vervolgens afgevoerd naar een gesloten opslag. De mestschuif is voorzien van een spoelsysteem voor het oplossen van de ammoniak in het water.

Ammoniak ontstaat wanneer het enzym urease, dat in de vaste mest zit, in contact komt met het ureum in de urine. Door de vaste mest en de urine snel te scheiden in de stal wordt de ammoniakuitstoot kleiner.



Door de urine en de vaste mest snel te scheiden wordt de ammoniak-uitstoot verlaagd ten opzichte van een gangbare ligboxenstal.

Illustratie Brouwers Stal-inrichtingen

Een snelle scheiding van mest en urine geeft minder uitstoot van ammoniak.

- 1 Leg uit hoe het systeem van de snelle scheiding werkt.
- 2 Leg uit dat de snelle scheiding van mest en urine minder uitstoot van ammoniak geeft.

Veehouders willen heel graag het Groen Label ontvangen voor hun type stal.

- 3a Wat houdt het kenmerk Groene Label in?
- 3b Waarom willen veehouders heel graag een Groen Label voor hun type stal?

Ammoniak ontstaat als ureum met water reageert. Hierbij is een enzym, urease, nodig. Tevens ontstaat bij de reactie koolstofdioxide.

- 4a Geef de formules van water, ammoniak en koolstofdioxide.
- 4b Leg nu uit welke elementen ureum *zeker* zal bevatten.

Over het vrijkomen van koolstofdioxide bij de reactie tussen ureum en water wordt niet gesproken, over het vrijkomen van ammoniak zijn boeken vol geschreven.

- 5 Leg uit waarom er over koolstofdioxide nauwelijks gesproken wordt en over ammoniak juist zoveel.

DRIJVENDE KERNCENTRALE OP DE AMAZONE?

De Gelderlander, 19 juli 1993

Plan voor drijvende kerncentrale op Amazone

Door onze correspondent
Frans Lindenkamp

SAO PAULO – De Braziliaanse marine ontwikkelt een drijvende kerncentrale met ene capaciteit van 100 megawatt, die dorpen en steden langs de Amazone-rivier van electriciteit gaat voorzien. Over de haalbaarheid van het plan voeren geleerden van de Unicamp Universiteit in de stad Campinas op het ogenblik een studie uit.

Het ambitieuze project dient een einde te maken aan het chronische stroomgebrek voor de oerwoudbewoners. Met de verwezenlijking van het initiatief hoopt de Braziliaanse marine tevens een stimulans te geven aan de industriële groei van de Amazoneregio.

Volgens Unicamp-onderzoeksleider Ennio Peres da Silva ligt het in de bedoeling dat Amazonerivierwater met behulp van kernenergie wordt gesplitst in zuurstof en waterstof. Het waterstofgas wordt vervolgens samengeperst in cylinders, die de drijvende kerncentrale in de woongemeenschappen distribueert.

In speciale 'hogedrukboten', die langs de oever van 's werelds grootste rivier zullen worden geplaatst, zal het waterstofgas tot ontploffing worden gebracht. De energie die bij deze zogenaamde 'knaalgasreactie' vrijkomt wordt vervolgens omgezet in electriciteit.

Generatoren

In vele bevolkingscentra gebeurt de stroomopwekking nu nog met sterk vervuillende generatoren die op dieselolie draaien. Een van de grote problemen vormt de onregelmatige levering van de brandstof. Daardoor zitten vaak hele streken nachtenlang in het donker.

Onderzoeksleider Peres da Silva geeft toe dat aan het project vele haken en ogen kleven. „Vanuit technisch oogpunt is een drijvende kerncentrale mogelijk, maar de risico's zijn groot.

Wanneer het gevaarte omslaat en radio-actieve stoffen in het rivierwater terecht komen, dan hebben we te maken met een regelrechte milieuramp. We zullen nog heel wat werk moeten verrichten vooraleer de veiligheidsnormen waterdicht zijn”, zo stelt de wetenschapper.

Bij zijn studie maakt Peres da Silva gebruik van de kennis die Brazilië heeft opgedaan bij de ontwikkeling van haar eerste kernonderzeeër.

Een ambitieus project: een drijvende kerncentrale. Amazone-rivierwater wordt met behulp van kernenergie omgezet in zuurstof en waterstof.

- 1a Geef de reactievergelijking van de omzetting van water in zuurstof en waterstof.
- 1b Welk type reactie is dit?

De kernenergie wordt niet rechtstreeks gebruikt voor de vorming van zuurstof en waterstof. Er zijn enkele energie-omzettingen nodig.

- 2 Geef de energie-omzettingen die plaatsvinden tot en met de vorming van zuurstof en waterstof.

In speciale hogedrukvaten zal via een knalgasreactie de gevormde waterstof tot ontploffing gebracht worden.

- 3 Wat is knalgas?
- 4 Geef een andere naam voor 'ontploffing'.
- 5 Geef de reactievergelijking van de knalgasreactie.

De vrijkomende energie wordt omgezet in elektriciteit.

- 6a Geef alle energie-omzettingen die plaatsvinden uitgaande van waterstof tot en met het branden van een gloeilamp.
- 6b Vergelijk de energie-omzetting van vraag 6a met die van vraag 2.

Op dit moment is de elektriciteitsvoorziening in het Amazonegebied niet optimaal. Industrieën zullen zich daar niet snel vestigen.

- 7a Geef de oorzaak van de niet optimale elektriciteitsvoorziening.
- 7b Leg uit dat industrieën zich niet snel in zulke regio's zullen vestigen.
- 8 Wat vind jij van het plan voor een drijvende kerncentrale op de Amazone? Licht je antwoord toe.

CONSERVERINGSPROCES

Agrarisch Dagblad, 19 augustus 1993

Conserveringsproces

Inkuilmiddelen versnellen het natuurlijke conserveringsproces in ruwvoerkuilen. Dit is een verzuringsproces, waarbij melkzuurbacteriën koolhydraten in het voer omzetten in melkzuur. Hierdoor ontstaat een zuur milieu, waarin schadelijke micro-organismen niet overleven.

Er zijn verschillende soorten toevoegmiddelen. Melasse zorgt voor extra koolhydraten, waardoor het proces sneller verloopt. Het gebruik van zout of enzymen zorgt ervoor dat de celwanden van het plantaardige materiaal kapot gaan. Hierdoor komt het koolhydraatrijke vocht vrij, hetgeen het conserveringsproces bevordert. Daarnaast is het ook mogelijk melkzuur-bacteriën en zuurmengsels te gebruiken.

Het middel van Trouw is een mengsel van de zuren mierzuur (negentig procent) en propionzuur (tien procent). Verder bevat het mengsel ammoniak.

Inkuilmiddelen versnellen het natuurlijke conserveringsproces in ruwvoerkuilen. Hierbij worden koolhydraten door bacteriën omgezet in melkzuur.

- 1 Leg uit dat door de vorming van melkzuur conservering optreedt.
- 2a Zoek in Binas tabel 102A de systematische naam op van melkzuur. Noteer die naam.
- 2b Geef zowel de structuur- als molekuulformule van melkzuur.
- 3a Geef een omschrijving van koolhydraten.
- 3b Geef in een reactievergelijking met molekuulformules de omzetting weer van een (zelfgekozen) koolhydraat in melkzuur.

In het stukje tekst in het blok 'conserveringsproces' worden een aantal manieren genoemd om het natuurlijke conserveringsproces te versnellen.

- 4a Welke manieren worden genoemd?
- 4b Licht van elke manier kort de werking toe.

Het middel van firma Trouw is een mengsel van mierzuur en propionzuur.

- 5a Zoek in Binas tabel 102A de systematische namen van deze twee zuren op. Noteer die namen.
- 5b Noem twee redenen waarom men gekozen zal hebben voor een oplossing van mierzuur/propionzuur en niet bijvoorbeeld voor een oplossing van waterstof-chloride/zwavelzuur.

In een geopende kuil of een niet goed aangereden kuil kan broei optreden. Lees het stukje tekst *Gisten zorgen voor broei*.

Gisten zorgen voor broei

Broei ontstaat als micro-organismen geactiveerd worden door de zuurstof, die de geopende kuil binnendringt. In het verleden heerste de opvatting dat schimmels de broei veroorzaken.

Onderzoek van het Instituut voor Veevoedingsonderzoek (IVVO) in Lelystad aan het einde van de jaren tachtig toonde aan dat gisten en azijnzuurbacteriën de oorzaak vormen. Deze verbranden melkzuur en azijnzuur, waarbij warmte vrij komt.

De zuren vormen het slot op de deur tegen aantasting van de kuil. Als deze allemaal geoxydeerd zijn, stijgt de pH, waardoor schimmels en andere schadelijke micro-organismen de kans krijgen zich te ontwikkelen.

6a Hoe ontstaat de broei?

6b Wat zijn het *directe* gevolgen van de broei?

Indirect heeft de broei ook gevolgen.

7 Welk *indirect* gevolg heeft de broei?

EEN KLEINE ACCU IN JE MOND

Consumentengids 372, juni 1993

Een kleine accu in je mond

Na het inbrengen van een nieuwe vulling, maar soms ook later, kun je weleens last hebben van schokjes in een tand of kies. Sommige (elektro)acupuncturisten zien dit als signaal van de schadelijkheid van amalgaam. Dat is echter rijkelijk overdreven.

Dat schokachtige gevoel geeft vrij goed aan wat er aan de hand is. Er ontstaat namelijk een elektrisch stroompje. Dit stroompje kan optreden als er een

vulling van amalgaam tegen een vulling van goud aanzit; als bij een accu met twee polen. Maar het kan ook gebeuren tussen twee amalgaamvullingen, en zelfs binnen één vulling. Het verschil in gehalte aan metalen in die vullingen leidt namelijk tot kleine potentiaalverschillen en die tot stroompjes tussen de vullingen.

Tegen dit af en toe hinderlijke, maar verder ongevaarlijke verschijnsel – mond-galvanisme is daar-

voor de vakterm – is weinig te doen. Heeft u er vlak na het aanbrengen van een nieuwe vulling veel last van, neem dan contact op met uw tandarts. Op den duur zal het vanzelf minder worden. Mond-galvanisme leidt er namelijk toe dat de amalgaamvulling eerder verweert. Het corrosie-laagje dat daardoor op de vulling ontstaat, remt de stroompjes af. Zo dempt dit verschijnsel als het ware zichzelf.

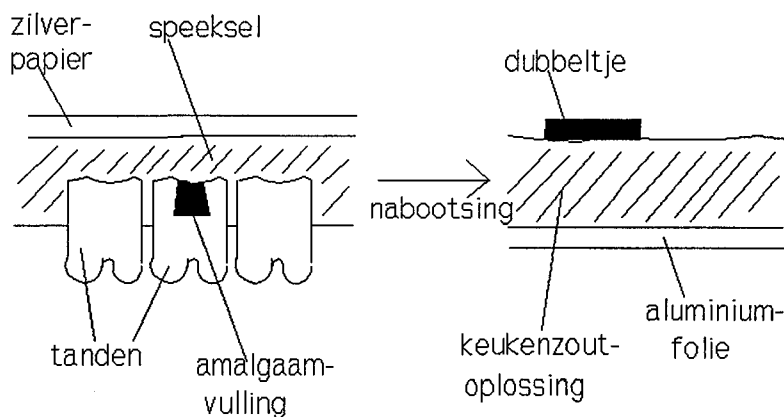
Voor het 'schokachtige gevoel' hoeft je geen gouden vulling te hebben. Eén amalgaam vulling (zilverkleurig) is al genoeg!

Stel: je eet een stukje chocola waaraan nog een reepje zilverpapier zit. Raak je bij het kauwen met de vulling het zilverpapier, dan krijg je 'dat schokachtige gevoel'. (Soms proef je ook een metaalsmaak.) Wil je het controleren? Ga gerust je gang!

Je kunt dit proefje ook *buiten* je mond uitvoeren.

Hieronder zie je getekend hoe je de situatie in je mond kunt nabootsen.

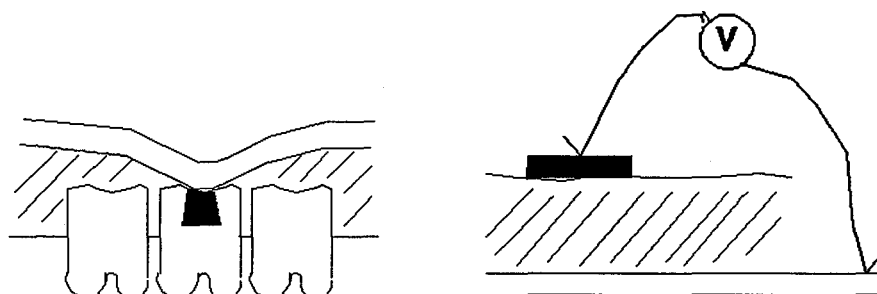
Let op: we zetten in de nabootsing de situatie ondersteboven!



Zilverpapier is een andere naam voor aluminiumfolie. In plaats van speeksel gebruiken we een keukenzoutoplossing. Voor de vulling nemen we een dubbeltje.

Als het zilverpapier en de vulling elkaar raken zorgt de tandzenuw ervoor dat je het 'schokachtige gevoel' waarneemt.

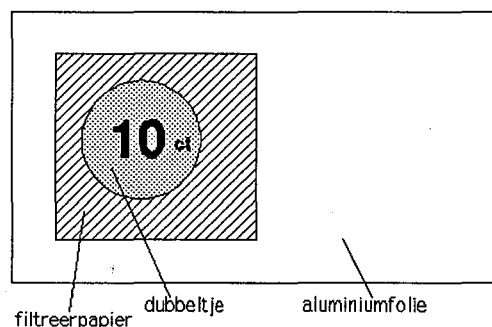
We bootsen dat na met een voltmeter en twee meetdraadjes.



Het ene draadje duwen we stevig tegen het aluminiumfolie en met het andere draadje raken we het dubbeltje aan. Op de voltmeter kun je nu iets zien gebeuren. Voer de simulatieproef op de volgende manier uit:

Uitvoering

- Neem een stukje aluminiumfolie van ca. 5 cm x 10 cm;
- Knip een stukje filtreerpapier van ca. 4 cm x 4 cm en leg dit aan één kant op het aluminiumfolie;
- Druppel zoutoplossing op het stukje filtreerpapier tot het papiertje overal vochtig is;
- Leg op het papiertje een goed ontvet dubbeltje (een kwartje of gulden kan ook);
- Bevestig twee meetdraden aan de voltmeter;
- Duw de draad die verbonden is met de min van de voltmeter stevig op het aluminiumfolie;
- Raak nu met de draad die verbonden is met de plus van de voltmeter het dubbeltje aan *terwijl* je op de meter kijkt;
- Noteer je waarnemingen.



Vragen

- 1 Waarop wijst een uitslag van de voltmeter?
- 2 Wat kan het gevolg daarvan zijn?
- 3 Welk van beide zal je tandzenuw waarnemen als je 'contact maakt'? Bereken de antwoorden.

VITAMINE C IN GROENTE- EN VRUCHTESAPPEN

Allerhande (Albert Heijn) 65, januari 1993

Hoeveel vitamine C zit er in groente- en vruchtesappen?

*In plaats van koffie of thee
drink ik graag vruchtensap en
groentesap, dan krijg je ook nog
wat vitamine C binnen. Wat
extra vitamine C kan nooit*

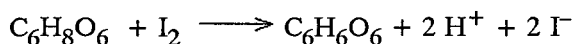
*kwaad in de maand januari.
Kunt u me zeggen hoeveel erin
zit? Ik doel op de sappen van
het merk Krings.
DHR. A.B. TE A.*

Een klasseproject

Bij de redactie van Allerhande is deze brief terecht gekomen. Ze hebben zelf niet de mogelijkheid om een onderzoek uit te voeren en hebben daarom je docent benaderd. Deze heeft toegezegd een onderzoek door leerlingen te laten uitvoeren. Verder heeft hij aangegeven dat er een schriftelijke rapportage komt over de resultaten en methode van onderzoek.

Achtergrondinformatie

Vitamine C ($C_6H_8O_6$) is een reductor en kan daarom met oxidator jood reageren, volgens de reactievergelijking.



Zolang in een oplossing vitamine C aanwezig is, zal bij toevoeging van I_2 alle I_2 worden omgezet. Op het moment dat alle vitamine C heeft gereageerd en je doorgaat met het toevoegen van I_2 , blijft er I_2 over. Met zetmeel kun je I_2 goed aan tonen. Samen met zetmeel geeft het een blauw-zwarte kleur. Als je dus ook nog zetmeel aan je oplossing hebt toegevoegd, kun je het moment dat alle vitamine C weg is goed bepalen.

In de praktijk is het lastig om met I_2 te werken, daarom maak je gebruik van oplossingen waaruit I_2 kan ontstaan. Je maakt bij de bepalingen gebruik van een zure kaliumjodide-oplossing (met zetmeel) waaraan kaliumjodaat-oplossing wordt toegedruppeld.

De zure kaliumjodide/zetmeel-oplossing voeg je bij het te onderzoeken sap. Vervolgens druppel je kaliumjodaatoplossing toe totdat de blauwe kleur van jood/zetmeel ontstaat. (Let op: doordat je met gekleurd vruchtensap werkt zul je een mengkleur krijgen, eventueel kun je hier een vergelijkoplossing maken).

Het maken van een ijkcurve

Als je veel metingen moet doen is het handig om bij dit soort metingen een ijklijn te maken. Zo'n ijklijn stel je op met behulp van bekende hoeveelheden vitamine C. Je weegt een bekende hoeveelheid vitamine C af en bepaalt vervolgens hoeveel ml kaliumjodaat je daarvoor nodig hebt. Dan neem je een *andere* hoeveelheid vitamine C en herhaal je de bepaling. Dit doe je tot je genoeg punten hebt om de grafiek te tekenen.

Uitvoering

IJKlijn

Maak een vitamine C-oplossing van 2,00 g/l.

Nummer 5 erlenmeyers 1 tot en met 5. Breng in de erlenmeyers vitamine C-, zwavelzuur-, kaliumjodide-, en zetmeeloplossing. Voor hoeveelheden zie onderstaande tabel

Erlenmeyer	1	2	3	4	5
ml vitamine C oplossing	5	10	15	20	25
ml 1 M H ₂ SO ₄ -oplossing	20	20	20	20	20
ml 0,5 M KI-oplossing	25	25	25	25	25
ml zetmeeloplossing	15	15	15	15	15
ml water	95	90	85	80	75
Bevat mg vitamine C	10	20	30	40	50

Controleer het gehalte vitamine C per erlenmeyer met behulp van een berekening.

Vul een spuit of buret met kaliumjodaatoplossing (0,006 M). Voeg aan elke erlenmeyer kaliumjodaatoplossing toe, terwijl je de erlenmeyer zwenkt, totdat je een blijvende kleuromslag ziet. Noteer het toegevoegde aantal ml kaliumjodaatoplossing.

Maak een grafiek waarbij je op de horizontale as de hoeveelheid vitamine C uitzet en op de verticale as de verbruikte ml kaliumjodaatoplossing.

Onderzoek groente- en vruchtensappen

Breng 100 ml sap in een erlenmeyer. Voeg toe 20 ml 1 M H₂SO₄-oplossing, 25 ml 0,5 M KI-oplossing en 15 ml zetmeeloplossing.

Vul een spuit/buret met kaliumjodaatoplossing (0,006 M). Voeg kaliumjodaatoplossing toe, terwijl je de erlenmeyer zwenkt, totdat je een blijvende kleuromslag ziet. Noteer het verbruikte aantal ml kaliumjodaatoplossing dat je hebt toegevoegd.

Leid met behulp van de grafiek af hoeveel mg vitamine C aanwezig is in 100 ml sap.

Stel een brief op gericht aan Albert Heijn waarin je de methode van onderzoek beschrijft en de resultaten verwerkt.

BOORDEVOL VITAMINE C

Een onderzoek plannen en uitvoeren zijn vaardigheden die bij een vak als scheikunde horen. Het pad dat je moet gaan bij een onderzoek is niet altijd makkelijk. Deze opdracht helpt je en geeft je een voorbereiding op het zelfstandig doen van een onderzoek.

Allerhande (Albert Heijn) 59, januari 1993

Boordevol vitamine C

Citrusfruit zit vol vitamine C en voedingsvezel. Gemiddeld bevat citrusfruit 30 à 40 mg vitamine C per 100 gram, sinaasappels zelfs 50 mg per 100 gram. Eén sinaasappel dekt de dagelijkse behoefte aan vitamine C.

Pers gerust een grote kan sap tegelijk. Wanneer u die in de koelkast bewaart, blijft het gehalte aan vitamine C zeker enkele dagen stabiel. Ook in perssinaasappels, die al een tijdje liggen, is het gehalte aan vitamine C niet achteruitgegaan. Zo combineert u lekker met slank, want citrusvruchten leveren geen van alle veel Calorieën.

Citrusfruit niet al te calorierijk, maar wel rijk aan vitamine C en voedingsvezel. Waarschijnlijk heb je ook thuis wel eens gehoord 'fruit is gezond'. Je bent benieuwd of dat inderdaad zo is en wilt dat eigenlijk wel onderzoeken. De vraag is hoe je ze iets moet aanpakken.

Het artikel uit Allerhande biedt aanknopingspunten voor onderzoeksvragen.

- a Is 'vers' citrusfruit even vitamine C-rijk als vruchten die al een tijdje liggen?
- b Blijft geperst citrusfruit net zo goed als de vruchten zelf?
- c Wat wordt er bedoeld met 'per 100 gram'?

- 1 Schrijf een onderzoeksvraag op die hoort bij vraag c.

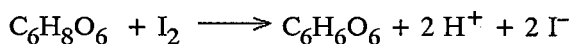
De eerste onderzoeksvraag die hierboven gesteld wordt biedt aanleiding tot een aantal vragen. Zoals bijvoorbeeld: is het fruit afkomstig uit één partij?

- 2 Een onderzoeksvraag mag maar één variabele bevatten. Klopt dat met de vraag die je bij 1 opgesteld hebt. Neen, pas je vraag dan aan.

Eén van de drie mogelijkheden tot onderzoek ga je uitvoeren.

Achtergrondinformatie

Vitamine C ($C_6H_8O_6$) is een reductor en kan daarom met oxidator jood reageren, volgens de reactievergelijking.



Zolang in een oplossing vitamine C aanwezig is, zal bij toevoeging van I_2 alle I_2 worden omgezet. Op het moment dat alle vitamine C heeft gereageerd en je door- gaat met het toevoegen van I_2 , blijft er I_2 over. Met zetmeel kun je I_2 goed aan tonen. Samen met zetmeel geeft het een blauw-zwarte kleur. Als je dus ook nog zetmeel aan je oplossing hebt toegevoegd, kun je het moment dat alle vitamine C weg is goed bepalen.

In de praktijk is het lastig om met I_2 te werken, daarom maak je gebruik van oplossingen waaruit I_2 kan ontstaan. Je maakt bij de bepalingen gebruik van een zure kaliumjodide-oplossing (met zetmeel) waaraan kaliumjodaat-oplossing wordt toegedruppeld.

De zure kaliumjodide/zetmeel-oplossing voeg je bij het te onderzoeken sap. Ver- volgens druppel je kaliumjodaatoplossing toe totdat de blauwe kleur van jood/zet- meel ontstaat. (Let op: doordat je met gekleurd vruchtensap werkt zul je een mengkleur krijgen, eventueel kun je hier een vergelijkoplossing maken.)

Het maken van een ijkcurve

Als je veel metingen moet doen is het handig om bij dit soort metingen een ijklijn te maken. Zo'n ijklijn stel je op met behulp van bekende hoeveelheden vitamine C. Je weegt een bekende hoeveelheid vitamine C af en bepaalt vervolgens hoeveel ml kaliumjodaat je daarvoor nodig hebt. Dan neem je een *andere* hoeveelheid vitamine C en herhaal je de bepaling. Dit doe je tot je genoeg punten hebt om de grafiek te tekenen.

Uitvoering

Ijklijn

Maak een vitamine C-oplossing van 2,00 g/l.

Nummer 5 erlenmeyers 1 tot en met 5. Breng in de erlenmeyers vitamine C-, zwavelzuur-, kaliumjodide-, en zetmeeloplossing. Voor hoeveelheden zie onder- staande tabel.

Erlenmeyer	1	2	3	4	5
ml vitamine C oplossing	5	10	15	20	25
ml 1 M H_2SO_4 -oplossing	20	20	20	20	20
ml 0,5 M KI-oplossing	25	25	25	25	25
ml zetmeeloplossing	15	15	15	15	15
ml water	95	90	85	80	75
Bevat mg vitamine C	10	20	30	40	50

Controleer het gehalte vitamine C per erlenmeyer met behulp van een bereke- ning.

Vul een spuit of buret met kaliumjodaatoplossing (0,006 M). Voeg aan elke erlenmeyer kaliumjodaatoplossing toe, terwijl je de erlenmeyer zwenkt, totdat je een blijvende kleuromslag ziet. Noteer het toegevoegde aantal ml kaliumjodaatoplossing.

Maak een grafiek waarbij je op de horizontale as de hoeveelheid vitamine C uitzet en op de verticale as de verbruikte ml kaliumjodaatoplossing.

Onderzoek citrusfruit

Breng 100 gram monster in een erlenmeyer. Voeg toe 20 ml 1 M H_2SO_4 -oplossing, 25 ml 0,5 M KI-oplossing en 15 ml zetmeeloplossing.

Vul een spuit/buret met kaliumjodaatoplossing (0,006 M): Voeg kaliumjodaatoplossing toe, terwijl je de erlenmeyer zwenkt, totdat je een blijvende kleuromslag ziet. Noteer het verbruikte aantal ml kaliumjodaatoplossing dat je hebt toegevoegd.

Leid met behulp van de grafiek af hoeveel mg vitamine C aanwezig is in 100 ml monster.

BRON- EN MINERAALWATER

Consumentengids 430-433, juli 1993

Meeste flessewaters weer zuiver

Wie een fles bron- of mineraalwater koopt, al of niet met prik, verwacht zuiver water te krijgen. Verontreinigingen horen er gewoonweg niet in thuis. Twee jaar geleden verbaasden we ons dan ook hooglijk over de chloorhoudende oplos- en reinigingsmiddelen die we bij vijf merken aantroffen.

Het gevolg was dat de bron van één van de besmette waters, die van Albert Heijn in België, naar aanleiding van die test werd gesloten. Tot op heden heeft Albert Heijn nog geen nieuw huismerk voor bronwater. Een ander besmet merk, Cathareine, is ook niet meer verkrijgbaar.

1 Wat was de aanleiding voor dit onderzoek?

Gewild drankje

Bron- en mineraalwater mag zich nog immer verheugen in een groeiende belangstelling, ondanks de opkomst van alcoholarm en -vrij bier. Van 1988 tot 1992 is het verbruik van flessewater in Nederland gestegen van 12 tot bijna 15 liter per persoon per jaar. In 1992 was de stijging wel iets minder dan in de voorgaande jaren. In vergelijking met de hoeveelheden die onze zuiderburen achteroverslaan is 15 liter erg weinig: zij drinken jaarlijks maar liefst 160 liter per persoon.

De prijzen lopen sterk uiteen: koolzuurhoudend water varieert in prijs van f0,50 per liter voor Tip tot f3,75 per liter voor Ramlösa; flessewater zonder koolzuur kunt u kopen voor f0,60 per liter (Bar-Le-Duc), maar ook voor f10,60 per liter (Original).

Voor de inkoop bezochten we slijterijen, supermarkten, natuurvoedingswinkels en waterwinkels. Deze laatste zijn te vinden in Amsterdam, Doetinchem en Den Haag. Sommige merken zijn moeilijker verkrijgbaar (zie tabel).

Kraanwater kost ongeveer 80 cent per m³.

2a Bereken de prijs van kraanwater in cent/liter (of cent /dm³).

2b Bereken hoeveel keer het goedkoopste flessewater zonder koolzuur duurder is dan kraanwater.

Mineralen

Sommige leveranciers van bron- en mineraalwater gaan prat op het hoge mineraalgehalte. Ook sommige alternatieve geneeswijzen hechten daar veel waarde aan. Hoe meer mineralen, des te beter, lijkt het devies.

Mineralen zijn niets anders dan in water opgeloste zouten zoals calcium, magnesium, natrium, kalium, carbonaten en sulfaten.

Het is wel waar dat ons lichaam voor de waterhuishouding en voor het stevig houden van de botten niet zonder mineralen kan. Met een normale voeding en via het leidingwater krijgen we er echter voldoende van binnen.

Natuurlijk mineraalwater bevat niet meer mineralen dan bronwater, al wekt de benaming wel die in-

druk. In de geteste waters varieerde het gehalte van minder dan 100 mg per liter (één rondje) tot boven de 1500 mg per liter (vijf rondjes, zie tabel). Water met meer dan 1000 mg mineralen per liter kreeg als eindoordeel niet meer dan redelijk.

Beide waters van Apollinaris bevatten per liter meer dan 1500 mg mineralen, het maximum volgens de Waterleidingwet. Zoals de naam van de wet al zegt geldt deze alleen voor leidingwater. Flessewater hoeft er niet aan te voldoen. Het natuurlijk mineraal- en bronwaterbesluit stelt geen maximum aan het mineralengehalte. We adviseren u om van mineraalrijke waters niet te veel achtereen te drinken.

-
- 5 Geef de naam die in de scheikundeles gebruikt wordt voor mineralen.
 - 6 Geef de formules van de deeltjes die in mineraal- en bronwater voorkomen.
 - 7 Leg uit waarom de Consumentenbond adviseert niet teveel mineraalwater achtereen te drinken.
-

Zout

Eén van de mineralen die in flessewater voorkomt is natrium, oftewel zout. Het is ongezond om veel zout binnen te krijgen, vooral voor mensen met een verhoogde bloeddruk. Omdat we met ons dagelijks voedsel, zoals brood, al gauw te veel zout binnenkrijgen, is bron- of mineraalwater met veel zout af te raden.

Aan de hand van het natriumgehalte hebben we de hoeveelheid zout in de waters bepaald. Beide varianten van Apollinaris bevatten extreem veel natrium: circa 400 mg per liter. Ter vergelijking: in leidingwater mag hooguit 175 mg natrium per liter zitten! Alle waters die daarboven uitkomen zijn in de tabelkolom **natrium** beoordeeld als matig of slecht.

-
- 8 Geef de formule van 'zout' die in het artikel staat.
 - 9 Geef de juiste formule van (keuken)zout.
 - 10 Noem een aantal problemen die ontstaan als je teveel (keuken)zout gebruikt.

Verontreinigingen

De bronnen waaruit bron- en mineraalwaters worden geput, kunnen verontreinigd zijn met bijvoorbeeld meststoffen (nitraat, fosfaat), die er via de bodem in terechtkomen.

In leidingwater zijn we in het verleden meermalen een verhoogd **nitraatgehalte** tegengekomen. In flessewater is dit echter nauwelijks een probleem. Perrier bevat met 18 mg per liter het meeste nitraat en komt ruim boven het maximum dat wij hanteren voor de bereiding van flessevoeding (10 mg/l). Toch blijft ook dit water ruim onder de wettelijke norm voor flessewater.

Ook metalen kunnen naar de bron doorsijpelen. Aluminium bijvoorbeeld, dat van nature in gesteenten in de bodem voorkomt, kan door zure regen losraken en in de bron terechtkomen.

De meeste waters uit de test bleken gelukkig vrij van metalen. Kleine spoortjes troffen we in sommige flessen wel aan, maar de hoeveelheden blijven ruim onder de grenzen van de Waterleidingwet.

Besmettingen met ziekmakende **bacteriën** kwamen gelukkig niet voor. We troffen ze in geen van de flessen aan.

Koolzuurhoudend water geeft nauwelijks problemen op het gebied van bacteriën. Dat komt doordat koolzuur enigszins conserverend werkt.

11 Leg uit hoe het komt, dat leidingwater weleens teveel nitraat bevat.

Verpakking

Glas met statiegeld is de minst milieu-belastende verpakking. Daarna volgt de Pet-fles met statiegeld, omdat deze niet hervulbaar is. Op de derde plaats staat Pet zonder statiegeld, gevolgd door de kartonnen wegwerpverpakking. Ronduit af te keuren zijn verpakkingen van PVC zonder statiegeld.

We kochten de waters zo mogelijk in een glazen fles. Dat lukte niet bij Hé-bron en Mont Roucous. Hé-bron heeft zijn glazen verpakking verruild voor een Pet-fles met statiegeld. Mont Roucous vonden we vaak in een fles van PVC zonder statiegeld! Dit merk is echter ook in glas (zonder statiegeld) verkrijgbaar.

Bij een aantal andere merken laat de bottelaar u de keuze tussen glas en karton of tussen glas en Pet. Norwater is de enige met alleen een kartonnen verpakking (zie tabelkolom **verpakking**).

Als u binnen één merk de keuze heeft tussen verschillende verpakkingen, blijkt een glazen statiegeldfles van 1 liter meestal goedkoper dan een Pet-fles van 1,5 liter of een kartonnen pak van 2 liter. Het verschil bedraagt zo'n 5 tot 10 cent per liter. De grootste verpakking is dus duurder dan de kleinere!

Hierop zijn twee uitzonderingen: de Pet-verpakking van 5 liter van Akwarius Oerwater en de PVC-fles van 1,5 liter van Mont Roucous zijn per liter allebei goedkoper dan hun varianten in glazen literflessen.

- 12 De Consumentenbond heeft een volgorde aangegeven gebaseerd op de mate waarin het milieu belast wordt; vul met de gegevens uit het artikel onderstaande tabel in.

Verpakking	Milieubelasting + reden
Glas + statiegeld	Wordt volledig gerecycled
PVC zonder statiegeld	

Fles of kraan?

Wat is nu het verschil tussen flessewater zonder koolzuur en gewoon leidingwater? Is het gezonder om flessewater te drinken of maakt dat niet uit?

Het meest in het oog springende verschil is natuurlijk de prijs. Voor de prijs van een liter flessewater heeft u soms wel een kubieke meter leidingwater. Dat is 1000 keer zoveel!

Verder heeft flessewater als nadeel dat het vaak minder goed wordt gecontroleerd dan leidingwater. Waterleidingmaatschappijen hebben de verplichting schoon water te leveren. Zo nodig moeten ze het zuiveren. Bron- en mineraalwater mag niet eens worden gezuiverd, behalve van ijzer en zwavel.

Helaas kunnen we u nog niet laten weten of de kwaliteit van kraanwater voldoende is. De resultaten van onze test van het leidingwater van de circa 40 waterleidingmaatschappijen in ons land worden over enkele maanden bekend.

Tot die tijd blijven we bij ons advies dat u net zo goed water uit de kraan als uit een fles kunt drinken; in kwaliteit ontslopen die twee elkaar niet veel. Het kan wel zijn dat u het flessewater lekkerder vindt dan kraanwater of omgekeerd en op grond daarvan kiest.

Eén kanttekening: in flessewater zit nauwelijks nitraat, zo blijkt uit de test. Omdat kraanwater in sommige delen van het land met vrij hoge nitraatgehaltes te kampen heeft, is op dit punt flessewater in het voordeel. Voor zuigelingen is nitratrijk water riskanter dan voor andere mensen. Wie woont in een gebied waar het leidingwater veel nitraat bevat, zou daarom voor het bereiden van babyvoeding flessewater zonder koolzuur kunnen gebruiken.

- 13 Leg uit waarom je beter kraanwater kunt drinken dan flessewater. Laat in je antwoord aan bod komen:
- prijs;
 - verontreiniging en controle;
 - milieubelasting (transport en verpakking).

Voor de volgende vragen moet je gebruik maken van de tabel aan het einde van de opgave.

- 14 Leg uit of ++ in de kolom 'Natrium' betekent dat er *veel* of dat er *weinig* natrium inzit.

Als je hoge bloeddruk hebt, mag je geen natrium gebruiken.

15 Welk merk moet je beslist niet gebruiken als je hoge bloeddruk hebt?

16 Licht met voorbeelden toe, dat het kopen van een duur mineraalwater geen garantie is voor een goed mineraalwater.

17 Beschrijf kort:

- welk mineraal- of bronwater jij weleens gebruikt;
- of dit water volgens de test goed-redelijk-matig is;
- wat je vindt van de stelling dat je veel beter kraanwater kunt drinken dan mineraal- of bronwater.

Gebruik je geen bron- of mineraalwater: welk bron- of mineraalwater zou je kopen. Licht je keuze toe.

FLESSEWATER

MERK EN TYPE	PRIJS		INHOUD		PRIJS PER LITER		VERPAKKING		LAND VAN HERKOMST		CLAIMS OP ETIKET		MINERALEN		NATRIUM		CHEM. VERONTRENGING		BACTERIËN		TOTAAL TESTRESULTAAT	
	f	l	f	l	f	l	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)	13)	14)	15)	16)	
MET KOOLZUUR																						
AKWARIUS OERW. ¹⁾	1,70	l	1,70	G	NL					oo	++	++	+	+							GOED	
APOLLINARIS ¹⁾	1,70	0,75	2,25	G	D	MNY				oooo	--	+	+							□	REDELIJK	
BADOIT ¹⁾	3,50	l	3,50	G	F	MN				oooo	□	+	+	+							REDELIJK	
BAR-LE-DUC	0,60	l	0,60	G	NL	MNRZd				oo	++	++	+	+							GOED	
CHAUDFONTAINE	0,75	l	0,75	G	B	MN				oo	+	++	+	+							GOED	
FERTILIA ¹⁾	1,15	l	1,15	G	B	BN				ooo	++	++	+	+							GOED	
HAANER ¹⁾	1,25	0,75	1,65	G	D	MN				ooo	+	++	+	+							GOED	
HÉ-BRON	0,85	1,5	0,55	P	NL	BN				oo	++	++	+	+							GOED	
KWALITEITSMERK	0,70	l	0,70	G	NL	BNRZd				oo	++	++	+	+							GOED	
MELLIER	0,60	l	0,60	G	B	BNZa				o	++	+	-	+							MATIG	
ook als	0,90	1,5	0,60	P																		
O'LACY'S	0,60	l	0,60	G	NL	BNZa				oo	++	+	+						□		REDELIJK	
PERRIER	1,65	0,75	2,20	G	F	MN				oo	++	□	+	+							REDELIJK	
RAMLÖSA ¹⁾	2,80	0,75	3,75	g	S	MN				ooo	-	++	+	+							REDELIJK	
SAN PELLEGRINO ¹⁾	2,95	l	2,95	G	I	MN				oooo	+	++	-	+							MATIG	
SOURCY	0,85	l	0,85	G	NL	MNTZad				oo	++	++	+	+							GOED	
SPA BARISART	0,80	l	0,80	G	B	MNRZd				o	++	++	+	+							GOED	
ook als	1,25	1,5	0,85	P																		
STY	0,60	l	0,60	G	B	MN				ooo	++	+	+	+							GOED	
TIP	0,50	l	0,50	G						ooo	-	++	+	-							MATIG	
TOP	0,60	l	0,60	G		MN				oo	-	++	+	+							REDELIJK	
MET WEINIG KOOLZUUR																						
APOLLINARIS ¹⁾	1,70	0,75	2,25	G	D	MNY				oooo	--	+	+	+							REDELIJK	
HAANER ¹⁾	1,25	0,75	1,65	G	D	MN				oo	+	++	+	+							GOED	
ZONDER KOOLZUUR																						
AKWARIUS OERW. ¹⁾	1,70	l	1,70	G	NL					oo	++	++	+	+							GOED	
ook als	5,95	5	1,20	P																		
BAR-LE-DUC	0,60	l	0,60	G	NL	MNRZd				oo	++	++	+	-							MATIG	
ook als	1,40	2	0,70	K																		
CHAUDFONTAINE	0,75	l	0,75	G	B	MNR				oo	+	++	+	-							MATIG	
ook als	1,25	1,5	0,85	P																		
EVIAN ¹⁾	2,30	l	2,30	G	F	MN				oo	++	+	+	-							MATIG	
FERTILIA ¹⁾	1,15	l	1,15	G	B	BN				ooo	++	++	+	-							MATIG	
MONT ROUCOUS ¹⁾	2,35	1,5	1,55	V	F	BNS				o	++	++	+	+							GOED	
ook als	2,00	l	2,00	g																		
NORWATER ¹⁾	2,90	2	1,45	K	N					o	++	++	+	+							GOED	
O'LACY'S	0,65	l	0,65	G	NL	BNRZd				oo	++	++	+	-							MATIG	
ook als	1,50	2	0,75	K																		
ORIGINAL ¹⁾	7,95	0,75	10,60	g	GB	BN				oo	+	++	+	-							MATIG	
SPA REINE	0,80	l	0,80	G	B	MNRXZd				o	++	++	+	-							MATIG	
ook als	1,25	1,5	0,85	P																		
VITTEL	1,15	l	1,15	G	F	MN				ooo	++	+	+	+							GOED	

1 Moeilijk verkrijgbaar

2 G = glas met statiegeld

g = glas zonder statiegeld

K = karton

P = Pet-fles met statiegeld

V = PVC zonder statiegeld

3 B = bronwater

M = natuurlijk mineraalwater

N = naam bron

R = zwak mineraalhoudend

S = zonder enige scheikundige behandeling

T = buitengewoon/natuur zuiver

X = geschikt voor bereiding babyvoeding

Y = ontijzerd

Za = natriumarm

Zd = geschikt voor zoutarm dieet

4 Hoe meer rondjes, des te meer mineralen

++ = ZEER GOED; + = GOED; □ = REDELIJK;

-- = MATIG; --- = SLECHT

SUIKERS LEVEREN GROENE WASMIDDELEN

Chemisch Magazine 96, maart 1993

SUIKERS LEVEREN GROENE WASMIDDELEN

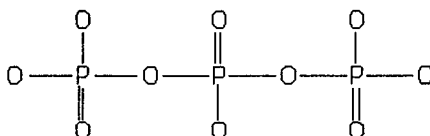
Wasmiddelen met fosfaat zijn slecht voor het milieu, dat weet iedereen. Minder mensen weten dat de meeste 'groene' wasmiddelen ook milieubelastend zijn, want ze bevatten niet-abbrekbare fosfaatvervangers. TNO-voeding heeft met de TU Delft een afbreekbaar alternatief ontwikkeld op basis van dicarboxyzetmeel en dicarboxy-inuline. De eerste patenten zijn inmiddels aangevraagd.

Sinds bekend is dat het gebruik van natriumtripolyfosfaat als waterontharder in wasmiddelen leidt tot eutrofiëring van het oppervlaktewater, hebben chemici veel onderzoek gedaan naar fosfaatvervangers. Omdat dergelijke stoffen aan veel eisen moeten voldoen zijn tot nu toe weinig geschikte alternatieven gevonden. Ook tegen de huidige fosfaatvervangers zeoliet en synthetisch polycarboxylaat (waaronder polyacrylaat) bestaan bezwaren; ze zijn bijvoorbeeld niet biologisch afbreekbaar. Vervanging van deze stoffen is daarom wenselijk.

Het artikel beschrijft een *nieuw* alternatief voor fosfaat in wasmiddelen.

- 1 Wat was de functie van het fosfaat in een wasmiddel?
- 2 Waarom zijn wasmiddelen met fosfaat slecht voor het milieu?

Het 'fosfaat' heet voluit *natriumtripolyfosfaat*. De (onvolledige!) structuurformule ervan is:



- 3a Maak van de structuurformule een elektronenformule door de niet-bindende elektronenparen op de juiste plaatsen erbij te tekenen.
- 3b Geef de ladingen in de elektronenformule van het tripolyfosfaat aan.
- 3c Geef de ionenformule van natriumtripolyfosfaat.
- 3d Beredeneer waarom in de naam natriumtripolyfosfaat de aanduidingen 'tri' en 'poly' niet strijdig zijn.

Natriumtripolyfosfaat werkt als waterontharder.

- 4a Welke deeltjes zijn aanwezig als je het over hard water hebt?
- 4b Hoe werkt natriumtripolyfosfaat als waterontharder?

Suikers bieden mogelijk een oplossing. Door oxidatie van de glucose-eenheid van zetmeel en cellulose ontstaan dicarboxy-verbindingen die een voldoende hoog calciumbindend (sequestreerend) vermogen bezitten om ze als fosfaatvervanger te gebruiken.

Bovendien is het materiaal biologisch afbreekbaar. Omzetting van het fructaan inuline levert 3,4-dicarboxy-inuline op met een nog hoger calcium sequestreerend vermogen (2-2,5 mmol Ca/g). De biodegradeerbaarheid van dit materiaal lijkt eveneens gunstig.

In veel wasmiddelen is het fosfaat vervangen, maar ook de huidige fosfaatvervangers zouden vervangen moeten worden.

- 5a Wat is een belangrijk bezwaar tegen de huidige fosfaatvervangers?
- 5b Waarom bieden 'suikers' mogelijk een oplossing? Geef twee redenen.

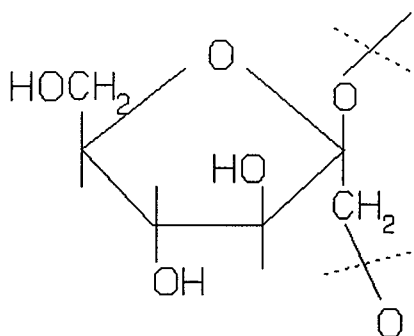
De 'suikers' die dr. Besemer onderzocht waren de polysacharides *zetmeel* en *inuline*. Bouwstenen hiervoor zijn respectievelijk D-glucose en D-fructose.

- 6a Zoek in Binas (tabel 67A) de structuren op van D-glucose en D-fructose en teken ze.
- 6b Geef voor beide stoffen de molekuulformule.

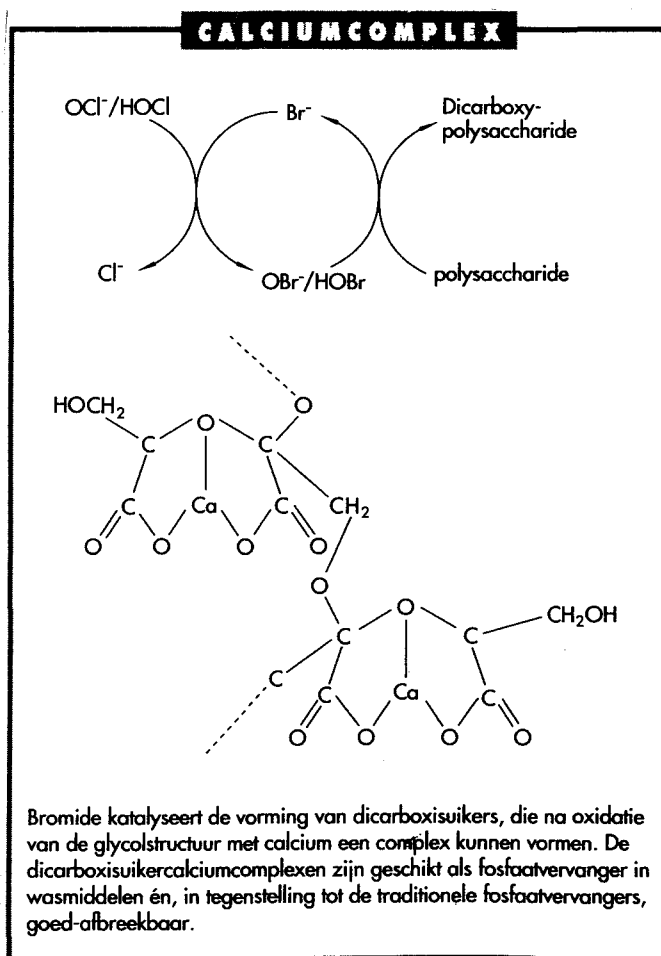
- 7a Zoek in Binas (tabel 102A) de rationele naam op voor zetmeel.
- 7b Teken de eenheid die zich in het ketenmolekuul van zetmeel herhaalt.
- 7c Waar lijkt deze eenheid op? Bekijk je antwoord op vraag 6a.

- 8 Teken één stap van de reactie tussen twee van de molekulen uit vraag 7c waardoor een ketenmolekuul kan ontstaan.

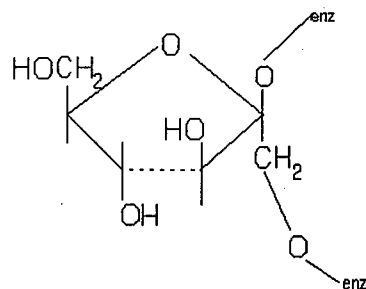
Naast zetmeel heeft dr. Besemer ook *inuline* onderzocht. Bij inuline zijn de ketens gevormd uit D-fructose. Hieronder is getekend welke bijdrage één fructose-molecuul aan de keten levert.



- 9 Beschrijf het (grote) verschil in structuur tussen de ketens van zetmeel en inuline.



Als inuline wordt geoxideerd kan de C-C binding breken die hieronder gestippeld is getekend.



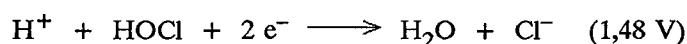
Aan beide uiteinden van de breukplaats ontstaat dan een --COOH groep.

- 10a Hoe noem je een --COOH groep?
- 10b Wat zullen deze groepen doen als de stof in (zeep)water is opgelost?
- 10c Wat zal er daarna gebeuren met de calciumionen die zich in het water bevinden?

Bij de oxidatie zijn *twee* --COOH groepen ontstaan.

- 11a Leg uit waarom dit voor de binding van calciumionen gunstig is.
- 11b Neem uit het kader 'Calciumcomplex' de structuur van het 'dicarboxisuker-calciumcomplex' over en geef hierin met een kleur de oorspronkelijke fructose-ring aan.
- 11c Geef commentaar op de tekening van het 'dicarboxisukercalciumcomplex' zoals die voorkomt in het kader met het opschrift 'Calciumcomplex'.

De oxidatie van de glucose- en fructose-bouwstenen vindt plaats door de *hypochloriet-ionen* OCl^- . In (zwak) zuur milieu vormt zich hieruit het molecuul HOCl . De halfreactie van HOCl als oxidator is



- 12 Zoek in Binas tabel 48 een voor jou bekende oxidator op van ongeveer gelijke sterkte. Noteer welke oxidator je uitkiest.

Bromide-ionen blijken bij de oxidatie-reactie op te treden als *katalysator*.

- 13a Welke (half)reactie van het bromide-ion verwacht je in aanwezigheid van HOCl in (zwak) zuur milieu?
- 13b Wat zal er daarna gebeuren?
- 14 Is de stof die uit bromide-ionen ontstaat een sterkere of zwakkere oxidator dan HOCl ?
- 15 Hoe kun je zien dat het bromide-ion hier een katalysator is?

In het kadertje 'Calciumcomplex' wordt onderaan gesproken over 'dicarboxisukers'.

- 16 Welke stoffen worden daarmee bedoeld?

Een belangrijk punt in het voordeel van de nieuwe waterontharder is het feit dat de grondstoffen voor de bereiding ervan *hernieuwbaar* zijn.

- 17a Wat wordt daarmee bedoeld?
17b Waarom is dat een belangrijk voordeel?

Uit het onderzoek blijkt dat dicarboxyzetmeel en dicarboxyinuline in aanmerking komen als vervanger van polycarboxylaate of fosfaat in wasmiddelen.

Goede prestaties. Zowel dicarboxyzetmeel als dicarboxyinuline kunnen waarschijnlijk op grote schaal en tegen aanvaardbare prijzen bereid worden.

Uiteraard zal een aantal aspecten (zoals blootstelling) uitgebreid onderzocht moeten worden voor wasmiddelenfabrikanten dicarboxyzetmeel of dicarboxyinuline grootschalig in hun produkten kunnen toepassen.

- 18 Zul je spoedig wasmiddelen met dicarboxyzetmeel en/of dicarboxyinuline in de winkel kunnen verwachten?
Waarom wel/niet?

ZUINIG AAN MET VENTILATIELUCHT

Boerderij/Varkenshouderij, 25 mei en 6 juli 1993

Zuinigaan met ventilatielucht

Het BB Air Recycling systeem filtert en koelt de stallucht, waarna deze opnieuw als ventilatielucht bruikbaar is. Per uur is slechts negen kuub verse lucht nodig.

Normaal is een kuub ventilatielucht per kilo lichaamsgewicht nodig om een goed klimaat in de stal te kunnen handhaven. Dit nieuwe systeem circuleert echter de al aanwezige lucht, waardoor nauwelijks toevoer van verse lucht nodig is. In de tekening is schematisch te zien hoe het BB Air Recycling systeem werkt.

De stallucht wordt onder de roosters afgezogen, waarna een zogeheten Biotrickling-filter zorgt voor het omzetten van ammoniak in nitraat door nitrificerende bacteriën. Een condensor zorgt daarna voor de koeling van de lucht. De lampen, die ultraviolette straling uitzenden, doden eventuele ziektekiemen in de lucht voordat deze

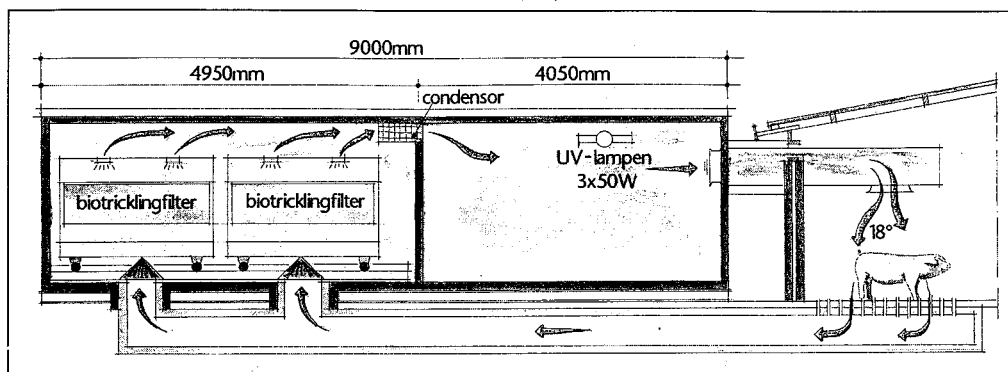
weer de stal in wordt geblazen.

„Een constante temperatuur in de stal kan de produktieresultaten in de vermeerdering verbeteren”, vertelt ing. J. Tuininga van het varkensproefbedrijf Raalte, waar het systeem tijdens de open dagen voor het eerst te zien was. „Deze zomer gaan we meten hoe goed het systeem onder praktijkomstandigheden werkt. In de warme zomer van 1989 verloren we twee biggen per zeug door de hoge temperaturen in de stal.”

Het filteren en hergebruiken van de stallucht heeft het grote voordeel dat de hoeveelheid ammoniak die de stal uitgaat minimaal wordt. „Volgens berekeningen komen we bij ons systeem op 0,2 kilo ammoniak per zeugenplaats per jaar”, aldus J. Veenstra, directeur van Fresh Engineering

die het systeem op de markt gaat brengen. Een waarde die ver beneden de drempelwaarde van 4,0 kilo ligt die geldt voor Groen Label-erkenning.

De huidige opstelling in Raalte is niet geschikt voor praktijkbedrijven. „Er zit een gasmeetunit in van alleen al f65.000. We meten bijvoorbeeld ook hoeveel de concentraties van methaan en lachgas stijgen. Deze zijn voor de praktijk niet nodig, die kan volstaan met een ammoniak- en CO₂-meter”, vertelt Veenstra. Hij wil nog geen uitspraak doen over de toekomstige kostprijs van het systeem. „Bovendien zijn soms bouwtechnische aanpassingen in de stal noodzakelijk die kostenverhogend werken. Bij nieuwbouw kunnen die aanpassingen direct worden meegenomen.” □



Momenteel staat op het varkensproefbedrijf in Raalte een proefopstelling die de stallucht filtert en koelt, om daarna opnieuw in de stal te kunnen gebruiken. Met dit systeem ontsnapt vrijwel geen ammoniak uit de stal

Uit de tekening is de werking van het Air Recycling systeem af te lezen. Elk onderdeel in het systeem heeft zijn eigen specifieke werking.

- 1a Welke drie onderdelen voor de luchtbehandeling kun je in het systeem aanwijzen?
- 1b Leg kort uit wat het doel is van deze onderdelen.

Heel belangrijk in het systeem is de reductie van de ammoniakuitstoot.

- 2a Bereken hoeveel kg de ammoniakuitstoot is per jaar op een bedrijf met 50 zeugen dat het Air Recycling systeem gebruikt?
- 2b Bereken hoeveel kg de uitstoot per jaar op dit bedrijf mag zijn om voor een Groen Label in aanmerking te komen?

De eerste stap in het systeem is het 'filter'.

- 3 Vind je het woord 'filter' hier juist gekozen? Licht je antwoord toe.

De ammoniak wordt in het filter omgezet in nitraat. De omzetting van ammoniak in nitraat is een aeroob proces, dat wil zeggen dat er zuurstof bij betrokken is. De zuurstof reageert met de ammoniak tot salpeterzuur en water.

- 4a Waar komt de zuurstof vandaan die bij dit proces nodig is?
- 4b Verklaar met behulp van een reactievergelijking het zinnetje 'Ammoniak wordt omgezet in nitraat'.

Het plaatsen van een filter is echter nog geen definitieve oplossing. Het probleem (ammoniak in de lucht) wordt verplaatst van de lucht naar het water (nitraat opgelost in water). Dit water komt in de mestput terecht.

- 5 Leg uit dat op deze manier het probleem nog niet opgelost is.

Er is wel voor gezorgd dat het probleem beter aan te pakken is. Via denitrificatie kan nitraat uit het water verwijderd worden. Hierbij wordt nitraat omgezet in stikstofgas.

- 6a Leg uit dat door omzetting van ammoniak in nitraat het probleem beter aan te pakken valt.
- 6b Leg uit dat denitrificatie een einde aan het probleem maakt.

In de tweede stap in het Air Recycling systeem wordt de gezuiverde lucht gekoeld. Hierdoor daalt de temperatuur van de lucht en condenseert een deel van de aanwezige waterdamp. Koeling is noodzakelijk om een goed leefniveau voor de varkens te waarborgen.

- 7a Door welke *twee* oorzaken is de temperatuur van de lucht gestegen?
- 7b Leg kort het principe van de condensor uit.
- 7c Welk gevolg zou een te hoge temperatuur voor de varkens hebben?

Er zijn twee oorzaken aan te wijzen voor het hoge waterdampgehalte van de lucht.

- 8 Welke *twee* oorzaken kun jij noemen?

Een volledige afsluiting van verse lucht is onmogelijk. Per uur is echter nog maar 50 kuub verse lucht nodig.

- 9 Leg kort en duidelijk uit waarom er zeker nog verse lucht nodig is. Noem zoveel mogelijk redenen daarvoor.

NATUUR- EN SCHOONMAAKAZIJN

Allerhande (Albert Heijn) 6, 4, juni 1993

Azijn voor de schoonmaak



Behalve azijn die u in sla gebruikt is er ook speciale schoonmaak-azijn. Een ideaal middel voor tal van huishoudelijke klusjes zoals het ontkalken van het koffiezet-apparaat, het reinigen van het toilet en het opfrissen van tapijt. Schoonmaakazijn wordt de laatste jaren weer populairder, omdat het minder belastend is voor het milieu dan de moderne reinigingsmiddelen. Schoonmaakazijn wordt, in tegenstelling tot de natuurazijn die u voor het eten gebruikt vaak gemaakt van synthetisch verkregen azijnzuur, bevat bijna twee keer zoveel azijnzuur (8 gram per 100 ml) als gewone azijn en is niet geschikt voor consumptie.

Klas 4 gesloten opdracht

Variant 1

Je gaat in deze proef onderzoeken of schoonmaakazijn inderdaad twee keer zoveel azijnzuur bevat als natuurazijn.

Je hebt nodig:

- schoonmaakazijn;
- natuurazijn of keukenazijn;
- calciumcarbonaat;
- reageerbuizen en reageerbuizenrek;
- spatel;
- pasteurpipet.

Uitvoering

- Neem twee even grote droge reageerbuizen.
- Doe in deze twee droge reageerbuizen een *even groot* schepje calciumcarbonaat.
- Breng met behulp van een pasteurpipet in de ene buis met kalk een kleine hoeveelheid natuurazijn (keukenazijn).
- Schud tot de reactie bijna is opgehouden.
- Herhaal deze handelingen tot de vloeistof in de buis helder is en niet meer bruist bij toevoegen.
- Voer met de andere buis dezelfde proef uit voor schoonmaakazijn. Noteer ook hier hoe vaak je azijn hebt toegevoegd.
- Vergelijk de inhoud van de twee buizen.

Formuleer je conclusie aan de hand van je waarnemingen.

Variant 2

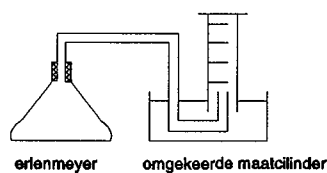
Je gaat in deze proef onderzoeken of schoonmaakazijn inderdaad twee keer zoveel azijnzuur bevat als natuurazijn.

Een zure oplossing kan met magnesium reageren. Bij deze reactie komt waterstofgas vrij:



De hoeveelheid waterstofgas die vrijkomt is dus een maat voor de hoeveelheid azijnzuur in de azijn.

Bouw onderstaande opstelling:



Je hebt nodig:

- schoonmaakazijn;
- natuurazijn of keukenazijn;
- magnesiumlint.

Uitvoering

Voer de onderstaande proef uit met zowel schoonmaakazijn als met natuurazijn.

- Verdun de azijn door aan 25 ml azijn 75 ml water toe te voegen.
- Breng 25 ml verdunde azijn in de erlenmeyer.
- Doe het magnesiumlint in de erlenmeyer. Sluit de erlenmeyer snel met de stop af, zodat er geen gas ontsnapt.
- Zwenk de erlenmeyer een aantal maal.
- Wacht tot er geen gas meer vrij komt.
- Noteer de hoeveelheid waterstofgas die is ontstaan.

Formuleer je conclusie.

Klas 4, 5 open opdracht

Opdracht

Stel een werkplan op om met een proef te onderzoeken of schoonmaakazijn inderdaad twee keer zoveel azijnzuur bevat als natuurazijn.

Het werkplan, op één pagina A4, moet omvatten:

- plan van aanpak;
- reactievergelijkingen;
- opstelling;
- lijst met benodigdheden (glaswerk en chemicaliën).

KORT KORT KORT KORT KORT KORT

VLIEZEN OP DE THEE

Brabants Dagblad, 19 augustus 1993

Onderzoek naar vliezen op de thee

Twee Londense chemici hebben onlangs onderzocht waarom zich op een kopje thee vaak een vlies vormt. Ze begonnen met het ontwerpen van een speciale aluminium schep om het vlies van de thee te scheppen. Het vlies werd vervolgens gedroogd en bestudeerd met een elektronenmicroscop, waarbij de onderzoekers witte vlekjes ontdekten op de gedroogde vliesdeeltjes. Nadere studie wees uit dat het calciumcarbonaat (CaCO_3) betrof. Verder werden sporen van metalen als magnesium en mangaan in het vlies aangetroffen.

Volgens de wetenschappers waren de meeste bestanddelen van het vlies afkomstig uit het leidingwater. Thee zetten met gedestilleerd water leidde niet tot vorming van een vliesje. Ook bleek het proces afhankelijk van de atmosfeer: zuivere zuurstof leidde tot aanzienlijk meer vliesvorming dan gewone lucht, die op zijn beurt weer meer vlies vormde dan een stikstofatmosfeer. De onderzoekers trekken daaruit de slotsom dat het vlies zich blijkbaar vormt als gevolg van oxydatie van in het theewater opgeloste stoffen.

Bron: Nature

-
- 1 Leg uit of men het *metaal magnesium en mangaan* in het vlies heeft aangetroffen.
 - 2 Leg met behulp van een reactievergelijking uit dat het bereiden van thee met gekookt water kan leiden tot een kalkvliesje.
 - 3 Leg uit waarom de vliesvorming niet zal optreden als men gebruikt maakt van gedestilleerd water (zacht water).

In een andere krant stond ook een artikel over hetzelfde fenomeen. Een stukje eruit:

Ontbijt inspireert fundamentele reasearch

In een brief aan het Britse weekblad *Nature* van deze week schrijven twee Britse onderzoekers dat een van de meest intrigerende vraagstukken van de ontbijttafel is opgelost: de vraag waarom er een vlies op de thee komt. Een week eerder bespraken andere onderzoekers de vraag waarom alleen de eerste borden muesli uit een nieuw pak, veel hazelnoten bevatten.

M. Spiro en D. Jaganyi van het Imperial College in Londen

maakten een chemische analyse van vliezen op thee. Het spul bestaat vooral uit calciumcarbonaat, dat wordt gevormd door een chemische reactie van hard water en thee. Toevoeging van een beetje citroen, een zuur, doet het verdwijnen. Een wolkje melk, een basische substantie, verergert het. En wie zijn thee puur, maar zonder vlies wil, moet gedistilleerd water gebruiken.

Mavo

- 4 Leg met behulp van een reactievergelijking uit wat er met het calciumcarbonaat gebeurt als het reageert met het zuur uit een citroen.

Havo/vwo

- 4 Laat met behulp van een reactievergelijking zien dat het toevoegen van een beetje citroen, dat het zuur HX bevat, het vlies doet verdwijnen.
- 5 Leg uit waarom door het toevoegen van een basische oplossing de hoeveelheid vlies groter wordt.

Practicum

Voer de in de artikelen genoemde proeven uit.

VREEMDE FULLERENEN

*Boer en Tuinder (Oogst),
9 oktober 1992*

Vreemde fullerenen

De fullerenen-familie groeit verder. In Science van deze week beschrijven chemici van de University of Arizona (VS) de 'oneven' fullerenen C_{119} , C_{129} en C_{139} . De koolstofmoleculen ontstaan uit C_{60} en C_{70} , die worden opengebrokeu en na afsplitsing van één koolstofaatom samensmelten. (Science, vol 260, 11/06/93)

- 1 Geef een omschrijving van de term 'fullereen'.
- 2 Geef de reactievergelijkingen voor het ontstaan van de drie verschillende fullerenen uit C_{60} en C_{70} .

KATALYSATOR BREEKT OZON AF

Chemisch Magazine 258, juni 1993

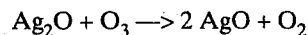
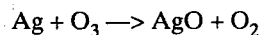
Katalysator breekt ozon af

Japanse chemici hebben onlangs een zilverkatalysator ontwikkeld die via UV-licht ozon afbreekt. De katalysator lijkt bruikbaar bij de zuivering van water met ozon.

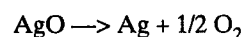
Ozon is tegenwoordig vooral in het nieuws vanwege de steeds dunner wordende ozonlaag, die de aarde beschermt tegen schadelijke UV-straling. Behalve deze beschermende rol is het gas ook nuttig in chemische processen. Zo is ozon bij de zuivering van water een goed alternatief

voor chloor, waaruit giftige gechloreerde koolwaterstoffen (trihalomethanen) kunnen ontstaan. Helaas is ozon eveneens giftig. Daarom moet na de zuivering het in het water overgebleven ontsmettingsmiddel worden afgebroken. Dat kan met metaaloxide-katalysatoren of met actieve kool, al is bij de laatste methode de kans op explosies groot.

Aan de Universiteit van Kyoto (Japan) hebben chemici ontdekt dat de afbraak van ozon het best verloopt door het met UV-licht te bestralen in een katalysator van titaan(IV)oxide met een laagje zilver of zilver(I)oxide. Hierbij wordt ozon omgezet in zuurstof, terwijl het zilver of zilver(I)oxide wordt geoxideerd tot zilver(II)oxide:



Het zilver is weer terug te winnen met UV-licht, een reactie waarbij zuurstof vrijkomt:



Volgens de Japanners kan zo binnen enkele minuten 95% van het ozon worden afgebroken. Het proces is waarschijnlijk te verbeteren door in de reactor het contact te vergroten tussen de katalysator en de ozon-gasstroom.

Annemarie ten Wolde ●

Bron:
J. Photochem. Photobiol. A: Chem., vol 71
(1993), blz 195.

Zoals je weet van kranten en tv is het juist niet gewenst dat ozon wordt afgebroken.

- 1 Over welke ozon heeft men het dan?
- 2 En over welke ozon heeft men het in het artikel?

Ozon wordt steeds meer gebruikt. In het artikel staat dat ozon de rol van een stof over kan nemen.

- 3 In plaats van welke stof wordt ozon gebruikt?
- 4 Waarvoor wordt ozon dan gebruikt?

'Katalysatoren versnellen een reactie zonder dat ze daarbij worden verbruikt' is een definitie van een katalysator.

- 5a Leg uit of zilver en zilver(I)oxide volgens deze definitie katalysatoren zijn.
- 5b Waarom worden in het artikel zilver en zilveroxide als katalysator beschouwd?

- 6 Wat is de formule van zilver(I)oxide? Noteer de letter van je keuze.

A AgO B Ag₂O C Ag₂O

- 7 Leg uit hoe het proces nog verbeterd kan worden. Geef daarbij aan hoe dat moet gebeuren.

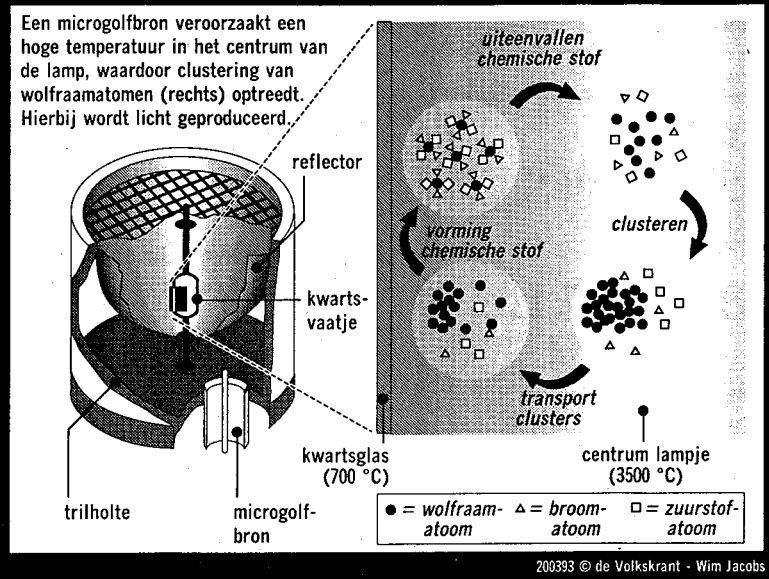
NIEUWE LAMP

De Volkskrant, 20 maart 1993

De clusterlamp is na de QL-lamp de tweede contactloze lichtbron van Philips. Het onlangs bekroonde ontwerp is gebaseerd op verhitting van een chemische verbinding met microgolven.

Clusterlamp haalt energie uit microgolven

Een microgolfbron veroorzaakt een hoge temperatuur in het centrum van de lamp, waardoor clustering van wolframatomen (rechts) optreedt. Hierbij wordt licht geproduceerd.



- 1a Uit welke atoomsoorten bestaat de verbinding wolframoxydebromide?
- 1b Leid uit de tekening de formule van wolframoxydebromide af.
- 2 Bestudeer de tekening goed. Neem onderstaand schema over en vul het ontbrekende, aan de hand van gegevens uit de tekening op de stippeltjes in.

wolframatomen +	+		clusteren
	→		
..... +	+		transport
	→		
..... +	+		vorming chemische stof
	→		
.....	→		uiteenvallen
	→		
..... +	+		
- 3 Geef de vorming van wolframoxydebromide zoals dat in de lamp gebeurt in een reactievergelijking weer.

OXAALZUUR

Allerhande (Albert Heijn) 4, mei 1993

Wat doet oxaalzuur?

Na het eten van rabarber of spinazie kunnen uw tanden wat stroef aanvoelen. Hoe kan dat? In spinazie en rabarber zit van nature oxaalzuur. Dit zuur belemmert de opname van kalk in ons lichaam. Tijdens het eten komt het oxaalzuur uit de groente in aanraking met de kalk in uw gebit en uw tanden voelen daarom wat stroef aan. Om botten en gebit te beschermen werd daarom vroeger wat krijt (kalk) door de zelfgemaakte rabarber-moes geroerd. Doordat we tegenwoordig veel zuivelprodukten gebruiken, is dat niet meer nodig.

Mavo

- 1 Leg uit waarom onze tanden stroef aanvoelen na het eten van rabarber.
- 2 Leg aan de hand van een reactievergelijking uit wat er gebeurt als het zuur uit de rabarber met kalk, CaCO_3 , reageert.
- 3 Waarom voegt men tegenwoordig geen kalk meer toe?

Havo/vwo

In spinazie en rabarber zit van nature oxaalzuur.

- 1 Zoek in je Binasboek de rationele naam op voor oxaalzuur. Noteer die.
- 2 Geef de molekuulformule van oxaalzuur en teken de structuurformule.

Het artikel spreekt over 'de opname van kalk in ons lichaam'.

- 3 Wordt hier een element of een verbinding bedoeld?

Vaak wordt met 'kalk' de stof calciumcarbonaat aangeduid.

- 4 Geef de reactievergelijking tussen oxaalzuur en kalk.

Een maaltijd met spinazie zonder toegevoegd krijt, vraagt om een aangepast toetje.

- 5 Doe een suggestie en leg je keuze uit.

PLASTIC BRANDSTOF

Chemisch Weekblad 89(2), 2, 1993

'PLASTIC' BRANDSTOF

Ook in Japan zoekt men alternatieve energiebronnen. Onderzoekers van Toshiba zijn er in geslaagd uit chloorhoudende plastics (zoals PVC) bruikbare koolwaterstoffen te halen. Het plastic wordt vermalen en tot 400 °C verhit, waardoor het uiteenvalt. Met behulp van NaOH wordt het chloor als NaCl uit het mengsel gehaald. Bij normale druk levert het proces een scala van koolwaterstoffen op, maar bij een druk van 10 atmosfeer ontstaan vooral octaan en andere lagere koolwaterstoffen die in diesel en benzine zitten. Toshiba denkt het proces binnen twee jaar op commerciële schaal te kunnen gebruiken. (New Scientist, vol 137, 09/01/93, blz 20)

1 Noem een aantal produkten die van PVC zijn gemaakt.

PVC is een polymeer die gevormd wordt uit chlooretheen, C_2H_3Cl .

2a Teken de structuurformule van chlooretheen.

2b Teken een stuk van het polymeer PVC met minstens 6 koolstofatomen.

3 Het PVC wordt volgens het artikel verhit zodat het 'uiteenvalt'. Welke reactie treedt daarbij op?

a Een ontledingsreactie.

b Een scheiding.

c Een verbrandingsreactie.

Het chloor wordt met behulp van NaOH, als NaCl, uit het mengsel gehaald.

4 Waarom haalt men chloor uit het mengsel?

5 Leg uit waarom men de druk bij dit proces opvoert tot 10 atmosfeer.

WITTE WIEVEN

De Volkskrant, 26 juni 1993

Witte wieven chemisch verklaard

Twee Duitse chemici geloven een oplossing te hebben gevonden voor het raadsel van dwaallichten, 'witte wieven' en aanverwante spookverschijnselen, zo meldt het tijdschrift *New Scientist* van 19 juni. Lange tijd is gedacht dat de verschijnselen worden veroorzaakt door de verbranding van methaangas, dat ontstaat bij rottingsprocessen. Maar niemand wist waar de vonk vandaan zou moeten komen die het gas doet ontbranden.

Günter Gassmann en Dieter Glindemann van het Helgoland Biologisch Instituut in Hamburg denken nu de brandstichter te hebben gevonden in *difosfine* (P_2H_4), een gas dat in aanraking met lucht spontaan ontbrandt.

Uitgaande van de waarneming dat *fosfine* (fosforwaterstof, PH_3) is

aangetroffen in rioolslib en in afzettingen op de zeebodem, onderzochten ze of fosfine en difosfine ontstaan bij dezelfde microbiologische omzettingsprocessen waarbij ook methaan wordt gevormd. Dat bleek inderdaad het geval. Onderzoek bij pas geslachte koeien (belangrijke methaan-producenten) bracht aan het licht dat in hun ingewanden ook fosfine en difosfine ontstaan, zij het in nanogram-hoeveelheden. Een proef met menselijke faeces onder zuurstofloze omstandigheden op een voedingsbodem leerde dat na zes dagen 15 nanogram fosfine en 1 nanogram difosfine per kilogram was gevormd. Maar na veertien dagen was de concentratie difosfine opgelopen tot 187 nanogram per kilogram.

Dwaallichten op de heide ontstaan door een brandend gas.

1 Geef de naam van dat gas.

Dit gas ontbrandt niet vanzelf.

2 Geef de naam van de stof die dit gas spontaan laat ontbranden.

3 Geef de reactievergelijking voor de spontane ontbranding van difosfine, waarbij difosforpentoxide en water ontstaat.

4 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van methaan.

5 Leg uit welke van de reacties genoemd bij vraag 3 en 4 het gemakkelijkst zal beginnen.

6 Leg uit hoe methaan in de natuur kan ontstaan.

7 Noem twee manieren waarop het difosfine in de natuur terecht kan komen.

SPIN LOKT MET BOTERZUUR

De Volkskrant, 12 juni 1993

Spin lokt partner met boterzuur

Er bestonden al sterke aanwijzingen dat spinnen, net als insecten, sex-lokstoffen gebruiken om een partner te lokken. Onderzoekers van de universiteit van Hamburg in Duitsland en Århus in Denemarken hebben voor het eerst een van deze zogeheten feromonen geïsoleerd, zo blijkt uit het wetenschappelijk tijdschrift *Science* van 11 juni.

Mannetjes van de soort *Linyphia triangularis* zitten soms al bij een web van een vrouwtje te wachten tot ze haar laatste vervelling achter de rug heeft, om dan direct met haar te paren. Is de dichtheid aan mannetjes geringer, dan lokt zij een partner met behulp van een feromoon dat door haar web wordt afgescheiden.

Als het mannetje het web bereikt, begint hij draden weg te halen, waarschijnlijk om de uitstoot van feromoon te verminderen en

daardoor de concurrentie zoveel mogelijk uit te schakelen. Komt er toch een ander mannetje opdruiven, dan ontstaat een gevecht om het vrouwtje. Uiteindelijk volgen de hofmakerij en de paring.

Analyse van de webben leerde dat vooral verschillende vormen van boterzuur attractief zijn voor de mannetjes-spinnen. Waarschijnlijk brengt het vrouwtje twee aan elkaar gekoppelde boterzuurmoleculen aan op het spinrag. Deze verbinding wordt – al dan niet door tussenkomst van micro-organismen – langzaam omgezet in vluchtiger vormen van boterzuur. Het vrouwtje is op deze manier verzekerd van een constante afgifte van feromoon, zonder dat ze daarvoor zelf actief hoeft te zijn.

Na de paring maakt ze een nieuw en voor mannetjes niet aantrekkelijk web, zonder boterzuur.

- 1 Leg uit wat feromonen zijn.
- 2a Zoek in Binas de systematische naam van boterzuur op. Noteer deze naam.
- 2b Teken de structuurformule van boterzuur.
- 3 Teken met behulp van structuurformules hoe twee boterzuurmoleculen kunnen koppelen.
- 4 Welke soort binding wordt verbroken indien deze moleculen los van elkaar komen.

NIET ALLES GOUD WAT ER BLINKT

PolyTechnisch Weekblad 24(13), 7, 1993

Rood, groen, blauw en wit goud

Zuiver goud, uitgedrukt als 24 karaat, is erg zacht en zou bij het dragen snel slijten. Om de gewenste hardheid te verkrijgen, maakt men legeringen met zilver en koper, de metalen waarmee goud zich van nature vermengt. Voor sieraden geldt van oudsher achttien karaat als meest hoogwaardig: 75 procent goud met 25 procent toevoeging. Moderne opsmuk is vaak veertien karaat ofwel voor 58 procent van goud. Buiten de industrielanden komt negen karaat veel voor, in feite een zilver-koper-legering met 38 procent goud. Een edel soort messing dus. De industrie drukt het uit in een promillage: driekwart goud (achttien karaat) heeft een fijnheid van 750. De staven die bij banken in de kluis liggen, hebben een fijnheid van 999,9.

Goudlegeringen bestaan in allerlei soorten en kleuren. Het goudgele achttien karaats bevat een gelijke hoeveelheid zilver en koper. Vermenging met louter koper geeft dieprood, met alleen zilver geelgroen. Een beetje chroom versterkt die groene kleur. Vrij zeldzaam is blauw goud, het resultaat van toevoeging van aluminium. Ook legeren met ijzer geeft een blauw schijnsel.

En dan is er nog nikkel-witgoud. Al of niet met zink, koper en sporen van mangaan, rhenium, chroom, yttrium, kobalt of molybdeen. Materialen die ook de gouden tand stevigheid geven. Witgoud is daarom moeilijk te bewerken en bovendien zijn veel mensen allergisch voor nikkel. Eenzelfde wit kleureffect, maar dan zonder de nadelen, geeft goud met toevoeging van een paar procent palladium. Sinds enkele jaren is 'goud 990' op de markt, een combinatie van 99 procent goud en één procent titaan. Speciaal ontwikkeld in Zuid-Afrika en Duitsland voor landen in het Verre Oosten zoals Japan, Hong Kong en China, waar men achttien karaats te gewoon vindt.

In het stukje tekst worden heel wat metalen genoemd. Van de volgende zes heb je de symbolen niet gehad. Die staan hieronder gegeven.

Re
Mo
Y
Co
Ti
Pd

- 1 Vul hierboven bij elk symbool de naam van het metaal in. Noteer het woord dat bij 1 verticaal naar beneden ontstaat.
- 2 Geef van de negen metalen die niet in vraag 1 zijn verwerkt het symbool.
- 3 Welke kleur heeft goud?
- 4 Geef de namen van de metalen die je met goud moet mengen om 'groen goud' te krijgen.
- 5 Leg uit waarom men goud in legeringen gebruikt en niet als zuivere stof.
- 6 Laat met behulp van een berekening zien dat 18 karaat goud voor 75 procent uit goud bestaat.

DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Zwavelzuur stroomt uit tanker	57
Kolencentrale volgende eeuw bijna klaar	57
Zuurspoelen beperkt uitstoot ammoniak	58
Wateronthardingskalk	58
Groen Label stal	58
Drijvende kerncentrale op de Amazone	59
Conserveringsproces	59
Een kleine accu in je mond	60
Vitamine C in groente- en vruchtesappen	62
Boordevol vitamine C	63
Bron- mineraalwater	64
Suikers leveren groene wasmiddelen	66
Zuinig aan met ventilatielucht	75
Natuur- en schoonmaakazijn	75
Vliezen op de thee	77
Vreemde fullerenen	77
Katalysator breekt ozon af	77
Nieuwe lamp	78
Oxaalzuur	78
Plastic brandstof	78
Witte wieven	79
Spin lokt met boterzuur	79
Niet alles goud wat er blinkt	79

Blauw

Blanne.



Zwavelzuur stroomt uit tanker

Antwoorden

- 1a 18 M.
- 1b Evenveel H_2SO_4 heeft als *verdund* zwavelzuur een veel groter volume en massa. Dat is zeer onvoordelig bij het vervoeren.
- 2 Een zure oplossing zoals geconcentreerd zwavelzuur tast het ijzer aan. Het ijzer reageert met zwavelzuur waarbij het ijzer verdwijnt.
- 3a $20 \cdot 0,250 \text{ l} \cdot 0,50 \text{ mol l}^{-1} = 2,5 \text{ mol}$
 $2 \cdot 0,500 \text{ l} \cdot 2,0 \text{ mol l}^{-1} = 2,0 \text{ mol}$
 $1 \cdot 1,00 \text{ l} \cdot 18 \text{ mol l}^{-1} = 18 \text{ mol}$
totaal dus 23 mol H_2SO_4 .
- 3b 15 Ton geconcentreerd zwavelzuur komt overeen met $(15 \cdot 10^3 \text{ kg} / 1,84 \text{ kg l}^{-1}) \cdot 18 \text{ mol l}^{-1} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ mol}$.
- 3c $1,5 \cdot 10^5 \text{ mol} / 23 \text{ mol per lokaal} \approx 6.500 \text{ lokalen}$.
- 4a (Natrium)waterstofcarbonaat.
- 4b $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (havo)
 $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HCO}_3^- \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (vwo).
- 5 Bijvoorbeeld soda (Na_2CO_3) of natriumhydroxide (NaOH).
- 6 Gasvorming in de maag (dus waarschijnlijk boeren).
- 7 4.000 Ton geconcentreerd zwavelzuur komt overeen met $(4000 \cdot 10^3 \text{ kg} / 1,84 \text{ kg l}^{-1}) \cdot 18 \text{ mol l}^{-1} \approx 3,9 \cdot 10^7 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ ofwel $7,8 \cdot 10^7 \text{ mol H}^+$
Dit reageert met evenveel mol NaHCO_3 ($M = 84 \text{ g mol}^{-1}$)
dus benodigd is $7,8 \cdot 10^7 \text{ mol} \cdot 84 \text{ g mol}^{-1} = 6,6 \cdot 10^9 \text{ g} = 6,6 \cdot 10^3 \text{ ton NaHCO}_3$.
- 8 $6,6 \cdot 10^3 \text{ ton}$ komt overeen met $6,6 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ kg} / 25 \text{ kg per zak} = 2,64 \cdot 10^5$ zakken.
(Meer dan een kwart miljoen zakken!)

Kolencentrale van de volgende eeuw is bijna klaar

Antwoorden

- 1 Elektrische energie.
- 2a Zwaveldioxide.
- 2b Ontstaan van zure regen.
- 2c H_2S .
- 3 Het element H ontbreekt bij de beginstoffen.
- 4 $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$
- 5 Gefractioneerde destillatie van vloeibare lucht.
- 6 Koolstofdioxide en water.
- 7 10% Gaat met het kolengas mee (en wordt verbrand), de rest komt terecht in een slak die wordt gebruikt als grondstof voor cement en betonprodukten.
- 8 De zware metalen worden niet verwijderd maar blijven in het milieu aanwezig.

Zuurspoelen beperkt uitstoot ammoniak

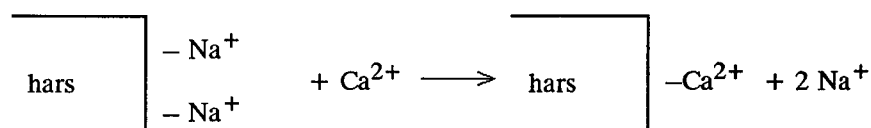
Antwoorden

- 1 Ureum uit de urine reageert onder invloed van het enzym urease dat in de mest zit tot ammoniak.
- 2 $\text{CON}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3$.
- 3a 'Koolzuur' verdwijnt als gas uit de vloeistof terwijl de base ammoniak in oplossing blijft.
- 3b Minerale zouten slaan neer en verdwijnen zo uit de mest.
- 4 Mierezuur: doet zijn werk redelijk goed en je belast het milieu niet.
- 5 Door het zuurspoelen doodt men de bacteriën op de vloer. De bacteriën zorgen voor de aanmaak van het enzym urease. Urease is nodig voor een snelle omzetting van ureum in ammoniak.
- 6 In de mest zitten bacteriën die steeds ook urease vormen. Als de urease weer in contact komt met de urine krijg je weer een snelle omzetting van de ureum.
- 7 Eerst zullen nog extra metingen uitgevoerd moeten worden waaruit blijkt dat de ammoniakuitstoot werkelijk omlaag gebracht is. Daarnaast zullen voorzieningen getroffen moeten worden om de mest en urine blijvend van elkaar gescheiden te houden.

Wateronthardingskalk

Antwoorden

- 1a Als er veel Ca^{2+} en/of Mg^{2+} per liter aanwezig is.
- 1b Bij gebruik van hard water kan bij verhitting ketelsteen neerslaan. Bovendien is er meer zeep nodig bij wassen.
- 2a $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$
- 2b Het omgekeerde van 2a (dus afzetting van calciumcarbonaat = ketelsteen).
- 3



- 4 Er zit calcium in, en een carbonaat want het heeft zuurbindende waarde. Er zullen Ca^{2+} en HCO_3^- aanwezig zijn en wel in opgeloste toestand. (Calciumcarbonaat kan niet want dat is slecht oplosbaar in water.)
- 5a HCO_3^- want die kan nog reageren met H^+ .
- 5b $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 6 Door de zure regen en vooral het opbrengen van mest is de bodem vrij zuur. Een base kan dat verlagen.

Groen Label stal

Antwoorden

- 1 De drijfmest wordt door de schuin aflopende goot zeer snel gescheiden in de vaste fractie die op de goot blijft liggen en de vloeibare fractie die in de goot terecht komt.

- 2 Urease uit de vaste fractie wordt gescheiden van ureum uit de vloeibare fractie. Het enzym urease is nodig voor de omzetting van ureum in ammoniak.
- 3a Een stal die voldoet aan bepaalde eisen met betrekking tot de uitstoot van ammoniak krijgt het Groene Label.
- 3b Ze krijgen tot 2010 geen strengere eisen opgelegd met betrekking tot de uitstoot van ammoniak. Dus geen extra kosten.
- 4a NH_3 , H_2O en CO_2 .
- 4b Ureum en H_2O geeft NH_3 en CO_2 . Ureum moet zeker de elementen N en C bevatten want elementen blijven behouden bij chemische reacties.
- 5 Ammoniak werkt verzurend op het milieu terwijl koolstofdioxide geen verzurende eigenschappen heeft.
- Opmerking: koolstofdioxide heeft wel invloed op het broeikas effect. De vrijkomende koolstofdioxide uit de mest behoort echter tot de natuurlijke kringloop en levert geen verhoging van het koolstofdioxide-percentages.

Drijvende kerncentrale op de Amazone?

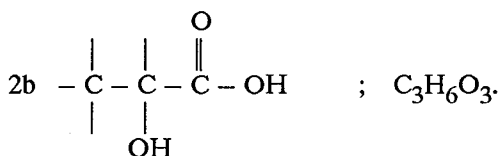
Antwoorden

- 1a $2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$.
- 1b Ontleding; elektrolyse.
- 2 Kernenergie $\xrightarrow{1}$ warmte $\xrightarrow{2}$ elektrische energie $\xrightarrow{3}$ chemische energie.
- 3 Een mengsel van waterstof en zuurstof meestal in een volume verhouding 2 : 1 dat explosief reageert.
- 4 Explosie.
- 5 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 6a Chemische energie $\xrightarrow{4}$ warmte $\xrightarrow{5}$ elektrische energie $\xrightarrow{6}$ licht + warmte.
- 6b 4 - 5 - 6 zijn het omgekeerde van 1 - 2 - 3.
- 7a Dieselolie, brandstof voor de generatoren, wordt zeer onregelmatig aangevoerd. Regelmatig is er te weinig brandstof om de generatoren draaiend te houden.
- 7b Als een industrie zich ergens vestigt, moet die industrie altijd kunnen draaien. Dat is niet mogelijk als de electriciteitsvoorziening regelmatig wegvalt.
- 8 Onzinnig! Het risico is veel te groot en een ongeluk geeft een catastrofale (milieu)ramp.

Conserveringsproces

Antwoorden

- 1 Door de vorming van melkzuur ontstaat een zuur milieu waarin schadelijke micro-organismen dood gaan.
- 2a 2-hydroxypropaan zuur.



- 3a Koolhydraten is een verzamelnaam voor een groep stoffen met algemene formule $C_n(H_2O)_m$. Tot de groep behoren monosachariden, disachariden en polysachariden.
- 3b Omzetting van cellulose in melkzuur:
 $(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \longrightarrow 2n C_3H_6O_3$.
- 4a Extra koolhydraten toevoegen; zout of enzymen toevoegen; melkzuurbacteriën toevoegen; zuurmengsels toevoegen.
- 4b Extra koolhydraten: meer stof betekent dat in dezelfde tijd meer melkzuur gevormd wordt, dus een snellere conservering. Zout of enzymen: maken de celwand kapot zodat koolhydraten sneller beschikbaar komen. Melkzuurbacteriën: meer bacteriën betekent meer melkzuurvorming in dezelfde tijd. Zuurmengsel: direct zuur milieu waarin micro-organismen direct dood gaan.
- 5a Mierezuur: methaanzuur; propionzuur: propaanzuur.
- 5b Mierezuur en propionzuur zijn zuren die vrij gemakkelijk afgebroken kunnen worden in de natuur. Verder zijn het zwakke zuren die het ruwvoer niet te veel aantasten. Waterstofchloride en zwavelzuur zijn sterke zuren die vrij agressief zijn: aantasting kwaliteit ruwvoer.
- 6a Als micro-organismen geactiveerd worden door de zuurstof die de kuil binnendringt.
- 6b Gisten en azijnzuurbacteriën verbranden de zuren melkzuur en azijnzuur waarbij warmte vrijkomt.
- 7 Kwaliteitsverlies van het ruwvoer in de kuil.

Een kleine accu in je mond

Antwoorden

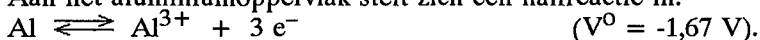
- 1 Op een potentiaalverschil.
- 2 Een elektrisch stroompje.
- 3 Het stroompje. Het potentiaalverschil is er ook al voordat je contact maakt, maar dan voel je nog niets.

Benodigdheden

- Aluminiumfolie.
- Filtreerpapier.
- Schaar.
- Keukenzoutoplossing.
- Druppelpipet.
- Voltmeter (bereik ca 1,5 V) en draden.

Achtergrondinformatie

Aan het aluminiumoppervlak stelt zich een halfreactie in:

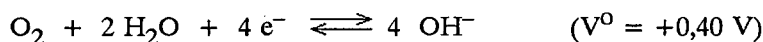


Aan het oppervlak van het (nikkelen) dubbeltje stelt zich een andere halfreactie in:

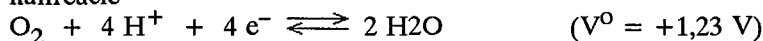


De elektronen verdelen zich door het metaal en geven het metaal een elektrische potentiaal. Het aluminium is relatief negatief ten opzichte van het nikkel: er is een *potentiaalverschil* tussen beide.

Zodra elektrisch contact wordt gemaakt ontstaat een elektrisch stroompje: elektronen stromen van het aluminium naar het nikkel. Na het ontladen van enkele nikkelionen verloopt op het nikkeloppervlak de halfreactie



In de mond, met licht zuur speeksel, verloopt op het vullingoppervlak ook de halfreactie



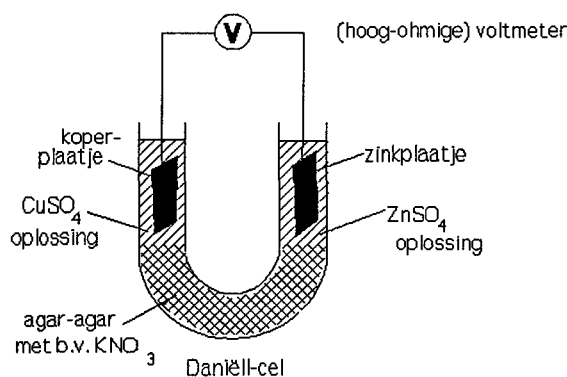
Ten gevolge van de nieuwe halfreacties op het nikkeloppervlak stelt zich een nieuw potentiaalverschil in.

De sterkte van het stroompje wordt bepaald door het potentiaalverschil en de Ohmse weerstand van de *keten*. (In de zoutoplossing/het speeksel treedt ionen geleiding op.)

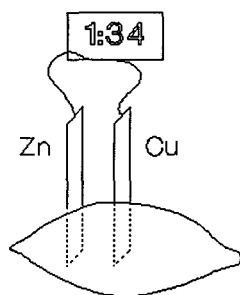
Het aanvankelijk gemeten potentiaalverschil verdwijnt al gauw doordat we de elektrochemische cel met de (meestal laag-ohmige) voltmeter in feite kortsluiten. We nemen dus een *stroomstootje* waar.

(Alleen met een hoog-ohmige voltmeter (een pH-meter bijvoorbeeld) mogen we een stabiele meting van het potentiaalverschil verwachten.)

'Klassiek' wordt een elektrochemische cel vaak geïntroduceerd met de hier getekende combinatie van halfcellen, de *Daniell-cel*.



Dit geeft in de praktijk al gauw problemen als er bij een elektrochemische cel een metaal voorkomt dat *niet* met een oplossing van zijn eigen ionen in contact staat. De alternatieve halfreacties (bijvoorbeeld de reductiereacties van zuurstof, zie eerder in deze toelichting) worden dan vaak over het hoofd gezien.

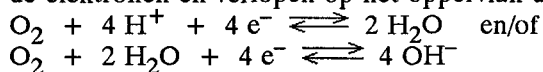


Vergelijkbaar met de elektrochemie van de 'mondaccu' is die van de 'citroenbatterij'. Hiernaast is deze 'citroenbatterij' getekend als spanningsbron voor een digitaal klokje.

In de betere speelgoed- en spel-lenzaken is een fraaie uitvoering verkrijgbaar met een statiefje en aansluitsnoertjes.

Hierbij is gekozen voor *twee* bronnen in serie om voldoende spanning voor het klokje te leveren.

Ook bij deze cel treedt de edelste elektrode alleen maar op als 'doorgeefluik' voor de elektronen en verlopen op het oppervlak de alternatieve halfreacties:



Opmerkingen

- 1 De termen accu en batterij worden vaak door elkaar gebruikt bij het aanduiden van een elektrochemische gelijkspanningsbron. Zuiverder is om een op-laadbare (omkeerbare) bron een *accu*(mulator) te noemen en een niet-op-laadbare (onomkeerbare) bron een *batterij*.
- 2 Tandheelkundig amalgaam wordt bereid uit (voornamelijk) kwik en zilver.

Literatuur

Twee aardige artikelen in dit verband zijn:

Acampo, J. en O. de Jong, *Een muzikale fruitmand; een elektrochemisch proefje*. NVON maandblad 16 (10), 438-439, 1991.

Acampo J. en O. de Jong, *Corrosie in 5 vwo; een andere behandeling binnen het onderwerp elektrochemische cellen*. NVON maandblad 18 (8) 343-345, 1993.

Vitamine C in groente- en vruchtesappen

Benodigdheden

- Vruchte- en groentesappen van het merk Krings (te koop bij Albert Heijn), of andere merken.
- 1 M zwavelzuuroplossing.
- 0,5 M kaliumjodide-oplossing.
- Zetmeeloplossing (0,1 massaprocent).
- 0,006 M kaliumjodaatoplossing.

Resultaten

Uitgevoerd door klas 4 vwo aan einde schooljaar.

IJkcurve

mg vitamine C	ml kaliumjodaatoplossing
10	3,1
20	6,5
30	9,4
40	12,7
50	15,6

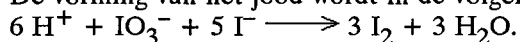
Groente- en vruchtesappen

Soort sap	ml kaliumjodaatoplossing
Groentesap	4,2
Zwarte bessen	7,1
Rode sinaasappel	16,6
Wortel (Zonnatura)	2,1

Ook bij de vrij donker gekleurde sappen is de kleuromslag goed te zien. Een blanco helpt bij de bepaling van het omslagpunt. Eventueel kunt u de leerlingen het sap een maal laten verdunnen.

Opmerking

De vorming van het jood wordt in de volgende vergelijking weergegeven:



De vergelijking is in het verhaal voor de leerlingen bewust weggelaten.

Voor klas 5 kunt U de theorie van de titratie meer gewicht geven.

Gegevens Allerhande:

Hierbij geven we u het vitamine C gehalte in mg per 100 ml in de Krings groente- en vruchtesappen:

Groentesap: 10; Multi-fit-sap 30;

Wortelsap 5; Zwarte Bessen

nektar 30; Maracujanektar 5 en

Rode Sinaasappelnektar 20 mg.

Boordevol vitamine C

Benodigdheden

- Citrusfruit zoals vernoemd in artikel.
- 1 M zwavelzuuroplossing.
- 0,5 M kaliumjodide-oplossing.
- Zetmeeloplossing (0,1 massaprocent).
- 0,006 M kaliumjodaatoplossing.
- Citruspers.
- Keukenmachine (om te pureren).

Resultaten

Uitgevoerd door klas 4 vwo aan einde schooljaar.

IJkcurve

mg vitamine C	ml kaliumjodaatoplossing
10	3,1
20	6,5
30	9,4
40	12,7
50	15,6

Opmerking

De onderzoeksvraag die uitgetest is: bedoeld men in artikel 100 gram sap, 100 gram vruchtvlees of 100 gram vrucht met schil.

Voor de laatste twee onderzoekjes werd het vruchtvlees/de vrucht gepureerd in een keukenmachine (leerlingen hebben dit thuis gedaan).

Gegevens uit Allerhande:

Citrusvrucht	Calorieën per 100 g	Vitamine C per 100 g
Mandarijn	46	31 mg
Pomelo	40	40 mg
Citroen	28	37 mg
Grapefruit	40	40 mg
Limoen	28	37 mg
Sinaasappel	40	50 mg
Kumquat	68	55 mg
Minneola	niet bekend	niet bekend
Sweetie	niet bekend	niet bekend

(Bron: Fruit uit alle windstreken)

Bron- en mineraalwater

Antwoorden

- 1 De consumentenbond verbaasde zich erover dat bij vijf merken chloorhoudende oplos- en reinigingsmiddelen werden aangetroffen.
- 2a Kraanwater kost f 0,80 per m³, dus 0,8 cent per liter.
- 2b Het goedkoopste flessenwater kost f 0,60 per liter (60 cent per liter), dus ongeveer 1.000 keer zo veel.
- 3 Mineraalwater wordt bij de bron in flessen gedaan, bronwater mag per tankwag vervoerd worden en ergens anders in flessen worden gedaan.
- 4 Ze worden met vrachtauto's vervoerd; uitlaatgassen zijn vervuilend.
- 5 Zouten (soms ook ionen, alles wat geen moleculaire stof is).

- 6 Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} .
 7 Er zit soms teveel zout (natrium) in.
 8 Na^+ .
 9 NaCl .
 10 Dit is ongezond voor mensen met hoge bloeddruk.
 11 Dit zit in de meststoffen die in het grondwater terecht komen.
 12

Verpakking	Milieubelasting + reden
Glas + statiegeld	Wordt volledig gerecycled
Petfles + statiegeld	Niet hervulbaar, wordt omgesmolten
Petfles zonder statiegeld	Wordt niet weer gebruikt
Karton wegwerp	Wordt niet meer gebruikt
PVC zonder statiegeld	PVC geeft bij produceren en verbranden giftige stoffen

13

	Flessewater	Kraanwater
Prijs	Hoger dan van kraanwater	Veel goedkoper
Verontreiniging	Controle op verontreiniging minder	Betere controle op verontreiniging
Milieu	Flessen moeten worden gemaakt, getransporteerd, verpakt, opgeslagen. Dit kost allemaal energie en levert veel afval op	Komt uit de kraan via buizen

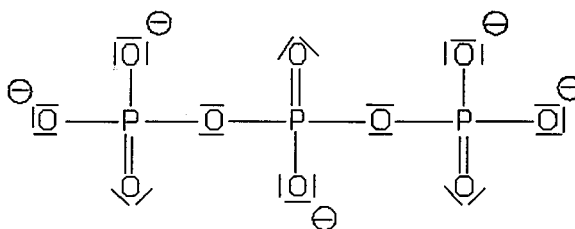
- 14 Weinig.
 15 Apollinaris.
 16 Original is het duurste, maar krijgt als totaal testresultaat 'matig'; Bar-le-Duc is erg goedkoop, maar 'goed'.
 17 -

Suikers leveren groene wasmiddelen

Antwoorden

- 1 Waterontharder.
- 2 Het fosfaat veroorzaakt eutrofiëring van het oppervlaktewater.

3a



3b Zie tekening bij 3a.

3c $\text{Na}^+_5(\text{P}_3\text{O}_{10})^{5-}$.

3d Het is een polyfosfaat met (in dit geval) drie fosfaateenheden.

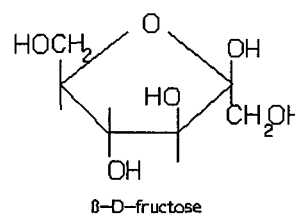
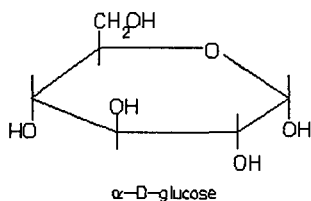
4a De aanwezigheid van (onder andere) calciumionen, hier het meest van belang. Verder ook magnesium-, waterstofcarbonaat- en carbonaationen.

4b Het tripolyfosfaat-ion vormt met de calciumionen een (oplosbaar) complex, daardoor zijn de calciumionen in feite 'afgeschermd'.

5a Ze zijn niet biologisch afbreekbaar.

5b Hieruit kunnen verbindingen worden gemaakt die een hoog calcium-bindend vermogen bezitten;
Die verbindingen zijn wél biologisch afbreekbaar.

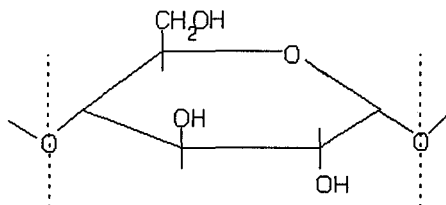
6a



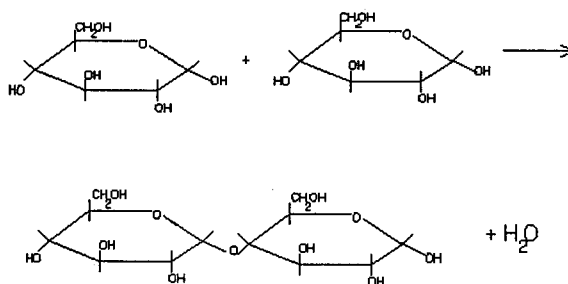
6b $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

7a Amylose (vollediger: een mengsel van amylose en amylopectine).

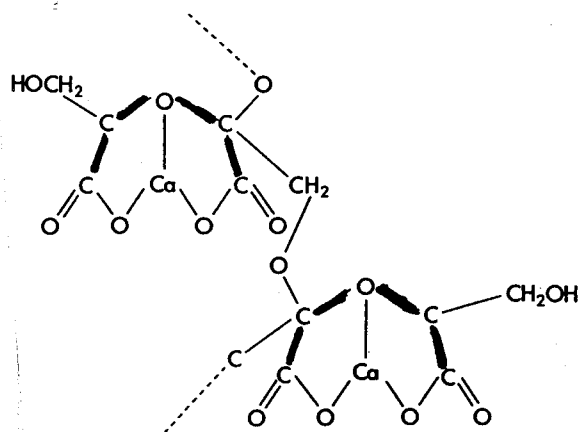
7b



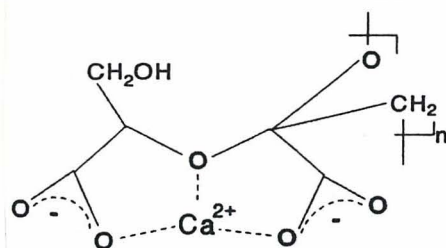
7c Op α-D-glucose.



- 9 Bij zetmeel zijn de ringen een onderdeel van de hoofdketen; de ringen worden telkens verbonden door een O-atoom.
 Bij inuline leveren de ringen telkens slechts één C-atoom aan die hoofdketen; de hoofdketen bestaat verder telkens uit een afwisselend C- en O-atomen.
- 10a Carboxylgroep.
 10b Een H^+ ion afsplitsen aan het basische zeepdeeltje en daarbij $-COO^-$ vormen.
 10c Calciumionen kunnen worden gebonden.
 11a Eén calciumion wordt door deze twee groepen geneutraliseerd.
 11b De dikke lijnen geven de fructose-ring aan.

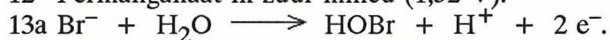


- 11c In de tekening worden met één soort streepje *drie* verschillende soorten wisselwerking weergegeven:
- ionbinding tussen de $-COO^-$ en Ca^{2+} ,
 - atoombinding (de meeste),
 - een speciale soort binding van een niet-gebonden elektronenpaar (van een al volledig gebonden zuurstofatoom) met het calciumion.
- Opmerking: de structuur kun je met behulp van delokalisatie van elektronen als volgt weergeven:

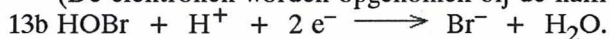


Door delokalisatie krijg je stabilisatie.

12 Permanganaat in zuur milieu (1,52 V).



(De elektronen worden opgenomen bij de halfreactie van HOCl en H^+ .)



(De elektronen zijn afkomstig van de oxidatie-reaktie aan het polysaccharide waarbij dicarboxypolysaccharide ontstaat.)

14 Zwakker, want de elektronenoverdracht waarbij HOBr ontstaat wordt teweeggebracht door de halfreactie van HOCl en H^+ .

15 Na afloop van de tweede halfreactie is er weer Br^- aanwezig.

16 Zetmeel of inuline die door oxidatie carboxylgroepen hebben gekregen.

17a Dat de verbruikte grondstoffen weer kunnen worden aangevuld (door ze te verbouwen). Of: de stoffen zijn te maken uit reeds gebruikt materiaal.

17b We hoeven dan niet bang te zijn dat een (beperkte) voorraad uitgeput zal raken.

18 Nee. Er moet nog veel meer onderzoek worden gedaan (aan de vervaardiging, aan de eigenschappen) voordat de nieuwe stoffen in wasmiddelen kunnen worden toegepast.

Extra krante-materiaal

1 Artikel over cichorei uit Chemie Aktueel nummer 13.

2 NRC, Plantaardige inuline kan fosfaat vervangen, d.d. 11 februari 1993.

Plantaardig inuline kan fosfaat in waspoeder vervangen

Geoxydeerd inuline is een uitstekende vervanger van fosfaat in wasmiddelen. Zo blijkt uit het proefschrift van scheikundige dr. Arie Besemer, die hierop eind vorige maand promoveerde aan de Technische Universiteit Delft. Inuline is net als zetmeel een polymeer van suikermoleculen. De stof zit ondermeer in cichorei, aardpeer, andijvie, uien en prei.

Fosfaat, een calciumbindend middel dat zorgt voor waterontharding in waspoeders, wordt sinds vijf jaar steeds meer vervangen vanwege eutrofiëring van het oppervlaktewater. In 1987 werd in Nederland nog 25.000 ton fosfaat geloosd via de wettelijke was.

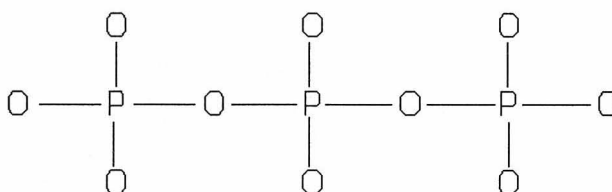
In plaats van fosfaat wordt nu veelal een combinatie van zeoliet en een synthetische polycarboxylaate (veelal poly-acrylaate) gebruikt. Zeoliet is een onschadelijke aluminium-siliciumverbinding die op klei lijkt en dienst doet als anorganische ionenwisselaar. Een kwart van elk wasmiddel bestaat uit zeoliet. Polycarboxylaate, drie procent van het waspoeder, breekt echter niet af en is daarom minder gewenst.

Besemer zocht naar een vervanger van polycarboxylaate. Hij onderzocht de mogelijkheden van zetmeel en inuline. Zetmeel bestaat uit glucose-een-

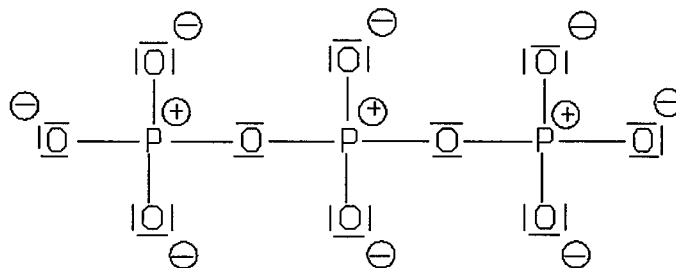
heden terwijl inuline uit fructosegroepen bestaat. Om als fosfaatvervanger bruikbaar te zijn dienen zetmeel en inuline eerst te worden omgezet met hypochloriet tot 2,3-dicarboxy-zetmeel en 3,4-dicarboxy-inuline. Het calciumbindend vermogen van geoxideerd inuline (2,5 mmol Ca/g) is bijna het dubbele van dat van geoxideerd zetmeel. Dat is zelfs genoeg om zowel zeoliet als polycarboxylaate te kunnen vervangen. Uit het onderzoek blijkt dat dicarboxy-inuline ook magnesium bindt. Dat is gunstig, want hard water komt niet alleen door kalk maar ook door magnesium in het leidingwater. Inuline, in ons land uitsluitend gewonnen uit cichoreiwortels, wordt vooral als reuk- en smaakloze vetvervanger toegepast in de voedingsindustrie. Sinds kort ook in gebruik als caloriearme voedingsvezel en op kleine schaal als grondstof voor ethanol, melkzuur en barnsteenzuur. In Mexico is de nationale drank tequila gebaseerd op fermentatie van inuline. De verbouw van cichorei levert ongeveer 10 ton inuline per ha. Het huidige areaal cichorei in ons land is 2500 ha, allemaal op contract geteeld voor de Suiker Unie. Als men inuline in het wasmiddel stopt in plaats van polycarboxylaate dan is er 500 ha cichorei extra nodig. Als tevens zeoliet wordt vervangen dan is volgens Besemer een uitbreiding van 3000 ha mogelijk. Maar de producent van inuline, Suiker Unie, mikt vooral op de internationale markt. Mondiaal wordt nog jaarlijks 2 miljoen ton fosfaat in wasmiddelen gestopt. (Peter de Jaeger)

Opmerking

Als u liever de uitgangsstructuur schrijft als (dus met P-atomen die voldoen aan de oktetregel:

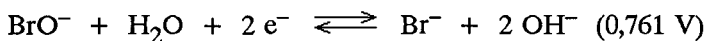
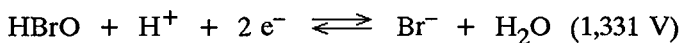
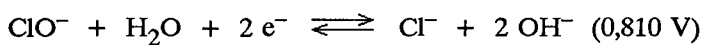
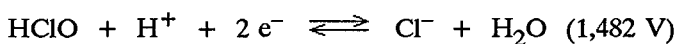


dan wordt het antwoord op vraag 3 a/b:



Toelichting

In het *Handbook of Chemistry and Physics* (D 91-98) is te vinden:



In (zwak) zuur milieu zijn hypochloriet en hypobromiet veel sterkere oxidatoren dan in neutraal of (zwak) basisch milieu.

Hypochloriet is een sterkere oxidator dan hypobromiet. Kennelijk zijn er andere redenen dan de sterkte waarom juist hypobromiet goed met polysacchariden reageert.

Literatuur

Besemer, A.C., *The bromide-catalyzed hypochlorite oxidation of starch and inulin - calcium complexation of oxidized fructans*, Proefschrift, Delft, 1993.

Van Drunen, M., *Zetmeel maakt witte was nog groener - dahliaknollen en witlofwortels basis voor fosfaatvervanger*, in: Delft Integraal, 93.1, p. 11-14.

Dit laatste is een afgerond verhaal over het onderzoek en de achtergronden ervan, met een fragment over het (radicaal)mechanisme bij de oxidatie en een fraaie perspectivische schets (uit het proefschrift) van de omringing van een calciumion.

Zetmeel maakt witte was nog groener



Anders dan de suffe 'uitstraling' van reclames voor wasmiddelen doet vermoeden, wordt veel onderzoek gedaan om deze producten te verbeteren. Ze wassen bijvoorbeeld steeds beter door nieuwe toevoegingen, ze doen het al goed bij lage temperaturen en ze zijn ook minder belastend voor het milieu. Fosfaten, die tot enige jaren geleden werden toegevoegd om neerslag van calcium en magnesium uit het harde leidingwater op kleding en verwarmingselement te voorkomen, zijn inmiddels door andere stoffen vervangen. De fosfaten bleken namelijk waterbloei te veroorzaken. Deze 'groene soep', die soms ontstaat in meertjes met stilstaand water, wordt nu teruggedrongen, maar de huidige fosfaatvervangers hebben het nadeel dat ze niet biologisch afbreekbaar zijn. Chemicus A. Besemer zocht met zijn promotor prof. H. van Bekkum van de vakgroep Organische Chemie en Catalyse van de TU Delft naar fosfaatvervangers op basis van natuurstoffen. De gedachte hierachter was dat stoffen die normaal gesproken in de natuur voorkomen, ook weer door de natuur kunnen worden afgebroken. De producten die Besemer maakte, bleken goed te voldoen en ook de economische vooruitzichten om ze op industriële schaal te produceren voor toepassing in wasmiddelen waren goed. De stoffen zijn biologisch afbreekbaar, de productie is schoon, hun grondstoffen zijn hernieuwbaar en ze werken uitstekend: ze voldoen aan alle normen van het nieuwe denken over het milieu. Er zijn inmiddels twee octrooien op aangevraagd.

De huidige fosfaatvervangers zijn niet volledig biologisch afbreekbaar en vormen daardoor toch nog een milieubelasting.

Wasmiddelen bestaan niet alleen uit zeep. Ze bevatten ook enzymen die eiwitten afbreken, optische witmakers, bleekmiddelen en geurstoffen. Een belangrijke groep van stoffen dient om de werking van zeep te verbeteren. Enige jaren geleden werden hiervoor fosfaten aan wasmiddelen toegevoegd. Deze voorkomen dat calcium- en magnesiumionen, afkomstig uit hard leidingwater als zouten neerslaan op kleding tijdens het wassen. Het zeep blijft in oplossing en kan zijn reinigende werk blijven doen. Ook raakt op deze manier het verwarmingselement niet beschadigd door afzetting van zouten. Fosfaat, of eigenlijk tripolyfosfaat, is een ion dat bestaat uit drie door zuurstof aan elkaar gekoppelde fosforatomen die elk ook weer door zuurstofatomen zijn omringd. Fosfaatmoleculen kronkelen als het ware om calcium- en magnesiumionen zodat ze geen zout kunnen vormen en een grauwe waas op de kleding achterlaten. De fosfaten zijn goedkoop en niet giftig, maar ze hebben het nadeel dat ze in sommige stilstaande wateren waterbloei of eutrofiëring kunnen veroorzaken. Zelfs aan sommige kusten treedt er mede door de fosfaten in de wasmiddelen eutrofiëring op. Dit

De was werd de afgelopen jaren witter, de sloten steeds groener. Aan die ontwikkeling is met de huidige fosfaatvervangers een einde gekomen, maar dit is nog geen duurzame oplossing voor het milieu.
(foto: Jurjen Drenth/Haastrecht)

is een ongeremde groei van algen die het fosfaat als voedselbron gebruiken. De 'groene soep' die zo ontstaat verstikt al het overige leven in het water, omdat de algen alle licht wegnemen. De door de algen geproduceerde zuurstof gaat naar de lucht en niet naar het water. Er treedt rotting op in het water waardoor geen verder leven meer mogelijk is. Hele ecosystemen raken op deze manier ontwricht.

Biologisch afbreekbaar

Fosfaten werden daarom taboe verklaard en fabrikanten gingen zoeken naar vervangers. Momenteel wordt vooral gebruik gemaakt van synthetische stoffen, zoals polyacrylaten, die niet of nauwelijks biologisch afbreekbaar zijn. Ook worden zeolieten, kristalletjes met holten waar de calcium- en magnesiumionen inpassen, toegepast. Maar als deze stoffen in het milieu komen kunnen ze waarschijnlijk giftige zware metalen die aan de bodem gehecht zijn vrijmaken. Zware metaalionen aan het oppervlak van slib op de bodem hebben een hogere affiniteit voor de zeolieten en de polyacrylaten. Ze worden als het ware door deze stoffen ingekapseld en komen daarna weer min of meer vrij in het water, zodat ze een gevaar vormen voor in water levende planten en dieren. Om dit te vermijden moest een andere stof worden gevonden die de 'harde' metaalionen uit het water verwijderden, goedkoop is en biologisch afbreekbaar. Bij TNO-Voeding en bij de TU Delft zijn daarom de natuurstoffen zetmeel en inuline als uitgangsmateriaal gebruikt. Dit zijn beide ketens van aan elkaar gekoppelde suikermoleculen, die uit planten kunnen worden gewonnen. De suikermoleculen verschillen alleen in structuur van elkaar: inuline bestaat uit gekoppelde ringvormige moleculen met vijf eenheden en zetmeel bestaat uit zes-ringen.

Octrooi

Besemer maakte bij TNO een voor huidige begrippen wat ongebruikelijke carrière. Hij begon er met een analistenopleiding en een lerarenopleiding (MO-A), maar uit zijn vele wetenschappelijke publikaties en octrooien bleek dat hij niet alleen een goede analist was maar ook een uitstekende onderzoeker. Hij onderzocht



Het kwalijke effect van algen is dat er geen zonlicht meer kan toetreden tot de flora en fauna onder water. Dat leidt tot een daling van het zuurstof gehalte in het water. Door verstikking worden ook andere processen verstoord. Uiteindelijk gaat het leven in de sloot ten onder aan verrotting. (foto: Jurjen Drenth/Haastrecht)



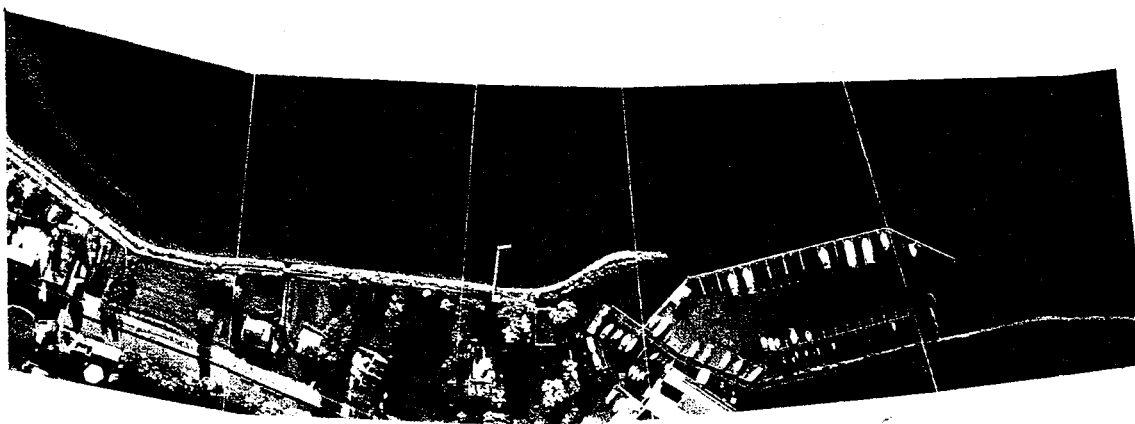
bij TNO hoe stoffen in de atmosfeer worden opgeruimd door reacties met water, stikstofoxiden en zuurstof in combinatie met zonlicht en hij maakte er onder meer radio-actief gemerkte verbindingen. Die worden gebruikt om te traceren hoe moleculen reageren of wat er gebeurt met bepaalde stoffen in levende organismen. Met name voor medische toepassingen wordt hiervan veel gebruik gemaakt. Bij TNO-Voeding in Zeist liet hij zetmeel met bleekwater (hypochloriet) in aanwezigheid van bromide oxyderen tot een stof die potentieel een goede vervanger van fosfaat is in wasmiddelen. Op de syntheseroute werd daarom een octrooi aangevraagd. Van Bakkum, die met zijn groep behalve aan de bovengenoemde zeolieten ook onderzoek doet aan zetmeel en aanverwante stoffen, deed hem toen het voorstel om hetzelfde te doen met inuline met het oog op een promotie aan de TU Delft.

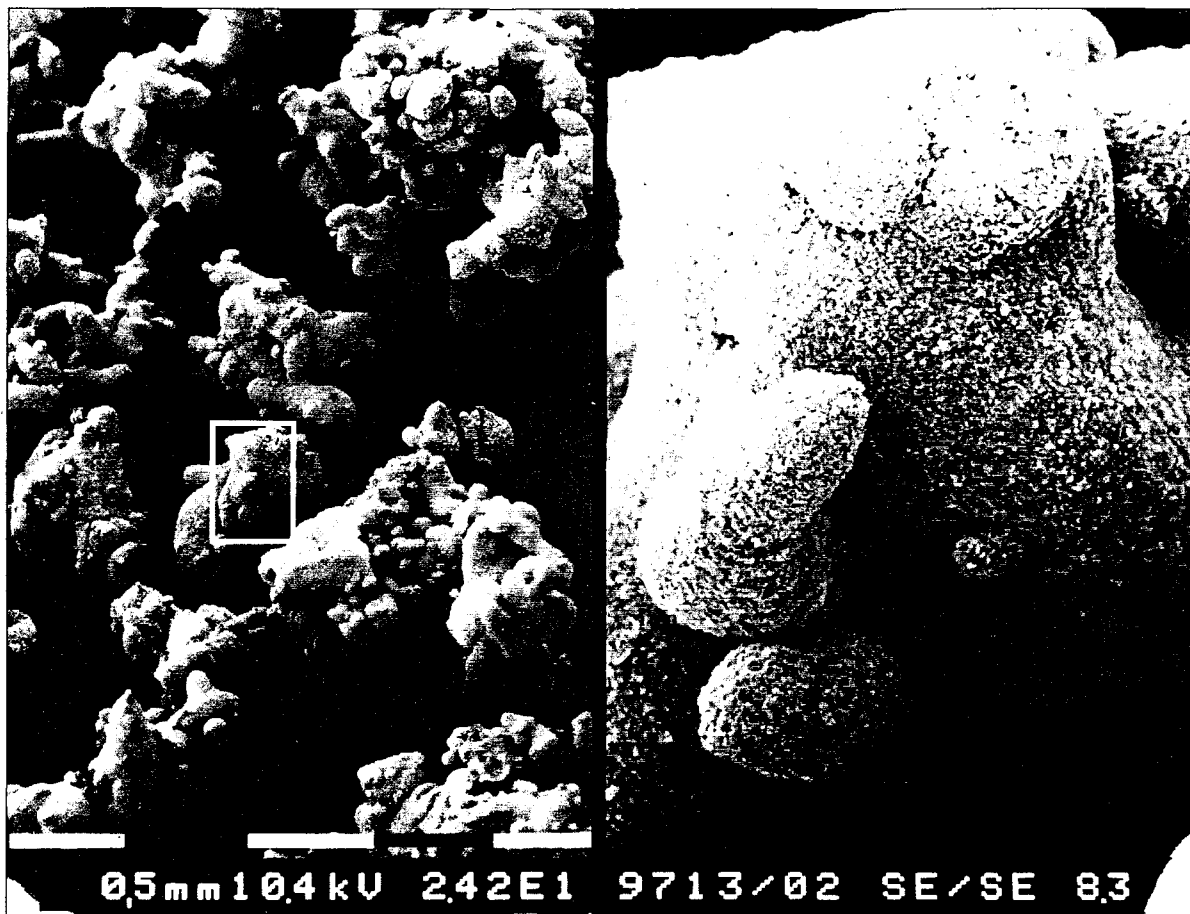
Inuline bestaat uit lange ketens van vruchtesuiker (fructose). Het wordt sinds kort op grote schaal in Nederland gemaakt. De producenten verwachten grote afzetmogelijkheden voor deze stof, met name als vetvervanger in voedingsmiddelen. Overigens moet

inuline niet worden verward met het eiwit insuline, dat een hormoonfunctie heeft in het menselijk lichaam. Insuline zet het lichaam aan tot het opslaan van glucose.

Het produkt dat Besemer synthetiseerde, bleek twee maal zo goed in staat calcium- en magnesiumionen te binden als de eerder gemaakte zetmeelverbinding. Daarom vroeg TNO, nu samen met de TU Delft, ook hierop een octrooi aan. Er bestaat al veel belangstelling voor dit octrooi vanuit het bedrijfsleven. Helaas voor Van Bakkum en Besemer kon er alleen voor de manier waarop je de stof maakt en niet op de stof zelf octrooi worden verkregen, omdat die reeds in de literatuur is beschreven. Een stofoctrooi heeft een veel grotere reikwijdte dan het nu verkregen octrooi. De ironie wil dat de publikatie over deze stof enige tijd geleden plaats vond in het proefschrift van één van Van Bakkums eigen promovendi. Door niet geheel opgehelderde oorzaak bleek de door deze promovendus gemaakte stof niet zo goed in staat calcium te binden als de stof die Besemer maakte.

Luchtfoto van algenplaag in het Brassemmermeer.





Wasmiddelen bestaan niet alleen uit zeep. Ze bevatten ook stoffen die bleken, enzymen die eiwitten afbreken, optische witmakers en geurstoffen. Voor een belangrijk deel bestaan wasmiddelen echter uit stoffen die fosfaat vervangen.

(foto: Unilever)

Wassen met suikers

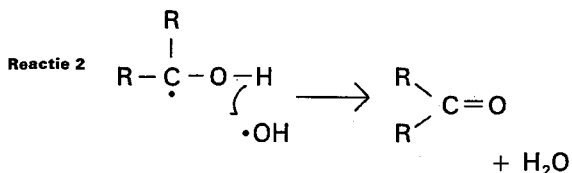
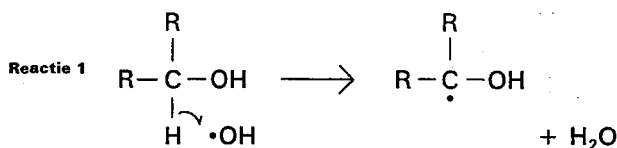
Zetmeel en inuline zijn koolhydraten, die kunnen worden geïsoleerd uit planten. Zetmeel komt onder meer voor in aardappelen, graan en maïs en inuline komt voor in knollen van dahlia's en in de wortels van witlof (cichorei). De stoffen bestaan uit ketens van respectievelijk glucose (druivesuiker) en fructose. Iedere schakel in de keten bevat bepaalde karakteristieke groepen, die geoxydeerd kunnen worden met een mengsel van bleekwater en bromide. Met deze methode worden twee bepaalde groepen, die naast elkaar op het molecuul zitten, omgezet in zogenaamde carboxygroepen. De verbindingen die zo ontstaan heten daarom dicarboxyzetmeel of dicarboxy-inuline. Met de carboxygroepen kan een verbinding of, in vakterm, een complex worden aangegaan met calcium- en magnesiumionen zodat een deel van de hele keten zich om het ion kronkelt. Het ion kan dan niet meer neerslaan als zout, omdat het niet toegankelijk is voor andere ionen of moleculen. Wanneer dicarboxyzetmeel of -inuline in wasmiddelen wordt toegepast spoelt de verbinding met de opgesloten ionen erin na de wasbeurt door het riool. De complexvormer kan nu door in afvalwaterzuiveringsinstallaties aanwezige micro-organismen snel worden afgebroken, omdat deze er nog de suikereenheden in herkennen. De ionen komen vrij in de natuur, maar dit hoeft geen probleem te zijn, want daar komen ze tenslotte via het leidingwater ook vandaan.

Radicalen

Besemer vond aanwijzingen dat zogenaamde radicaalreacties een belangrijke rol spelen in de oxydatiestap. Radicalen zijn meestal zeer actieve moleculen, die een ongepaard elektron hebben. Chemici denken bij stabiele moleculen altijd aan moleculen met elektronenparen, want elektronen in een paar of binding zijn stabiel. Een ongepaard elektron aan een molecuul wil als het ware een paar vormen met een ander elektron, wat de reactiviteit van het radicaal verklaart. Radicaalreacties vinden ook plaats in verbrandingsprocessen, bij de (afbraak van de) ozonlaag en ook bij het bleken gedurende het wassen. In het menselijk lichaam zorgt vitamine C, in combinatie met vitamine E, ervoor dat radicalen die schade aan cellen kunnen veroorzaken, onschadelijk worden gemaakt.

Geen afval

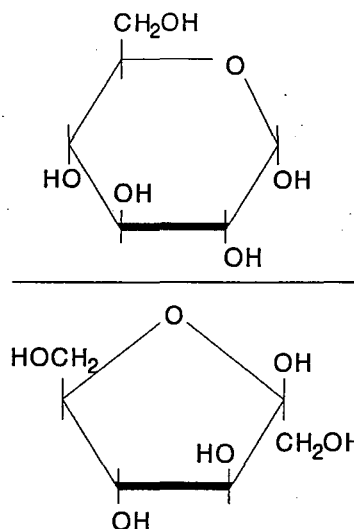
De stof die in Besemers reacties de suikerketens oxydeert, is hypobromiet dat op zijn beurt weer is ontstaan uit bleekwater en bromide. Bromide wordt na de reactie weer teruggevormd en is daarom een typisch voorbeeld van een katalysator. Het is belangrijk te weten via welke stappen de reactie verloopt om zo de snelheid ervan te kunnen voorspellen. Met deze gegevens kunnen de ideale procesomstandigheden worden berekend als de stoffen op industriële schaal geproduceerd gaan worden. Bij de reactie ontstaat keukenzout als bijproduct. Dit kan weer tot bleekwater



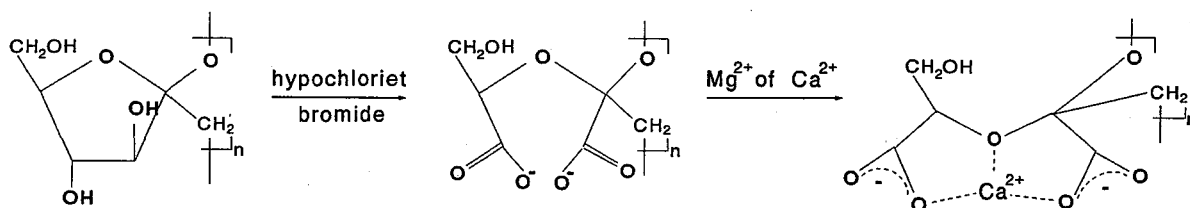
Voorbeeld van radicaalreacties die een rol spelen bij de oxydatie van inuline en zetmeel. Het halve pijltje geeft aan dat er een half elektronenpaar wordt overgedragen. R staat voor restgroep.

Reactie 1 Het elektron van het OH-radicaal ($\cdot\text{OH}$) dat is ontstaan uit het bleekwater, valt aan op het elektronenpaar tussen C en H. (zie pijltje) Er wordt een nieuw radicaal gevormd en water.

Reactie 2 Het nieuwe radicaal stabiliseert door weer met $\cdot\text{OH}$ -radicaal te reageren en een carboxygroep ($\text{C}=\text{O}$) ontstaat aan het molecuul.



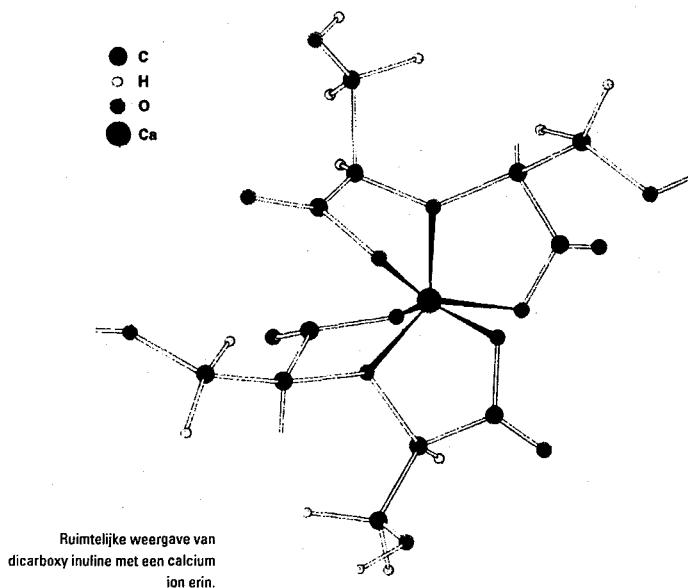
Structuurformules van glucose (links) en fructose. Glucose is de bouwstof voor zetmeel, fructose voor inuline.



Schematische weergave van de reacties met inuline. Bij de eerste stap is te zien hoe de suikerketen wordt geoxydeerd tot dicarboxy inuline en bij de tweede stap wordt aangegeven hoe de groepen met zuurstof aan het molecuul een calcium- of magnesiumion kunnen binden.

worden opgewerkt, zodat de stofkringloop wordt gesloten. Het is tevens mogelijk om het zout in de reactor weer op te werken tot bleekwater in een elektrochemisch proces. Het ontbreken van afval is uiteraard een groot milieuvoordeel. Ook onderzocht Besemer hoe de dicarboxykoolhydraten zich rond calcium kronkelen en hoeveel ionen er per suikereenheid kunnen worden opgenomen. Zo kan de capaciteit om calcium- en magnesiumionen op te nemen worden berekend, om de benodigde dosering van de dicarboxykoolhydraten in het wasmiddel vast te stellen.

Op dit ogenblik worden de laatste proeven gedaan die de biologische afbreekbaarheid van de dicarboxykoolhydraten moeten aantonen. Ook moet absolute zekerheid over mogelijke toxische eigenschappen verkregen worden. De vooruitzichten tot opschaling zijn veelbelovend. Uit Besemers onderzoek is duidelijk geworden dat deze stoffen uit milieu-, prestatie- en prijsoverwegingen waarschijnlijk goede vervangers voor fosfaat zullen vormen, zodat we over enkele jaren kunnen wassen met suikers. De basis voor deze producten wordt op akkers verbouwd en is daarom een hernieuwbare grondstof. Het proces voor het maken van de producten levert geen afval op en het produkt zelf heeft een goede werking en is biologisch afbreekbaar. Het voldoet daarom aan alle normen van het nieuwe denken over het milieu: duurzame ontwikkeling. Wassen wordt groener en de 'groene soap' is verleden tijd.



Ruimtelijke weergave van dicarboxy inuline met een calcium ion erin.

Zuinig aan met ventilatielucht

Antwoorden

- 1a Een (biotrickling)filter, een condensor en UV-lampen.
- 1b Het filter dient ter verwijdering van de ammoniak uit de lucht, de condensor voor afkoeling van de lucht + verwijdering waterdamp, de UV-lampen voor het doden van ziektekiemen.
- 2a $0,2 \text{ kg Ammoniak per zeugenplaats per jaar. Dus voor 50 zeugen dan } 50 \cdot 0,2 = 10 \text{ kg ammoniak per jaar.}$
- 2b Maximaal $4,0 \text{ kg ammoniak per zeugenplaats per jaar. Dus voor 50 zeugen maximaal } 50 \cdot 4,0 = 200 \text{ kg ammoniak per jaar.}$
- 3 Nee, er vindt absorptie en chemische reactie plaats in dit onderdeel.
- 4a Uit de lucht.
- 4b $\text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$. Bij deze reactie wordt ammoniak omgezet in salpeterzuur. Het negatieve ion van salpeterzuur heet nitraat.
- 5 De hoeveelheid meststof blijft hetzelfde.
- 6a De ammoniak verspreidt zich door de lucht en is daardoor moeilijk te vangen. Nitraat is opgelost in het water en blijft dus veel meer op één plaats.
- 6b Bij denitrificatie wordt nitraat omgezet in stikstofgas. Stikstofgas is geen milieuvervuilende stof.
- 7a Door de lichaamswarmte van de varkens en de vrijkomende warmte van het proces in het biofilter.
- 7b Een koude vloeistof onttrekt warmte aan de langstromende lucht.
- 7c Een hogere sterfte van het aantal biggen dan normaal.
- 8 Uitgeademd door de varkens doordat voedsel in het lichaam verbrand wordt en water dat bij de nitrificatie gevormd wordt en verdampt door de hoge temperatuur.
- 9 Zuurstof wordt verbruikt door zowel de varkens als het biofilter. Tevens neemt het percentage koolstofdioxide (en andere gassen) toe (waardoor de kans op verstikking toeneemt).

Natuur- en schoonmaakazijn

Variant 1

Benodigdheden

- Schoonmaakazijn.
- Natuurazijn of keukenazijn.
- Calciumcarbonaat.
- Reageerbuisen en reageerbuisenrek.
- Spatel.
- Pasteurpipet.

Resultaat

Het volume in de reageerbuis waarbij men schoonmaakazijn doet zal uiteindelijk twee maal zo hoog zijn als in de buis waarbij natuurazijn is gedaan.

Variant 2

Benodigdheden

- Schoonmaakazijn.
- Natuurazijn of keukenazijn.
- Magnesiumlint (per proef ongeveer 2-3 cm, er van uitgaand dat 1 cm lint ongeveer een massa heeft van 0,01 g).
- Erlenmeyer.
- Doorboorde stop.
- Gasdoorleidbuisje.
- Maatcilinder 100 ml.
- Maatcilinder 50 ml.
- Bekerglas 250 ml.

Resultaten

De hoeveelheid waterstofgas die bij gebruik van schoonmaakazijn ontstaat is twee maal zo groot als bij natuurazijn.

Open onderzoek

Het open onderzoek is uitgevoerd in klas 5, op het moment dat hoofdstuk 10 en 11 uit Chemie waren behandeld en uit boek Chemie 5/6 vwo paragraaf 3.1 tot en met 3.5.

Leerlingen kregen een week de tijd om het werkplan (één per koppel) te maken. De docent heeft het werkplan van opmerkingen voorzien. Niet de juiste oplossing aangedragen. De leerlingen moesten daarna hun werkplan bijstellen.

Onderzoeksmogelijkheden die door leerlingen werden aangedragen

- Als variant 2 maar dan met een carbonaat- of waterstofcarbonaat-zout in plaats van magnesiumlint. Er ontstaat dan koolstofdioxidegas. Leerlingen realiseren zich hierbij niet dat het koolstofdioxidegas 'goed' oplost in water. Ze geven niet aan hoeveel ml azijn ze onderzoeken. Ook houden ze geen rekening wat de hoeveelheden betreft met de maximale hoeveelheid gas die in de maatcilinder kan worden opgevangen. Verder gaan ze nogal al makkelijk om met 'je doet er een overmaat natriumcarbonaat bij'; opmerking erbij: reken uit wat je zeker er bij moet doen.
- Met behulp van een pH-meter. Ze verwachten verschillende pH waarden voor de verschillende oplossingen. Dit wordt van te voren niet uitgerekend. Verwacht wordt een verschil van 0,15 in pH-waarde.
- Een eenvoudige titratie wordt bekeken. Ze voegen natronloog toe aan azijn. Zowel hoeveelheid azijn als molariteit natronloog worden niet aangegeven. Ze willen een indicator gebruiken die omslaat van zuur naar neutraal. Ze zien niet dat er een basische oplossing ontstaat in het equivalentiepunt.

Suggestie

Ook kunt u de proef uitvoeren met de computer. Zie: P. van Zandbergen, scheikundeproeven met een computer deel 2, NVON-maandblad 17(1), 3-5, 1192.

Vliezen op de thee

Antwoorden

- 1 Neen, het zal gaan om mangaan en magnesiumionen (waarschijnlijk als carbonaat-zout).
- 2 Bij het koken van hard water treedt de volgende reactie op:
$$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
Hierbij wordt dus de in het vlies aanwezige calciumcarbonaat gevormd.
- 3 Gedestilleerd water: door het water te verdampen en weer te condenseren heeft men de calciumionen en de waterstofcarbonaationen uit het water verwijderd. De reactie uit antwoord 1 kan dan niet meer optreden.
- 4a $\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 4b $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HX} \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{X}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 5 De aanwezige hydroxide-ionen zullen met calciumionen reageren tot calciumhydroxide dat ook vast is.

Benodigdheden

- Hard water.
- Gedestilleerd water.
- Theezakjes.
- Citroen of een verdunde zure oplossing.
- Melk of een andere basische oplossing (natronloog, dan de thee niet meer laten drinken).
- Bekerglazen.
- Brander, driepoot, gaasje, lucifers.

Vreemde fullerenen

Antwoorden

- 1 Molekulen opgebouwd uit koolstofatomen.
- 2 $2 \text{C}_{60} \longrightarrow \text{C}_{119} + \text{C}$.
- 3 $2 \text{C}_{70} \longrightarrow \text{C}_{139} + \text{C}$.
- 4 $\text{C}_{60} + \text{C}_{70} \longrightarrow \text{C}_{129} + \text{C}$.

Katalysator breekt ozon af

Antwoorden

- 1 De ozon in de ozonlaag
- 2 De ozon die wordt gebruikt bij de zuivering van water.
- 3 Chloor.
- 4 De zuivering van water.
- 5a Nee, want ze reageren met de ozon en worden dus verbruikt.
- 5b Omdat in de volgende stap de beginstoffen wel worden teruggevormd.
- 6 B.
- 7 Het contact tussen de 'katalysator' en de gasstroom moet worden verbeterd, door de katalysator een groter oppervlak te geven.

Nieuwe lamp

Antwoorden

- 1a Wolfram-, zuurstof-, en broomatomen.
1b WO_2Br_2 .
2 Wolframatomen + broomatomen + zuurstofatomen $\longrightarrow$
clusters wolframatomen + broomatomen + zuurstofatomen $\longrightarrow$
clusters wolframatomen + broomatomen + zuurstofatomen $\longrightarrow$
wolframoxydebromide $\longrightarrow$ wolframatomen + broomatomen + zuurstof-
atomen.
3 $\text{W} + 2 \text{O} + 2 \text{Br} \longrightarrow \text{WO}_2\text{Br}_2$.

Oxaalzuur

Antwoorden

Mavo

- 1 Doordat de oxaalzuur in de rabarber in aanraking komt met de kalk in de tanden.
2 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
3 We eten tegenwoordig veel meer zuivelprodukten.

Havo/vwo

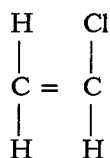
- 1 Ethaandizuur.
2 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, HOOC-COOH .
3 Hier wordt het element bedoeld: calcium.
4 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
5 Een zuivelprodukt waar in ieder geval Ca^{2+} aanwezig is, zodat de door rabarber weggehaalde Ca^{2+} weer wordt aangevuld.

Plastic brandstof

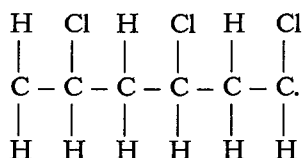
Antwoorden

- 1 Plastic zakjes, regenjassen, grammofoonplaten, regenpijpen, dakgoten.

2a



2b



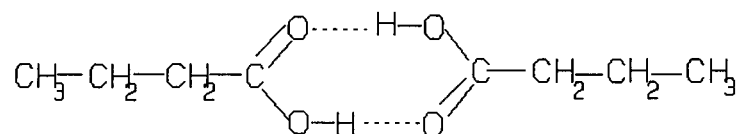
- 3 A.
4 Chloor kan schadelijke verbindingen geven.
5 Dan ontstaan octaan en andere nuttige koolwaterstoffen die in diesel en benzine zitten.

Antwoorden

- 1 Methaan.
- 2 Difosfine
- 3 $2 \text{P}_2\text{H}_4 + 7 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{P}_2\text{O}_5 + 4 \text{H}_2\text{O}$.
- 4 $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 5 Difosfine, want dit ontbrandt spontaan.
- 6 Ontstaat bij rottingsprocessen.
- 7 Het zit in de uitwerpselen van koeien en van mensen.

Antwoorden

- 1 Sexlokstoffen.
2 Butaanzuur, $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$.
3



- #### 4 Waterstofbruggen.

Antwoorden

- ## 1 Metaal.

[illegible]

- 2 Au, Ag, Cu, Cr, Al, Fe, Ni, Zn, Mn.
3 Goudgeel.
4 Zilver en chroom.
5 Zuiver goud is erg zacht en slijt daardoor snel af.
6 $(18/24) \cdot 100 \% = 75 \%$