

Chemie Aktueel nummer 35 inhoudsopgave

Nr	Titel opgave	klas	hoofddomein	Subdomein	Vaardigheden	kernbegrippen
1 I	Nieuw broeikasgas I	4 mhv	koolstofchemie	Toepassing koolstofverbindingen	informatie	Milieu, standpunt
1 II	Broeikasgas II	5h, 5,6 v	vaardigheden	Onderzoek	chemische techniek	onderzoeksvraag opstellen, broeikasgassen
2	Reductie emissie voc's	5h 5,6 v	koolstofchemie	Structuur	informatie	Structuurformules, xyleen, kookpunten, blokschema
3	Antieke wijn	5,6 v	vaardigheden	Informatie	chemische techniek	informatie verwerven/selecteren, internet, titraties, spectrofotometrie
4	R22 zo slecht nog niet	5 hv	vaardigheden	Informatie	koolstofchemie	informatie verwerven/selecteren, internet
5	Olie uit kolen en gas I	5 hv	koolstofchemie	Toepassing koolstofverbindingen	informatie	fossiele brandstoffen, Fischer-Tropsch
	Olie uit kolen en gas II	5 hv	vaardigheden	Informatie	koolstofchemie	informatie verwerven/selecteren, brandstoffen, Fischer-Tropsch
6	Gasteiner	4 hv	stoffen (anorganisch)	Naam/formule	informatie	ionformules, molberekeningen
7	Cola proeven	3 mhv	vaardigheden	Onderzoek	Biochemie	Onderzoeksopzet beoordelen, onderzoeksvraag, smaak beoordelen
8	Aanzuren en schilvlekjes	5 hv	zuren en basen	toepassing stoffen	Informatie	Effect zuur, bestrijdingsmiddel, zuurgraad
11	Vitamine C in aardbeien	4,5 hv	vaardigheden	onderzoek	chemische techniek	Werkplan, analyse, vitamine C, redox
12	Sulfaatreductie	5,6 v	redox	reacties	informatie	Halfreacties, oxidatie, ontzwaveling, milieu
14	Schone oxidatie van alcoholen	5v	redox	racties	reken/wiskundig	Halfreacties, oxidatie, alcoholen, milieu, reactiesnelheid, katalysator
15	Kansen voor rokers	6v	koolstofchemie	structuur	informatie	Structuurformule, spiegelbeeldisomerie, zuur-base reactie

16	Suiker stuurt gistmetabolisme	5,6 v	biochemie	Toepassing stoffen	informatie	Vergisting, alcohol, fermentatie, metabolisme, respiratie, suikers
17	Hydroformylering	5 v	koolstofchemie	Structuur	informatie	aldehyde, vertakt en onvertakt, structuurformules
18	Pyrethroïden	6v	koolstofchemie	Structuur	informatie	structuurformule, ester, enantiomeer
19	Erg zuur	5 hv	zuren en basen	berekeningen	reken/wiskundig	pH, pH-schaal, maagzuur
21	Nogmaals, lekker zoet	3 hv	vaardigheden	onderzoek	stoffen en materialen	Oplosbaarheid, suiker, open onderzoek
22	Ammoniaklek	4 hv	kenmerken van reacties	rekenen aan reacties	reken/wiskundig	mac-waarde, ammoniak, milieu, giftigheid
25	Ijspegels	3 hv	kenmerken van reacties	energie	informatie	Energie-effect, exotherm, fase-overgang, bevriezen
26	Zinksulfaat op hout	4 hv	stoffen (anorganisch)	reacties	reken/wiskundig	Oplossen zout, ppm
27	Verrassende kanten van NaCl	4 hv	stoffen (anorganisch)	reacties	onderzoek	Oplossen zout, keukenzout, pekkel, energie-effect
28	Betere ontzwaveling verlaagt SO ₂ uitstoot	5 hv	kenmerken van reacties	toepassing reacties	informatie	Type reactie, milieu, zuur-base, redox, katalysator
29	Methaan in zoutlagen bron voor elektriciteit	3 hv, 4 m	stoffen en materialen	verbranding	informatie	Milieu, methaan
30	Chloortreinen	3 hv, 4m	stoffen en materialen	gevaren	informatie	Chemie en industrie, mening
31	Gebakken boslucht	2 bavo	stoffen en materialen	chemische processen	informatie	Reactievergelijkingen
33	Prise d' eau	2 bavo	vaardigheden	onderzoek	Stoffen en materialen	Opzetten vergelijkende test
34	's Werelds oudste verf	2 bavo	Stoffen en materialen	Gebruik van stoffen	onderzoek	Verf, olieverf, tempera-verf

Wetenschappers ontdekken nieuw broeikasgas in atmosfeer

Door onze redactie wetenschappen
ROTTERDAM, 28 JULI. Onderzoekers uit Duitsland, de VS en Groot-Brittannië hebben in de aardatmosfeer een nieuw, sterk werkend broeikasgas ontdekt. Het is in minime concentraties aanwezig, maar draagt per molecuul veel sterker aan het broeikaseffect bij dan enig ander tot nu toe bekend broeikasgas. Het gaat om het gas SF_6 (trifluormethylzwavelpentafluoride). Het is een product van menselijke activiteit waarvan de concentratie de afgelopen 50 jaar met een factor honderd is toegenomen. Waarschijnlijk blijft een molecuul van het nieuw-ontdekte gas ongeveer duizend jaar in de atmosfeer.

De onderzoekers schrijven in een vandaag in *Science* gepubliceerd artikel dat het gas waarschijnlijk een afbraakproduct is van zwavelhexafluoride (SF_6). Dat gas was al bekend als een mild broeikasgas. Het gebruik ervan

wordt onder het verdrag van Kyoto beperkt. Niet bekend was echter dat uit zwavelhexafluoride andere moleculen ontstaan die een veel groter en langduriger broeikaseffect uitoefenen. De jaarlijkse wereldwijde uitstoot van SF_6 geeft een broeikaseffect dat gelijk is aan één procent van de jaarlijkse koolstofdioxide-uitstoot van Groot-Brittannië, berekenden de onderzoekers.

Zwavelhexafluoride (SF_6) wordt vooral nog gebruikt in apparatuur waarin sterke elektrische stromen worden geschakeld. SF_6 voorkomt dat tijdens het schakelen vonken overslaan. Het gas is ook gebruikt om metalen tijdens het smelten te beschermen tegen oxydatie. Verder werd het ooit toegepast in tennisballen, hardloopschoenen en autobanden.

Het broeikaseffect ontstaat doordat zonne-energie door het aardoppervlak als infrarode straling (warmtestraling) wordt weer-

kaatst naar het heelal. Moleculen in de atmosfeer die die uitgaande straling opvangen zorgen voor opwarming van de atmosfeer. De bekendste broeikasgassen zijn koolstofdioxide (CO_2), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O). Er zijn echter moleculen die in veel kleinere hoeveelheden een veel groter broeikaseffect hebben, schrijven de onderzoekers. De concentratie SF_6 is nu 0,12 ppt (parts per trillion, dat is 0,12 deeltje per duizend miljard andere luchtdeeltjes).

SF_6 is ontdekt in luchtmonsters die uit oude sneeuwlagen op Antarctica zijn genomen. Daarmee kon lucht worden verkregen die aan het begin van de twintigste eeuw in de sneeuw was 'opgesloten'. In monsters uit de laatste vijftig jaar verscheen bij analyse in de gaschromatograaf een piekje dat bij monsters van recentere datum steeds groter werd. Bij analyse bleek het om SF_6 te gaan.

In het artikel wordt uitgelegd wat met 'broeikaseffect' wordt bedoeld.

1 Zoek dit stukje op. Geef de eerste drie woorden van het stukje en de laatste drie.

Lisa en Geert hebben het stukje ook gelezen en zijn het niet met elkaar eens:

Lisa beweert, dat het broeikaseffect ontstaat doordat zonnestralen door het aardoppervlak wordt teruggekaatst naar het heelal.

Geert beweert, dat de zonnestralen die van het aardoppervlak wordt teruggekaatst richting zon, door de broeikasgassen weer naar de aarde teruggekaatst worden en dat daardoor het broeikaseffect ontstaat.

2 Wie van de twee heeft gelijk? Of hebben ze beide gelijk? Noem niet alleen de naam (namen) maar leg ook uit waarom hij/zij gelijk heeft (hebben).

Het artikel gaat over het gas trifluormethylzwavelpentafluoride dat ontstaat uit zwavelhexafluoride.

3 Noem drie toepassingen van zwavelhexafluoride.

In sneeuwlagen in Antarctica zit lucht opgesloten. In monsters uit de laatste vijftig jaar bleek een steeds grotere hoeveelheid trifluormethylzwavelpentafluoride voor te komen. In de monsters uit de tijd daarvoor bleek dit gas niet aanwezig te zijn.

4 Waarom komt dit gas pas de laatste vijftig jaar in deze monsters voor?

5 In welk jaar zal de trifluormethylzwavelpentafluoride die nu in het milieu terechtkomt pas verdwenen zijn?

6 Waarom is trifluormethylzwavelpentafluoride een veel erger broeikasgas dan koolstofdioxide?

Nieuw broeikasgas I ANTWOORDEN

1 Het broeikaseffect ontstaat naar het heelal.

2 Lisa heeft gelijk als ze zegt, dat het broeikaseffect ontstaat doordat zonnestralen door het aardoppervlak teruggekaatst worden naar het heelal, maar de bewering van Geert moet daarbij, want als de zonnestralen door de broeikasgassen teruggekaatst worden naar de aarde warmt deze pas echt op.

3 Zwavelhexafluoride wordt gebruikt in apparatuur waarin sterke elektrische stromen worden geschakeld. Ook wordt het gebruikt om metalen tijdens het smelten te beschermen tegen oxideren. Vroeger zat het in tennisballen, hardloopschoenen en autobanden.

7 Omdat het gebruik van zwavelhexafluoride pas vijftig jaar geleden begon.

8 In het jaar 3000

9 Omdat heel kleine hoeveelheden al een heel groot effect hebben.

Oriënteer je met de onderstaande artikelen op het onderwerp 'broeikasgas'

Je gaat een praktisch onderzoek uitvoeren waarvan de onderzoeksvraag gebaseerd moet zijn op de bovenstaande artikelen.

- 1 Bekijk de bovenstaande artikelen.
- 2 Stel een onderzoeksvraag op.
- 3 Bespreek de onderzoeksvraag met je docent.
- 4 Stel een werkplan op, voer hiervoor eerst eventueel een klein vooronderzoek uit.
- 5 Voer je onderzoek uit
- 6 Verwerk de resultaten van je onderzoek in een presentatie.

de Volkskrant, 28 juli 2000

Wetenschappers vinden nieuw 'broeikasgas'

MAINZ – Wetenschappers van het Duitse Max Planck Instituut voor Chemie hebben een nieuw broeikasgas ontdekt. De fluor-zwavelverbinding komt in zeer geringe mate voor in de atmosfeer, maar is 18 duizend keer sterker dan dezelfde hoeveelheid kooldioxide, het bekendste broeikasgas. Het gas is waarschijnlijk een 'bijproduct' van zwavelhexafluoride. Dat meldt het wetenschappelijk tijdschrift *Science* in de uitgave van vandaag. (ANP)

de Volkskrant, 29 juli 2000

Sterk broeikasgas komt van de mens

Op de lijst van broeikasgassen kan een nieuw worden gezet: trifluor-methyl-zwavel-pentafluoride (SF_5CF_3).

Onderzoekers in Engeland, Duitsland en de VS hebben het broeikasgas ontdekt en beschrijven het in *Science* van 28 juli. Er is nog weinig van waargenomen in de atmosfeer. De moleculen hebben echter een lange levensduur en nemen in aantal met 6 procent per jaar toe.

Vermoedelijk blijft een molecuul van het nieuwe gas duizend jaar in de atmosfeer. Heel exact is de kennis erover niet. Daarom is het ook niet mogelijk om de bijdrage aan de opwarming van de aarde precies vast te stellen.

SF_5CF_3 heeft grote verwantschap met een ander sterk, maar relatief schaars voorkomend gas zwavelhexafluoride (SF_6). Deze stof wordt gebruikt in schakelinstallaties van de elektriciteitsvoorziening en onderdrukt vonkvorming. Het eerste vermoeden is dan ook dat SF_5CF_3 een vervalproduct is van zwavelhexafluoride, zegt onderzoeker dr. Carl Brenninkmeijer van het Max Planck Instituut voor Chemie in Mainz.

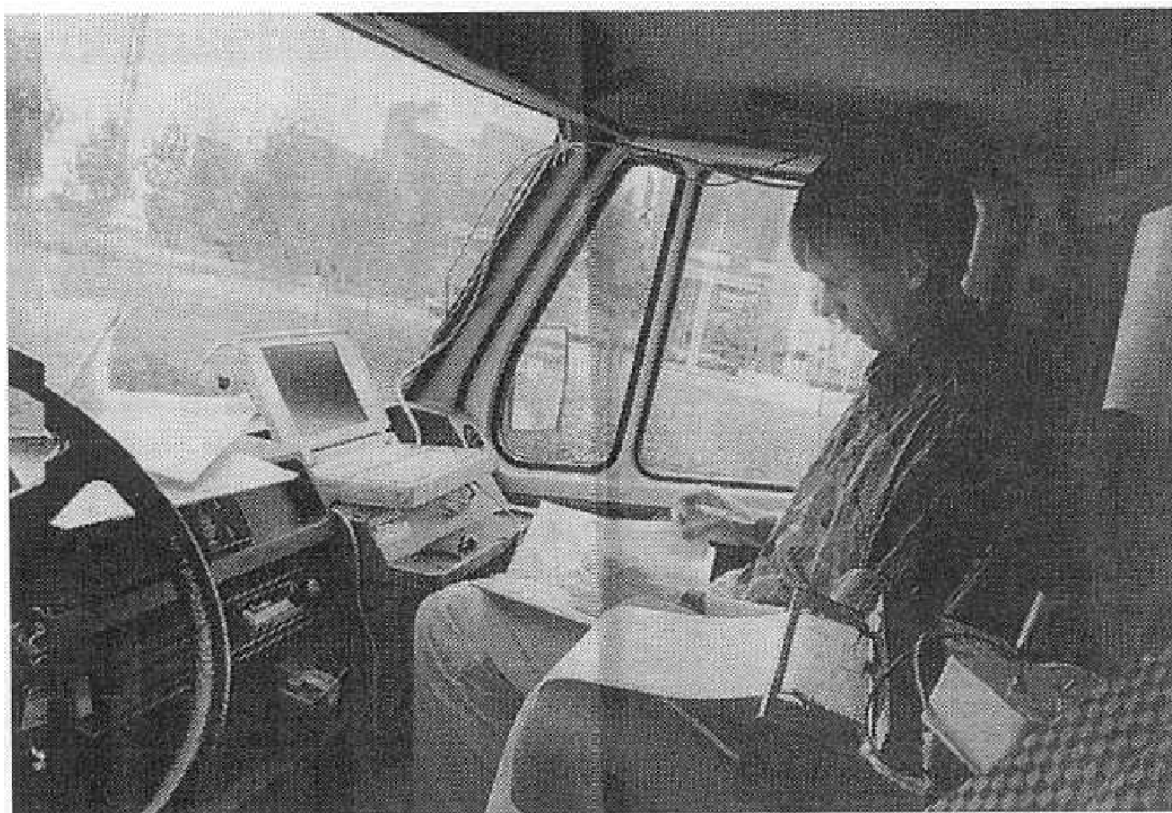
Die theorie lijkt aannemelijk, omdat de pieken in de uitstoot van beide gassen gelijk lopen. Beide

gassen komen sinds de jaren zestig in de atmosfeer. 'Als je de curve bekijkt ligt er een magische relatie', zegt Brenninkmeijer.

Over de herkomst van SF_5CF_3 wordt stevig gespeculeerd. Een theorie is dat Defensie het gas gebruikt bij hoogenergetische radarinstallaties. Anderen melden dat de stof vrijkomt bij de productie van hoogwaardige coatings. En sinds kort melden ook wetenschappers dat ze het gas gebruiken bij atmosferisch onderzoek. 'Er komen zelfs spontane schuld-bekentenissen uit de chemische industrie', zegt Brenninkmeijer.

Volgens hem moet bij de ontdekking van dit nieuwe broeikasgas niet meteen worden gedacht dat het nu ook fout gaat lopen met het klimaat. De stof blijft weliswaar lang in de atmosfeer, zo'n duizend jaar terwijl het voornaamste broeikasgas, kooldioxide (CO_2), maar vijftig tot tweehonderd jaar blijft hangen. Maar de hoeveelheden van het nieuw ontdekte broeikasgas zijn wél bescheiden in vergelijking met kooldioxide.

Volledig inzicht in de herkomst van het gas is er nog niet. Wel is zeker dat het, in tegenstelling tot kooldioxide, niet vrijkomt uit natuurlijke bronnen. Daarom is het bij SF_5CF_3 mogelijk grote reducties te bereiken als de herkomst ervan vaststaat, aldus Science.



Onderzoeker drs. Arjan Hensen bij zijn detectieapparatuur voor broeikasgassen.

FOTO ARNO LINGERAK

Met de snuffelbus naar de discotheek

In zijn busje vol apparatuur rijdt de ECN-onderzoeker door Noord-Holland op zoek naar methaan en lachgas. Om te kijken of de rekenmodellen nog kloppen, koerst hij langs ziekenhuizen en vuilnishopen. En hij gaat het uitgaansleven in.

HET IS een onopvallend busje dat dezer dagen Noord-Holland doorkruist. Het sjofel ogende geval heeft wel wat weg van een oud campertje. Er zit echter geen benedenmodale toerist achter het stuur, maar onderzoe-

ker drs. Arjan Hensen van Energieonderzoek Centrum Nederland uit Petten.

Het busje is volgestouwd met apparatuur die ter plekke de lucht analyseert op methaan (aardgas) en lachgas. Hensen is op zoek naar bekende en onbekende bronnen van deze stoffen, die samen met kooldioxide de onbetwiste topdrie van broeikasgassen vormen.

Een kapje dat achteloos uit een rooster boven de cabine bungelt, zuigt permanent lucht aan. Bovenop de bus staat een antenne die de satellietgegevens van het *global positioning system* (GPS) opvangt en daarmee een exact kaartje van de afgelegde route levert. Een windmeter verdisconteert windsnelheid en richting. Afhankelijk van de golflengte en de hoeveelheid licht die de moleculen in de lucht absorberen, bepaalt een diode-laser achterin de bus de hoeveelheid methaan of lachgas in de aangezogen lucht.

Het apparaat is akelig nauwkeurig, en zelfs in de hotsende en schuddende bus blijft de laserdetector trouw zijn werk doen. 'Twee deeltjes methaan per mil-

joen deeltjes lucht weet het apparaat te detecteren', zegt Hensen. 'De nauwkeurigheid daarvan kun je vergelijken met zestien miljoen Nederlanders van wie er 32 de achternaam "Methaan" hebben. De laser weet ze dan in Nederland op te sporen.'

Naast de bestuurdersstoel staat een recorder met grafiekpapier die terstond de concentraties noteert. Een blauw lijntje toont het verloop van het gehalte lachgas, terwijl een rood lijntje de hoeveelheid methaan weergeeft. Een computer levert in één oogopslag windsnelheid en -richting.

Zo rijdt Hensen langs vuilstortplaatsen en gascompressiestations om het methaan dat daar weglekt, in kaart te brengen. 'Om te voldoen aan het Kyoto-protocol willen we nagaan of de schattingen van de broeikasgassen die de modellen aangeven, kloppen met de werkelijkheid. De bijdrage van vuilstortplaatsen, zoals berekend met modellen, bevat een onzekerheidsmarge van maar liefst 30 procent.'

Het ECN speurt echter vooral naar onbekende broeikasbronnen. Het ministerie van Milieubeheer (VROM) en Novem willen weten of we alle broeikasbronnen wel in de peiling hebben, zegt Hensen. 'Misschien behoeven nu nog onbekende bronnen nieuw beleid.'

Niet onbelangrijk ten slotte, is dat de snuffelbus concreet bewijs levert dat milieumaatregelen werken. 'Bij een meting op een vuilstortplaats bij Amsterdam bleken de methaanemissies na ingebruikname van een stortgas-installatie ongeveer de helft van de hoeveelheid die ik daarvoor mat.' Zo'n installatie onttrekt het energierijke methaan uit de rottende massa in het hart van de afvalhoop. De terugwinning van methaan op vuilstortplaatsen zet op nationale schaal zeker zoden aan de dijk. 'De afvalstortplaatsen nemen gezamenlijk ongeveer 7 procent van de Nederlandse broeikasbijdrage voor hun rekening.'

Alkmaar ontbeert zo'n installatie, en dat is te merken ook. Op een plek benedenwinds van een oude vuilstortplaats begint de pen van de recorder plotseling heftig uit te slaan over het grafiekpapier. 'Kijk', wijst Hensen, 'wij rijden nu dwars door een pluim van methaan.' Na een paar honderd meter houdt de recorder zich weer koest.

Ook in de luwte van de nabijgelegen Huisvuilcentrale van Alkmaar slaat de meter enigszins uit, zij het minder dan bij de vuilstort. 'Dat komt door de huisvuilwagens die daar in file staan te wachten voor de stortbunkers. Uit de organische resten tussen het afval in de vrachtwagens en de bunkers ontwijkt altijd enig methaangas, maar gezien de enorme hoeveelheid afval die hier wordt verwerkt, doen ze het niet slecht',

vindt Hensen. De afvalverbranding zelf draagt niet bij aan de methaanemissie.

En voort snuffelt Hensen. Geen verrassing is de rode piek op het grafiekpapier als we een tussen de bosjes verscholen gascompressiestation passeren en 'ontmaskeren' als methaanbron.

OPMERKELIJK gedrag vertoont de snuffelbus bij het Medisch Centrum Alkmaar. Daar gaat het blauwe lachgaslijntje dat tot nog toe nagevoelbaar recht liep, plotseling pieken vertonen. Bliksems, wat is dat? Hensen keert de bus en rijdt nogmaals langs het ziekenhuis. Opnieuw slaat de meter uit. 'Dat moet de operatiekamer zijn, waar lachgas wordt gebruikt om mensen onder narcose te brengen', concludeert Hensen. Later achterhaalt hij de hoeveelheid die uit het ziekenhuis weglekt. 'Het gaat om een paar liter per minuut, genoeg om vier tot vijf mensen in slaap te houden.'

De onderzoeker stuitte tijdens een eerdere speurtocht op een andere onbekende bron. Zigzaggend over een industrieterrein in Heerhugowaard kwam hij een fikse methaanpiek tegen, die niet direct thuis viel te brengen. 'Na enig puzzelen, bleek dit gas afkomstig te zijn van een overslagplaats voor slachtafval en koeienkadavers', zo ontdekte Hensen.

Bij sommige van deze nieuwe bronnen zal het niet de moeite waard zijn maatregelen te treffen. De hoeveelheden methaan en lachgas die bijvoorbeeld ontwijken uit het slib van baggerdepots en waterzuiveringsinstallaties, is vermoedelijk niet relevant, meent ir. Hans van der Steen, die bij Novem een

reductieprogramma voor broeikasgasen coördineert. 'Waarschijnlijk is die bijdrage minder dan 0,1 megaton per jaar', zegt hij.

Als gevolg van de Kyoto-afspraken, die later dit jaar op een conferentie in Den Haag moeten worden gepreciseerd, heeft Nederland zich verplicht om in 2010 vijftig megaton minder broeikasgassen de lucht in te blazen. De helft daarvan moet in Nederland worden gerealiseerd. 'We moeten zeventien megaton minder CO₂ uitstoten en acht megaton minder methaan, lachgas en fluorhoudende stoffen', zegt Van der Steen.

Uit een nog niet afgeronde literatuurstudie van ingenieursbureau DHV blijkt dat ook lachgas ontwijkt uit spuitbus-toeters die tijdens voetbalwedstrijden worden gebruikt. In sommige tennisballen en in Nike-Air-schoenen zit de fluor-zwavelverbinding SF₆, een zeer hardnekkig broeikasgas.

VROM combineert de gegevens van de ECN-snuffelbus uit de praktijk met de DHV-gegevens uit de literatuur. Ondanks de ontdekking van lachgas lekkende ziekenhuizen en SF₆-houdende tennisballen en sportschoenen hebben ambtenaren vooralsnog niet de indruk dat zich nieuwe grote bronnen openbaren. Als de uitstoot echter met weinig kosten kan worden vermeden, dan helpen alle kleine beetjes.

Intussen snuffelt Hensen nimmer voort, al zal hij niet bij elke tennisbaan gaan meten. Wel gaat hij nog een keer 's nachts op pad. Zijn bus zal dan verschillende grote discotheken aandoen. 'Daar schijnen bezoekers veelvuldig ballonnetjes met lachgas te gebruiken als party-drugs.'

René Didde



Natte rijstbouw in China, bron van methaan-emissie

FOTO CLAUS MEYER/TRANSWORLD

Gekrakeel om koolzuur

Broeikasgassen als methaan en drijfgassen verdienen eerder bestrijding dan kooldioxide, schreef de Amerikaanse klimaatveteraan James Hansen. Milieugroepen voelen zich verraden, de kolenlobby omarmt hem. 'Beide vergissen zich. Maar ik had het anders moeten formuleren.'

KLIMAATVORSER dr. James Hansen, directeur van het NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS) in New York, is niet, herhaal: *niet* om.

Het gesprek is koud begonnen, of Hansen neemt resoluut het voortouw. Opdat het maar vast gezegd is: hij, Jim Hansen, broeikasprofeet van het eerste uur, is niet radikaal van gedachten veranderd. Dat hebben vooral de conservatieve media er de afgelopen dagen van gemaakt. Welbewust, op aangeven van de kolenlobby, om verwarring te zaaien.

Hij heeft zodoende dus *niet* gezegd dat fossiele brandstoffen geen probleem zijn. Noch, dat de uitstoot van kooldioxide niet beteugeld hoeft te worden. Integendeel. Kooldioxide – koolzuurgas – daar draait het uiteindelijk allemaal om.

Hij heeft alleen, in een artikel van 29 augustus in de *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), aangegeven

dat de opwarming van de aarde *tot nog toe* per saldo niet aan fossiele brandstoffen is te wijten. En dat bestrijding van andere broeikasgassen dan CO₂, zoals methaan, ozon en drijfgassen, *voorlopig* even meer zoden aan de dijk zet dan hameren op draconische energiebesparing (zie kader).

Het is maandag, Labour Day. Hansens Nederlandse vrouw Anniek is in haar geboorteland om een trouwjurk te ~~naaien~~ voor een nichtje. En de professor, alleen thuis, is op zijn vrije dag hoorbaar ontevreden.

Over de manier waarop conservatieve commentatoren met zijn gedachten aan de haal zijn gegaan, hoewel dat eigenlijk wel te verwachten was, natuurlijk. Maar ook over de kippendrift waarmee milieuorganisaties sindsdien probeerden zijn onomwonden redenering onderuit te halen.

Maar vooral ontevreden over zichzelf. Knorrig: 'Ze hebben het allemaal mis. Ik had het achteraf gezien misschien toch nog wat anders moeten formuleren.'



Prof. dr. James Hansen.

FOTO NASA-GISS

Niet dat hij niks gewend is. James Hansen was in de zinderende zomer van 1988 de NASA-wetenschapper die in de Senaat getuigde dat de mens veranderingen in het klimaat teweegbrengt door de uitstoot van broeikasgassen. Dat was wereldnieuws.

Hansen was het ook, die een jaar later het middelpunt van een Washingtonse rel werd, omdat zijn werkgever NASA op verzoek van het Witte Huis enkele passages uit een nieuwe getuigenis schraptte. Tweede hoofdrolspeler: Democratisch senator Al Gore, die lucht kreeg van de intriges, *The New York Times* tipte en president George Bush sr. hardop beschuldigde van 'science by fraud'.

Dezelfde Al Gore werd Clintons vice-president, NASA-man Hansen adviseerde hem jarenlang inzake de Amerikaanse klimaatpolitiek, die in 1997 culmineerde in het Kyoto-akkoord. Dat verdrag voorziet in beperking in 2012 van de uitstoot van broeikasgassen tot 95 procent van het niveau in 1990. Op aandringen van de VS werden naast CO₂ ook de andere broeikasgassen in de eindtekst nadrukkelijker vermeld.

'Een belangrijk resultaat', zegt Hansen nog steeds. Maar de fixatie blijft ook na Kyoto onvermijdelijk op kooldioxide. In de politiek gaat het vrijwel alleen daarover. In de media zeker. En zelfs in de wetenschap, bijvoorbeeld het klimaat-panel IPCC, zijn alle standaardscenario's op energieverbruik geënt, in verband met CO₂-uitstoot. De rest is bijzaak.

Hansen: 'De vraag is of dat wijs is, en dat kun je alleen begrijpen als je alternatieven zoekt. Welnu, via energiebesparing lijkt beheersing van het broeikas effect een bij voorbaat onbegonnen taak. Een effect zie je pas over een eeuw. Ik vraag me al jaren hardop af of dat verstandig is. Of er geen aantrekkelijkere routes bestaan die naar hetzelfde doel leiden.'

Van New York naar Mainz. Atmosferisch chemicus prof. dr. Jos Lelieveld van het Max Planck Instituut in Mainz, is enthousiast over Hansens opstelling. Hijzelf wees enkele jaren geleden al op de kansen die niet-CO₂-broeikasgassen bieden en is blij dat daarover nu eindelijk ophef is ontstaan. 'Het is nogal naïef om te denken dat de lobby's met zo'n verhaal niet aan de haal

gaan. Maar het lijkt me zinnig om zo nu en dan hardop na te gaan of we wel op het goede spoor zitten. Een wetenschapper mag dat. Moet dat.'

Terug in Nederland. In Utrecht, bij de vakgroep Natuurwetenschap en Samenleving, neemt besparingsdeskundige prof. dr. Kornelis Blok toch bepaald geen blad voor de mond. Het zou prettig zijn als Hansen gelijk had, begint hij nog welwillend. Maar zo is het helaas niet.

Blok: 'Hansen stelt vast dat bij de verbranding van fossiele brandstof behalve kooldioxide ook stoffen vrijkomen die juist koelen in plaats van opwarmen, en dat die twee effecten elkaar tot nog toe min of meer compenseren. Dat is misschien zo, maar het is flauwekul daaruit te concluderen dat je eerst methaan moet aanpakken, omdat dat eenvoudiger is.'

Op die natuurlijke compensatie kun je nooit bouwen, zegt Blok. Immers, zodra tegen smog relatief simpele maatregelen zijn getroffen, schiet de bijdrage van het CO₂ omhoog.

Er is, benadrukt de hoogleraar die drie dagen per week het energie-adviesbureau Ecofys runt, geen eenvoudige ontsnapping uit de broeikas, op papier al niet en in de praktijk helemaal niet. 'Het kost onwaarschijnlijk veel inspanning om beleid echt ingevoerd te krijgen. Als je daar niet direct mee begint, bouw je alleen maar meer achterstand op. Tijd, dat blijkt steeds weer, is onze grootste vijand. Kiezen zou fijn zijn, maar in de praktijk hebben we alles nodig wat we kunnen bedenken.'

Iets verderop, in Zeist, staat klimaatlobbyist ir. Sible Schöne van het Wereld Natuurfonds (WNF) op het punt naar het Franse Lyon af te reizen, waar het IPCC de komende twee weken vergadert ter voorbereiding van de vervolgconferentie op Kyoto, in november in Den Haag. Masseren in de wandelgangen, wordt dat, tegen vluchtgedrag van beleidsmakers. Is Hansens inbreng niet precies de weg van de minste weerstand waarvoor hij vreest?

Schöne: 'Hansen staat wat mij betreft boven elke verdenking, dat is iemand naar wie je altijd goed moet luisteren. Het grappige is dat hij in feite de bestaande praktijk beschrijft.'

'Beleidsmakers, zeker in Europa, zien namelijk ook wel dat het makkelijker is om methaan-emissies uit gaspijpen en vuilstort te beperken, dan om netto minder energie te besparen. De aandacht ligt allang niet meer uitsluitend op CO₂. Op zichzelf ben ik daar niet tegen.'

Alleen, zegt Schöne, mogen echt structurele maatregelen niet tegelijk worden weggeschoven. Schöne: 'Dat dat niet kan, kun je juist ook bij Hansen lezen. De milde ombuiging in mondiaal energieverbruik die hij voorstelt, betekent in de praktijk nog steeds een halvering in een industrieland als Nederland. En meer nog in de VS, als je het eerlijk verdeelt.'

Schöne, snerend: 'Als de kolenlobby Hansen aan de borst drukt, betekent dat maar één ding: ze hebben zijn stuk niet begrepen. Of niet gelezen.'

Martijn van Calmthout

Hansens alternatieve scenario

SINDS 1975, in slechts een kwart eeuw tijd, is het gemiddeld een halve graad warmer geworden op aarde. Tegelijkertijd zijn de concentraties kooldioxide, methaan, lachgas en chloorfluorkoolwaterstoffen (cfk's) in de atmosfeer aanzienlijk opgelopen, allemaal moleculen die warmte die van de aarde komt, kunnen vasthouden. Dat kan, denken steeds meer klimaatdeskundigen, geen samenloop van omstandigheden zijn. De mens verwarmt de aardatmosfeer.

In hun artikel in PNAS geven Hansen en zijn mede-auteurs Makiko Sato, Reto Ruedy, Andrew Lacis en Valdar Oinas een onalledaagse analyse van wat er gaande is. Ze maken nieuwe berekeningen van de mate waarin de verschillende broeikasgassen bijdragen aan de opwarming. Extra kooldioxide vormt de helft van de extra isolatie, gevolgd door een kwart methaan en een gezamenlijk kwart van cfk's, hoge ozon en lachgas (N_2O).

Dat is geen nieuws. Maar er is, aldus Hansen, meer. Aerosolen, zeer kleine wolkenvormende deeltjes (bijvoorbeeld stof en zwaveldeeltjes), komen tegelijk met kooldioxide vrij bij de verbranding van

fossiele brandstoffen als olie en kolen. Dat zijn stoffen die op bepaalde hoogten juist een koelende invloed op de atmosfeer hebben. Per saldo, concluderen Hansen en de zijnen, compenseert de stofuitstoot tot nog toe zelfs de kooldioxide-uitstoot. De halve graad opwarming sinds 1850 is te wijten aan de andere broeikasgassen.

Die manier van kijken, suggereert volgens Hansen ook een andere strategie voor de beperking van het broeikaseffect. Tot nog toe gaat de aandacht van beleidsmakers sterk uit naar kooldioxide en de inperking ervan. Maar volgens Hansen is dat nu juist de lastigst denkbare weg, in elk geval op korte termijn.

Het is volgens hem veel sneller om de komende halve eeuw de uitstoot van methaan en cfk's aan te pakken. Daarna komt kooldioxide pas aan de beurt.

Methaan is een ontbindingsgas met drie maal zoveel broeikaswerking als CO_2 , maar met een veel kortere levensduur. Een flink deel van het methaan dat naar de atmosfeer ontsnapt, komt uit de natte rijstbouw in Azië. Verder komt het gas vrij uit lekkende gaspijpen en vuilstorts. Die uitstoot moet in vijftig jaar 30 procent om-

laag. Dat kan door het gebruik van andere (rijst-)varianten, betere irrigatie en bemesting. Cfk's zijn hoe dan ook al bijna uitbannen in verband met de afbraak van ozonlaag (het protocol van Montreal).

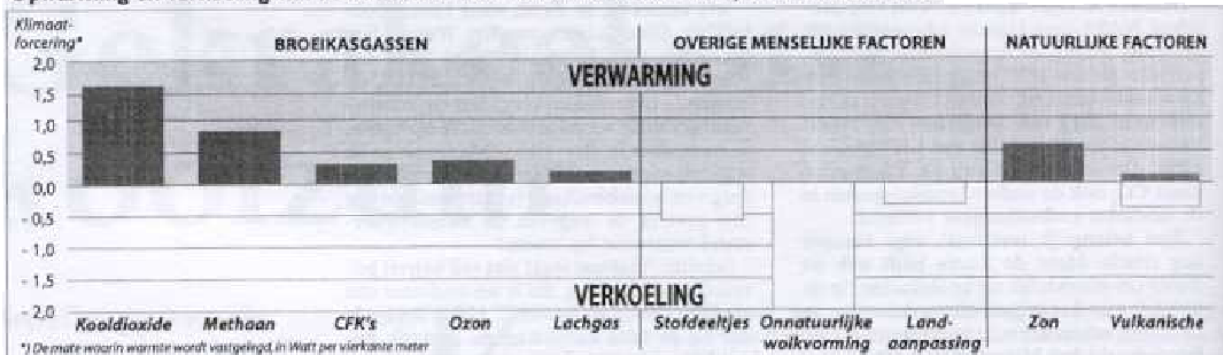
Sterke nadruk legt Hansen op roetdiesels en kolenverbranding, dat volgens hem een belangrijker broeikasbijdrage vert dan tot nog toe wordt onderkend. Filters doen daar al wonderen.

Per saldo wordt de aarde ook in Hansens scenario de eerste halve eeuw n warmer. De opwarming is in 2050 echt beperkter dan in een scenario met drastische beperking van de CO_2 -uitstoot, waarop begin volgende eeuw echt effect zal sorteren.

Hansens aanpak biedt een halve eeuw extra tijd om niet-fossiele energiebronnen te ontwikkelen en daarmee dan de CO component voluit te lijf te gaan.

Het alternatieve scenario, dat ook volgens hemzelf grote onzekerheden kent, heeft het bijkomende voordeel dat het zich ook richt tegen de groeiende luchtvervuiling in met name Azië. En het kan leiden tot hogere productiviteit in de landbouw. 'Daar kan niemand tegen zijn.'

Opwarming en verkoeling van de atmosfeer door verschillende factoren, tussen 1850 en 2000



090900 © de Volkskrant - Erik d'Ailly. Bron: NASA-GISS

Broeikasgas ANTWOORDEN

U kunt de leerlingen nog als tip geven dat een onderzoeksvraag niet te algemeen geformuleerd mag zijn, maar één probleem tegelijk nag bevatten en geen details over de uitvoering van een experiment mag bevatten.

Voorbeeld : leerlingen kunnen onderzoeken wat de invloed is en hoe groot die invloed is van bijvoorbeeld koolstofdioxidegas, methaan, eventueel SF₆ (tennisballen?), stikstof, zuurstof et cetera op de opwarming van de atmosfeer.

Achtergrondinformatie

- Chemie Aktueel nummer 16: Broeikaseffect II, Ip-coach meting van temperatuureffect van CO₂-gas. Hierin wordt de temperatuur nog gemeten met een thermokoppel, u kunt beter een temperatuurvoeler gebruiken.
- Domke B., Unterrichtseinheit zum Treibhauseffekt mit computerunterstützten Modellexperimenten, Praxis der Naturwissenschaften-Chemie, vol. 45, nr.7, pag. 10-16, 1996.
- Thomas E., Ozon-Schutzschild oder Umweltgift?, Praxis der Naturwissenschaften-Chemie, vol. 43, nr.4, pag. 19-27, 1994.
- Tausch M., Ozon, Praxis der Naturwissenschaften-Chemie, vol. 43, nr.4, pag. 27-34, 1994.
- Schmidkunz H., Ozon in der Atmosphäre, Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie, vol. 2, nr. 9, pag. 37-38, 1991.

Reductie emissie voc's

CHEMIE Om de Kyoto-doelstellingen voor vluchtige organische stoffen (voc's) te halen, moet de uitstoot naar beneden. Hiervoor zijn nieuwe methoden in ontwikkeling.

KIM VAN RIJN

HAARLEM - In 1997 kwamen 38 landen overeen om in 2002 de uitstoot van vluchtige organische stoffen (voc's) met dertig procent te reduceren. Deze overeenkomst maakt deel uit van het klimaatverdrag van Kyoto.

Voc's zijn chemicaliën die waterstof, koolstof en andere elementen bevatten en gemakkelijk verdampen, zoals benzeen en xyleen. Diverse voc's zijn carcinogeen. Deze stoffen

zijn aanwezig in diverse oplosmiddelen en komen vrij bij industriële processen of uit natuurlijke bronnen.

De uitstoot van voc's kan worden teruggebracht door de lucht, die vrijkomt bij industriële processen, te zuiveren. Een nieuwe methode om voc's uit lucht te verwijderen is door de vluchtige organische stof te condenseren. Dit kan door de lucht af te koelen met vloeibare stikstof. Bij -196 graden Celsius verwijdert vloeibare stikstof vrijwel alle voc's. De opgevangen voc's zijn opnieuw te gebruiken als oplosmiddelen. De stikstof is ook te hergebruiken om leidingen en tanks mee te spoelen en af te dekken, om zo ontsnappen van voc's te voorkomen.

Momenteel doet de universi-

teit van Gent onderzoek naar een andere methode om lucht te reinigen, namelijk met een plasma. Plasma is een deels geïoniseerd gas. Bij botsingen tussen de plasmadeeltjes en de pollutanten vormen zich vrije radicalen. Deze zorgen voor afbraak van voc's.

De bekendste methode is luchtzuivering met actieve kool, een poreus materiaal met groot intern oppervlak. De actieve kool is opnieuw te gebruiken door het materiaal met voc's te stomen. De 'gevangen' vluchtige organische stoffen lossen op in de gecondenseerde waterdamp en spoelen uit.

Het is de bedoeling dat in Nederland de jaarlijkse uitstoot van 340 kiloton per jaar gereduceerd wordt tot 184 kiloton.

1 Waar staat de afkorting voc's voor?

2 Hoe/waardoor komen voc's in de lucht terecht?

Benzeen en xyleen zijn voorbeelden van voc's.

3 Teken de structuurformule van benzeen.

4 Zoek in je Binasboek de systematische naam op voor xyleen en noteer deze naam.

5 Leg aan de hand van structuurformules uit dat er meer dan één xyleen is.

6 Wat kun je zeggen over het kookpunt van een stof die gemakkelijk verdampt?

7 Zoek de kookpunten op van benzeen en de 'xylenen' en noteer deze.

8 Leg uit wat je van je vindt van de uitspraak 'gemakkelijk verdampen, zoals benzeen en xyleen'.

De uitstoot van voc's kan worden teruggebracht door een nieuwe methode.

9 Geef de nieuwe methode in een blokschema weer.

10 Wat zal de fase zijn van de voc's bij -196 °C?

11 Van welke scheidingsmethode wordt gebruik gemaakt in de nieuwe methode?

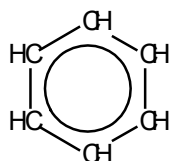
12 Wat is het voordeel van de nieuwe methode?

Reductie emissie voc's ANTWOORDEN

1 Vluchtige organische stoffen (in nederland gebruikt men gewoonlijk vos (eerste letters worden, voc is afkomstig van volatile organic compounds)

2 Uit oplosmiddelen als deze verdampen, bij industriële processen en uit natuurlijke bronnen.

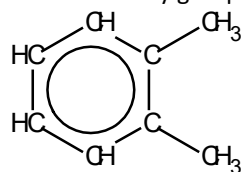
3



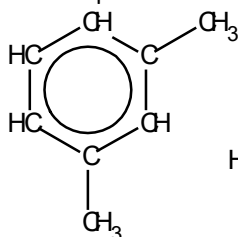
benzeen

4 Dimethylbenzeen

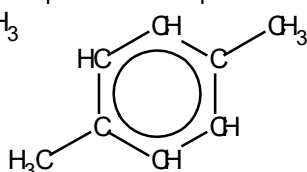
5 De twee methylgroepen kunnen op verschillende plaatsen ten opzichte van elkaar aan de benzeen ring zitten:



1,2-dimethylbenzeen



1,3-dimethylbenzeen



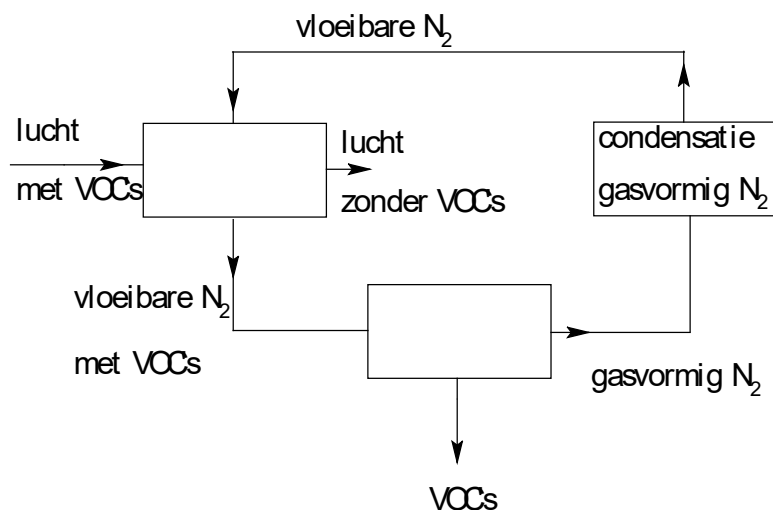
1,4-dimethylbenzeen

6 Het kookpunt van een stof die gemakkelijk verdampt is laag.

7 Zie tabel 40B: benzeen 353 K, 1,2-dimethylbenzeen 418 K, 1,3-dimethylbenzeen 412 K, 1,4-dimethylbenzeen 411 K.

8 Omdat het kookpunt van benzeen flink lager ligt dan van de xylenen zal benzeen makkelijker verdampen dan de xylenen.

9



10 Vast (-196 °C ligt beneden het smeltpunt van de genoemde stoffen).

11 Extractie.

12 Zowel de VOC's als de stikstof kan men hergebruiken.

Zie ook: Moraal M., VOC's: emissies bevroren, Chemisch Weekblad, 26 augustus 2000, pag. 25-26

Antieke wijn uit Waddenzee

CHEMIE Hoe rond 1700 wijn werd gemaakt, hoopt men eind deze maand te ontdekken als een 300 jaar oude fles open gaat.

RENÉ DIDDE

AMSTERDAM - Duikers van het Nederlands Instituut voor Scheeps- en onderwaterArcheologie (NISA) hebben onlangs een driehonderd jaar oude fles wijn geborgen uit een scheepswrak in de Waddenzee. Het is voor het eerst dat zo'n oude fles in Nederland is gevonden. Voorlopig dateert men de nog mooi afgefulde, uivormige fles op de periode 1700-1720.

Of de wijn nog gaaf is, blijkt op 25 augustus als de antieke

fles opengaat. Niet alleen zal die dag de crème de la crème van de Nederlandse vinologen hun neus in het glas steken, ook zal de stokoude wijn worden onderworpen aan chemische analyses.

Onderzoekers detecteren zuurgraad, alcoholpercentage en suikergehalte. 'Ook meten we het sulfietgehalte, om te kijken of toen al zwavel werd gebruikt voor conservering', zegt H. van den Dungen van wijnonderzoeksinstituut MERON BCL in Almere. 'Hopelijk brengen de analyses meer aan het licht over de wijnbereiding uit die tijd.'

Nu weten de analisten zelfs nog niet of de donkergekleurde fles witte of rode wijn bevat. Na tientallen jaren gaan beide

soorten op elkaar lijken. Rode wijn oogt dan lichtrood door afbraak van de rode kleurstoffen (antocyaan), terwijl witte wijn door oxidatie er roestig gaat uitzien.

Van den Dungen hoopt dat de kapitein zoete wijn heeft ingeslagen, want dan is de kans het grootst dat het spul nog drinkbaar is. Het meest waarschijnlijk is echter dat het proefpanel een slok azijn binnenkrijgt. Niet alleen is de kurk met drie centimeter aan de korte kant, toen de fles uit het water werd gehaald, ontweek bovendien enige lucht door de kurk. Vandaag de dag is dat doorgaans een teken dat wijn flink 'om' is, maar misschien was het driehonderd jaar geleden anders.

de Volkskrant, 26 augustus 2000

Boeket van riool rond antieke wijn

Van onze medewerker
René Didde

ALMERE

Door het laboratorium verspreidt zich een brakke putjeslucht, wanneer een driehonderd jaar oude fles wijn opengaat. Het boeket van het riool wordt omzichtig omschreven door een deskundige, die vrijdag de antieke wijn mocht proeven. 'De geur van oud hooi', oordeelt hij.

Na enige tijd walsen in het glas en spoelen in de mond, verandert de verrassend helder rode vloeistof in een roestbruin goedje. Volgens de deskundigen openbaren zich nu aroma's van 'marmelade' en 'maggi'. Slechts een enkeling waagt het echter de wijn door te slikken.

De antieke wijn is afkomstig van een zwaar bewapend oorlogsschip, dat omstreeks 1700 zonk bij Texel. Na eeuwenlange rust op de zeebodem, werd de uivormige fles vorige maand geborgen, en gisteren mocht een TNO-medewerker hem openen. Uit angst voor glasbreuk doet hij dat niet met een kurkentrekker, maar door met een accu-

boortje twee sondes door de sappige kurk te boren. Met stikstof pompt hij de stokoude wijn in een zevental mini-flesjes.

Behalve aan de neuzen en tongen van de wijndeskundigen, wordt de wijn onderworpen aan de chemische analyseapparatuur van het bedrijf Meron BCL.

De voorzitter van het proefpanel, L. Faber, denkt dat het Portugese kwaliteitswijn is geweest, die was bestemd voor de kapitein van het schip. 'Nederland en Engeland haalden door de oorlog met Frankrijk wijn uit Portugal. Die werd vaak versterkt met vlierbessensap, wat de marmelade-tonen kan verklaren', meent Faber.

Ze krijgt bijval van Meron-onderzoeker T. Braaksma, die, na twee uur de resultaten van chemietest meldt. 'We zien een behoorlijke hoeveelheid van een vitamine C-achtige stof, die van vlierbessen zou kunnen komen. Het alcoholpercentage is met 10,6 procent redelijk. Er zit geen suiker en geen sulfiet meer in, waardoor de wijn weinig bescherming genoot', zegt Braaksma.

In het artikel staat dat men de zuurgraad, het alcoholpercentage, het suikergehalte en het sulfietgehalte wil gaan bepalen.

Ga aan de hand van bronnen na hoe je deze onderzoeken op school zou kunnen uitvoeren en hoe ze bij een wijnonderzoeksinstituut worden uitgevoerd.

Schrijf een artikel voor een natuurwetenschappelijk tijdschrift voor jongeren zoals Archimedes.

Antieke wijn ANTWOORDEN

Navraag bij de firma Meron BCL (met dank aan de heer Teunis Braaksma) leverde het volgende op: in commerciële bedrijven zoals Meron gebruikt men een zogenaamde autoanalyzer. Bij researchinstellingen maakt men gebruik van HPLC, gaschromatografie, NMR en massaspectrometrie.

Een autoanalyzer (continuous flow) oxideert ethanol met behulp van kaliumdichromaat, de hoeveelheid van het groene Cr^{3+} ion dat ontstaat wordt met een fotometer bepaald. Handmatig zou de bepaling van het ethanolgehalte handmatig plaats vinden. Ook het suikergehalte wordt fotometrisch bepaald met behulp van neocuprine. Verder vinden fotometrische bepalingen plaats voor het sulfietgehalte (met pararosaniline) en de vluchtige zuren (in buffer met fenoltaleïen).

Bronnen voor informatie over autoanalyzers en researchonderzoek:

- http://www.bran-luebbe.de/deu/_tempshort/analytics_web/en/continuous.html
- http://www.bran-luebbe.de/deu/_tempshort/analytics_web/en/autoanalyzer.html
- http://www.nshkk.co.jp/english/TP/lab/alcolyzer_e.htm
- <http://www.sisweb.com/index/referenc/resin4.htm>
- <http://www.uni-bonn.de/lebensmittelchemie/patz.htm>
- <http://www.sdk.co.jp/shodex/english/dc070228.htm>
- <http://www.sdk.co.jp/shodex/english/dc030817.htm>

Onderzoek op school:

- <http://www.slc.qc.ca/~jmc/folders/wine/wine.htm>
- <http://www2.nhl.nl/~kort800/index2.htm> (witte wijn)
- Colorimetrieproeven voor Scheikunde, Frans Killian

Aanvullende informatie bij krantenartikel

- <http://www.archis.nl/html/actueel/htmldocs/wijnverslag.html>

Technisch Weekblad, 2 augustus 2000

'R22 blijkt zo slecht nog niet'

KIM VAN RIJN

APELDOORN –Volgend jaar is het gebruik van het koudemiddel R22 verboden in nieuw aan te leggen koelinstallaties. R22 zou bijdragen aan het broeikas-effect. Volgens P. Uges van de Nederlandse Vereniging voor Koude is dit verbod voorbarig. Het besluit om R22 als koudemiddel in nieuwe koelinstallaties te verbieden komt voort uit het klimaatverdrag van Kyoto dat de ozonlaag moet beschermen tegen verde-

re afbraak en het broeikas-effect reduceren. Koudemiddelen die de ozonlaag aantasten worden daarom in 2001 verboden.

Niet giftig

R22, een zogenaamde hcfk, is een chemisch koudemiddel dat de ozonlaag nauwelijks aantast en slechts een geringe bijdrage levert aan het broeikas-effect. 'R22 is over een breed temperatuurgebied inzetbaar, heeft een hoog energierendement en is niet giftig. Het besluit om dit middel te verbieden is te snel genomen, zonder de effecten van het gebruik van alternatieven goed te onderzoeken', aldus Uges.

De alternatieven, natuurlijke koudemiddelen en de hfk's, zijn waarschijnlijk niet beter

voor het milieu dan R22. De hfk's tasten de ozonlaag niet aan, maar sommigen stimuleren het broeikas-effect méér dan het te verbieden middel. Daarnaast hebben deze middelen een lager energierendement. Deze extra benodigde energie doet weer afbreuk aan het milieuvoordeel, die het verbod op R22 oplevert.

Niet geschikt

Natuurlijke koudemiddelen zoals ammoniak en propaan/butaan hebben wel een hoog energierendement, maar zijn niet geschikt voor particulier gebruik. Deze middelen zijn alleen toepasbaar in kostbare installaties.

NVvK tel. 055-3601645

Bij het lezen van het artikel komen er een aantal vragen boven:

- wat betekent hcfk en hfk?
- wat betekent R22? Wat is de structuurformule van R22?
- wat verstaat men onder koudemiddelen? Waar is hun werking op gebaseerd?
- wat zijn natuurlijke koudemiddelen?
- hoe tasten koudemiddelen de ozonlaag aan? Spelen daar reacties een rol bij? Zo ja welke?
- waarom versterken sommige koudemiddelen het broeikas-effect?
-

Je gaat een aanvulling/toelichting op het artikel schrijven waarbij je ingaat op de bovenstaande vragen. Je mag er van uitgaan dat de lezers scheikunde volgen in klas 5.

1 Stel een lijst van trefwoorden en combinaties van trefwoorden waarmee je gaat zoeken op internet. Overleg over je lijst met de docent.

2 Verzamel je informatie, noteer de sites waar je informatie vandaan haalt.

3 Schrijf de aanvulling/toelichting op het artikel waarin je de bovenstaande vragen beantwoord.

R22 blijkt zo slecht nog niet ANTWOORDEN

Deze opdracht leent zich voor een praktische opdracht (10-20 SLU).

Mogelijke trefwoorden: hcfk, cfk, R22, koudemiddelen, werking koudemiddelen, chemie + ozonlaag, koudemiddelen + broeikaseffect.

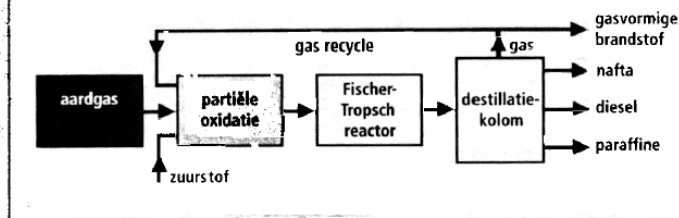
Bronnen:

- <http://www.xs4all.nl/~contrast/chloorketen/dcm/hcfk.html>
- <http://europa.eu.int/scadplus/leg/nl/lvb/128064.htm>
- <http://www.sci.kun.nl/woc/gui/items/cfks.shtml>
- http://www.milieubalans.rivm.nl/themas/ind_4_2_ao_8002.html
- http://www.milieubalans.rivm.nl/themas/ind_4_2_ao_8006.html
- http://www.environment.fgov.be/Root/tasks/atmoshere/ozon/Intro/intro_nl.htm
- <http://www.tvb-airco.nl/stekcontent.htm>
- <http://www.ecoline.org/verde/infobladen/18cfk.shtml>
- <http://www.milieucentraal.nl/publicaties/pubprod/productdocum...../koelvriesapparaten.htm>
- <http://www.milieuloket.nl>
- <http://www.robklimaat.nl/algemeen/definities.htm>
- <http://home.worldonline.nl/~t025364/reader/aanvulling3.htm>
- <http://www.ecozone.nl>
- Prisma-Technica, hoe werkt dat? Deel 1(trefwoord: koelkasten)

BP en Shell zetten in op gas-to-liquid

Shell, BP Amoco en ingenieursbureau Rentech hebben alle drie nieuwe plannen aangekondigd voor zogeheten gas-to-liquidfabrieken (GTL), die aardgas omzetten in vloeibare koolwaterstoffen volgens het Fischer-Tropschproces. Op die manier hopen ze nuttig gebruik te gaan maken van aardgas, dat samen met aardolie wordt gewonnen in afgelegen gebieden. Nu wordt dat gas vaak afgepakt omdat transport naar de bewoonde wereld veel te duur is. BP Amoco investeert ongeveer tweehonderd miljoen gulden in een GTL-proeffabriek in Nikiski, in het noorden van Alaska. Deze fabriek zal aardgas omzetten in synthetische ruwe olie, die kan worden afgevoerd via de bestaande oliepijpleidingen. De bouw start begin volgend jaar; de opstart is gepland voor het tweede kwartaal van 2002. De capaciteit moet driehonderd vaten olie per dag gaan bedragen. De toe te passen techniek is door BP Amoco zelf ontwikkeld, in samenwerking met ingenieursbureau Kvaerner. De plannen van Rentech (samen met de Britse ingenieursbureaus Worley en GTL Resources) betreffen een haalbaarheidsstudie naar drijvende GTL-plants voor gebruik in de offshore, bijvoorbeeld voor de kust van West-Afrika. De capaciteit zou 10 000 vaten per dag moeten gaan bedragen. Op haar beurt is Shell in gesprek met de Indonesische staatsoliemaatschappij Pertamina over de bouw van een fabriek die de tot nu toe onbenutte Indonesische aardgasre-

Rentechs Fischer Tropsch-proces



serves kan gaan verwerken. Hij zal worden gebaseerd op Shell's eigen SMDS-techniek (Shell middle distillate synthesis), waarmee hoogwaardige, zwavelarme koolwaterstoffen kunnen worden gemaakt. In Bintulu, Maleisië, heeft Shell al sinds 1992 een SMDS-fabriek staan. Enkele jaren geleden werd hij verwoest door een explosie (die overigens met het SMDS-proces niets te maken had) maar inmiddels is hij herbouwd en opnieuw in gebruik genomen.

De nieuwe SMDS-fabriek moet een capaciteit van 70 000 vaten per dag krijgen, veel groter dan alle GTL-plants die tot nu toe zijn gebouwd. Volgens Shell wordt de investering geraamd op 3,5 miljard gulden. Bij een olieprijs van vijftien dollar per vat zou de fabriek rendabel moeten zijn.

<http://www.shell.com>

<http://www.bpamoco.com>

<http://www.rentechinc.com>

Technisch Weekblad, 2 augustus 2000

Synthetische diesel speerpunt van het Zuid-Afrikaanse Sasol

CHEMIE Sasol, het symbool van het Zuid-Afrikaanse apartheidsregime en zijn streven onafhankelijk te worden van sancties en fluctuerende olieprijs, is bezig aan een opmerkelijke internationale opmars.

EELCO VAN DER LINDEN

PRETORIA - Als een boer een probleem heeft, zo heet dat in Zuid-Afrika, maakt hij een plan. Het probleem was dat het land veel grondstoffen, maar geen olie had. Het plan was om uit die grondstoffen olie te maken. Zo ontstond een halve eeuw geleden Sasol, de Zuid-Afrikaanse maatschappij voor kolen, olie en gas.

De oliecrisis en de internationale boycotacties zetten aan tot verdere perfectionering van de techniek. In 1979 werd het concern geprivatiseerd en in hetzelfde jaar ging het naar de beurs van Johannesburg. Toen

tien jaar geleden de apartheid werd afgeschaft, kwijnde het bedrijf, zoals verwacht mocht worden, niet weg. Integendeel.

Sasol is vandaag een van de grootste aan de beurs genoteerde bedrijven met 15.000 aandeelhouders en 25.000 werknemers. Steeds meer een multinational bovendien, die vorig jaar 27 procent van haar verdiensten uit het buitenland haalde. Over vijf jaar, zo is de verwachting van de directie, zal dat vijftig procent zijn. En binnen die tijd moet Sasol ook een notering op Wall Street hebben gekregen.

Fischer en Tropsch

Een mirakel? Sasol-manager Alfonso Niemand houdt het liever op een techniek die zich heeft weten aan te passen aan de eisen van de moderne tijd. Sasol heeft de uitvinding uit de jaren twintig van de Duitsers Fischer en Tropsch geperfectioneerd. Zij ontwik-

kelden een proces met lage temperatuur en een met hoge temperatuur voor het omzetten van koolmonoxide en waterstofgassen naar een vloeibare toestand (synthetische ruwe olie) met gebruikmaking van een metalen katalysator.

'Sasol is nu de enige ter wereld die op commerciële basis olie uit kolen haalt', aldus Niemand. Voor dit doel haalt Sasol zelf jaarlijks 45 miljoen ton kolen uit de Zuid-Afrikaanse bodem.

De expansie van het bedrijf wordt nu vooral gedragen door het omzetten van natuurlijk gas naar vloeibare brandstoffen. Dit gebeurt via de Fischer-Tropsch-methode bij lage temperatuur. Het levert een hoogwaardige diesel op, die vanwege het ontbreken van zwavelbestanddelen ook milieuvriendelijk is. Ook kerosine en nafta zijn volgens die methode te produceren.

Niemand benadrukt dat het

technisch competitief is om diesel uit gas te halen, vooral in afgelegen gebieden. 'Diesel heeft een universele toepassing en is makkelijk te transporteren.' Voor olieproducenten is het interessant omdat zij het gas kunnen gebruiken dat meestal verloren gaat bij de productie van ruwe olie.

Wereldmarkt

Sasol is bezig via een aantal joint-ventures met olieproducenten zich in te vechten in de wereldmarkt. Er is een samenwerking met het Noorse Statoil en met Chevron zijn plannen voor de bouw van installaties in Qatar, Mozambique, Angola, Alaska en Nigeria. In 2002 zal de eerste fabriek in Nigeria klaar zijn en dagelijks 20.000 vaten met vloeibare brandstof produceren. In De Meern bij Utrecht gaat het Amerikaanse bedrijf Engelhard de eerste katalysatoren produceren.

Versie I

Synthetische ruwe olie ('aardolie') kan worden gemaakt door middel van de 'Fischer-Tropsch'-synthese.

1 Ga aan de hand van bronnen na wat de Fischer-Tropsch synthese inhoudt.

2 Geef in maximaal één pagina A-4 uitleg over de synthese. Gebruik daarbij reactievergelijkingen voor de stappen om olie te maken uit *steenkool* en om olie te maken uit *aardgas*.

Versie II

Olie uit *steenkool* via de 'Fischer-Tropsch'-synthese.

Lees het artikel uit het Technisch Weekblad.

1 Waarom ging men in Zuid-Afrika een halve eeuw geleden synthetische aardolie maken?

2 En waarom doet men het nu nog steeds?

In het artikel uit het Technisch Weekblad staan de reactieproducten van de eerste syntheses stap vermeld.

3 Welke producten worden genoemd?

De eerste stap is de reactie tussen steenkool (C) en waterdamp waarbij de producten uit vraag 3 gevormd worden.

4 Geef de reactievergelijking van de eerste stap.

In de tweede stap wordt het gasmengsel omgezet in koolwaterstoffen (schrijf deze als $[-CH_2-]_n$).

5 Schrijf de reactievergelijking voor de tweede stap op.

6 Geef het hele proces in een blokschema weer.

Olie uit aardgas via de 'Fischer-Tropsch'-synthese.

Lees het artikel uit Pt-industrie

7 Wat is partiële oxidatie?

8 Geef de reactievergelijking van de partiële oxidatie van aardgas met zuurstof.

9 Welke stof zal er, naast de reagerende stoffen, voortdurend in de Fischer-Tropsch reactor aanwezig moeten zijn?

10 Leg uit welke stoffen (geef de namen) via de 'gas recycle' worden teruggevoerd.

De laatste stap in het blokschema is een destillatie.

11 Leg uit op het verschil in welke stoffeigenschap destillatie is gebaseerd.

12 Hoe verschilt die eigenschap voor de producten paraffine / diesel / nafta / gasvormige brandstof?

De hoogwaardige diesel die men produceert heeft (nog) een belangrijke eigenschap.

13 Welke is dit?

14 Waarom is het proces van aardgas-omzetten ook interessant voor producenten van aardolie?

Olie uit kolen en gas ANTWOORDEN

Versie I

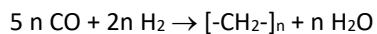
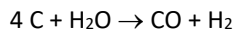
- Microsoft Encarta 2000 en eerdere versies, zoekwoord Fischer-Tropsch
- <http://www.britannica.com>
- <http://www.rentechinc.com>

Versie II

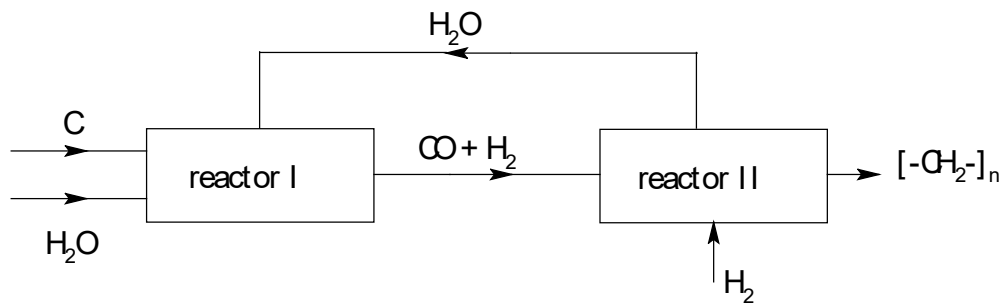
1 Omdat men geen aardolie als grondstof had, maar wel andere grondstoffen waaruit aardolie kon worden gemaakt.

2 Om onafhankelijk te worden van sancties en fluctuerende olieprijs.

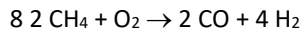
3 Koolmonoxide (=koolstofmonoxide) en waterstof.



6



7 Gedeeltelijke oxidatie, waarbij (in dit geval) CO en H₂ ontstaan.



9 Een ('metalen') katalysator.

10 Koolwaterstoffen met de formule [-CH₂-]_n die gasvormig zijn: methaan, ethaan, propaan, butaan en (misschien ook wat) pentaan en hexaan.

11 Op het verschil in vluchtigheid / kookpunt.

12 In de genoemde volgorde wordt de vluchtigheid groter / het kookpunt lager.

13 Milieuvriendelijk vanwege het ontbreken van zwavelbestanddelen.

14 Omdat zij dan het gas kunnen gebruiken dat meestal verloren gaat bij de productie van ruwe olie.

GASTEINER OPGAVEN



Hierboven is het etiket van een mineraalwater (Gasteiner) uit Oostenrijk afgebeeld. In mineraalwater zijn ionen aanwezig. Meta-Kieselsäure heeft de formule H_2SiO_3 en is geen ion.

- 1 Neem de namen van de ionen over en zet er de Nederlandse namen achter.
- 2 Geef achter de naam de formule van het ion.

Boven de ene kolom staat 'Kationen', boven de andere 'Anionen'.

- 3 Wat is de lading van 'Kationen' respectievelijk 'Anionen'.

Als je de totale lading van de positieve ionen met de totale lading van de negatieve ionen vergelijkt, levert dat een verschil op

- 4 Bereken voor elk ion het aantal mmol dat aanwezig is in het mineraalwater. Maak gebruik van onderstaand schema.

Formule	Aantal mg	Molaire massa	Aantal mmol	Lading in mmol
Na^+				

- 5 Leg aan de hand van een berekening uit of er nog meer ionen in het water aanwezig kunnen zijn. Zo ja, positieve of negatieve ionen?

Gasteiner ANTWOORDEN

1, 2

<i>Etiket</i>	<i>Nederlandse naam</i>	<i>Formule</i>
Natrium	natrium	Na ⁺
Kalium	kalium	K ⁺
Calcium	calcium	Ca ²⁺
Magnesium	magnesium	Mg ²⁺
Hydrogenkarbonat	waterstofcarbonaat	HCO ₃ ⁻
Chlorid	chloride	Cl ⁻
Fluorid	fluoride	F ⁻
Sulfat	sulfaat	SO ₄ ²⁻

3 Kationen hebben een positieve lading, anionen een negatieve.

4

<i>Formule</i>	<i>Aantal mg</i>	<i>Molaire massa</i>	<i>Aantal mmol = mg/molaire massa</i>	<i>Lading in mmol</i>
Na ⁺	15,00	22,99	0,6525	0,6525 +
K ⁺	2,30	39,10	0,0588	0,0588 +
Ca ²⁺	24,05	40,08	0,6000	1,2000 +
Mg ²⁺	2,19	24,31	0,0900	0,1800 +
HCO ₃ ⁻	66,51	61,00	1,090	1,090 -
Cl ⁻	7,23	35,45	0,204	0,204 -
F ⁻	0,58	19,00	0,031	0,031 -
SO ₄ ²⁻	34,00	96,06	0,3539	0,7079 -

5 Zie tabel bij antwoord 4. Indien je de totale lading + (2,09 mmol) vergelijkt met de totale lading – (2,033 mmol), kun je concluderen dat er een tekort is aan negatieve lading. Dus er zullen nog meer andere negatieve ionen aanwezig moeten zijn.

COLA PROEVEN OPGAVEN

Allerhande (Albert Heijn), augustus 2000

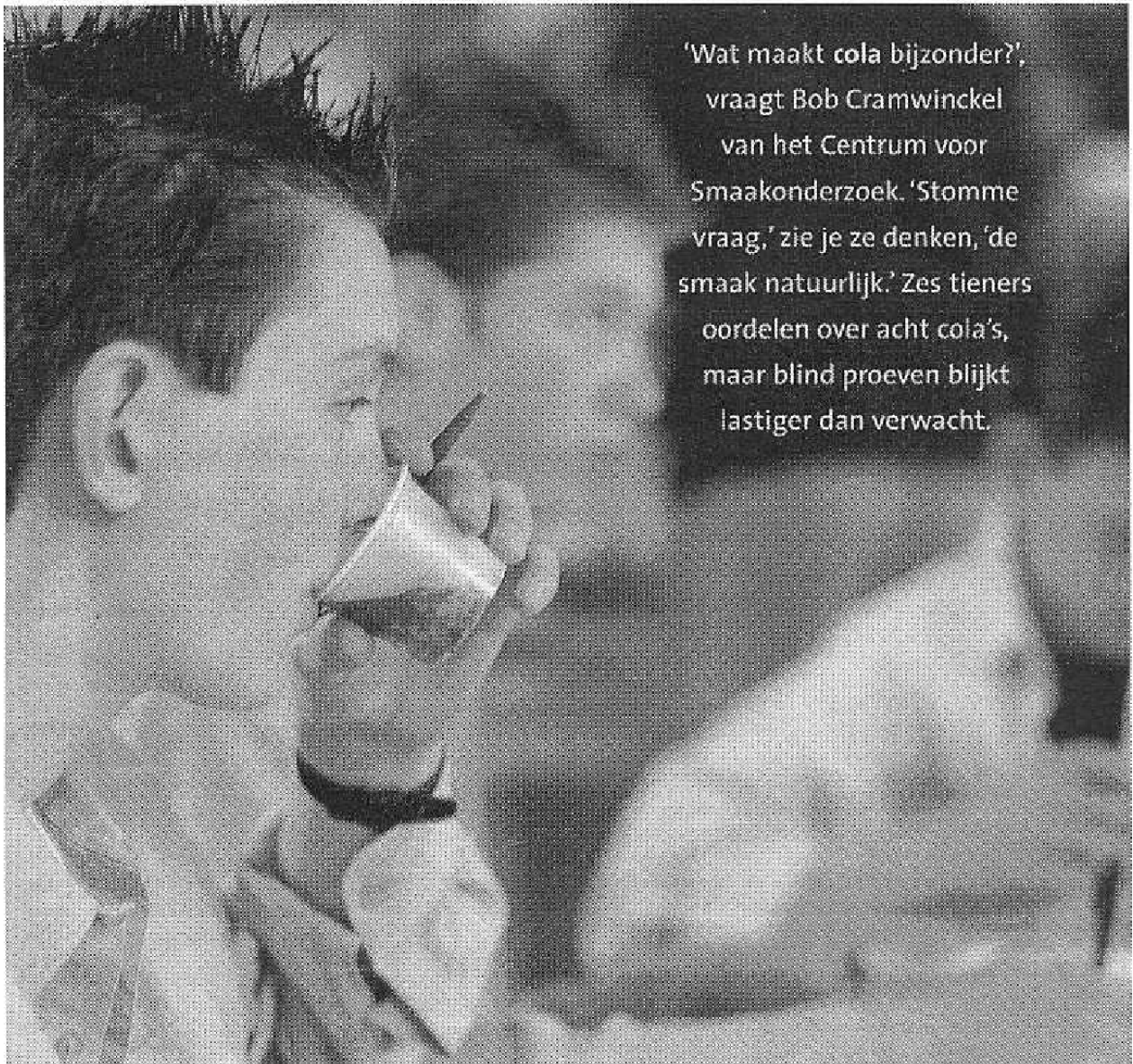
Lees onderstaand artikel over het smaakonderzoek van cola's en beantwoord daarna onderstaande vragen.

- 1 Stel de onderzoeksvraag voor dit onderzoek op.
- 2 Wat is de uitslag van het onderzoek.
- 3 Vertel hoe het onderzoek is gedaan.
- 4 Leg uit of dit onderzoek voldoet aan de regels die je aan een goed onderzoek moet stellen?
- 5 Hoe zou jij het onderzoek anders willen uitvoeren.

Het onderzoek is uitgevoerd door een groep van zes personen.

- 6 Geef je commentaar op de groepsgrootte van het onderzoek.

Cola's heus niet stoerder dan andere dranken





Herschi
Vrij zwaar van
smaak, minder
fris dan de
meeste andere.



Euro Shopper
Een echte,
natuurlijke
cola-smaak.



AH Giant Cola
Sterk van
smaak, iets
onnatuurlijker
dan de light-
variant.



**AH Giant
Cola Light**
Krachtig en fris.
Aantrekkelijk
geur, natuurlijk
zoet.

Jaarlijks vloeit er zo'n 650 miljoen liter cola door Nederlandse keelgaten. De grote concerns vechten op leven en dood in hun strijd om de klant. Zet je dan zes grootgebruikers acht verschillende merken voor, dan verwacht je minstens een cola-oorlogje. Niets is minder waar: 'Het maakt me allemaal niet zoveel uit, hoor. Ik vind het wel best.'

Niet stoer, gewoon fris

'Je moet iemand niet beoordelen op wat-ie drinkt,' vindt Koen (16). Eliza (16) vindt ook niet dat je iemands persoonlijkheid uit zijn drinkgedrag kan afleiden: 'Het maakt mij niet uit wat iemand drinkt. Cola is niet stoerder dan andere dranken.' De anderen knikken instemmend; cola mag dan een populaire drank zijn, stoer is deze zeker niet. Peter (13) kent wel een gek verhaal: 'Bij mij in de klas zit een jongen, die wordt wild als hij gewone cola drinkt. Hij mag alleen Pepsi Light.' Vincent (14) weet hoe dat komt: 'Door de cafeïne. Als ik 's avonds cola drink, kan ik niet goed slapen.' Maar Eliza en Koen merken hier niks van, zij slaan geregeld 's avonds nog een glas achterover.

Weinig verschil

De moeders kopen in, al trekt Koen ook nog wel eens een blikje uit de automaat op school. Vincent bepaalt thuis welk merk er gekocht wordt. De moeder van de 13-jarige Ivano mag wat hem betreft de inkopen blijven doen, want ze weet precies welk merk iedereen in huis het lekkerst vindt. Zelf drinken de ouders niet zoveel cola, maar Vincent weet dat zijn vader hem niet zo snel een limiet kan opleggen: 'want hij drinkt het zelf ook, dus dat zit wel goed'. De flessen komen op tafel. Voordat er één druppel geproefd is, blijken Pepsi en Coca-Cola de populairste merken, hoewel het merk voor niemand een halszaak is. Als het moet, drinken ze alles. Gevraagd naar gevoelsassociaties bij de colamerken valt de groep stil. Ferry verwoordt wat iedereen vindt: 'Het is allemaal cola, ik kan geen verschillen benoemen, 't is allemaal hetzelfde.' Met cola kun je wel jezelf verwennen, vinden de meesten, en de smaak is ook wel krachtig. Belangrijk

is de wijze waarop cola wordt opgediend: heel koud vinden de meesten het beste, bij voorkeur in een glas. En als de prik eraf is kieperen ze de drank het liefst gelijk door de gootsteen. Eliza: 'Cola moet tintelen in de mond.'

Een onverwachte uitslag

En dan begint het blind proeven. Gelet wordt op smaak, geur, natuurlijkheid, de zoet-zuurverhouding en het verschil tussen 'regular' en 'light'. Eliza nipt voorzichtig aan de plastic bekertjes, Peter slaat ze stuk voor stuk helemaal achterover. Naarmate de proeverij vordert, verandert de tafel in één groot slagveld van plastic bekertjes en gemorste cola. Ze zeggen het niet met zoveel woorden, maar je hoort het ze denken: 'Cola drink je toch gewoon, daar ga je toch niet over bakkeleien'. De uitslag is onthutsend. Niemand heeft dezelfde cola op de eerste plaats, tegenstanders van 'light' blijken bij het blind proeven juist een voorkeur voor deze versie te hebben, en grote merken vallen zonder pardon van hun voetstuk. De vijf heren en de dame blijven er onaangedaan onder. Ze halen de schouders op en lachen wat. Ferry koos Pepsi Light, terwijl hij normaal Coca-Cola drinkt en zelden 'light': 'Maar deze was gewoon lekker.' Bij Coca-Cola-drinker Peter kwam de Euro Shopper als beste uit de bus: 'Lekker fris van smaak.' Pepsi-drinker Ivano bleek juist weer Coca-Cola op de eerste plek te hebben staan: 'Ik dacht dat het Pepsi was, want die is wat zoeter dan Coca-Cola. En zoet vind ik het lekkerst.' Eliza, die normaal gesproken geen merkvoorkeur heeft, proefde in Herschi 'gewoon de beste smaak'. Vincent wil suiker proeven, en die proefde hij in zijn voorkeursmerk de Albert Heijn Giant Light: 'Dit is geen light, ik weet het zeker.' Koen vond, zo blijkt achteraf, Coca-Cola Light het lekkerst: 'Ik heb geen idee welk merk dit is. Maar hij is wel lekker.'

De conclusie is duidelijk: colamerken zijn vrijwel niet te onderscheiden in een blinde proeverij, net zomin als het verschil tussen light en regular. Volgens Bob komt dat onder meer door de grote hoeveelheid koolzuur en de temperatuur waarop de drank gedronken wordt. En volgens Ivano zijn acht verschillende cola's ook best wel veel. Waarvan akte. ■

Tekst Ruud Slierings fotografie Koene & Heuvink

Vincent (14): 'Je moet iemand niet beoordelen op wat-ie drinkt'



Coca-Cola Light
Krachtig, iets
milder dan de
'gewone' Coca-Cola.



Coca-Cola
Eerder stevig dan fris
van smaak.



Pepsi-Cola Light
Fris en krachtig,
iets zachter dan
de 'gewone' Pepsi.



Pepsi-Cola
Fris en krachtig
van smaak.



Eliza (16): 'Cola moet tintelen in de mond'

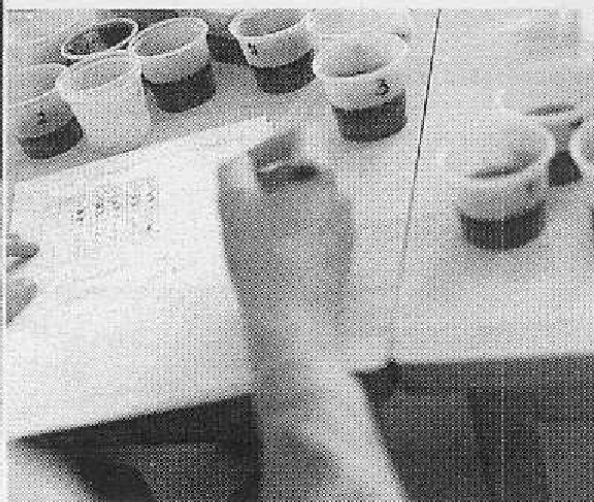


Foto linkshoven, met de klok mee: Vincent, Ferrv, Koen, Eliza, Peter en Ivano

Cola proeven ANTWOORDEN

Het handboek Vaardigheden Tweede Fase van Edumedia biedt leerlingen voldoende aanknopingspunten voor het oplossen van vraag 4 tot en met 6.

Agrarisch Dagblad, 20 juli 2000

Aanzuren geen invloed op schilvlekjes

MIDRECHT – Aangezuurde oplossingen van het chemische spuitmiddel Eupareen hebben geen effect op het percentage schilvlekjes bij het ras Elstar. Dat blijkt uit resultaten van een onderzoek op een perceel met een meerrijen systeem Elstar. Dit onderzoek is uitgevoerd door het wetenschappelijke instituut ATO (Agrotechnologisch Onderzoek) in Wageningen, in opdracht van chemieconcern Bayer.

In de praktijk bestond de indruk dat de hoge pH waarde van de spuitoplossing Eupareen van invloed zou zijn op het ontstaan van schilvlekjes bij Elstar. Het advies was dan ook om de spuitvloeistof met mono-ammonium-fosfaat (MAP) aan te zuren.

Het chemieconcern was van deze ingreep niet overtuigd en heeft vorig jaar een onderzoek laten uitvoeren. Elf keer zijn, vanaf half juni met gebruikelijke tussenpozen, verschillende middelen met een sterk uiteenlopende zuurgraad op een perceel met een meerrijen systeem Elstar gespoten.

Het perceel waar het onderzoek is uitgevoerd, had volgens de onderzoekers meerdere jaren ernstige problemen met schilvlekjes.

Half september zijn vooral de bleke appels aan de binnenzijde van de boom geplukt en naar Wageningen gebracht. Daar zijn de appels tot in mei van dit jaar bij het ATO bewaard bij een temperatuur van 1,5 graden Celsius, een zuurstof-

gehalte van 1,2 procent en een concentratie aan CO₂ van 2,5 procent. Na de bewaarperiode zijn de appels door medewerkers van het ATO, die overigens ook het landelijk onderzoek naar het ontstaan van schilvlekjes uitvoeren, beoordeeld en gesorteerd.

De onderzoekers hebben onomstotelijk vastgesteld dat de onderzochte spuitschema's, met een verschil in pH van 6 tot 9,5, geen invloed hadden op het ontstaan van schilvlekjes. In alle partijen was deze genoemde bewaarafwijking in dezelfde mate aanwezig.

Op grond van deze conclusie ziet Bayer geen enkele reden om bij bespuitingen van Eupareen de spuitvloeistof aan te zuren.

Er wordt gesproken over schilvlekjes bij appels.

1 Wanneer ontstaan schilvlekjes? Hint: lees het artikel eerst goed door.

De appels werden bewaard onder speciale omstandigheden.

2 Hoe lang werden de appels bewaard?

3 Waarom zullen appels bij een hele lage temperatuur bewaard worden?

4 En waarom bij zo'n hele lage zuurstofconcentratie?

Eupareen wordt toegepast in de fruitteelt als chemisch spuitmiddel. De pH van dit spuitmiddel is hoog.

5 Waar duidt dat op? Ofwel waardoor zal het spuitmiddel een hoge pH hebben?

Het advies was om aan de spuitoplossing MAP toe te voegen.

6 Geef de formule van MAP. Let op: monoammonium betekent dat er één ammoniumion aanwezig is.

7 Laat zien dat MAP op twee manieren een hoge pH kan verlagen.

Er is door het ATO een onderzoek uitgevoerd.

8 Beschrijf de opzet van het onderzoek.

9 Wat waren de bevindingen van de onderzoekers?

Uit informatie van Bayer blijkt dat de werkzame stof in Eupareen tolylfluanide (tolylfluanid) is.

10 Zoek in de literatuur en/of op internet naar relevante informatie over tolylfluanide. Schrijf kort je bevindingen op.

Aanzuren geen invloed op schilvlekjes ANTWOORDEN

1 Schilvlekjes is een afwijking die optreedt tijdens het bewaren.

2 Half september zijn de appels geplukt en bewaard tot mei, dus ongeveer acht maanden.

3 Bij een lage temperatuur verlopen alle processen, ook de rijpingsprocessen, langzamer en kunnen appels dus langer bewaard blijven.

4 Zuurstof 'verbrandt' als het ware de suikers in de appels. Bij een lage zuurstofconcentratie zullen deze processen heel traag verlopen.

5 Dit duidt erop dat er basische groepen/stoffen in Eupareen aanwezig zijn.

6 $\text{NH}_4^+ \text{H}_2\text{PO}_4^-$.

7 Zowel het ammoniumion als het diwaterstoffsfaation hebben zure eigenschappen. Beide kunnen H^+ afstaan

8 Op een perceel zijn vanaf half juni, met tussenpozen bespuitingen uitgevoerd met sterk uiteenlopende zuurgraad. Appels zijn vanaf half september geplukt en bewaard onder normale bewaaromstandigheden. Na de bewaarmethode zijn de appels onderzocht op schilvlekjes.

9 De pH van Eupareen heeft geen invloed op het ontstaan van schilvlekjes. Dus aanzuren met MAP kan achterwege gelaten worden.

10 Bij navraag bij Bayer werd het volgende overzicht toegezonden.

De hoge pH-waarde van de spuitoplossing is te verklaren door de $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ groep.

2. Identität des Wirkstoffes

2.1 Name

(common name, ISO): Tolyfluanid

2.2 Chemische Bezeichnung nach

N-(dichlorofluoromethylthio)-N',
N'-dimethyl-N-p-tolylsulfamide

1,1-dichloro-N-
[(dimethylamino)sulfonyl]-1-fluoro-
N-(4-methylphenyl)-
methanesulfenamide

2.3 CAS-Nr.:

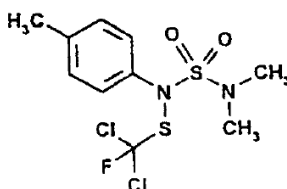
731-27-1

EG-Nr.:

2.4 Summenformel:

$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{Cl}_2\text{FN}_2\text{O}_2\text{S}_2$

2.5 Strukturformel:



2.6 Molare Masse:

347,3 g/mol

Opmerking: indien u de opgave in een proefwerk wilt gebruiken, kunt u vraag 10 weg laten.

Groenten en Fruit, 7 juli 2000

Veel vitamine C in Spaanse en Marokkaanse aardbeien

Spaanse en Marokkaanse aardbeien zijn rijk aan vitamine C. Uit een onderzoek van de Duitse omroep WDR is gebleken dat Spaanse en Marokkaanse aardbeien met 62 milligram per 100 gram meer vitamine C bevatten dan citrusvruchten. Die 62 milligram is een gemiddelde. Er waren ook vruchten met 144 milligram per 100 gram. Een verklaring daarvoor wordt gezocht in de teelt van nieuwere rassen. (...)

In vruchten is altijd vitamine C aanwezig. Alleen de hoeveelheid kan variëren. Vitamine C ofwel ascorbinezuur (ascorbic acid) heeft als molecuulformule $C_6H_8O_6$.

1 Zoek een methode waarmee het vitamine C gehalte bepaald kan worden. Herschrijf de methode voor de bepaling van vitamine C in aardbeien.

2 Bespreek je methode met je docent of TOA.

3 Voer je analyse uit en maak een verslag van je bevindingen. Vergelijk daarbij je gevonden waarden met die uit het artikel.

Vitamine C in aardbeien ANTWOORDEN

1 Het vitamine C gehalte kan worden bepaald door een titratie met jood met zetmeel als indicator. Ook een titratie met jodaat is mogelijk (aan de vitamine C oplossing een overmaat KI-oplossing toevoegen, aanzuren met zwavelzuur en zetmeel toevoegen, vervolgens jodaat toevoegen tot blauwkleuring).

2 –

3 –

Achtergrondinformatie

- Chemie Aktueel nummer 15, Boordevol vitamine C
- Chemie Aktueel nummer 20, Bakerpraatje of fabeltje
- Consumentenproeven in de klas scheikunde, Vitamine C gehalte sinaasappelsap (verkrijgbaar via NVON-ledenservice)
- <http://www.xs4all.nl/~scholmar/techniek71.nl>
- <http://www.collegenet.nl/vakken/vo/scheikunde>
- <http://www.kennisnet.nl/GASTEN2/ARCUS/biamperometrie/vruchten.htm>

SULFAATREDUCTIE OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 12 februari 2000

Sulfaatreductie. Ontzwaveling van afvalgassen gebeurt vaak door het gas te leiden in een warme alkalische oplossing waardoor sulfaat en sulfiet ontstaan. Sulfaatreducerende bacteriën (SRB) kunnen deze ionen anaëroob omzetten in sulfide. Partiële oxidatie van het sulfide levert elementair zwavel, dat te verkopen is. Jan Weijma en collega's van de Universiteit Wageningen hebben gekeken of methanol een geschikte elektronendonor is voor SRB. Bij hogere temperaturen, tegen de 60 °C, krijgen SRB de overhand op de methaanvormers en kunnen zij 15 gram sulfaat per liter per dag omzetten in sulfide.

Biotechnology & Bioengineering vol 67 (5/2/00)
nr 354-363

De kop 'Sulfaatreductie' is niet geheel juist. Er wordt geen sulfaat uit de afvalgassen gehaald maar zwaveloxiden. Ontzwaveling van de afvalgassen vindt plaats door ze te leiden door een (warme) alkalische oplossing (alkalisch = basisch).

- 1 Welke zwaveloxiden kunnen in afvalgassen voorkomen?
- 2 Waarom moeten die zwaveloxiden verwijderd worden?
- 3 Geef de reactievergelijkingen als de zwaveloxiden, genoemd bij vraag 1, in een alkalische oplossing geleid worden.

Sulfaatreducerende bacteriën kunnen de sulfaationen omzetten in sulfide-ionen. Hierbij wordt methanol als elektronendonor gebruikt.

- 4 Geef de halfreactie van de omzetting van sulfaat in sulfide.
- 5 Geef de halfreactie waarbij, in alkalisch milieu, methanol omgezet wordt in CO₂ en H₂O.
- 6 Geef ook de reactievergelijking van de totaalreactie.
- 7 Wat is de rol van de bacteriën bij deze processen

Op de Universiteit Wageningen hebben Jan Weijma en collega's gemeten dat zo per dag 15 g sulfaat per liter water kan worden omgezet in sulfide.

- 8 Hoeveel g sulfide ontstaat er dan per dag per liter? Geef de berekening.

Sulfaatreductie ANTWOORDEN

1 Zwaveldioxide en zwaveltrioxide.

2 Beide gassen kunnen zure regen veroorzaken en zo het milieu aantasten.

3 Zwaveldioxide wordt omgezet in sulfiet: $\text{SO}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

Zwaveltrioxide wordt omgezet in sulfaat: $\text{SO}_3 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

4 $\text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O} + 8 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-} + 8 \text{OH}^-$

5 $\text{CH}_3\text{OH} + 6 \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{e}^-$

6 $3 \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 3 \text{S}^{2-} + 4 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$

7 De bacteriën 'eten' beide stoffen en halen energie uit de omzetting.

8 Per dag per L wordt 15 g sulfaat omgezet, dus $15/96,06 = 0,156$ mol sulfaat, dus ook 0,156 mol sulfide, dus $0,156 \times 32,06 = 5,0$ g sulfide per L per dag.

Chemisch2Weekblad, 25 maart 2000

SCHONE KATALYTISCHE OXIDATIE VAN ALCOHOLEN

Zware metalen en chloorhoudende oplosmiddelen zijn in de toekomst niet meer nodig.

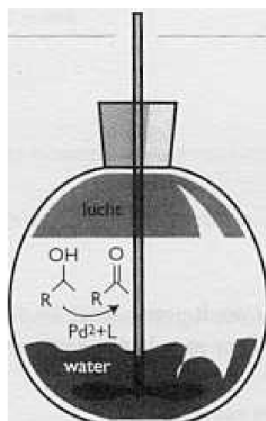
Annemarie Zegers

Onderzoek aan de TU Delft heeft aangetoond dat de synthese van stoffen die worden gemaakt via oxidatie van alcoholen goedkoper en milieuvriendelijker kan. Jaarlijks worden in de industrie vele tonnen alcohol gebruikt als uitgangsstof voor synthese van allerlei producten: mint- en kaneelaroma, pesticiden of tussenproducten voor het fabriceren van nylon.

Eerste stap in de verwerking van de alcoholen is vaak een oxidatiestap met zware metalen, zoals chroom(VI)oxide (CrO_3). Deze worden toegepast in stoichiometrische hoeveelheden en na gebruik afgevoerd. Tot nu toe is er nog niet veel onderzoek gedaan naar milieuvriendelijke alternatieven. Een reactie die zuurstof of waterstofperoxide verbruikt als oxidant zou ideaal zijn: efficiënt en met water als enige bijproduct. Katalysatoren die onder zuurstof werken bestaan al, maar de reactie wordt dan uitgevoerd in (watervrij) toluen of gechloreerde oplosmiddelen. Het eindproduct lost hierin op en destillatie is nodig om dit er weer uit te halen. Hierbij gaat de katalysator vaak verloren door de hoge temperatuur. Als vervanging voor de chloorhoudende oplosmiddelen lijkt water een logische keus –goedkoper, milieuvriendelijker en het komt vrij bij de reactie– hoewel de literatuur juist reacties in water vrije systemen beschrijft.

Grofweg gaat het bij alcoholoxidaties met zuurstof in plaats van chroomoxide om een besparing van 1 kilo afval per kilo omgezet alcohol: bij de oxidatie van bijvoorbeeld 1-fenylethanol met CrO_3 tot acetofenon wordt 150 gram van de bijproducten water en $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ gevormd op 120 gram (1 mol) product. Bij oxidatie met zuurstof wordt slechts één equivalent water gevormd: 18 gram per 120 gram acetofenon.

GEWOON PROBEREN. Op basis van eerder onderzoek naar oxidatie van olefinen, gingen *Gerd-Jan ten Brink*, aio in de groep organische chemie en katalyse van *Roger Sheldon*, en *Izabel Arends* het 'gewoon' proberen met alcoholen. Eerst werd een wateroplosbare



Water, alcohol en de katalysator worden gemengd in een autoclaaf bij een druk van 30 atmosfeer en een temperatuur van 100 °C. Een gasmengsel met 8% zuurstof blijkt al voldoende om de reactie te laten verlopen. Zo blijft de zuurstofconcentratie buiten de explosiegrenzen. De katalysatoroplossing kan hergebruikt worden.

palladiumkatalysator ontwikkeld. Als ligand werd fenantroline gekozen. De katalysator is vervolgens wateroplosbaar gemaakt door geladen groepen, afgeleid van sulfonzuur, via een extra ring aan het fenantroline te koppelen.

De meeste alcoholen zijn slechts gedeeltelijk oplosbaar in water. De alcoholconcentratie in water blijft dus constant evenals de reactiesnelheid; hoe beter een alcohol oplost, hoe sneller de reactie verloopt. Het oorspronkelijke alcohol moet wel volledig worden omgezet, anders mengt het zich met het eindproduct, waar het moeilijk van te scheiden is. Voor in elk geval tien alcoholen kan dit proces concurreren met de 'oude' chroomoxidatie.

UITDAGING. De stap naar toepassing op industriële schaal is zeer uitdagend, schrijft *Joseph DeSimone*, chemicus aan de Universiteit van North Carolina, Chapel Hill, in een begeleidend commentaar in *Science*. De industrie zal uiteindelijk bepalen of het proces economisch rendabel wordt. ●



De resultaten van het onderzoek verschenen in *Science*, vol. 287, pg 1636 (2000).

Bij veel processen moet eerst een alcohol worden geoxideerd. De bestaande methode berust op de oxidatie van een alcohol met behulp van chroom(VI)oxide.

1 Waarom staat er een Romeins cijfer in de naam 'chroom(VI)oxide'?

2 Noem twee bezwaren tegen deze methode.

Als voorbeeld voor een alcoholoxidatie werd de productie van acetofenon (een keton) gekozen. Deze stof ontstaat door de oxidatie van '1-fenylethanol'.

De naam '1-fenylethanol' is niet geheel juist.

3 Leid op basis van het feit dat er een keton ontstaat de structuurformule af van '1-fenylethanol'.

4 Teken de structuurformule van het oxidatieproduct van 1-fenylethanol.

5 Geef de halfreactie van de oxidatie van 1-fenylethanol in structuurformules weer.

Bij de 'oude' omzetting wordt chroom(VI)oxide omgezet in chroom(III)sulfaat. Deze (half)reactie vindt plaats in zuur milieu.

6 Geef de optredende halfreactie van chroom(VI)oxide.

7 Stel de totaalvergelijking in molecuulformules op.

8 Controleer, door berekening, of de in het artikel genoemde massaverhouding van de reactieproducten klopt.

De nieuwe, experimentele methode berust op de oxidatie door zuurstof.

9 Geef de reactievergelijking van deze oxidatie weer in een reactievergelijking met molecuulformules.

10 Laat door een berekening zien of de genoemde massaverhouding klopt.

11 In welke vloeistof vindt de reactie plaats? Licht je antwoord toe.

Het artikel zegt: 'De alcoholconcentratie in water blijft constant evenals de reactiesnelheid; hoe beter een alcohol oplost, hoe sneller de reactie verloopt.'

11 Leg uit waardoor de alcoholconcentratie in water constant zal blijven.

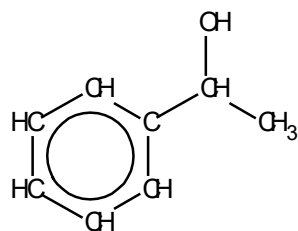
12 Waarom verloopt de reactie sneller als de alcohol beter in water oplost?

Schone oxidatie van alcoholen ANTWOORDEN

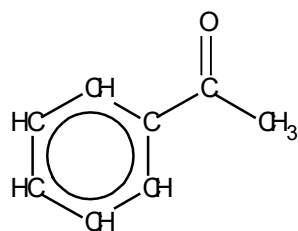
1 Chroom heeft meerdere valenties.

2 Milieu-onvriendelijk en duur.

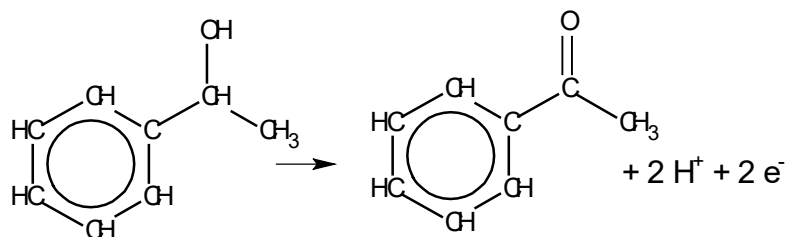
3



4



5



(In molecuulformules: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHOHCH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$ ofwel $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O} \rightarrow \text{C}_8\text{H}_8\text{O} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$)

6 $\text{CrO}_3 + 6 \text{H}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O}$; of: $2 \text{CrO}_3 + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 + 6 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{SO}_4^{2-}$.

7 $2 \text{CrO}_3 + 6 \text{H}^+ + 3 \text{C}_6\text{H}_5\text{CHOHCH}_3 \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+} + 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$.

8 Uit de reactievergelijking volgt dat bij vorming van 1 mol reactieproduct er 1/3 mol chroom(III)sulfaat ontstaat en 2 mol water. 1/3 mol chroom(III)sulfaat = $\frac{1}{3} \times 392,18 = 131 \text{ g}$. 2 mol water = $2 \times 18,02 = 36 \text{ g}$ water. Totaal dus 167 gram. Dit is meer dan de genoemde 150 gram.

9 $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{CHOHCH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$

10 Uit de reactievergelijking volgt dat bij vorming van 1 mol reactieproduct er ook 1 mol water ontstaat, dus 18 g water. Dit klopt met de gegevens in het artikel.

11 De reactie vindt plaats met behulp van een in water oplosbare katalysator dus de reactie vindt in de waterlaag plaats.

12 De aanvoer van alcohol naar de waterlaag zal even hoog zijn als de omzettingssnelheid van de alcohol in de waterlaag.

13 Dan wordt de alcoholconcentratie in de waterlaag groter waardoor ook de reactiesnelheid zal stijgen.

Chemisch2Weekblad, 25 maart 2000

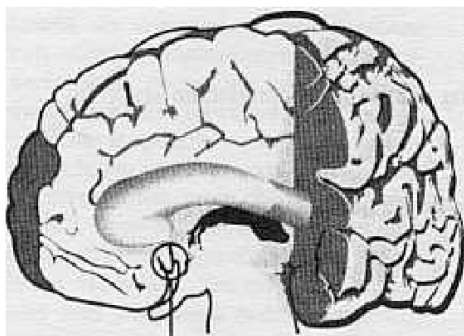
NIEUWE KANSEN VOOR VERSLAAFDE ROKERS

Anti-rookverslavingsmiddelen verbeteren perspectieven van de gemotiveerde, stoppende roker.

Rutger Wilts

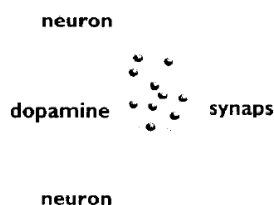
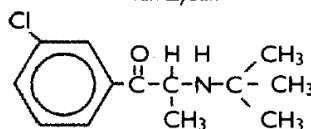
Stoppen met roken makkelijker met Zyban

Zyban is een antirookverslavingsmiddel met een indirect effect op het centraal zenuwstelsel. De kans op een geslaagde stoppoging is hiermee bijna twee keer groter dan met nicotine-vervangende producten.



Nicotine veroorzaakt een verhoogde dopamine-afgifte in de hersenen. Hierdoor ontstaat het 'lichte gevoel' in het hoofd bij rokers. Doordat bupropion de receptoren van dopamine blokkeert, wordt de hersenschors minder gestimuleerd en neemt het verlangen naar nicotine af.

Bupropion hydrochloride,
het werkzame bestanddeel
van Zyban



Nicotine-vervangende producten vergeleken

% gestopte proefpersonen na zes maanden

	kauwgom	pleister	neusspray
ontvang middel	19% (n=6700)	16% (n=3400)	24% (n=360)
ontvang placebo	11% (n=8800)	9% (n=2600)	11% (n=350)

Wanneer Zyban® samen met een nicotine-vervangend product wordt gebruikt zijn de succespercentages het hoogst.

...)

Zyban is op de markt als racemaat. Voor de werking als antidepressivum is in het verleden veel onderzoek gedaan naar de werking van de afzonderlijke enantiomeren. Nader onderzoek naar de werking van de stereoisomeren als anti-rookverslavend middel mag nog verwacht worden.

(..)

Zyban® is een antirookverslavingsmiddel. Het werkzame bestanddeel is bupropionhydrochloride. Veel medicijnen worden als 'HCL-zout' gemaakt om de oplosbaarheid in water te vergroten. De structuur van bupropion is gegeven.

- 1 Welke twee stoffen moeten met elkaar reageren om bupropionhydrochloride te verkrijgen?
- 2 Wat voor type reactie treedt daarbij op? Leg uit.
- 3 Geef de structuurformule van bupropionhydrochloride.

Zyban® is op de markt als racemaat (=racemisch mengsel) verkrijgbaar.

- 4 Leg uit dat van bupropion enantiomeren (=spiegelbeeldisomeren) mogelijk zijn.
- 5 Waarom is Zyban® als racemaat op de markt en niet als een zuiver enantiomeer?
- 6 Hoe werkt Zyban® precies?

De kans op een geslaagde stoppoging is volgens het artikel bij gebruik van Zyban® bijna twee keer groter dan met nicotine-vervangende producten.

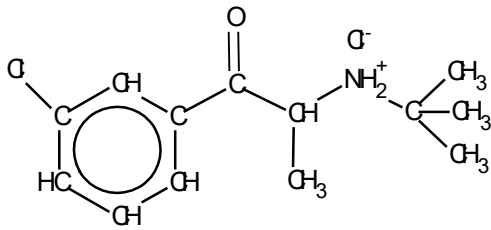
- 7 Volgt dit uit de onderzoeksresultaten? Licht je antwoord duidelijk toe.

Nieuwe kansen voor verslaafde rokers ANTWOORDEN

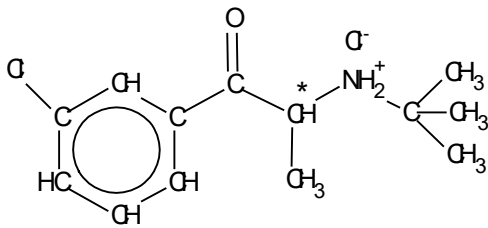
1 Bupropion en waterstofchloride.

2 Een zuurbase reactie: het waterstofchloride staat een H^+ af aan het stikstofatoom van bupropion.

3



4 Er is een asymmetrisch koolstofatoom aanwezig waardoor er twee spiegelbeeldisomeren mogelijk zijn.



5 Men weet niet precies welke van de twee spiegelbeeldisomeren werkzaam is.

6 Zyban® blokkeert de receptoren van dopamine waardoor de hersenschors minder wordt gestimuleerd en het verlangen naar nicotine dus afneemt.

7 Wat afgeleid kan worden is dat bij gebruik van Zyban® in combinatie met een ander middel het aantal stoppers ongeveer 2x zo hoog is vergeleken met rokers die een placebo gebruikten naast een ander middel. Het zegt echter nog niets over het percentage rokers dat stopt bij gebruik van een ander middel zonder het gebruik van Zyban® of een placebo.

Chemisch2Weekblad, 15 januari 2000

SUIKER STUURT GIST-METABOLISME

Esther Plüger,
winnaar Universiteit van Amsterdam

Gist is een organisme dat de mens al sinds eeuwen gebruikt voor de productie van diverse levensmiddelen, zoals bijvoorbeeld brood. Hiervoor worden gistcellen in melasse, een suikerrijk medium, opgebracht. De gistcel neemt de suikers uit het medium op en kan deze omzetten tot ethanol (fermentatie), of tot water en kooldioxide (respiratie). De hierdoor verkregen energie gebruikt de cel voor groei en deling.

Welke afbraakroute de gistcel volgt wordt bepaald door de koolhydraten zelf. Bakkersgist heeft een sterke voorkeur voor glucose. Is deze suiker in het medium aanwezig, dan wordt het metabolisme van andere suikers geremd, een fenomeen dat glucoserepressie genoemd wordt. Bovendien wordt glucose, in tegenstelling tot andere koolhydraten, ook in de aanwezigheid van zuurstof afgebroken langs de fer-

mentatieve route. Dit verschijnsel samen met glucoserepressie heeft belangrijke gevolgen voor de grootschalige industriële productie van bakkersgist, want beide fenomenen resulteren in een verlaagde biomassaopbrengst.

Het onderzoek waaraan ik heb meegewerkt, is er op gericht beter te begrijpen hoe het gistmetabolisme op DNA-niveau gereguleerd wordt. Er bestaat een zeer complexe interactie tussen de verschillende factoren die betrokken zijn bij het suikermetabolisme. Genetische manipulatie van bepaalde transcriptiefactoren lijkt echter een veelbelovend middel te zijn om de metabole balans in richting van de respiratie te verschuiven; en hierdoor een voor de broodindustrie aantrekkelijke giststam te genereren. Overexpressie van een bepaalde activerende transcriptiefactor leidt tot een minder sterke glucoserepressie van respiratoire genen en daardoor tot een verhoogde biomassaopbrengst. Tijdens mijn stage heb ik geprobeerd dit effect door deletie van een represserende transcriptiefactor te versterken, en daarnaast de opname van andere suikers dan glucose te bevorderen. ●

Er staan nogal wat moeilijke woorden in het artikel. Om het artikel te kunnen begrijpen zul je de betekenis van die woorden moeten kennen.

1 Geef de betekenis van de woorden 'repressie', 'fermentatie', 'respiratie' en 'metabolisme'.

Suikers kunnen mono-, di- of polysachariden zijn.

2 Tot welke groep behoort elk van de genoemde suikers uit het kadertje? Gebruik Binas. Let op: sucrose = sacharose.

Bij de fermentatie wordt glucose in ethanol omgezet. Daarnaast wordt nog een stof gevormd.

3 Geef de fermentatiereactie van glucose in molecuulformules weer.

Bij de respiratiereactie zijn koolstofdioxide en water de reactieproducten.

4 Geef de respiratiereactie van glucose in molecuulformules weer.

De aanwezigheid van glucose bij gebruik van bakkersgist veroorzaakt een repressie van de metabolismen van de andere suikers.

5 Geef het bovenstaande in eenvoudiger Nederlands weer.

Het artikel zegt: Voor de grootschalige industriële productie van bakkersgist leidt respiratie van suikers tot een hogere biomassaopbrengst dan fermentatie.

6 Licht dit toe. Bedenk goed dat een hogere biomassaopbrengst ontstaat doordat cellen zich vaker delen in dezelfde tijd.

7 Leg uit hoe in het onderzoek het gelukt is om een verhoogde biomassaopbrengst te verkrijgen.

Suiker stuurt gist-metabolisme ANTWOORDEN

1 Repressie = onderdrukking, beteugeling; fermentatie = gisting; respiratie = ademhaling; metabolisme = stofwisseling.

2 Glucose en galactose behoren tot de monosachariden, sucrose en maltose tot de disachariden.

3 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$.

4 $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$.

5 Als er glucose aanwezig is, zullen de andere suikers niet meer omgezet worden, hun bijdrage aan de stofwisseling wordt vrijwel stopgezet. Glucose onderdrukt als het ware de stofwisseling van de overige suikers.

6 Voor de groei en deling van cellen is energie nodig. De respiratiereactie levert per glucosemolecuul veel meer energie op dan de fermentatiereactie.

7 Bepaalde transcriptiefactoren zijn door genetische manipulatie veranderd waardoor de metabole balans in de richting van de respiratie verschuift. Het uitschakelen van een repressie-transcriptiefactor speelt daarbij mede een rol.

Opmerking: deze opgave lijkt ons minder geschikt als proefwerkopgave. De opgave is goed te gebruiken aan het eind van het onderwerp 'biochemie'.

HYDROFORMYLERING OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 8 april 2000

Hydroformylering. Door additie van koolstofmonooxide en waterstof aan alkenen (hydroformylering) ontstaat een mengsel van vertakte en onvertakte aldehyden. Lars van der Veen en collega's van de UvA hebben een nieuwe katalysator gemaakt voor dit soort reacties. De katalysator is een complex van platina met een organische arseenverbinding en wordt geactiveerd door tinchloride. Bij het gebruik van 1-octeen als substraat ontstaat er een grote overmaat onvertakt aldehyde. De reactiesnelheid is tot twintig keer zo groot als bij overeenkomstige fosforverbindingen. De chemische industrie produceert met hydroformylering jaarlijks meer dan zes miljoen ton aldehyden en alcoholen.

Chemical Communications (07-03-2000)
nr 333-334.

1 Geef de definitie van hydroformylering

Er ontstaat een mengsel van vertakte en onvertakte alkanalen.

2 Wat is een alkanal?

De alkanalen ontstaan door additie van koolstofmonooxide én waterstof aan alkenen.

3 Laat via reactievergelijkingen zien, uitgaande van propen, welke alkanalen dan gevormd kunnen worden.

Geef de organische koolstofverbindingen in structuurformules weer.

4 Geef de namen van de alkanalen die in vraag 3 gevormd worden.

Bij gebruik van 1-octeen, en de juiste katalysator, ontstaat een grote overmaat onvertakte alkanal.

5 Geef de structuurformule en naam van dit alkanal.

6 Hoe zou hieruit een alcohol gemaakt kunnen worden? Leg uit.

7 Hoe heet deze alcohol?

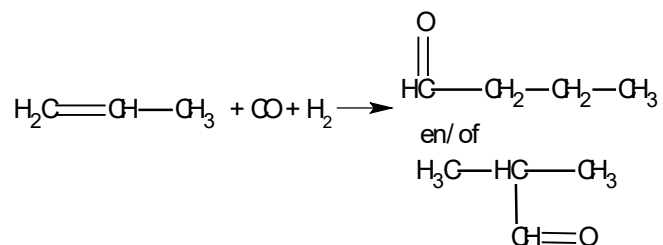
Hydroformylering ANTWOORDEN

1 Additie van koolstofdioxide en waterstof aan alkenen.

2 Een organische stof met een molecuul dat aan één van de eindstandige C-atomen een dubbelgebonden zuurstofatoom bezit:

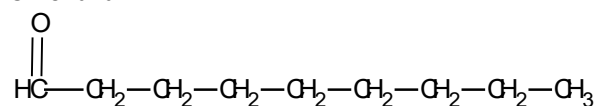


3



4 1-butanal en methylpropanal

5 Nonanal:

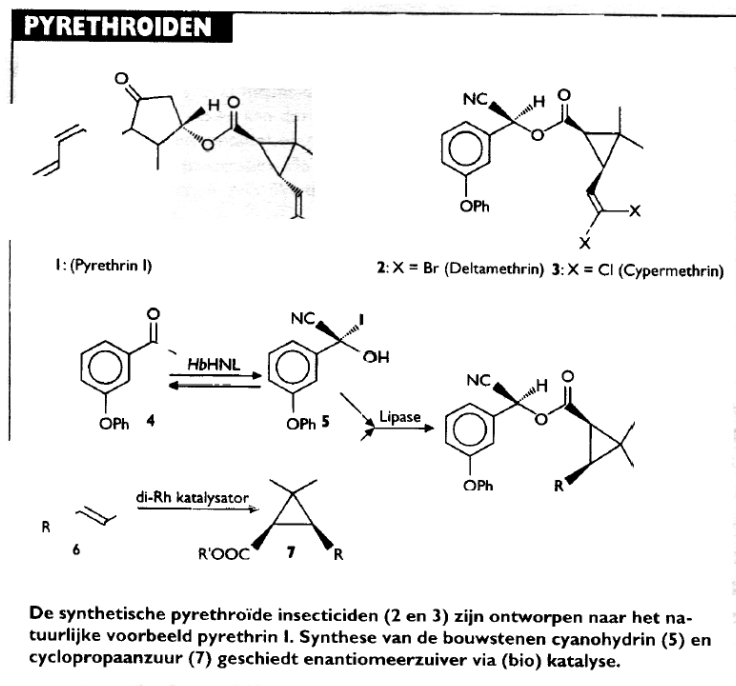


6 Additie van waterstof aan het aldehyde nonanal (en met gebruik van de juiste katalysator) geeft als reactieproduct 1-nonanol.

7 1-nonenol

CHEMO-ENZYMATISCHE SYNTHESE IN EEN KOLF

In Delft wordt momenteel gewerkt aan een nieuwe, katalytische synthese van pyrethroïde insecticiden. (



Alle structuren zijn minder uitgebreid getekend dan je normaal gewend bent.

1 Teken de structuur van nummer 7 eens volledig uit.

2 Leg uit dat de naam 'cyclopropanozuur' voor structuur nummer 7 niet juist kan zijn.

3 Als in structuur nummer 7 R en R' waterstofatomen zijn, geef dan de juiste naam van structuur nummer 7.

4 Geef de reactievergelijking in structuurformules als de structurennummer 5 en nummer 7 met elkaar reageren. Neem voor R' een waterstofatoom.

5 Welk type reactie is hier opgetreden?

De synthese van de bouwstenen geschiedt 'enantiomeerzuiver'. Enantiomeren zijn spiegelbeeldisomeren.

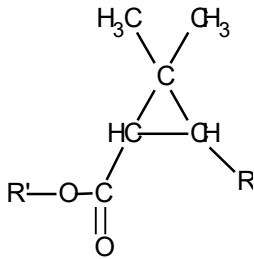
6 Laat in het product van de reactie tussen structuur 5 en structuur 7 zien dat spiegelbeeldisomerie kan optreden.

7 Waarom is enantiomeerzuiver belangrijk bij de productie van insecticiden?

8 Hoe krijgt men het voor elkaar om slechts één van de twee enantiomeren geproduceerd te krijgen? Leg dit duidelijk uit.

Pyrethroïden ANTWOORDEN

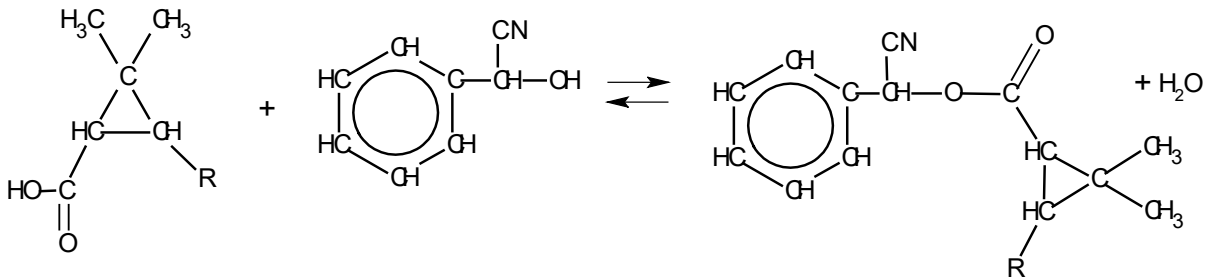
1



2 Cyclopropaanzuur geeft een ringstructuur van drie koolstofatomen aan met op één van die drie C-atomen een dubbelgebonden zuurstofatoom en een OH-groep. Samen met de beide C-bindingen aan koolstof vergt dit 5 bindingen. Zoveel bindingen kan koolstof echter niet hebben. Verder bevat het molecuul ook nog twee CH₃-groepen als zijketen aan een van de koolstofatomen in de ring.

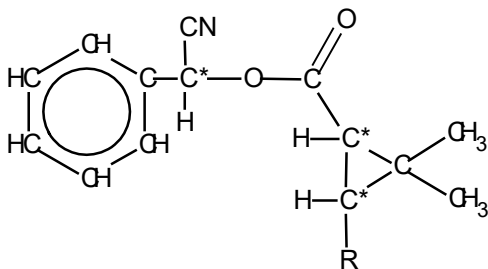
3 2,2-dimethylcyclopropaan-carbonzuur.

4



5 Een verestering.

6



C* aanwezig dus spiegelbeeldisomerie mogelijk.

7 Meestal is slechts één van de twee enantiomeren werkzaam en heeft het dus geen nut om ook de andere enantiomeer te produceren. Dat is alleen maar materiaalverlies en dus duurder. Ook belast een enantiomeerproduct het milieu half zoveel.

8 Men gebruikt een biokatalysator die waarschijnlijk reactiespecifiek regelt dat slechts één van de twee enantiomeren gevormd wordt.

ERG ZUUR OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 8 april 2000

ERG ZUUR

Een leuk artikel voor docenten om duidelijk te maken dat de pH-schaal niet van 1 tot en met 14 loopt maar verder. Er zijn bacteriën gevonden die groeien bij een pH tussen de 0 en de 2,5. Het optimum ligt bij pH 1,2, dus in ons maagzuur zouden ze zich op hun gemak voelen.

Hoewel dit een record is, verwacht geochemicus Tullis Onstott van de Princeton University dat er misschien bacteriën zijn die groeien bij negatieve pH-waarden.

"Als je doorgaat met zoeken, dan zul je ze ook vinden," voorspelt hij.

Science vol 287 (10/03/00) pg 1731-1732 en 1796-1798

Er zijn bacteriën gevonden die groeien bij een pH tussen 0 en 2,5.

1 Bereken de $[H^+]$ -grenzen voor de groei van deze bacteriën.

Het optimum ligt bij pH 1,2.

2 Wat zal daarmee bedoeld worden?

Wellicht dat er bacteriën zijn die groeien bij negatieve pH-waarden.

3 Is een negatieve pH-waarde mogelijk? Licht je antwoord toe.

4 Bereken de laagste pH-waarde die je met zoutzuur kunt bereiken (zie Binas tabel 42A).

5 Licht zonder berekening toe of een salpeterzuuroplossing een lagere pH-waarde kan bereiken als de pH-waarde berekend bij vraag 4.

Erg zuur ANTWOORDEN

1 Bij pH = 0 geldt $[H^+] = 1,0 \text{ mol L}^{-1}$; bij pH = 2,5 geldt $[H^+] = 3,2 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$. Tussen deze pH-waarden kunnen de genoemde bacteriën groeien.

2 Bij pH 1,2 zullen de bacteriën het snelst groeien.

3 Ja, als de $[H^+]$ groter is dan $1,0 \text{ mol L}^{-1}$.

4 De hoogste molariteit is 11,63 M, dus $[H^+] = 11,63 \text{ mol L}^{-1}$, ofwel pH = -1,1.

5 De hoogste concentratie bij salpeterzuur is 14,29 M, dus een hogere concentratie, ook een hogere $[H^+]$, dus een nog lagere pH (meer negatief).

Intermediair, 27 april 2000

Nogmaals: Lekker zoet.

In *Intermediair* 15 (13 april 2000) wordt uitgelegd hoe frisdrankfabrikanten zoveel suiker in de frisdrank opgelost krijgen. Ze gebruiken suikerstroop, zo luidde de verklaring.

■ In het antwoord werd gezegd dat de suikerstroop ontstaat tijdens het maken van suiker uit suikerbieten. Er ontstaan inderdaad suiker-

stropen als tussenproduct bij de fabricage van suiker. Deze bevatten naast suiker ook nog kleine hoeveelheden niet-suikers, zoals verschillende natrium- en kaliumzouten. Dat maakt deze stropen ongeschikt voor de fabricage van frisdranken. De frisdrankindustrie maakt slechts gebruik van zeer zuivere producten. Kristalsuiker dus, die de industrie vervolgens zelf in water oplost.

Het oplossen van kristalsuiker in water is geen enkel probleem. Kristalsuiker, ook

klontjes, lossen erg makkelijk op in water. Theoretisch kun je bij kamertemperatuur maximaal zelfs tweehonderd gram suiker oplossen in honderd gram zuiver water en bij hogere temperaturen neemt de oplosbaarheid nog verder toe.

Drieëneenhalf klontje suiker (ongeveer veertien gram) oplossen in een glas water kan dus zonder enige moeite. Probeer het maar.

*Hans Majers,
proces technoloog,
Suiker Unie, Puttershoek*

Er worden een paar uitspraken gedaan over de oplosbaarheid van suiker in water.

- 1 Welke uitspraken?
- 2 Schrijf een werkplan om de genoemde uitspraken te kunnen controleren.
- 3 Bespreek je werkplan met docent/TOA.
- 4 Voer het werkplan uit. Noteer je bevindingen.
- 5 Maak een volledig verslag.

Nogmaals: lekker zoet ANTWOORDEN

1 Kristalsuiker, ook klontjes lossen erg makkelijk op in water; bij kamertemperatuur kan theoretisch 200 g suiker oplossen in 100 g zuiver water; bij hogere temperaturen neemt de oplosbaarheid toe.

2 In het werkplan zullen de genoemde uitspraken uit je antwoord op vraag 1 op een experimentele wijze beschreven dienen te worden.

Erg makkelijk oplossen: er zal naar de oplossnelheid gekeken kunnen worden.

Theoretisch 200 g suiker in 100 g zuiver water: spreekt voor zich. Opmerking: er staat 'theoretisch' dus zal het in de praktijk wel lang duren voordat de laatste suiker opgelost is.

Hogere temperatuur: spreekt voor zich.

3,4,5 –

AMMONIAKLEK OPGAVEN

Agrarisch Dagblad, 2 juni 2000

Ammoniaklek bij vleesverwerker Stegeman

DEVENTER – De brandweer in Deventer is er woensdagmiddag niet direct in geslaagd een ammoniaklek bij vleesverwerkend bedrijf Stegeman in die plaats te dichten. In totaal kwam zo'n twee- tot driehonderd kilo ammoniak vrij.

De brandweer zette woensdagochtend enkele straten af in verband met het lek. Omwonenden klaagden over tranende ogen en prikkeling van de luchtwegen. Groot gevaar voor de volksgezondheid leek er in eerste instantie niet te zijn, aldus een woordvoerder van de politie. Volgens de brandweer is de vrijgekomen ammoniak niet in de lucht terechtgekomen, want de giftige stof werd afgevoerd met het bluswater. Het water is afgevoerd naar een zuiveringsinstallatie van het betrokken bedrijf.

Politie en arbeidsinspectie stellen een onderzoek in naar de oorzaak van het lek. (ANP)

In totaal kwam zo'n twee- tot driehonderd kilo ammoniak vrij.

1 Hoeveel dm^3 ammoniakgas is dat? Gegeven: 1 mol gas heeft onder de gegeven omstandigheden een volume van 24 dm^3 .

Het giftige gas werd afgevoerd met het bluswater.

2 Waardoor is ammoniak zo goed oplosbaar in water?

3 Hoe giftig is ammoniak? Bekijk de tabel 'Veiligheid en milieu' in Binas en geef je oordeel over de giftigheid van ammoniak.

4 Komen de klachten van de omwonenden overeen met de gegevens in Binas? Licht toe.

De MAC-waarde in Binas geeft aan hoeveel mg ammoniak er maximaal per m^3 lucht aanwezig mag zijn.

5 Over welk volume moet de ammoniak zich verspreiden om aan deze norm te voldoen? Geef de berekening.

Een voetbalveld is 60 meter breed en 100 meter lang.

6 Welke hoogte zal boven een voetbalveld gevuld kunnen worden met de ammoniak?

Ammoniaklek ANTWOORDEN

1 Bij 200 kg: $200 \text{ kg} = 200 \cdot 10^3 \text{ g} = 200 \cdot 10^3 / 17,03 = 1,2 \times 10^4 \text{ mol} \equiv 2,8 \times 10^5 \text{ dm}^3$. Bij 300 kg is het dan $4,2 \times 10^5 \text{ dm}^3$.

2 Ammoniak kan net als water waterstofbruggen vormen.

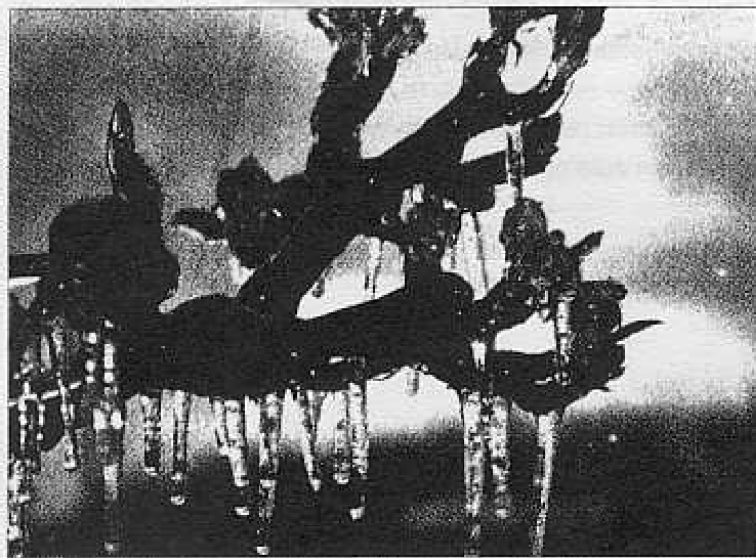
3 –

4 Er wordt geklaagd over tranende ogen en prikkeling van de luchtwegen dus zal het wel gevaarlijk zijn voor ogen en luchtwegen. Dit wordt in Binas ook aangegeven.

5 De norm is 18, dus 18 mg ammoniak per m^3 lucht. Voor 200 kg is er dan een volume nodig van $1,1 \times 10^7 \text{ m}^3$, voor 300 kg een volume van $1,7 \times 10^7 \text{ m}^3$.

6 $h = 1,1 \times 10^7 / (60 \times 100) = 183 \text{ m}$.

Agrarisch Dagblad, 7 april 2000



Ijspegels in de boomgaard

WADENOIJEN – In een boomgaard in het Gelderse Wadenoijen hebben fruittelers vanwege de vorst hun fruitbomen beregend. Zij doen dit ter bescherming van de vrucht. Wanneer het water bevroert, komt er warmte vrij die de bloesem voldoende beschermt.

Foto ANP

Wanneer water bevroert, komt er warmte vrij.

- 1 Hoe heet een proces waarbij warmte vrijkomt?
- 2 Waarom moet de beregening tijdens nachtvorst steeds door blijven gaan?
- 3 Waarom mag de beregening niet te hard gezet worden?

IJspiegels ANTWOORDEN

1 Exotherm proces.

2 Alleen tijdens het bevroren komt er warmte vrij. Als alles bevroren is zal de temperatuur weer gaan dalen.

3 Dan komt er teveel ijs aan de takken te hangen met kans op afbreken.

Teelttip

Zinksulfaat op het kale hout

Een tekort aan zink is aan te vullen door bespuitingen met zinksulfaat. Als het gehalte in het blad bij een analyse in

Datum . Lab.nr			
Leeftijd	Dracht	Groelkrach.	
33	4	sterk	
oper (Cu)	Zink (Zn)	IJzer (Fe)	Bor. (B)
7.7	18	65	21
goed	laag	zie tabel	laag
even in mg per kg droge-stof.			
resultaat (appels en peren):			
waardering:		rdering	
onvoldoende		4	

juli/augustus lager was dan 20 ppm, dan zijn extra bespuitingen nodig. Zink wordt goed opgenomen door de bast en de knoppen. Zinksulfaat is agressief voor het blad. Het is dus het beste om zinksulfaat nu toe te passen op het kale hout. Gebruik een dosering van 5 à 8 kilo per hectare. Het nevelen van zinksulfaat is mogelijk. Zodra de knoppen in

het schuivings- en muizenoorstadium komen is het beter geen zinksulfaat meer te gebruiken. Het beste is dan Zinflow te spuiten in een dosering van 1 liter per hectare. Werd al na de oogst een bespuiting uitgevoerd, dan is dat nu niet meer nodig.

Ivan Casteels, DLV

Fruitbomen en struiken hebben mineralen, bijvoorbeeld 'zink' nodig.

1 Wat zou het gevolg kunnen zijn van gebrek aan mineralen?

Het gehalte zink in het loofblad mag niet lager komen dan 20 ppm. In de inzet staat dat het gehalte zink 18 mg per kg droge stof.

2 Wat betekent de afkorting ppm?

3 Laat zien dat 'in mg per kg droge stof' hetzelfde is als 'ppm'.

4 Bereken hoeveel ppm zinksulfaat overeenkomt met 20 ppm zink.

5 In welke tijd van het jaar zal gespoten moeten worden met zinksulfaat? Licht toe.

6 Uit welke beschrijvingen kan afgeleid worden dat er met een zinksulfaatoplossing gewerkt wordt?

7 Geef de vergelijking voor het oplossen van zinksulfaat in water.

Zinksulfaat op het groene hout ANTWOORDEN

1 De stof verhitten en de vrijkomende damp over wit kopersulfaat leiden. Dit zal blauw kleuren als er water(damp) bijkomt.

2 Parts per million.

3 1 kg = 1 miljoen mg, dus in mg per kg stof is hetzelfde als in mg per miljoen mg stof, dus ppm.

4 $20 \text{ mg per kg} \equiv 20/65,38 = 0,31 \text{ mmol Zn per kg}$, dus ook $0,31 \text{ mmol ZnSO}_4 \text{ per kg} \equiv 0,31 \times 161,4 = 49 \text{ mg per kg}$.

5 In het voorjaar, want er staat dat zink goed opgenomen wordt door de bast en de knoppen maar agressief is voor het blad.

6 Er wordt gesproken over een bespuiting, dus zal er met een oplossing gewerkt worden. 'Het nevelen...' duidt ook op een oplossing.

7 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 7 \text{H}_2\text{O}$ of $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$

Opmerking

Zink is nodig om de groeistof auxine (indol-3-azijnzuur) te vormen dat nodig is voor de lengtegroei van stengel en blad. Cellen die veel auxine krijgen, groeien sneller. Ligt een plant op de grond dan richt hij zich op omdat de auxine naar onder zakt - en dan gaat de stengel aan die kant sneller groeien.

De Gelderlander, 11 maart 2000

De verrassende kanten van NaCl

Elf dagen zonder zout en een mens is op sterven na dood, maar te veel ook weer niet goed. Een mooie tentoonstelling in Den Haag vertelt alles over de duurzame verbintenis tussen natrium en chloride

Door JOEP TROMMELLEN

e tentoonstelling *Het zout der aarde*, tot 4 juni te zien in het populair wetenschappelijk museum Museon in Den Haag, heeft een hoog 'wist u dat...'-gehalte. Al kan een mens niet leven zonder zout en is zelfs ons taalgebruik doorspekt met zout; NaCl (keukenzout) blijkt nog steeds een verrassend goedje.

(...)

Terug naar het practicum-lokaal van Van der Loo. Daar laat hij in een opstelling met reageerbuizen, mengbekers en een gasbrander zien dat zout ijs zowel ondooit als laat ontstaan. Ra-ra hoe kan dat? Als ijs in aanraking komt met zout, ontstaat er een chemische reactie. Het vriespunt komt daarbij lager te liggen. Bij die reactie wordt echter in eerste instantie warmte onttrokken aan het bevroren water. Daardoor daalt de temperatuur. De temperatuur van een ijsmengsel bij enkele graden onder nul kan daarbij wel tot -18 dalen. Van der Loo ontsteekt voor verbaasde kinderblikken een gasbrander onder zo'n kouder wordende beker met ijs en zout; de temperatuur stijgt niet, zoveel warmte is nodig om de temperatuur constant te houden.

Volgens het artikel ontstaat er een chemische reactie als zout in aanraking komt met ijs.

- 1 Leg uit dat er **geen** chemische reactie optreedt.
- 2 Leg uit of het een endotherm of exotherm proces is als zout in aanraking komt met ijs? Leg je antwoord uit.
- 3 Zoek in het artikel op waarom men 's winters vaak zout (pekkel) stooit op gladde wegen?
- 4 Bij welke verhouding water : zout krijg je de grootste temperatuurdaling? Stel een werkplan op om dit te onderzoeken. Bespreek je werkplan met je docent/TOA en voer de proef uit.

Verrassende kanten van NaCl ANTWOORDEN

- 1 Je hebt te maken met het oplossen van het zout in het water en dit is geen chemische reactie. Het is geen blijvende maar een tijdelijke verandering. Als het geheel verwarmt, kan het water weer verdampen en houd je zout over.
- 2 Er wordt warmte onttrokken aan het bevroren water, dus is het een endotherme reactie.
- 3 Het vriespunt komt veel lager te liggen. Dus de kans op bevriezing wordt kleiner.
- 4 Volgens het artikel kan een temperatuurdaling tot -18°C bereikt worden.

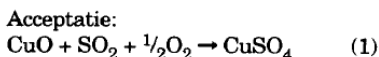
BETERE ONTZWAVING VERLAAGT SO₂-UITSTOOT

Aan de Universiteit Utrecht is een veelbelovende methode ontwikkeld om de SO₂-uitstoot te verminderen.

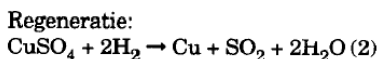
Ellart de Wit

Een van de meest gebruikte manieren om de emissie van SO₂ te verlagen, is rookgassen te ontzwavelen door deze door calciumhydroxide te leiden. Een nadeel van dit absorptieproces is dat er grote hoeveelheden verontreinigde gips ontstaan die moeten worden gestort.

ABSORBENS. Al in 1967 ontwikkelde Shell een absorbens dat na gebruik geregenereerd kan worden zodat er geen grote hoeveelheden afval geproduceerd worden. Als absorbens werden aluminagedragen koperoxidedeeltjes gebruikt. Tijdens de ontzwaveling van het rookgas (acceptatiestap) reageert SO₂ met O₂ selectief met het absorbens tot kopersulfaat, CuSO₄.



Als het absorbens verzadigd is, kan dit eenvoudig geregenereerd worden door reductie met waterstofgas, waarbij het zwavel als geconcentreerd en gereinigd SO₂ vrijkomt. Dat is met bestaande processen om te zetten in commercieel interessante producten zoals zwavelzuur of elementaire zwavel.



Een van de problemen voor een rendabele toepassing van dit proces is het verhogen van het CuO-gehalte van het absorbens. Een hoog CuO-gehalte betekent grote koperoxidedeeltjes, die zeer langzaam met SO₂ reageren. De deeltjes moeten dus klein blijven, waardoor slechts een lage belading gebruikt kan worden. Dit maakt het gebruik van zeer grote en dure reactoren noodzakelijk.

SO₃. In een samenwerkingsverband van Gaseco, Jacobs Comprimo en de Universiteit Utrecht is een oplossing voor dit probleem gevonden¹. Tijdens de reactie van zwaveldioxide en zuurstof met koperoxide blijken de volgende reacties op te treden²:

● SO₂ wordt voor absorptie katalytisch door koperoxide geoxideerd tot SO₃.

● Het zeer reactieve SO₃ reageert met naastgelegen CuO tot CuSO₄.

● Na reductie van het kopersulfaat wordt koper door zuurstof uit het rookgas weer geoxideerd tot CuO.

Kopersulfaat is echter een minder goede oxidatiekatalysator dan koperoxide. Zodra de buitenste laag van een deeltje is omgezet in CuSO₄, daalt de oxidatieactiviteit wat verdere inzwaveling van het deeltje bemoeilijkt. Bovendien blijken kleine koperoxidedeeltjes deze reactie veel beter te katalyseren dan grote deeltjes.

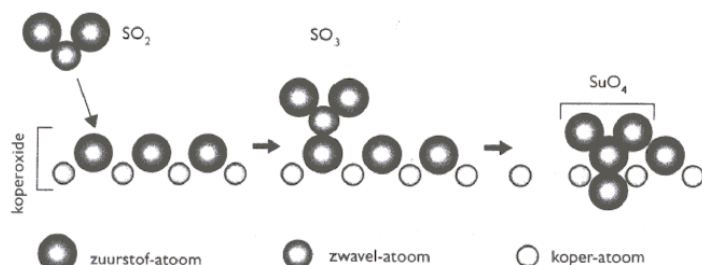
EXTRA KATALYSATOR. Als SO₂ voor absorptie over een afzonderlijke katalysator (gedeeltelijk) wordt geoxideerd tot SO₃ blijken ook grote deeltjes snel en geheel te reageren tot CuSO₄. Nu er veel grotere koperdeeltjes ingezwaveld kunnen worden, kan het CuO-gehalte in het absorbens met een factor vijf opgevoerd worden. Tijdens deze tests werd ook duidelijk, dat de grote koperoxidedeeltjes zelfs relatief meer SO₂ opnemen dan kleine deeltjes. Eenzelfde opnamecapaciteit van het absorbens kan dus bereikt worden met een zes keer zo kleine reactor. Geschat wordt, dat de investeringskosten van het nieuwe, verbeterde proces zeer competitief zijn met die van de huidige processen. De gebruikskosten kunnen veel lager zijn. ●

Ellart de Wit (28) promoveerde op 18 mei op het proefschrift getiteld 'Improved Copper-based Regenerable Absorbents for Flue-Gas Desulphurization', bij prof.dr.ir. J.W. Geus en dr. A.J. van Dillen aan de Universiteit Utrecht. Nu werkt hij bij Plug Power Holland, Apeldoorn.

1. E.K. de Wit, Proefschrift Universiteit Utrecht, Nederland (2000).

2. G. Centi, N. Passarini, S. Perathoner, A. Riva, Ind. Eng. Chem. Res., 31 (1992) 1947-1955.

VORMING CuSO₄



Zwaveldioxide reageert met koperoxide via zwaveltrioxide tot kopersulfaat. Hierna wordt de vacature in het CuO-rooster gevuld door reactie met zuurstof.

De uitstoot van SO_2 moet worden verlaagd.

1 Waarom is dit nodig?

Het oude proces van het verwijderen van SO_2 betreft het leiden van SO_2 -houdende rookgassen door kalkwater waarbij gips gevormd wordt.

2 Zoek op wat de scheikundige naam voor gips is.

3 Laat met een reactievergelijking zien hoe gips ontstaat uit SO_2 en kalkwater.

In het nieuwe proces wordt in eerste instantie SO_2 met behulp van CuO katalytisch geoxideerd tot SO_3 .

4 Geef de optredende reactievergelijking.

De volgende stap is de reactie van SO_3 met CuO .

5 Geef de optredende reactievergelijking.

6 Beschrijf twee grote problemen bij deze omzetting van SO_2 ?

7 Op welke manier heeft men een oplossing voor deze problemen gevonden?

Na de reductie van het CuSO_4 wordt koper weer geoxideerd tot CuO .

8 Geef de reactievergelijking van de oxidatiereactie.

9 Kun je CuO een katalysator noemen? Licht je antwoord toe.

Het onderzoek betreft een industrieel zuiveringsproces.

10 Wanneer zal een industrie besluiten om over te stappen op een nieuw proces? Bedenk een aantal voorwaarden.

11 Is aan deze voorwaarden voldaan bij het vernieuwde proces? Licht kort toe.

Als je het nettoresultaat bekijkt, is er eigenlijk niet veel veranderd. Netto is er per mol reagerend SO_2 2 mol H_2O gevormd.

12 Laat zien dat dit juist is.

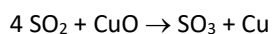
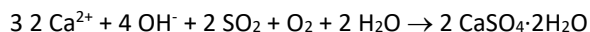
Men verwijdert eerst het SO_2 uit afvalgassen om het later weer terug te winnen. Het blijft dus dezelfde stof.

13 Waarom is dit proces nodig?

Betere ontzwaveling verlaagt SO₂ uitstoot ANTWOORDEN

1 SO₂ veroorzaakt zure regen.

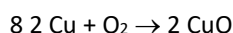
2 Calciumsulfaatdihydraat (bron: Binas tabel 103A).



6 I Om de omzetting snel te laten verlopen is een hoog CuO-gehalte nodig. Echter dan ontstaan grote koperoxide-deeltjes die zeer langzaam met SO₂ reageren. De deeltjes moeten dus klein blijven waardoor er maar weinig CuO aanwezig is.

II Het gevormde kopersulfaat is een veel minder goede oxidatiekatalysator dan CuO.

7 Eerst apart SO₂ met behulp van CuO omzetten in SO₃ en daarna in een volgende katalysatorbed SO₃ omzetten in CuSO₄.

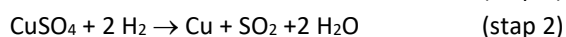


9 Ja want CuO wordt wel gebruikt maar niet verbruikt. Na afloop is weer dezelfde hoeveelheid CuO aanwezig als in het begin.

10 Diverse redenen kunnen daarvoor aanwezig zijn: het nieuwe proces is efficiënter, goedkoper en/of sneller. Maar ook de overheid kan bedrijven verplichten schoner te gaan werken.

11 Er wordt gezegd dat het vernieuwde proces vrijwel dezelfde investeringskosten heeft maar dat de gebruikskosten veel lager zijn. Je kunt zeggen dat er aan de genoemde redenen voldaan is: efficiënter, goedkoper, sneller.

12 De drie stappen zijn:



13 Eerst moet het SO₂ gescheiden worden van de rest van het afvalgas waarna het geconcentreerd en gereinigd teruggewonnen kan worden. (De gereinigde SO₂ kan worden omgezet in zwavelzuur of zwavel. Dit zijn commercieel interessante producten. Dit in tegenstelling tot verontreinigd gips, dat men alleen maar kan storten.)

Technisch Weekblad, 7 juni 2000

Methaan in zoutlagen bron voor elektriciteit

GASWINNING Akzo-Nobel gaat 200.000 m³ methaan, die vrijkomt bij zoutwinning, benutten. Tot dusver liet het bedrijf het gas ontsnappen.

HERMAN DAMVELD

GRONINGEN - Bij de winning van zout in de Groninger zoutkoepel Zuidwending haalt Akzo-Nobel ook methaan naar boven. Tot nu toe liet men het gas ontsnappen, maar vanaf augustus wordt er elektriciteit mee opgewekt.

De top van de zoutkoepel Zuidwending ligt 110 meter onder het maaiveld. Via de zogeheten oplossingsmijnbouw wordt op een diepte van 1500 meter zout gewonnen in acht cavernes. Daartoe pompt men onder hoge druk water door een pijp. Zout lost op in het water - dit geeft pekkel - en stroomt vanwege de druk in een tweede pijp weer naar boven. Via een transportleiding van dertig kilometer arriveert het pekkel in Delfzijl voor de productie van zout, soda en chloor.

Methaan bevindt zich onder het zout. Volgens Akzo is het logisch dat in de zoutkoepel Zuidwending dit gas ingesloten is.

Akzo haalt jaarlijks bij de zoutwinning zo'n 200.000 m³ gas naar boven. Het bedrijf liet dit tot nu toe ontsnappen. Methaan houdt zestig keer zoveel warmte vast als CO₂ zodat de emissie van dit gas ongewenst is vanwege het broeikaseffect. Daarom heeft de business unit Salt van Akzo samen met het energiebedrijf Essent een project ontwikkeld.

Op de pekkelwinlocaties Heiligerlee en Zuidwending komt de pekkel bovengronds. Het methaan kan afgescheiden worden via een 'recht-door-zee' vloeistofgasscheiding in een grote, liggende tank. Dit heet de atmosferische ontgasser. Akzo ontgast de pekkel altijd al om opeenhoping in de transportleiding te voorkomen. Tot nu toe werden de gassen geloosd, maar dat houdt binnenkort op.

Het verzamelde methaan wordt vanaf augustus verbrand in gasmotoren. Dat geeft elektriciteit voor het net en warmte die Akzo gebruikt voor verwarming van gebouwen. Essent neemt de investering van zes ton voor zijn rekening. De opgewekte elektriciteit is goed voor het jaargebruik van tweehonderd huishoudens.

- 1 Geef de formules van zout (keukenzout) en methaan.
- 2 Schrijf op hoe men het zout van 1500 meter onder de grond naar boven krijgt.
- 3 Zal men heet of koud water naar beneden pompen? Leg ook uit waarom je dat denkt.
- 4 Lost het methaan beter op in heet of in koud water?

In Delfzijl produceert men zout, soda en chloor.

5 Welke van deze drie kan door electrolyse uit het opgepompte zout worden verkregen?

A chloor

B soda

C zout

Als het methaan verbrandt in de gasmotor ontstaan koolstofdioxide en water.

6 Geef hiervan de reactievergelijking.

7 Leg uit waarom het broeikaseffect minder is als men het methaan verbrandt in plaats van het te laten ontsnappen.

De elektriciteit wordt gebruikt voor stroomopwekking in 200 huishoudens.

8 Waar zou AKZO de electriciteit ook voor kunnen gebruiken?

Methaan in zoutlagen bron voor elektriciteit ANTWOORDEN

1 NaCl en CH₄

2 Men pompt water naar beneden, zout lost op en wordt door de hoge druk weer naar boven geperst.

3 Heet water. Zouten lossen dan sneller op (er lost bij hogere temperatuur nauwelijks meer keukenzout op in water).

4 Methaan lost beter op in koud water dan in warm water.

5 A

6 CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂O

7 Methaan houdt zestig keer zoveel warmte vast als koolstofdioxide. Dus door CO₂ in de atmosfeer te brengen wordt veel minder warmte vastgehouden.

8 Electrolyse van natriumchloride.

NCI, 12 juli 2000

Akzo Nobel levert stroom met gas uit zout

Akzo Nobel Delfzijl gaat samen met energiemaatschappij Essent gas uit zout verwerken tot elektriciteit. Onder zoutlagen in de provincie Groningen bevindt zich aardgas (voornamelijk methaan). Een deel van dit gas is doorgedrongen in het zout. Bij de winning hiervan kwam het methaan tot nu toe vrij.

Jaarlijks wordt nu op de twee

Groningse pekelwininstallaties 200.000 m³ aardgas opgevangen en verbrand in gasmotoren. De elektriciteit die hierbij wordt opgewekt is voldoende voor 200 huishoudens. Het verwerken van het gas betekent dat een equivalent van 2,7 miljoen kilogram koolstofdioxide niet meer in het milieu terechtkomt.

de Volkskrant, 25 juni 2000

Akzo haalt stroom van onder zout

Akzo Nobel gaat methaangas dat vrijkomt bij zoutwinning, omzetten in elektriciteit. Het concern heeft meerdere zoutwinningslocaties, maar alleen in Heiligerlee en Zuidwending (Groningen) bevindt zich onder het zout ook methaan. Het bedrijf liet dit gas tot nu toe ontsnappen. Maar methaan is schadelijk voor het milieu, omdat het het broeikaseffect in de hand werkt. Het gas houdt zestig keer zoveel warmte vast als CO₂.

Akzo Nobel wil vanaf augustus door middel van een gasmotor het methaan omzetten in elektriciteit. Frans Geerts, scheikundig ingenieur bij het concern, verwacht dat het concern tweehonderdduizend kubieke meter methaan zal kunnen gebruiken voor stroomopwekking.

Voor dit project werkt Akzo Nobel samen met energiebedrijf Essent dat er de benodigde zes ton in investeert.

De Volkskrant, 28 juni 2000

Gouda wil af van chloortreinen dwars door stad

ANP

GOUDA

Gouda wil af van de chloortreinen die twee keer per week door de stad denderen. Het heeft de ministeries van VROM en Verkeer en Waterstaat hierover ingelicht.

Directe aanleiding is de vuurwerkramp in Enschede. Veel verontruste Gouwenaars namen contact op met de gemeente om te vragen naar de risico's van de chloortransporten.

Een ongeval met een chloortrein kan volgens deskundigen ernstige gevolgen hebben voor omwonenden. Het groengele chloorgas is bij inademing in een bepaalde concentratie dodelijk, tot zelfs kilometers van de ramp-plek.

Bij Gouda loopt het chloortransport dwars door de stad. Bij een ongeval kunnen er veel slachtoffers vallen, vreest de gemeente. Eerder dit jaar deed de milieubeweging een vergeefs verzoek aan AKZO Nobel om de chloortransporten per trein af te schaffen.

NRC Handelsblad, 28 juni 2000

Milieubeweging wil stop op chloortreinen

UTRECHT, 5 AUG. De milieubeweging wil dat minister Pronk (Milieu) concrete maatregelen neemt tegen de chloortreinen van Akzo Nobel. De chloortrein rijdt twee keer per week van Delfzijl en Hengelo naar Rotterdam. De kans op een ongeval is zeer klein, maar bij een ramp kan het chloorgas duizenden mensenlevens kosten, aldus milieubewegingen Greenpeace, de Waddenvereniging, de Zuid-Hollandse Milieufederatie en stichting Natuur en Milieu. Ze willen onder meer dat de toepassing van chloor afneemt. Dit jaar vervoert Akzo circa 50.000 ton chloor per trein. In het verleden was dat veel meer. (ANP)

- 1 Waarom wil men in Gouda af van de chloortreinen?
- 2 Noem drie eigenschappen van chloor die in de artikelen genoemd worden.
- 3 Welke eigenschap is vooral belangrijk?
- 4 Welk gevarenteken moet er op elke wagon met chloor staan?
- 5 Noem drie andere manieren om chloor te transporteren.
- 6 Leg voor elke manier uit waarom je die veiliger / even veilig / minder veilig vindt dan transporteren per trein.

Ook 'de milieubeweging' heeft zich met de chloortransporten beziggehouden.

- 7 Welke milieubewegingen worden genoemd?
- 8 Tot wie hebben ze zich gericht en met welke wensen?

Het gemaakte chloor wordt per trein vervoerd naar de fabrieken waar het gebruikt wordt.

9 Teken / kleur in het kaartje

- de gebieden waar het zout in de bodem zit;
- de plaatsen waar het chloor wordt gemaakt;
- de plaats waar het chloor wordt gebruikt;
- Gouda, waar de chloortrein langs komt.

Netherlands



Bron: <http://lookup.guru.net>

Stel, jij mag voor de milieubeweging een plan opstellen om het probleem met de chloortrein op te lossen.
10 Wat zou jij bedenken om ervoor te zorgen dat het chloor niet meer getransporteerd hoeft te worden?

Stel, jij zit in de leiding van AKZO Nobel en moet reageren op het plan van de milieubeweging.
11 Welke (technische/economische) bezwaren zou je dan noemen?

De milieubeweging wil ook dat de toepassing van chloor afneemt. Maar ... chloor is een erg belangrijke grondstof voor veel producten, bij voorbeeld

- plastics, zoals PVC;
- zuren, zoals waterstofchloride.

12 Wat moet er gebeuren om de wensen van de milieubeweging te kunnen realiseren?

13 Bedenk twee redenen waarom die wensen wel/niet snel zullen worden uitgevoerd.

Chloortreinen ANTWOORDEN

- 1 Het chloortransport loop dwars door de stad. Bij een ongeval kunnen er veel slachtoffers vallen.
- 2 Chloor is een gas; de kleur is groengeel; het is giftig/dodelijk.
- 3 Giftig/dodelijk (bij inademing in een bepaalde concentratie).
- 4 Een doodshoofd.
- 5 Met tankauto's; met tankschepen; door een leiding.
- 6 Tankauto's: veiliger/onveiliger (komen niet door de steden als ze over de snelweg rijden / veel gevaar van/voor het omringende verkeer). Tankschepen: veiliger/onveiliger (gaan over water, verder van de steden / gevaar van aanvaringen). Een leiding: veiliger (als deze voldoende ver van de bewoonde wereld af ligt en goed onderhouden wordt).
- 7 Greenpeace; Waddenvereniging; Zuid-Hollandse Milieufederatie; Natuur en Milieu.
- 8 Tot AKZO Nobel: chloortransporten per trein afschaffen;
tot minister Pronk: concrete maatregelen tegen de chloortreinen van AKZO Nobel.
- 9
- 10 Het zout transporteren in plaats van het chloor. Of: fabrieken bouwen dicht in de buurt waar het zout gewonnen wordt.
- 11 Je moet nieuwe fabrieken bouwen en oude fabrieken afbreken; dat kost heel veel geld.
- 12 Andere (vervangende) producten zonder chloor vinden in de plaats van de huidige.
- 13 Die producten zijn er nog niet; sommige worden misschien nooit gevonden. Het onderzoek kost veel geld, dat komt niet 'ineens' op tafel, hoogstens over een langere periode.

Technisch Weekblad, 11 oktober 2000

De informatie uit dit artikel 'spoort' aardig met de opgave hiervoor, maar biedt nog iets meer details:

Er wordt wel degelijk ook zout naar Rotterdam vervoerd om aldaar chloor van te maken, maar de chloorvraag in Rotterdam is groter dan de productiecapaciteit, dus daarom wordt er ook nog chloor van de locaties Delfzijl en Hengelo per trein naar Rotterdam vervoerd. De transporten zijn in de loop van de jaren sterk afgenomen: in Rotterdam werd capaciteit bijgebouwd; in Delfzijl en Hengelo gebruiken daar gevestigde ondernemingen meer chloor.

Wat er niet in staat: De oudere techniek stond/staat in Hengelo en Delfzijl: kwikcellen (steeds minder) en diaframacellen (waarin asbest wordt toegepast). De modernste techniek: membraancellen, zijn in Rotterdam toegepast.

Wel weer in het artikel staat, dat het chloor vloeibaar wordt vervoerd. Vooral de afsluiters van de 'ketelwagens' zijn zorgvuldig ontworpen: bovenop geplaatst en dubbel (buiten- en binnenafsluiter). Bij een ongeluk waarbij de buitenafsluiter zou beschadigen en/of breken houdt de binnenafsluiter er toch nog voor dat er geen chloor vrijkomt.

AKZO Nobel vervoert zo'n tien procent van de jaarproductie aan chloor per trein. Er zijn risicoanalyses gemaakt van de transportongevallen, waarover niemand wat wil of kan vertellen. Eind deze maand praat deze firma met milieu-minister Pronk over de chloortransporten.

HERMAN DAMVELD

Na de vuurwerkramp is opnieuw een discussie ontstaan over de risico's van transporten van chloor per trein. 'Pakweg vijf jaar geleden zijn er risicoanalyses uitgevoerd', deelt Rob de Vries, woordvoerder van AKZO Nobel mee. 'De faalscenario's 'variëren van kleine lekkages tot volledig falen van het vat, alle met bijbehorende - zeer kleine - faalkansen', voegt hij eraan toe.

Zijn de risicoanalyses openbaar en hoe groot is de kans op een volledig falen van het vat en wat zijn daarvan de gevolgen? De Vries beschikt niet over die analyses maar 'ik kan me niet goed voorstellen dat ze geheim zijn'. Hij verwijst naar het ministerie van Verkeer en Waterstaat, dat echter geen antwoord op onze vragen geeft.

Greenpeace zegt het uit te zoeken, maar reageert verder niet. Dick Stoppeburg van de Waddenvereniging beweert dat de risicoanalyses niet openbaar zijn. 'Er liggen geen rapporten op tafel, waarin staat dat het transport een aanvaardbaar risico oplevert.' En dat bepaalt het beleid van deze milieuorganisatie. 'Wij gaan uit van het voorzorgsbeginsel, waarin staat dat risico's voorkomen moeten worden. Pas als de noodzaak van transporten overtuigend is aangetoond, komt de discussie over risico's aan de orde.'

Historie

AKZO Nobel produceert chloor op drie locaties: Rotterdam (productiecapaciteit 350.000 ton), Delfzijl (120.000 ton) en Hengelo (70.000 ton). Chloor wordt zowel in Delfzijl als in Hengelo en Rotterdam ter plekke verwerkt. Dat is een historisch gegroeide situatie. In Delfzijl en

Chloortrein blijft rijden

Hengelo werd zout gevonden en er vestigden zich chloorgebruikende bedrijven. De situatie in Rotterdam is anders. Daar is een grote vraag naar chloor, maar er wordt lokaal geen zout in de bodem aangetroffen. In de zoutbehoefte van de chloorfabriek in Rotterdam wordt voorzien door leveringen vanuit Delfzijl. Er vinden transporten van zout plaats naar Rotterdam.

In Rotterdam is de chloorvraag groter dan de lokale productiecapaciteit, terwijl er in Delfzijl en Hengelo juist productiecapaciteit over is. Daarom gaan er chloortreinen van laatstgenoemde plaatsen naar Rotterdam.

Dat de chloortrein risico's oplevert erkende de AKZO al in 1990. Deze onderneming kondigde toen 'beëindiging van het reguliere chloortransport per trein vanuit Hengelo omstreeks 1995' aan. Dit laatste is niet gehaald, deelt De Vries mee: 'Van de Delfzijlse productie gaat circa 20.000 tot 25.000 ton op transport naar Rotterdam. Van de Hengelose productie gaat eveneens circa 20.000 tot 25.000 ton naar Rotterdam. De rest gaat naar onze lokale klanten.'

Toch namen de transporten in de loop van de jaren sterk af. In Rotterdam werd capaciteit bijgebouwd; in Delfzijl en Hengelo gebruikten aanpalende ondernemingen meer chloor. Eind jaren zeventig bedroeg het transport circa 270.000 ton. Dat nam af tot rond 45.000 ton vorig jaar. Wegens de gestegen vraag in Rotterdam zal dit jaar zo'n 65.000 ton getransporteerd worden.

Maar dat is een uitzondering. De Vries van AKZO Nobel: 'Ons beleid is erop gericht om op elk van onze locaties de vraag naar chloor zo goed mogelijk in balans te brengen met het aanbod ervan. Wij zijn wellicht in staat om op termijn ons transportniveau met nog eens 10.000 à 20.000 ton te verminderen.' Hij legt uit: 'De motieven achter ons beleid zijn: transport kost geld en transport houdt altijd een zeker risico in, ook al is dat gering. Wij zijn ons er zeer van bewust dat er maatschappelijke weerstand tegen deze transporten bestaat.'

Transporteisen

Chloor is, afhankelijk van temperatuur en druk, een vloeistof of een gas. Het wordt om economische redenen uitsluitend als vloeistof getransporteerd. Hetzij met ketelwagens en containers als het om bulkvervoer

gaat, danwel bij kleinvervoer met vaten en gascilinders. Ontwerp en constructie zijn vastgelegd in Europese regelgeving, aangevuld met Nederlandse eisen.

De minimaal vereiste ontwerpdruk van de ketels bedraagt volgens AKZO Nobel 19 bar bij een ontwerp-temperatuur van -20/+20 °C. De nieuwere wagons zijn 22 bar bij -40/+50 °C.

'Afsluiters zijn in principe een zwakke plek', deelt De Vries mee. 'Bij wagons voor chloortransport zijn deze bovenop geplaatst in een versterkte omhulling. Er zijn er drie per wagon, op het deksel van het mangat. De afsluiters zijn alle dubbel uitgevoerd: een binnen en een buitenafsluiter. Mocht de buitenafsluiter beschadigd raken door een of ander incident en vervolgens afbreken, dan zal de binnenafsluiter voorkomen dat het chloor vrijkomt.'

De ketels zijn getest. Zo zijn er botsproeven mee gedaan en heeft men ze van hellingen laten vallen. De vaten worden eens per vier jaar gekeurd door een onafhankelijke keuringsinstantie in het land van de eigenaar van de vaten. Tijdens deze keuring wordt onder andere de wanddikte gemeten. 'Voor zover wij weten zijn daarbij nooit afwijkingen gevonden die hebben geleid tot aanpassing van het ontwerp. De aanpassingen die wel in de loop van de jaren zijn aangebracht, zoals ontwerpcondities, zijn geïnitieerd door gewijzigd inzicht', stelt De Vries. De ervaring leert dat de ketels tientallen jaren meekunnen.

Bloktreinen

Om het transportrisico verder te verminderen mag de chloortrein niet harder dan 60 km per uur rijden. 'Dat dwingt ons ertoe', deelt De Vries mee, 'om 's nachts te rijden. Dat levert het voordeel op dat zich dan aanzienlijk minder personen en goederentransport op het spoornet bevinden. Dat geeft dus een kleinere kans op incidenten.'

Deze beslissingen, en de beslissing in bloktreinen te rijden - dat is een trein met alléén chloorwagons - zijn destijds in Nederland op eigen initiatief genomen door de chloorproducenten en de NS. In de risicoanalyses is indertijd aangenomen dat het gehele pakket bijzondere transportafspraken van Akzo en NS - nu Railion - tot een vijfmaal lagere faalkans zou leiden.' Helaas zijn deze risicoanalyses niet door iedereen in te zien.

CHLOOR IS OVERAL



Chloor is zowel grondstof als hulpstof voor de chemische industrie. Tezamen met het nevenproduct natronloog heeft het invloed op circa zestig procent van de totale chemische productie in Europa.

Of men boodschappen doet in de supermarkt, de sportzaak, de winkel voor elektronica of de doe-het-zelver, overal komt de consument producten tegen waarin chloor is verwerkt. Zoals in de plastic jurk op de foto.

Chloor en de daarvan afgeleide producten vormen wezenlijke bestanddelen voor de papierindustrie, desinfectiemiddelen, landbouwbestrijdingsmiddelen, oplosmiddelen, blaas en koelmiddelen, kunststoffen, reinigingsmiddelen, verf, lak, lijm, kleurstoffen en geneesmiddelen.



Een chloortrein van AKZO Nobel in het Rotterdamse Botlekgebied. Hier produceert het bedrijf jaarlijks zo'n 350.000 ton chloor.

Gebakken boslucht

het misverstand

Het misverstand: regenwouden maken zuurstof

Dit stukje gaat over scheikunde. Nou niet meteen stoppen met lezen. Want als je niks van scheikunde weet, is dat juist een voordeel. Kijk maar. Verstand op nul (nou ja, net iets meer) en antwoord geven.

Wat krijg je als je C en O₂ aan elkaar plakt?

Inderdaad: CO₂. Nog eentje? *Wat krijg je als je C van CO₂ afpukt?*

Juist: C en O₂. Da's nou scheikunde.

Dan stellen we nu de spelers voor:

C = koolstof
O₂ = zuurstof
CO₂ = koolzuurgas

Koolstof (C) ken je misschien niet, maar het is bijna overal. Alles wat leeft of geleefd heeft, zit er vol mee. Vooral planten. In hout zit veel koolstof en houtskool is er zelfs bijna helemaal van gemaakt. Daaraan dankt koolstof zijn naam.

Zuurstof (O₂) zit in de lucht. Sommige mensen denken zelfs dat lucht hetzelfde is als zuurstof, maar dat is niet zo. Wel is 'geen lucht krijgen' hetzelfde als 'geen zuurstof krijgen'. Dan stik je. Vuur dat geen zuurstof krijgt, stikt ook. Koolzuurgas (CO₂) is de laatste jaren vaak in het nieuws. Het veroorzaakt het beruchte broeikaseffect.

En dan nu het echte spel. Verbranden is niks anders dan dat er zuurstof aan geplakt wordt. Als koolstof (C) verbrandt, plakt er zuurstof



(O₂) aan vast en ontstaat koolzuurgas (CO₂). Ook in je lichaam wordt op een laag pitje koolstof verbrand. De koolstof uit boterhammen, suiker en al het andere eten.

Zo adem je zuurstof (O₂) in en blaas je koolzuurgas (CO₂) uit. Jij veroorzaakt dus ook broeikaseffect, net als een auto.

Gelukkig gebeurt ook het omgekeerde. Bomen en planten halen het koolzuurgas (CO₂) uit de lucht, gooien de zuurstof (O₂) weer terug en gebruiken de koolstof (C) om te groeien. Bomen ademen koolzuurgas in en zuurstof uit.

Een boom maakt dus zuurstof, dat klopt. Veel bomen - zoals in een regenwoud - maken dus veel zuurstof. Klopt ook. Maar zo'n woud is meer dan een heleboel bomen. Er leven ook dieren. En niet te vergeten: schimmels en bacteriën. Die doen ook mee aan het spel. En ze gebruiken juist allemaal zuurstof en maken daar weer koolzuurgas van.



Toch niet zoveel?! Jawel: precies evenveel. Net als elk dier gaat elke plant en elke boom in een regenwoud een keer dood. En dan begint het feestmaal van miljoenen keverlarven, schimmels en bacteriën. Uiteindelijk hebben ze de hele boom op. Aan het eind van het spel is er precies evenveel koolzuurgas gemaakt als de boom had opgenomen toen hij nog leefde.

Dat de regenwouden voor zuurstof zorgen, is dus onzin. Dat ze koolzuurgas opnemen - en dus het broeikaseffect verminderen - ook. De allergrootste onzin is om regenwouden de 'Longen van de Aarde' te noemen. Gelukkig zijn ze dat niet: longen ademen immers zuurstof in en koolzuurgas uit!

Mensen die zoiets roepen, moesten zich schamen. Maar mensen die regenwouden vernietigen nog meer. Want hoewel ze geen zuurstof maken, zijn er duizend andere redenen om van de regenwouden af te blijven.

GEERT-JAN ROEBERS

Tekeningen Monique Mulder

Boven het artikel staat, dat het een misverstand is dat regenwouden zuurstof maken.

1 Lees het hele artikel en leg uit waarom we inderdaad geen zuurstof uit het regenwoud krijgen.

2 Hoe komt koolstof aan zijn naam?

3 Na welke 'proef' kun je zien, dat hout veel koolstof bevat?

In het artikel staan een aantal tweetjes ('2') een beetje verkeerd geschreven. Scheikundigen zetten dat soort getalletjes klein geschreven rechts onderaan bij de letters.

Dus niet: O₂ maar O₂

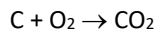
Koolzuurgas is een beetje ouderwetse naam voor koolstofdioxide.

4 Hoe schrijf je koolstofdioxide scheikundig afgekort op? Let ook op hoe je het getalletje schrijft.

5 Geef de naam van een gas dat het broeikaseffect versterkt.

6 Schrijf op wat verbranden is volgens het artikel.

7 Leg uit waarom het volgende waar is: "Vuur dat geen zuurstof krijgt stikt .."



Dit noemen scheikundigen een "reactievergelijking"

In het artikel staat in gewone taal wat daar staat.

8 Schrijf eens in gewone taal op wat er wordt bedoeld met: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

Mensen blazen ook koolzuurgas uit. We verbranden namelijk koolstof in onze cellen.

9 Waar zit die koolstof in?

10 Hoe komt die koolstof dwars door de wand van allerlei darmen en bloedvaten in onze cellen?

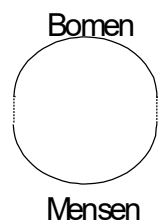
11 Welke stof uit de lucht gebruiken bomen en planten om te groeien?

Regenwouden zijn de longen van de aarde.

12 Is de schrijver het met die uitspraak eens?

13 En wat vind jij er van?

14 Neem onderstaand schema over en zet op de juiste plaats de woorden koolstofdioxide en zuurstof. Elk woord mag je twee keer gebruiken.



Gebakken boslucht ANTWOORDEN

- 1 Bomen ademen koolzuurgas (koolstofdioxide) in en zuurstof weer uit. Maar de dieren, de schimmels en de bacteriën gebruiken allemaal precies evenveel zuurstof als door de bomen wordt gemaakt.
- 2 Het zit heel veel in houtskool. Of: het zit voor een stukje al in de naam houtskool.
- 3 Als je hout hebt verbrand.
- 4 CO_2
- 5 Koolzuurgas (koolstofdioxide)
- 6 Verbranden is niks anders dan dat er zuurstof aan geplakt wordt.
- 7 Voor verbranden (voor vuur) is zuurstof nodig.
- 8 Als koolstof (C) verbrandt, plakt er zuurstof (O_2) aan vast en ontstaat koolzurgas (CO_2).
- 9 In ons eten (boterhammen, suiker en ander eten).
- 10 Eten wordt verteerd, zodat het zo klein wordt dat het door de wand kan. Daarna brengt het bloed alle verteerde stoffen naar de cellen.
- 11 Koolzuurgas (koolstofdioxide)
- 12 Nee
- 13 -
- 14 Als je pijlen met de klok mee tekent, rechts op de stippeltjes zuurstof, links op de stippeltjes koolstofdioxide.

PRISE D'EAU OPGAVEN



Prise d'eau is bronwater uit Tilburg. Het wordt ook via de waterleidingkraan geleverd. Het meeste leidingwater in Zuid en Oost Nederland is bronwater. De waterleidingmaatschappij pompt het water diep uit de grond omhoog en transporteert het via leidingen naar de huizen. Flessenwater is altijd bronwater.

Opdracht

Bedenk een test om uit te zoeken of kraanwater lekkerder is dan flessenwater of juist niet. Let daarbij ook op de prijs per liter.

Bedenk nog andere punten om te onderzoeken of om over na te denken?

Ga als volgt te werk:

- 1 Zoek medeleerlingen waarmee je de opdracht uitvoert.
- 2 Overleg over de test en andere punten om te onderzoeken of na te denken.
- 3 Maak een plan en schrijf dat op.
- 4 Overleg met de docent over het plan.
- 5 Voer je plan uit.
- 6 Noteer je resultaten.
- 7 Maak een sheet voor de overheadprojector met je resultaten en conclusie.
- 8 Presenteer je resultaten.

Prise d'eau ANTWOORDEN

Voorbeeld van zo'n test (docentenhandleiding)

In de koelkast op school worden kleine flesjes water gezet.

Allerlei soorten flessenwater worden gekocht en in de flesjes gedaan.

In bijvoorbeeld twee van de flessenwaters wordt een drupje citroen gedaan.

Ook wordt een flesje gevuld met kraanwater.

In een ander flesje kraanwater met een druppel citroen.

Alleen de docent weet welk water in welk flesje zit.

Bij de test wordt door een panel of door iedereen geproefd en er worden cijfers gegeven.

Na de test wordt bekend gemaakt welk flesje welk water bevat.

Nummer flesje	Beoordeling (1 – 10)	Bijzonderheden	Prijs/liter	Het was:

Om verder over na te denken:

Milieubelasting door flessenwater / kraanwater.

Gevaarlijke stoffen in flessenwater / kraanwater.

de Volkskrant, 6 mei 2000

's Werelds oudste verf ontdekt

Kunst is veel ouder dan tot nu toe is aangenomen, zegt een groep archeologen die in Zambia onderzoek heeft gedaan. Bij een grot niet ver van de hoofdstad Lusaka hebben de onderzoekers 350 duizend jaar oude resten gevonden van kleurstoffen en gereedschap om die te malen. Tot nu toe was 120 duizend jaar de leeftijd van de oudste kleurstof-resten en 35 duizend jaar die van de oudste rots-schilderingen.

'Modern' menselijk gedrag, het gebruik van symbolen, kan blijken de vondsten al veel eerder zijn ontwikkeld dan altijd is gedacht, zeggen de onderzoekers. Dat kan ook het gebruik van taal impliceren. De archeologen speculeren dat de mensen de verf – van paars tot geel – hebben gebruikt om hun lichaam ritueel te beschilderen.

350.000 jaar geleden hadden de mensen geen winkel om verf te kopen. Ze vonden wel stenen die ze fijn konden malen en mengen met wat vet of water. Deze stenen waren eigenlijk ertsen. Een erts is een stuk steen die een metaal bevat. Als je wel eens in de bodem wroet of in het buitenland in een rotsachtige omgeving bent, dan zie je vaak ertsen.

Er zijn een aantal soorten verf: olieverf, temperaverf en waterverf. Hier leren we alleen iets over olieverf en temperaverf.

Opdracht 1 Olieverf

Ouderwetse olieverf bestaat uit kleurstoffen en lijnolie. Lijnolie wordt gemaakt door de zaden van de vlasplant uit te persen. De kleurstoffen zijn vaak ertsen. Vaak wordt bij deze olieverf nog een stof gedaan om de verf snel te laten drogen.

Voor we olieverf gaan maken gaan we eerst iets opzoeken over deze verf, en we gaan een aantal olieverfschilderijen bekijken.

A Ga eerst naar de site: <http://www.wxs.nl/~meest144/>, kies daar: verf en techniek en kies dan: olieverf.

Beantwoord nu de volgende vragen:

- 1 Welke stof is geschikt om verf mee te verdunnen?.....
- 2 Noem vijf materialen waar je op kunt schilderen:.....
.....
- 3 Welke kleuren zijn prima om mee te starten?.....
.....
- 4 Welke methode van schilderen (er zijn er vier) is het meest geschikt voor een

beginner?

5 Waarom is dat de beste methode?.....

B Nu gaan we een aantal schilderijen bekijken. Ga naar de site: <http://www.formsonline.nl/artbrabant/>
Vergelijk de schilderijen van: Henk Eikenaar, Riky Schellart en Jac Volbeda.

6 Welk schilderij vind je het mooist? Waarom?

.....

C Zoek met de zoekmachine: <http://www.hotbot.com>, zet deze op 'language' DUTCH. Zoek met 'schilderijen & olieverf' nog een paar hele mooie schilderijen

7 Naam van de schilder:.....

Naam van het schilderij:.....

D Practicum: olieverf maken

- Kies een kleur.
- Als de kleurstof nog niet heel fijn gemalen is moet je het in een mortier goed fijnmalen.
- Doe met de druppelpipet een paar druppels lijnolie in een porseleinen schaalje.
- Doe een beetje van de kleurstof bij de lijnolie (niet andersom!).
- Roer goed zodat een mooi verfje ontstaat.

E Testen van de verf

Je kunt nu proberen of je verf goed blijft zitten:

- Doe de verf op een stukje linnen,
- doe wat verf op een plankje,
- en doe wat verf op een stuk papier.

Als je hiermee klaar bent maak dan meteen de volgende vragen:

9 Je kunt dun/niet zo dun/alleen dik met deze verf schilderen.

10 Het strijkt het best uit op

- Zet op de beschilderde stukjes de afkorting van je naam en
- Bewaar ze op school.

De volgende les bekijk je je beschilderde stukjes.

11 Op welk materiaal blijft de verf het best zitten? Op linnen/papier/hout.

12 Droogt het mooi op of komen er allemaal barstjes in? (Krakkeleren (craquelieren) heet dat).

.....

13 Zijn de kleuren hetzelfde gebleven op elk materiaal?

.....

.....

Opdracht 2 Temperaverf

Temperaverf is verf gemaakt van eigeel of van heel jonge kaas (kwark).

In de Middeleeuwen werden er vaak heiligen mee geschilderd, zoals bijvoorbeeld iconen.

A Eerst zoeken we informatie op Internet bij "The society of Tempera Painters"

Ga naar: <http://www.eggtempera.com>. Dit is een engelse site - helaas. Toch kunnen we er veel van leren.

Op deze site wordt je gewaarschuwd voor de gevaren van de kleurstoffen (pigments).

Erg giftig: highly toxic

Giftig: poisonous

Verdacht: suspected

Kankerverwekkend: carcinogen.

1 Schrijf hieronder de (vertaalde) namen op van kleurstiften (pigments) die:

erg giftig zijn:

giftig zijn:.....

verdacht kankerverwekkend te zijn:.....

B Op deze site zoeken we ook een aantal schilderijen op in de schilderijen galerij.

Klik dus in het beginscherm van de site op "Gallery" en bekijk de schilderijen in de vier galerijen.

2 Welke schilder vond je erg goed?.....

Hoe heet het schilderij dat je erg goed vond?.....

3 Wat valt je op aan de schilderijen?.....

C Ei-tempera verf maken

Op de site van de Society staat hoe dit moet bij "Preparing Pigments" - Tempering Pigments

Hieronder een vertaling daarvan.

Werkwijze:

Eerst moet je eigeel scheiden van het eiwit.

- Snijd de eierschaal half door, breek het ei nu voorzichtig open
- Laat het eiwit uit het ei lopen. Je kunt ook een eierscheider gebruiken (Blokker).
- Als alle eiwit weg is laat je de dooier op een stuk keukenpapier zakken.
- Rol de dooier wat heen en weer zodat het eiwit in het papier trekt.

Het eigeel moet in een bekersglas.

- Pak een bekersglas (een kleine) en een plastic roerstaafje.
- Laat de dooier naar een hoek van het keukenpapier zakken, snijd de dooier open
- Laat het eigeel in het bekersglas lopen.
- Doe er een paar druppels water bij. Bij een grote dooier wat meer, bijvoorbeeld een paar ml. Je mag tot eenderde water bij het eigeel doen.
- Roer goed tot het mengsel wat wittig wordt en cremig.

Nu ga je tempera-ei verf maken.

- Doe een beetje kleurstof op een stuk glas of op een petrischaaltje en giet er een beetje van het eigeel+water mengsel op. Roer.

- Op plaatsen waar het is opgedroogd moet je met een (scheer)mesje iets van het glas schrapen: als de verf kruimelt heb je te weinig ei gebruikt, krijg je een verfkruulletje dan is het goed.

Je kunt het eigeel-water mengsel bewaren in de koelkast of je kunt er een klein beetje azijn bij doen om het goed te houden.

D Testen van de verf

Je kunt nu proberen of je verf goed blijft zitten:

- Doe de verf op een stukje linnen,
- doe wat verf op een plankje,
- en doe wat verf op een stuk papier.

Als je hiermee klaar bent maak dan meteen de volgende vragen:

4 Je kunt dun/niet zo dun/alleen dik met deze verf schilderen.

5 Het strijkt het best uit op

- Zet op de beschilderde stukjes de afkorting van je naam en

- Bewaar ze op school.

De volgende les bekijk je je beschilderde stukjes

7 Droogt het mooi op of komen er allemaal barstjes in (krakkeleren (craqueleren) heet dat)?

.....

8 Zijn de kleuren hetzelfde gebleven op elk materiaal?

.....

.....

E Tempera-kwark verf maken (Tempera caseïne verf)

Werkwijze

- Meng (roer) 10 gram magere kwark met 2 gram calciumhydroxide-poeder en 3 gram krijt-poeder in een bekeerglas. Er mogen geen klontjes meer in zitten, het moet een fijn papje zijn.
- Pak een kleurstof -eerst stampen in een mortier als het niet fijn genoeg is! -
- Neem een gedeelte van het kwarkmengsel en doe dat in een bekeerglas.
- Doe de kleurstof bij het kwarkmengsel en roer, zodat je de kleur krijgt die je wil.
- Gebruik de rest van het mengsel als je meer kleuren wil.

Opmerkingen

- Deze verf wordt mooi op papier en op een muur.
- Als het beter moet 'dekken' doe er dan meer krijt bij.
- Je krijgt een prachtig kleurtje als je er fenolftaleien in doet!

Was je bekeerglas na gebruik goed schoon: deze verf hecht heel goed op glas!

Schilder iets moois op een stuk papier. Bewaar dat.

Resultaten:

- 1 Je kunt dun/niet zo dun/alleen dik met deze verf schilderen op papier.
- 2 Het strijkt goed/niet zo goed/slecht uit op papier.

Na een paar dagen:

- 3 Droogt het mooi op of komen er allemaal barstjes in (krakkeleren (craqueleren) heet dat)?
- 4 Is de verf goed blijven zitten? Ja/nee.
- 5 Is de verf verkleurd? Ja/nee.

's Werelds oudste verf ontdekt ANTWOORDEN

Benodigdheden

Kleurstoffen: in hobbyzaken kunt u kleurstoffen voor olieverf kopen, deze zijn ook bruikbaar voor de temperaverf. Ook kunt u gebruiken titaanoxide, zinkoxide en ijzer(III)oxide (de laatste is echter na morsen moeilijk te verwijderen).

Lijnolie, eieren, kwark, eventueel azijn, calciumhydroxide, krijtpoeder = calciumcarbonaat.

Papier, linnen, stukjes hout, verfkwestjes, eventueel eierscheider, keukenpapier.