

NR	TITEL	Klas	Leerstof	kernbegrippen
1	Lood in drinkwater	5 hv	redoxreacties,	oplosbaarheid, gezondheid
2	Kalkgehalte in zuivelproducten	5,6 v	biochemie/voedsel, kwantitatieve analyse	titratie, edta en murxide, practicum
3	Nitraat in drinkwater	5,6 v	kwantitatieve analyse	colorimetrie, mechanisme, mesomerie
6	Koelen in tegenstroom	5 hv	energie	koelen, tegenstroomprincipe
9	Dornier op waterstof	3 m hv	verbrandingen	verbrandingswarmte-warmte
10	Verpakkingstechnoloog	bavo	vardigheden	beroepen
11	Boeren zuiveren verzuurde lucht	4 hv	zuur-base	mening
12	Chemisch goedje voorkomt lekkend riool	5 v	redoxreacties	halfreacties
13	Veehouders werken aan schoon water	3 bavo	scheidingsmethoden	afvalwater zuiveren
14	Koffiebrander van Peeze	3,4 hv	industriële chemie	blokschema
15	Roetmeting van start	4,5 hv	kwantitatieve analyse	spectrometrie
16	Nieuwe klasse polymeren	5,6 vwo	polymeren	binding en structuur
17	Waterstof op de wadden	4,5 hv	energie	milieu, rekenen
18	Methaanbacterie breekt ammoniak af	5 v	redoxreacties	milieu, halfreacties
19	Roestig kristal	4,5 hv	verbrandingen	reactievergelijkingen, milieu, energie
20	Spoelwater niet meer de goot in	3,4 hv	scheidingsmethoden	waterzuivering, rekenen
21	Verpulverde Energie	5 hv, 6v	energie	metaalhydriden, duits artikel

24	Artificial fibre has steel on the ropes	5,6 hv	polymeren	polyamie, polyester, engels artikel
26	Concorde	4 m hv	formuletaal	reactievregelijkingen
27	Gouden geluid	4 m hv	formuletaal	stofeigenschappen

28	Lachgas	4 mhv	vaardigheden	lachgas
29	Magnesium in auto's	4 mhv	redoxreacties	elektrochemie, rekenen
30	Periodiek systeem	bavo	formuletaal	symbolen
32	Wijnvlek	bavo	scheidingsme- thoden	extractie
37	'Antivries' in witte wijn	5 v	organische naamgeving	mening

Raad waarschuwt voor lood in water

Door onze redactie wetenschappen
ROTTERDAM, 29 APRIL. Ruim tienduizend zuigelingen in Nederland kunnen gezondheidsschade oplopen door een te hoog loodgehalte in het drinkwater. Het zijn baby's die flesvoeding krijgen en in een huis met loden drinkwaterleidingen wonen. Zolang die leidingen niet zijn vervangen moeten ouders van die baby's het advies krijgen om de flesvoeding met bronwater klaar te maken.

Dit schrijft de Gezondheidsraad in een gisteren aan de ministers van Milieu en Volksgezondheid uitgebracht advies over de verlaging van de loodnorm in drinkwater.

Een iets te hoge concentratie lood in het lichaam kan gedragsstoornissen en een lager IQ veroorzaken. Deze neurologische schade kan ontstaan bij een loodname boven de 25 microgram per kilo lichaamsgewicht (een microgram is een miljoenste gram). Bij nog hogere concentraties lood ontstaat bloedarmoede door een tekort aan rode bloedcellen.

De Gezondheidsraad schaaft zich in het advies achter de Wereldgezondheidsorganisatie die

voorstelde om de norm voor lood in drinkwater te verlagen van vijftig naar tien microgram per liter. De raad heeft berekend dat bij de nieuwe norm de loodname ook bij zuigelingen in oude huizen eigenlijk nooit meer schade zal veroorzaken. In huizen met loden leidingen is de loodconcentratie meestal hoger dan de geadviseerde tien microgram per liter.

In sommige steden bestaan delen van het waterleidingnet nog uit loden leidingen. De drinkwaterbedrijven zullen die leidingen waarschijnlijk voor het jaar 2000 allemaal vervangen. In huis moet de huiseigenaar echter het initiatief nemen om de loden leiding te verwijderen en dat zal langer duren. Nieuwe waterleidingen aanleggen kost gemiddeld vijfduizend gulden per woning. In ongeveer achthonderdduizend huizen liggen nog loden waterleidingen.

In de periode van 1979 tot 1992 is het loodgehalte in het bloed van een- tot zesjarigen in Nederland met vijftig tot zestig procent gedaald. De daling wordt toegeschreven aan het verdwijnen van gelode benzine en aan het vervangen van loden waterleidingen.

Lood (en loodverbindingen) blijken zeer schadelijk te zijn voor de gezondheid. Vooral kinderen lopen veel risico.

1 Zoek in je Binas op welke risico's er zijn bij lood en loodverbindingen.

2 Leg uit hoe lood in het drinkwater komt.

Noem een reden waarom er 's ochtends het meeste lood in drinkwater zit.

3 In welke vorm verwacht je dat het lood in het drinkwater zit?

4 Geef de twee halfreacties voor het oplossen van lood.

5 Noem twee redenen waarom vroeger lood is gebruikt bij het aanleggen van drinkwaterleidingen?

Je hebt niet altijd met alle risico's van lood te maken.

6 Welke risico's (uit Binas) gelden voor het water waarin lood opgelost is?

7 Welke twee soorten schade door lood noemt het artikel?

8 Bedenk twee redenen waarom juist voor kinderen lood erg schadelijk is.

9 Waaruit kan worden afgeleid dat kinderen in Nederland de laatste tijd minder lood binnenkrijgen?

Een aantal instanties houdt zich bezig met de 'zorg om het lood'.

10 Schrijf op welke vier instanties in het artikel genoemd worden.

11 Leg uit wat wordt bedoeld met 'loodnorm'.

12 Welke verlaging van de loodnorm adviseert de Gezondheidsraad?

Waarop is dit advies gebaseerd?

Ouders wordt geadviseerd flesvoeding voor baby's met bronwater klaar te maken. In de volgende vragen reken je uit na hoeveel voedingen een baby teveel lood binnenkrijgt als ouders toch kraanwater gebruiken.

13 Stel dat voor één flesvoeding 200 ml water wordt gebruikt dat de 'oude' norm aan lood bevat.

Bereken hoeveel microgram lood de baby dan per flesvoeding binnenkrijgt.

14 Bereken ook hoeveel microgram lood de baby per flesvoeding binnenkrijgt als het water de 'nieuwe' norm aan lood bevat?

15 Reken in beide gevallen uit na hoeveel voedingen een baby van 5 kg de genoemde grenswaarde overschrijdt.

16 Bij vraag 15 ga je van een veronderstelling uit. Welke is dat?

Je wilt een test ontwikkelen om aan te tonen of het loodgehalte van drinkwater beneden de (nieuwe) loodnorm ligt. De volgende vragen spelen een rol bij het vooronderzoek.

17 Als je alleen beschikt over zwavelzuur, welke reactie komt dan in aanmerking voor de test? Wat neem je daarbij waar?

18 Je mengt gelijke delen 2,0 M zwavelzuur en kraanwater in een reageerbuis. Het water bevat de 'oude' norm aan lood.

Wat verwacht je waar te nemen? Maak een berekening.

19 En wat verwacht je voor kraanwater dat de 'nieuwe' norm bevat?

20 Reken uit welke molariteit zwavelzuur je moet gebruiken om precies het overschrijden van de 'nieuwe' norm vast te stellen.

Raad waarschuwt voor lood in drinkwater ANTWOORDEN

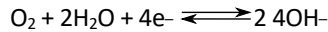
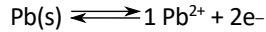
1Zie Binas, tabel 101, lood en loodverbindingen: I t/m VIII (uitgezonderd V).

2Doordat het drinkwater in aanraking komt met loden leidingen in het waterleidingnet en/of in huis.

Na een hele nacht contact (met stilstaand water) zit er meer in dan na (korte tijd) doorstromen.

3Als ion: $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$.

4Zie Binas, tabel 48:



5Lood is heel goed bestand tegen aantasting, dus de buis zal een lange levensduur hebben. Lood is bovendien buigzaam.

6De rubrieken: III, VI, VII b.

7Neurologische schade: gedragsstoornissen en een lager IQ.

Bloedarmoede door een tekort aan rode bloedcellen.

8Kinderen zijn 'in de groei': die groei wordt gestoord;

kinderen wegen minder, dus bij een kleinere dosis wordt de (concentratie)grens (microgram per kilo lichaamsgewicht) al overschreden.

9Het loodgehalte in het bloed van een- tot zesjarigen daalde in de periode van 1979 tot 1992 met 50 tot 60 procent.

10Gezondheidsraad; minister van Milieu, minister van Volksgezondheid, Wereldgezondheidsorganisatie.

11De maximaal toegestane concentratie (of hoeveelheid) lood en loodverbindingen.

12Van 50 microgram per liter naar 10 microgram per liter.

Op een voorstel van de Wereldgezondheidsraad.

$$130,200 \text{ (l)} \times 50 \text{ (}\mu\text{g/l)} = 10 \mu\text{g}$$

$$142 \mu\text{g.}$$

$$15\text{Oude norm: } 5 \text{ (kg)} \times 25 \text{ (}\mu\text{g/kg)} = 125 \mu\text{g.}$$

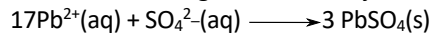
$$125 \text{ (}\mu\text{g)} / 10 \text{ (}\mu\text{g per voeding)} = 12,5 \text{ voedingen.}$$

Bij de 13^e voeding wordt dan de grens overschreden.

$$\text{Nieuwe norm: } 125 \text{ (}\mu\text{g)} / 2 \text{ (}\mu\text{g per voeding)} = 62,5 \text{ voedingen.}$$

Bij de 63^e voeding wordt dan de grens overschreden.

16Veronderstelling: al het lood blijft in het lichaam aanwezig.



Er ontstaat een wit-gekleurd neerslag.

$$18\text{In het mengsel is dan: } [\text{SO}_4^{2-}] = 1,0 \text{ M, } [\text{Pb}^{2+}] = 0,5 \cdot (50 \cdot 10^{-6} / 207) = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ M; } [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,2 \cdot 10^{-7} > K_s$$
$$(K_s = 1,6 \cdot 10^{-8})$$

Het oplosbaarheidsproduct wordt overschreden dus je mag verwachten dat er een neerslag ontstaat.

$$19[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 2,4 \cdot 10^{-8} > K_s \text{ dus (nog net) een neerslag.}$$

$$20(0,5 \cdot 10 \cdot 10^{-6} / 207) \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{in mengsel}} = 1,6 \cdot 10^{-8}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{in mengsel}} = 0,75 \text{ M}$$

$$\text{molariteit van het zwavelzuur} = 2 \times [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{in mengsel}} = 1,5 \text{ M.}$$

Toevoeging

Vraag 20 zou eventueel gevolgd kunnen worden door:

Om te controleren of je vooronderzoek in de praktijk werkt, maak je enkele loodoplossingen en test je die met 2,0 M zwavelzuur.

21Ontwerp de uitvoering van deze praktische contrôle.

Tip: Afwegen van 0,66 g loodnitraat en aanvullen tot 1,00 liter geeft een oplossing met $[\text{Pb}^{2+}] = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$.

Maak hiervan verdunningen met behulp van pipetten en maatkolven.

Schrijf op welke spullen je nodig hebt.

Noteer stap voor stap de handelingen die je gaat doen.

22Voer je plan uit en trek conclusies.

Opmerking

De praktijk blijkt ver van de theorie te liggen.

Bij een ionenproduct van

$$2,5 \cdot 10^{-4} \text{ neerslag}$$

$$2,5 \cdot 10^{-5} \text{ geen neerslag}$$

$2,5 \cdot 10^{-6}$ geen neerslag

$2,5 \cdot 10^{-7}$ geen neerslag

$K_s = 1,6 \cdot 10^{-8}$!!!!!

Kalkgehalte (Ca) in volle melk en in magere melk, yoghurt en karnemelk nagenoeg gelijk

Wij gebruiken halfvolle en magere melk. Zit er nu in magere melk evenveel calcium als in de halfvolle of volle melk? Op bepaalde merken melk wordt het calciumgehalte niet vermeld. (...)

Je kunt het gehalte aan calciumionen bepalen met EDTA, via een visuele complexometrische titratie. EDTA (ethyleendiamminetetraazijnzuur) vormt, bij de juiste pH, een 1:1 complex met Ca^{2+} .

De titratie van calciumionen in zuivel- en dieetprodukten wordt ernstig bemoeilijkt door de aanwezigheid van eiwitten en fosfaten. De complexometrische bepaling moet namelijk bij hoge pH plaatsvinden en onder deze omstandigheden vormen zich neerslagen met calcium-ionen.

Een oplossing voor dit probleem kan worden gevonden door het uit de melk verwijderen van deze storende componenten, maar dit is een bijzonder tijdrovend proces.

De onderstaande bepaling maakt daarom gebruik van het feit dat calcium-ionen bij lage pH in een overmaat EDTA kunnen worden ingevangen, waarna men deze overmaat EDTA bij hogere pH kan bepalen.

Uitvoering

- Breng 10,00 ml zuivelproduct in een erlenmeyer en voeg 25,00 ml 0,1000 M EDTA-oplossing toe.
- Zwenk het mengsel grondig gedurende 2 minuten.
- Voeg nu 13 ml 0,5 M kaliloog en 2 ml $\text{Mg}(\text{EDTA})^{2-}$ toe. Deze laatste oplossing voeg je toe om een betere kleuromslag te kunnen zien. Meng door de erlenmeyer met inhoud te zwenken. Voeg een klein schepje Murexide als indicator
- Titreer het mengsel met 0,1 M calciumchloride, waarvan de concentratie exact bekend is, tot de kleur omslaat van violet naar rood.
- Voer de bepaling in DUPLO uit.
- Voer een blanco-bepaling uit, zo mogelijk in DUPLO.

Voer de bepaling uit voor de in het artikel genoemde zuivelproducten.

Klopt de uitspraak in het artikel?

Kalkgehalte in zuivelproducten ANTWOORDEN

Benodigdheden

- 0,1000 M EDTA-oplossing, 37,22 g $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ oplossen tot 1,000 liter oplossing
- 0,1000 M calciumchloride-oplossing, 14,70 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ aanvullen tot 1,000 liter oplossing
- $\text{Mg}(\text{EDTA})^{2-}$ -oplossing: 0,2033 g $\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ oplossen tot 100 ml oplossing. Meng de magnesiumchloride-oplossing met een gelijk volumedeel 0,010 M EDTA-oplossing
- 0,5 M kaliloog,
- murexide, meng 0,1 g murexide met 30 g kaliumchloride

Met het voorschrift is vergeleken halfvolle melk en calciumplus-halfvolle melk.

Verbruik

blanco 25,9

halfvol 23,2

calciumplus 22,0

Dit leidt tot een calciumgehalte van 108 mg in gewone halfvolle melk en van 156 mg in calciumplusmelk. Op de pakken staat respectievelijk 120 mg en 180 mg vermeld.

Zonder het gebruik van $\text{Mg}(\text{EDTA})^{2-}$ -oplossing heb je te maken met een slepende kleuromslag.

Minister over nitraat in Brabant: Zout grondwater geen reden voor omgooien beleid

Van onze Haagse redactie

DEN HAAG – De hoge concentraties nitraat (zout) in het Brabantse grondwater vormen voor minister De Boer (PvdA, Milieu) geen reden haar 'nitraat-actieplan' te wijzigen. Dit antwoordt de minister op schriftelijke vragen van GroenLinks-Kamerlid Vos. Uit onderzoek van het provinciaal meetnet bodemkwaliteit is gebleken dat onder Brabantse landbouwgronden twee- tot driemaal zoveel nitraat in het grondwater zit dan de Europese norm voor drinkwater. Dat is voor een deel het gevolg van bemesting. Ook het weer speelt mee: als het veel regent vermindert de concentratie aanzienlijk.

In drinkwater mag volgens de Europese richtlijnen 50 milligram nitraat per liter zitten. Onder 50 procent van de on-

derzochte Brabantse waterlagen onder landbouwgrond zijn echter concentraties van meer dan 100 mg. aangetroffen. In een kwart van de gevallen werden zelfs concentraties hoger dan 150 mg. gevonden.

De verhoogde concentraties zijn overigens ook in Utrecht aangetroffen, aldus minister De Boer.

Of deze gegevens ook gelden voor de rest van Nederland kan de minister nog niet zeggen. Alleen in Utrecht wordt het grondwater sinds 1992 stelselmatig onderzocht op het nitraatgehalte. Dat onderzoek is pas onlangs ook begonnen in Brabant, Groningen, Friesland, Drenthe, Flevoland en Zuid-Holland. In Gelderland en Noord-Holland is het in voorbereiding.

Drinkwater mag niet teveel nitraat bevatten.

1Hoeveel nitraat mag er maximaal in zitten?

2Waardoor wordt dit geëist?

3Bedenk de reden waarom dit wordt geëist. Eventueel kun je dit in de literatuur opzoeken.

4Wat heeft het onderzoek van grondwater hiermee te maken?

5Welke instantie heeft het grondwater onderzocht?

6Welke gegevens heeft dit onderzoek opgeleverd?

7Welke oorzaak wordt verondersteld voor de verhoogde nitraat-concentraties?

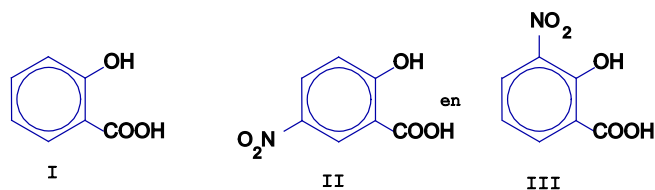
Je leest vaak in de krant over de norm van nitraatgehalten. Hoe de bepaling van het nitraatgehalte in zijn werk gaat komt vaak niet aan bod.

Het nitraatgehalte van (grond)water kan bijvoorbeeld worden bepaald door gebruik te maken van colorimetrie.

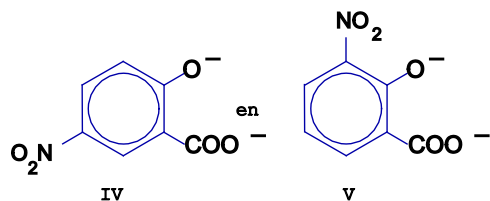
Het hier volgende gedeelte van de opgave gaat over deze bepaling.

Principe van de bepaling

Nitraationen kunnen salicylzuur (zie I) in zuur milieu nitreren. De reactieproducten (zie II en III) geven in basisch milieu de oplossing een gele kleur.



Als de reactieproducten grotendeels in hun basische vorm (zie IV en V) voorkomen, is de intensiteit van de kleur een maat voor de nitraationen-concentratie.



Vorming van de gekleurde stof

Een kleine portie van het te onderzoeken water (5,00 ml) wordt gemengd met een overmaat salicylzuur. Aan het mengsel wordt geconcentreerd zwavelzuur toegevoegd (2,0 ml 18 M). Na 10 minuten wordt natronloog toegevoegd (15 ml 10 M). De oplossing wordt afgekoeld en aangevuld tot 100,0 ml met gedestilleerd water.

Deze oplossing kan worden gemeten.

8 Toon met een berekening aan dat de gevormde nitroverbinding geheel als base aanwezig is als een monster drinkwater 50 mg NO_3^- per liter bevat.

Colorimetrie

Door een glazen buisje met de gekleurde oplossing gaat licht met een gekozen golflengte. De oplossing absorbeert een deel van het licht. Hoeveel dat is hangt af van de intensiteit van de kleur en (dus) van de concentratie van de gekleurde stof in de oplossing. De extinctie E van de oplossing is dan een maat voor de nitraationen-concentratie.

9 Welke kleur licht moet worden gekozen?

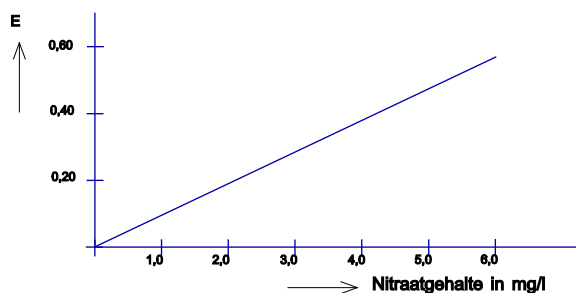
Welke golflengte is dit ongeveer?

10 Waarom is de extinctie E van de gekleurde oplossing een maat voor de nitraationen-concentratie?

Meetresultaten

Voor het onderzochte watermonster werd gevonden dat $E = 0,18$.

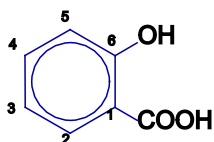
Een aantal oplossingen met bekend nitraatgehalte is op dezelfde manier bewerkt als het onderzochte watermonster. In de grafiek zijn de gemeten E-waarden uitgezet tegen het nitraatgehalte.



11 Bereken het NO_3^- -gehalte in het onderzochte watermonster in mg NO_3^-/l .

De nitreringsreactie nader bekeken

Om de plaatsen aan de ring in het salicylzuur-molekuul aan te duiden gebruiken we de nummering die hieronder is weergegeven.



12 Geef de systematische naam van salicylzuur.

In zuur milieu ontstaat uit het NO_3^- -ion het nitrylkation NO_2^+ . De nitrering van salicylzuurmolecuul verloopt via elektrofile substitutie.

De vraag is op welke positie in het salicylzuurmolecuul het NO_2^+ -ion dan zal aanvallen. Daarvoor kijken we eerst naar fenol, daarna naar benzeencarbonzuur en als laatste naar salicylzuur.

13 Teken de vijf mesomere structuren van het fenol-molecuul.

14 Leg uit op welke positie(s) bij fenol elektrofile substitutie zal plaatsvinden door het NO_2^+ -ion.

15 Teken de zeven mesomere structuren van benzeencarbonzuur (fenylmethaanzuur).

16 Leg uit op welke positie(s) bij benzeencarbonzuur elektrofile substitutie zal plaatsvinden door het NO_2^+ -ion.

17 Gebruik je antwoorden op de vragen 13 en 15 om uit te leggen welk(e) product(en) ontstaat(n) bij de nitrering van salicylzuur.

18 Teken de structuurformule(s) bij vraag 17.

Geef ook de rationele naam van het (de) product(en).

Nitraat in drinkwater ANTWOORDEN

1 Maximaal 50 mg per liter.

2 Door de Europese norm voor drinkwater.

3 Veel nitraat binnenkrijgen is schadelijk voor de gezondheid. Nitraat wordt in het lichaam omgezet in het veel giftigere nitriet.

4 Drinkwater wordt in veel streken uit grondwater bereid.

5 De provincie / Het provinciaal meetnet bodemkwaliteit.

6 Brabant: onder landbouwgronden twee- tot driemaal de Europese norm.

In 50% van de gevallen > 100 mg/l.

In 25% van de gevallen > 150 mg/l.

Utrecht: Verhoogde concentraties aangetroffen.

7 (Voor een deel) het gevolg van bemesting.

$850 \text{ mg NO}_3^-/\text{l} \equiv 50 \cdot 10^{-3} / 62,0 \text{ mol NO}_3^-/\text{l} = 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol NO}_3^-/\text{l}$.

$5,00 \text{ ml monster} \equiv 5,00 \times 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ mmol NO}_3^- \equiv 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mmol II+III}$.

$15 \text{ ml } 10 \text{ M natronloog} \equiv 150 \text{ mmol OH}^-$

$2,0 \text{ ml } 18 \text{ M H}_2\text{SO}_4 \equiv 2 \cdot 2,0 \cdot 18 = 72 \text{ mmol H}_3\text{O}^+$

Er is dus voldoende OH^- aanwezig om zowel de H_3O^+ van H_2SO_4 als de verbindingen II+III om te zetten.

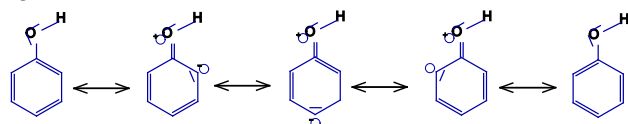
9450 - 480 nm (zie Binas-tabel 19A).

10 Omdat de nitraationen-concentratie in de portie van het monster bepaalt hoeveel salicylzuur er genitreerd kan worden.

11 $E = 0,18 \rightarrow 5$ uit de grafiek volgt dan $1,9 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$; deze oplossing is echter 20 maal verdund, dus het oorspronkelijke monster is 20 maal zo geconcentreerd: $38 \text{ mg NO}_3^-/\text{l}$.

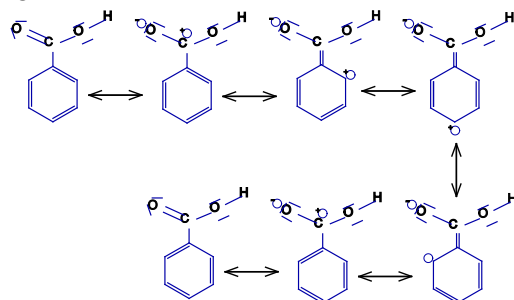
12 2-hydroxybenzeencarbonzuur

13



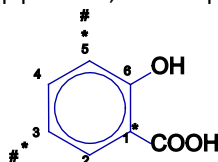
14 Elektrofiele substitutie: aanval door X^+ . Bij fenol op posities 2 en 4, want deze zijn iets negatief.

15



16 Aanval door het NO_2^+ -ion zal plaats vinden op positie 3, daar de posities 2 en 4 iets positief zijn.

17



Bij het fenol-molecuul zou het NO_2^+ -ion aanvallen op de posities met * (de negatieve plaatsen op de ring, gezien vanuit de OH groep (zie vraag 13)).

In het salicylzuurmolecuul is één van deze posities niet mogelijk doordat daar de COOH groep aanwezig is. De

aanval vindt dus plaats op de overige twee posities, aangegeven met #, dus op de posities 3 en 5.
Producten: vooral met de NO₂ groep op de posities 3 en 5.
18Zie de opgave, structuren II en III.
Positie 3: 2-hydroxy-3-nitrobenzeencarbonzuur.
Positie 5: 2-hydroxy-5-nitrobenzeencarbonzuur.

Opmerkingen

Eerdere opgaven:

Zie ook eerdere Chemie-Aktueels over het onderwerp 'nitraat':
24 (mei '97)'Nitraat / koeien dood'
21 (mei '96)'Nitraat in rivierwater'.

Voorschrift experiment:

Voor de uitvoering van het experiment verwijzen we naar het artikel "Bepaling van het nitraatgehalte van water" door *P.J. de Rijke en W. v.d. Veer* (RIS-publicatie XXX) in het NVON Maandblad d.d.???

Bij dit artikel willen we nog wel een kanttekening plaatsen:

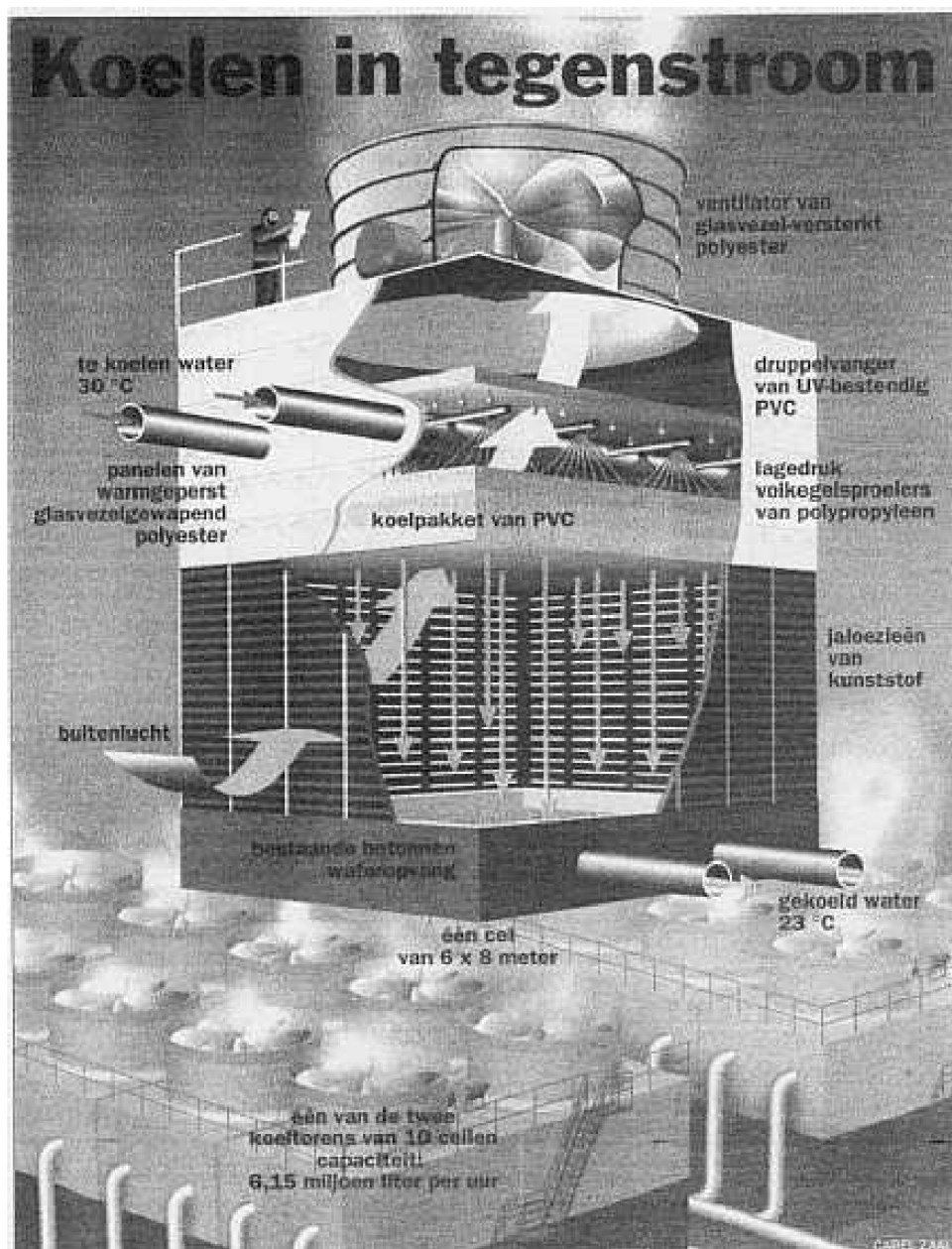
De gepresenteerde metingen liggen voor het grootste deel bij een te hoge E-waarde (en daardoor niet meer in het lineaire gebied van de ijkgrafiek).

We raden aan om de concentraties voor de ijkgrafiek zó te kiezen, dat de extinctiewaardes hooguit $E = 0,50$ zullen zijn. Dit kan worden bereikt door de concentratie van de natriumnitratoplossing te halveren (343 mg NaNO₃ oplossen en aanvullen tot 1,000 l) en hiervan 5, 10, 15, 20 en 25 ml te pipetteren in de maatkolfjes van 50 ml).

De standaardoplossingen bevatten dan respectievelijk 25, 50, 75, 100 en 125 mg NO₃⁻/l.

Voor drinkwateronderzoek zijn de in het artikel genoemde watermonsters van 20 ml te verkiezen i.v.m. het meestal lage nitraatgehalte van het drinkwater.

Voor grondwateronderzoek is het kiezen van kleinere monsters aan te bevelen (bij de gehalten die het krantenartikel noemt kan meestal zelfs met 2 ml worden volstaan).



HENK TOLSMA

Polacel in Doetinchem gaat voor DSM twee grote koeltorens bouwen, van elk 31x16x11,4 m (lxbxh). Elke toren is opgebouwd uit tien cellen (twee keer vijf met de rug tegen elkaar) van elk 6x8 meter. Eén koeltoren kan per

uur 6150 m³ water koelen van 30,3 graden naar 23 graden Celsius. De torens die op het complex in Geleen verrijzen, dienen voor koeling van proceswater, zodat dit opnieuw kan worden gebruikt. De koeltorens werken volgens het tegenstroomprinci-

pe: water wordt van boven af in de koeltoren gevoerd, lucht wordt van onderaf aanzogen door een boven in de toren geplaatste ventilator. Het vallende water geeft door verdamping en stroming warmte af aan de langsstromende lucht. Vijf procent van het water verdampt.

1 Geef in een schematische tekening aan wat er in de koeltoren gebeurt.

In de koeltoren koelt men via het *tegenstroom*principe. Je kunt ook koelen via het *meestroom*principe: in dit geval zouden lucht en te koelen water in dezelfde richting gaan. Het *tegenstroom*principe geeft in het algemeen een betere koeling.

2 Leg uit waarom bij het tegenstroomprincipe een betere koeling mogelijk is dan bij het meestroomprincipe.

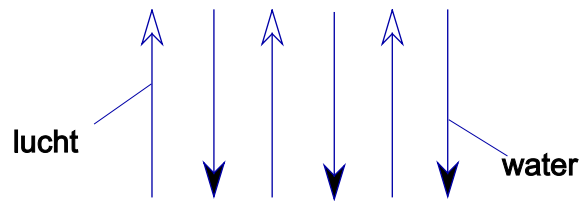
In de derde klas heb je zelf gedestilleerd of een destillatie-opstelling gezien.

3 Wordt hierbij gebruik gemaakt van het tegenstroomprincipe of het meestroomprincipe? Licht je antwoord toe.

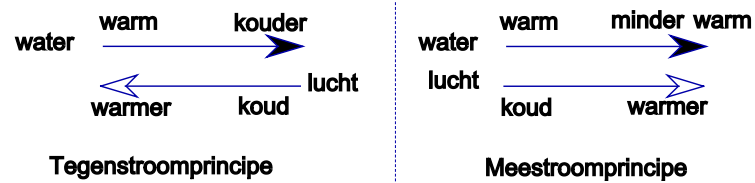
4 Bereken hoeveel warmte er per koeltoren per uur moet worden afgevoerd. Je mag hierbij de verdamping buiten beschouwing laten

Koelen in tegenstroom ANTWOORDEN

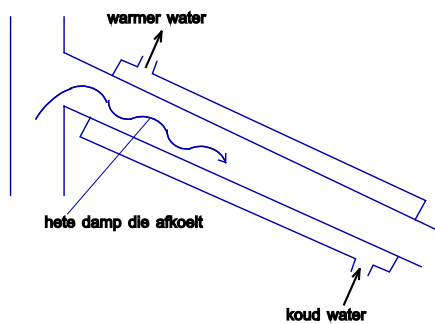
1



2 Bij het tegenstroomprincipe komt het te koelen water steeds koudere lucht tegen. Bij het meestroomprincipe zal het temperatuurverschil tussen het water en de lucht steeds kleiner worden, dus minder efficiënte koeling.



3



Het tegenstroomprincipe. De hete damp die moet worden afgekoeld beweegt tegen de stroomrichting van het water in.

$$4Q = m \cdot c \cdot \Delta T.$$

$$6150 \text{ m}^3 \text{ water} \equiv 6150 \cdot 0,998 \cdot 10^3 = 6138 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$Q = 6138 \cdot 10^3 \cdot 4,18 \cdot (30,3 - 23) = 1,88 \cdot 10^8 \text{ kJ}$$

Dornier wil in 2000 vliegen op waterstof



• *Het toestel waarmee Dornier volgend jaar wil gaan experimenteren.*

FOTO AVIVA

Als het aan de Duitse vliegtuigbouwer Dornier ligt, vliegt in 2000 het eerste lijnvliegtuig op waterstof. De Duitsers gaan een Do-328 passagiersvliegtuig met straalmotoren ombouwen tot technologie-demonstrator. Volgens onderzoek is waterstof een veilige en vooral milieuvriendelijke brandstof.

Waterstof noemen geeft vrijwel direct de gedachte aan de ramp met het luchtschip de Hinden-

burg op 6 mei 1937 met 34 dodelijke slachtoffers. Tot die tijd waren er echter 50.000 passagiers veilig vervoerd met behulp van waterstofgas. Hoewel een tragisch voorval, liet het ongeluk ook een van de voordelen in de ogen van wetenschappers zien, de 200.000 kubieke meter gas

brandde op zonder te exploderen. Opmerkelijk genoeg verbrandt waterstof vrijwel zonder stralingswarmte, waardoor materiaal

en zelfs passagiers achter een aluminiumhuid een fikse overlevingskans hebben.

Dornier (onderdeel van Dasa) begint eind volgend jaar aan de ombouw van een Dornier 328 passagiersvliegtuig voor 50 personen. Sinds 1988 vliegt een Russisch Tupolev 155-toestel met een motor op waterstof. Duitsers en Russen werken nauw samen op dit gebied, want zij zien de toevoer van aardolie tussen 2020 en 2040 teruglopen en de prijzen van brandstoffen enorm oplopen. Tijd voor een andere brandstof, waarbij waterstof in hun ogen een goede kans maakt.

1 Leg uit of jij het eens bent met de uitspraak uit het artikel 'waterstof is een veilige en milieuvriendelijke brandstof'.

2 Geef de reactievergelijking voor de verbranding van waterstof.

Waterstof verbrandt zonder te exploderen.

3 Wat versta je onder een explosie?

De verbrandingswarmte van waterstof is $1,08 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$.

4 Bereken de hoeveelheid warmte die vrijkomt bij de verbranding van 200.000 m^3 waterstofgas.

Als je 1 liter water verwarmt van 20 °C tot 100 °C heb je daar 334 kJ voor nodig.

5 Bereken hoeveel liter water je kunt verwarmen van 20 °C tot 100 °C met de warmte die vrijkomt bij de verbranding van 200.000 m³ waterstof.

(Als je geen antwoord hebt bij vraag 4 neem dan $50 \cdot 10^{10}$ J.)

Het luchtschip de Hindenburg was een zogenaamde zeppelin. Waterstofgas zorgt voor het dragend vermogen van de zeppelin. Sinds het ongeluk met de Hindenburg gebruikt men heliumgas in plaats van waterstofgas.

6 Waarom kan men voor de Dornier geen heliumgas gebruiken?

Dornier op waterstof ANTWOORDEN

1Als argumenten voor: geen afvalgassen, zoals SO_2 en NO_x , geen CO_2 ; tegen: de brandbaarheid



3Een verbranding van alle brandstof in zeer korte tijd, die tot een drukgolf leidt.

$$4200.000 \times 10,8 \cdot 10^6 = 21,6 \cdot 10^{11} \text{ J.}$$

$$521,6 \cdot 10^{11} \text{ J} / 334 \cdot 10^3 = 6,47 \cdot 10^6 \text{ liter water.}$$

6Heliumgas is een edelgas en dit gas kan men niet verbranden. In de zeppelin wordt het als dragend gas gebruikt. De Dornier heeft een brandstof nodig, waterstof kan wel verbranden.

7-

VERPAKKINGSTECHNOLOOG OPGAVEN

AllerHande (Albert Heijn), maart 1997

NIETS ONTSNAPT AAN HET OOG VAN DE VERPAKKINGSTECHNOLOOG

Veel artikelen die u in de winkel koopt, zijn verpakt. Al die doosjes, pakken, zakjes, blikken,

potten en flessen leveren samen een hoop afval op. Ongeveer een vijfde van het huishoude-

lijk afval in Nederland bestaat uit verpakkingen. **Elke verpakking wordt kritisch bekeken**

Albert Heijn streeft ernaar om het milieu op dit gebied zo min mogelijk te belasten en heeft

voor dat doel al jaren in de persoon van John Roos een verpakkingstechnoloog in dienst.

Alle producten worden van tijd tot tijd in een nieuw jasje gestoken. Ook de artikelen van het AH-merk. Het beoordelen van deze nieuwe verpakking is de taak van de technoloog. Die stelt vast aan welke eisen de verpakking moet voldoen om het product te beschermen. Want dat de kwaliteit daarvan behouden moet blijven, staat voorop. Daarnaast onderzoekt de verpakkingstechnoloog hoe hij het product zo kan verpakken dat het een minimale belasting voor het milieu oplevert.

BESPAREN OP MATERIAAL
Helaas zijn er nog altijd veel vragen over de milieu-aspecten van verschillende verpakkingsmaterialen. Vragen waar de wetenschap nog geen eenduidig antwoord op heeft gegeven. Er is dan ook geen overeenstemming over welke materialen nu vanuit milieu-oogpunt de voorkeur verdienen. Albert Heijn hanteert daarom al jaren als richtlijn voor de leveranciers van de artikelen van het AH-merk om zo min

mogelijk verpakkingsmateriaal te gebruiken.

WEGLATEN VAN VERPAKKING
Als een product geen bescherming nodig heeft, laat Albert Heijn de verpakking ervan helemaal achterwege. Daarom zitten huishoudelijke artikelen als de flesopener, het theezeeffje en de set houten lepels niet langer meer in een kartonnen verpakking. Dit levert een enorme besparing aan karton op. Soms is het mogelijk om een onderdeel van de verpakking weg te laten. Zo ontbreekt de plastic capsule bij de literflessen huiswijn. Die beschermt de kurk enigszins tegen uitdroging. Maar dat is bij deze wijn overbodig, omdat die na het bottelen niet jaren in een wijnkelder ligt, maar snel na aankoop wordt gedronken.

LICHTER MATERIAAL
Bij producten die wel beschermd moeten worden, onderzoekt de verpakkingstechnoloog hoe hij zoveel mogelijk kan besparen op materiaal. Vaak kan hij een lichter materiaal kiezen, bij-

voorbeeld dunner karton of een lichtere kunststof. Zo gebruikt Albert Heijn sinds een aantal maanden iets dunnere broodzakken waarin u het brood toch even goed kunt bewaren. Door deze besparing is er jaarlijks 27.000 kilo minder kunststof nodig. Ook de Perla oploskoffie zit tegenwoordig in een milieubewustere pot. Niet alleen zijn de kunststof deksels lichter maar ook het glas van de potten is dunner. Hiervoor is 25 procent minder glas nodig, een jaarlijkse besparing van meer dan 65.000 kilo glas. Die besparing is mogelijk omdat de glasleveranciers tegenwoordig in staat zijn om lichtere flessen en potten te maken die toch sterk genoeg zijn. Dit is een ontwikkeling die Albert Heijn heeft gestimuleerd door hier bij haar leveranciers op aan te dringen.

KLEINERE VERPAKKING
De verpakkingstechnoloog kijkt ook of een product niet compacter en efficiënter verpakt kan worden. Zo is de Engelse-theeverpakking met

2 cm ingekort en ook het hagelslagdoosje is tegenwoordig iets kleiner. Daar zat eerst een loze ruimte in omdat de korrels na het afvullen weer inklonken. Door nu de doosjes tijdens het vullen te laten trillen, kan dezelfde 400 gram hagelslag in een compacter doosje.

RECYCLEN
Bij het hagelslagdoosje heeft Albert Heijn ook de aluminiumschenkruit vervangen door een kartonnen exemplaar, evenals bij andere strooidoosjes. Hierdoor kan de verpakking nu in zijn geheel in de papierbak. Want Albert Heijn dringt er bij haar leveranciers niet alleen op aan om te besparen op verpakkingsmateriaal maar ook om zo min mogelijk onderdelen of bestanddelen te gebruiken die het recyclen van de verpakking bemoeilijken. De verpakkingstechnoloog kijkt dan ook kritisch naar de lijmen, inkten en coatings die worden gebruikt voor de verpakking. (...)

In het artikel worden een aantal taken van een verpakkingstechnoloog genoemd.

1 Vul in de volgende 'spin' de taken van een verpakkingstechnoloog in.



Hier staan een aantal eigenschappen genoemd die misschien voor een verpakkingstechnoloog van belang zijn.

- Je bent bereid hard te werken.
- Je kunt goed omgaan met mensen.
- Je bent bereid met mensen samen te werken.
- Je kunt verantwoordelijkheid dragen.
- Je werkt nauwkeurig en geconcentreerd.
- Je kunt je goed mondeling en schriftelijk uitdrukken.
- Je bent inventief.
- Je hebt ruimtelijk inzicht
- Je bent creatief.
- Je bent handig.

2 Noem drie eigenschappen die je volgens jou moet hebben om als verpakkingstechnoloog werkzaam te kunnen zijn.

3 Welke van die eigenschappen heb jij volgens je buurman/vrouw?

4 Welke van die eigenschappen heb je volgens jezelf?

5 Zou jij verpakkingstechnoloog willen worden. Waarom?

6 Wat moet een verpakkingstechnoloog van scheikunde weten? Licht je antwoord toe.

7 Zoek uit hoe je verpakkingstechnoloog kunt worden.

Verpakkingstechnoloog ANTWOORDEN

1-vaststellen aan welke eisen de verpakking moet voldoen om het product te beschermen

-het product zo verpakken dat je minimale belasting hebt voor milieu

-zo min mogelijk verpakkingsmateriaal gebruiken

-weglaten van de verpakking

-besparen op materiaal, door lichter materiaal te kiezen en kleinere verpakkingen

-of materiaal recyclebaar is.

2-

3-

4-

5-

6Ja, je moet op de hoogte zijn van stoffeigenschappen van verpakkingsmaterialen en de stoffen in de verpakking.

6-

7

Oogst, 15 november 1996

Boeren zuiveren verzuurde lucht

Het volgende hoofdstuk in het conflict tussen boeren en overheid: de eerste boeren die de opgave van mestgegevens boycotten, staan nu voor de rechter. De groep kritische chemici die zich verdiepte in de uitwerking van ammoniak in het milieu, benijdt de rechters niet. De chemici zouden geen enkele boer veroordelen op gronden die zo zwak zijn als die waarvoor de boeren thans 'als criminelen' terechtstaan. Ammoniak plus landbouwkalk ruimen onze zure deposities op de gronden van de boer op. De boer zuivert onze verzuurde lucht.

Fosfaat heeft met verzuring niets van doen. Het verwijt aan fosfaat is dat het een vermestende uitwerking heeft op het oppervlaktewater en daardoor algengroei veroorzaakt, met als gevolg verstikking van het leven in meer en plas bij afsterven van de algen. Dat is juist, maar waar komt dit vermestende fosfaat vandaan? Wist u dat de mest van 16 miljoen mensen en hun huisdieren via de rioolwaterzuivering, zonder ontfosfatering, regelrecht naar het oppervlaktewater gaat? Eerst nu begint men met de ontfosfatering in ontwikkeling te brengen. Overigens zijn er visserijbiologen die beweren dat de overvloedige algen in de binnenwateren bij voldoende spuien dienen als visvoer op zee.

Het verhaal van fosfaatbemesting in de landbouw wijst totaal niet op uitspoeling naar oppervlaktewater. Alleen bij onzorgvuldige fosfaatbemesting kan

er sprake zijn van 'afspoeling'. In de eerste plaats is het bekend dat fosfaat in de bodem weinig beweeglijk is. Er wordt geadviseerd dichtbij de plantenwortel te bemesten. Fosfaat dat in sterke mate wordt gefixeerd door metaalionen, kan in lengte van dagen ter plekke blijven. Fosfaat is een *blijver* en daarom juist geschikt voor controle van de bemesting. Verder vindt men dat overmaat aan fosfaat de plant niet schaadt.

De bodem behoeft ons inziens niet beschermd te worden tegen verhoging van het fosfaatgehalte. Vermoedelijk zullen bepaalde grove zandgronden juist met klei-achtige fosfaten verbeterd kunnen worden. Het begrip fosfaatverzadigde gronden is slechts gebaseerd op willekeur. Wij kweekten gras op een grond die voor bijna 100 procent uit ijzerfosfaat bestond. De overheid doet met haar regelgeving alsof alle gronden gelijk zijn en gaat voorbij aan de uiteenlopende fosfaatfixatie. Het is de vraag of er op sterk fixerende gronden nog wel fosfaat voor de planten beschikbaar is.

Wij wensen de rechters veel sterkte bij hun uitspraak over de boycottende boeren!

Dr. G.J. de Jong

Enschede

(lid Kritische Chemici en

Heidelberger Appeal Nederland)

Dr. G.J. de Jong schrijft dat ammoniak en landbouwkalk onze zure deposities (=neerslag) opruimen.

1Leg uit dat ammoniak en landbouwkalk onze zuren (HZ) kunnen 'opruimen'. Licht toe met reactievergelijkingen.

Na de reacties uit vraag 1 komt er nog een proces. Als ammoniak, of ammonium, in de bodem terecht komt, wordt het door bacteriën omgezet in salpeterzuur. Voor dit proces is ook zuurstof nodig.

2Geef de reactievergelijkingen van deze omzettingen.

3Leg uit dat de base ammoniak wel degelijk een verzurend effect op de bodem kan hebben.

Een ander probleem is de fosfaatbemesting van het oppervlaktewater.

4Waarom kan zo'n overbemesting tot een massale vissterfte leiden? Leg duidelijk uit.

5Hoe zou in een rioolwaterzuiveringsinstallatie, een RWZI, het overvloedige fosfaat verwijderd kunnen worden? Licht toe met een reactievergelijking.

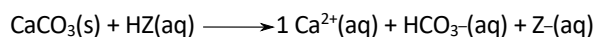
Fosfaatbemesting in de bodem leidt niet tot 'afspoeling' naar het oppervlaktewater.

6Welke reden wordt aangegeven dat 'fosfaat' niet kan 'afspoelen'?

7Welke fosfaat-zouten zullen in de bodem gefixeerd zijn? Bedenk daarbij dat de volgende metaalionen in de bodem voorkomen: aluminium-, calcium-, kalium-, natrium- en ijzer(III)ionen.

'Fosfaat is een blijver' schrijft dr. G. de Jong. Deze voorstelling van zaken is niet geheel juist. In (te) zure landbouwgrond kan er wel degelijk uitspoeling van fosfaat plaatsvinden. Ter verduidelijking eerst een voorbeeld.

Calciumcarbonaat in de bodem kan ten gevolge van zure regen uitspoelen. Daarbij verloopt de volgende reactie:



8 Leg uit waarom calciumcarbonaat op deze manier kan uitspoelen.

Uit fosfaatzouten kunnen goed oplosbare diwaterstoffosfaationen worden gevormd.

9 Geef de reactievergelijking tussen een slecht oplosbaar fosfaatzout en zure landbouwgrond. Stel zure landbouwgrond voor met HZ.

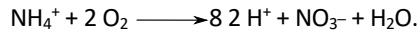
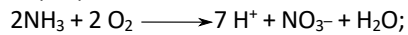
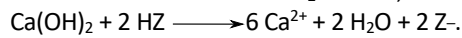
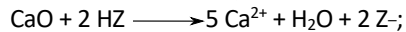
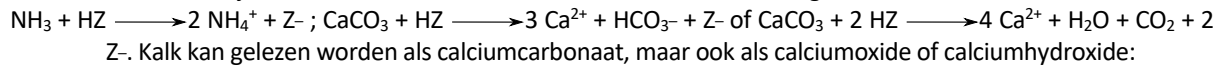
10 Is fosfaat dus een blijver? Licht je antwoord toe.

In het artikel vindt een nogal eenzijdige voorstelling van zaken plaats.

11 Schrijf een brief aan dr. G.J. de Jong waarin je naar voren brengt dat je het niet helemaal eens bent met zijn verhaal. Onderbouw je betoog met een chemische uitleg, zonder hierbij reactievergelijkingen te gebruiken.

Boeren zuiveren verzuurde lucht ANTWOORDEN

1 Ammoniak en kalk zijn beide basische stoffen en kunnen dus met zuren reageren:



3 Ammoniak wordt in de bodem omgezet in een sterk zuur, salpeterzuur. Hierdoor wordt de bodem steeds zuurder.

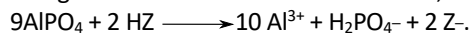
4 Door de overbemesting krijg je een overmatige algengroei. Uiteindelijk zullen de algen massaal afsterven. Voor de afbraak van de algen is heel veel zuurstof nodig. Hierdoor ontstaat een zuurstofgebrek in het water, waardoor de vissen sterven.

5 Bijvoorbeeld: een ijzer(III)chloride-oplossing toevoegen waardoor het fosfaat als ijzer(III)fosfaat neerslaat: $\text{Fe}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \longrightarrow 9 \text{FePO}_4$.

6 Fosfaat is in de bodem weinig beweeglijk omdat het wordt gefixeerd door metaalionen.

7 Slecht oplosbare fosfaten, zoals aluminiumfosfaat, calciumfosfaat en ijzer(III)fosfaat.

8 De gevormde waterstofcarbonationen, HCO_3^- , geven géén neerslag met calciumionen.



10-

11 Aspecten die in de brief naar voren kunnen komen:

Dr G. de Jong gaat voorbij aan het feit dat in de bodem ammoniak/ammonium omgezet wordt in salpeterzuur. Hierdoor treedt een sterke verzuring van de bodem op. Nitraat spoelt zeer makkelijk uit en kan in het grondwater/drinkwater terecht komen. Nitraat is in hoge concentraties giftig voor de mens. In verzuurde grond kan fosfaat overgaan in het beter oplosbare diwaterstoffosfaat dat kan uitspoelen. Het gaat bij fosfaat om het feit dat er een overbemesting kan ontstaan, dus dat er een teveel aan fosfaat ongecontroleerd in het oppervlaktewater terecht komt.

De Gelderlander, 21 oktober 1996

Chemisch goedje voorkomt lekkend riool

Door onze verslaggever

RIJK VAN NIJMEGEN – Een chemisch goedje gaat wellicht in de nabije toekomst de riolering van heel wat gemeenten in het Gelders rivierengebied beschermen. Het spul, calciumnitraat, wordt ingezet omdat het de aantasting van betonnen buizen zou voorkomen. En dat kan aardig wat schelen in de portemonnee. In Noorwegen zijn er al prima resultaten mee behaald, zo weten ze bij het Zuiveringschap Rivierenland.

Het afvalwater dat we met z'n allen produceren bevat zwavelwaterstof, herkenbaar aan de lucht van rotte eieren. Zo gauw dat geen zuurstof meer vindt, zet het zich om in zwavelzuur: een bijtend gemeen goedje dat beton aanvreet.

Omdat afvalwater door persleidingen wordt gestuwd en dus een tijd lang zuurstofloos is, is de vorming van zwavelzuur eigenlijk gegarandeerd. En dus ook de aantasting van beton als het water ten slotte in rioolbuis of zuiveringsinstallatie aankomt.

Reparaties

Het zuiveringschap heeft in de jaren tachtig al ruim vijf miljoen gulden moeten besteden aan reparaties bij zuiveringsinstallaties. Nog maar onlangs is daarvoor opnieuw een half miljoen gulden uitgetrokken, vanwege de veronderstelling dat er voorlopig nog geen kruid zou zijn gewassen tegen het venijnige zwavelwaterstof.

De oplossing is nu mogelijk toch voorhanden. De toevoeging van calciumnitraat kan aan de 'betonrot' een einde maken, hoopt het zuiveringschap. Het zou ervoor zorgen dat het afvalwater zelfs in de persleiding van zuurstof blijft voorzien; dan kan er dus geen zwavelzuur ontstaan.

Als dit middel inderdaad blijkt te werken, kan dat veel geld schelen. Dat al die miljoenen kunnen worden bezuinigd, is echter te veel gezegd. „Soms kan het toch voordeliger zijn om de riolering van een coating te voorzien”, zegt een woordvoerder van het zuiveringschap. „Dan ben je

voor jaren en jaren van de kosten af, terwijl de calciumnitraat dag na dag moet worden toegevoegd. Dat wordt straks per situatie bekeken.”

Onschadelijk

De zegsman verklaart dat de chemische vloeistof niet giftig is. „Je moet het niet gaan drinken, maar je kunt het wel met je hand aanraken. En wat er aan het eind overblijft, is compleet onschadelijk.” Het dorp Rijswijk in de Betuwe gaat als 'proefkonijn' dienen. Daar is bij een rioolgemaal-tje een ondergrondse tank gebouwd voor de calciumnitraat. Al het afvalwater uit het dorp komt langs dit gemaal, om vervolgens via een persleiding naar de zuiveringsinstallatie in Eck en Wiel te worden getransporteerd. Het schap heeft 40.000 gulden neergeteld voor de installatie van de tank, het leggen van leidingen en het aanbrengen van een computergestuurde toevoer.

Afvalwater bevat 'zwavelwaterstof', H_2S .

1Hoe noemen we deze stof volgens de systematische naamgeving?

In zuurstofloos water zetten anaërobe zwavelbacteriën het 'zwavelwaterstof' om in een zwavelzuuroplossing

2Geef de halfreactie van de omzetting van 'zwavelwaterstof' in zwavelzuur.

3Leg uit dat door omzetting van het 'zwavelwaterstof' in zwavelzuur het beton sneller wordt aangevreten.

Deze omzetting van 'zwavelwaterstof' in zwavelzuuroplossing kan worden voorkomen door zuurstoftoevoer van buitenaf. In de proef in het dorp Rijswijk wordt daarvoor calciumnitraat aan het afvalwater toegevoegd.

4Geef de formule van calciumnitraat.

5Leg uit hoe de 'zuurstof'toevoer door de toevoeging van calciumnitraat geregeld is.

6Hoe kan de zuurstoftoevoer, anders dan door nitraten, ook geregeld worden?

Nitraationen kunnen in zuur milieu als oxidator optreden.

7Waarom hoeft in het riool geen salpeterzuuroplossing toegevoegd te worden maar kan volstaan worden met het toevoegen van nitraationen?

8Geef vergelijking van de halfreacties en de totaalreactie die volgens tabel 48 uit je Binas kunnen optreden als calciumnitraat is toegevoegd aan het afvalwater.

9Is calciumnitraat eigenlijk wel een zuurstofleverancier? Zo ja, waaruit blijkt dat? Zo nee, wat is calciumnitraat dan wel?

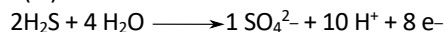
10Hoe wordt op deze manier de aantasting van beton tegengegaan?

Er zal een computergestuurde toevoerregeling in de proefopstelling komen.

11Maak een schematische tekening van het geheel van persleiding, voorraadtank van calciumnitraat en de computersturing. Benoem de onderdelen in je tekening.

Chemisch goedje voorkomt lekkend riool ANTWOORDEN

1(di)Waterstofsulfide.



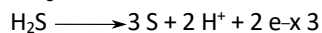
3Zwavelzuur is een sterk zuur, terwijl H_2S een zwak zuur is. Bij een sterk zuur heb je ten opzichte van een zwak zuur bij gelijke concentratie van het zuur een hogere $[\text{H}^+]$, dat beton aanvreet

4 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

5Nitraationen zijn daarbij de zuurstofleverancier zoals kaliumnitraat in buskruit en in vuurwerk.

6Zuurstofgas of lucht inbrengen in het afvalwater, of een andere zuurstofbron zoals waterstofperoxide of ozon.

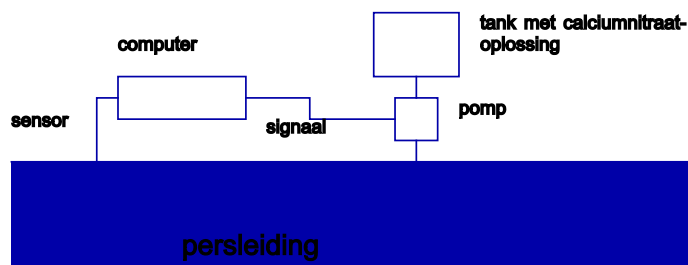
7Er is door de aanwezigheid van H_2S al een zuur milieu aanwezig.



9Ja én nee. Ja: nitraat staat O af aan H^+ en vormt zo H_2O . Nee: nitraat is een oxidator en neemt dus elektronen op.

10De aanwezige waterstofsulfide wordt omgezet in zwavel. Het kan dus niet meer omgezet worden in zwavelzuur, dat ervoor zorgt dat beton wordt aangetast.

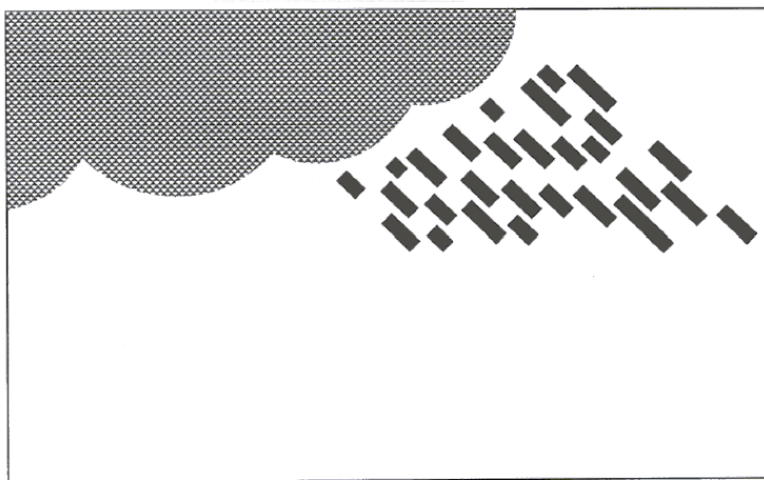
11



Oogst-Zuid, 15 november 1996

Afvalwaterproject Milieucoöperatie de Peel

Veehouders werken aan schoon water



De Recoreactor en de Biotower maken van afvalwater schoon water dat geschikt is voor hergebruik en lozing op het oppervlaktewater. Daarmee voldoen de twee waterzuiveringsinstallaties van Milieucoöperatie de Peel aan de wensen.

De Milieucoöperatie wil met het afvalwaterproject aantonen

dat er ook alternatieven bestaan voor de peperdure riool-

aansluitingen in het buitengebied.

Met het praktijkgerichte onderzoek naar oplossingen voor de afvalwaterproblematiek op veehouderijen gooit Milieucoöperatie de Peel hoge ogen, want de boeren willen het probleem op eigen erf oplossen.

De Recoreactor staat bij Jo Donkers in Helenaveen. De Biotower doet z'n werk op het melkveebedrijf van Toon Hartman in het naburige Deurne.

In Deurne en Asten is tien procent van de bedrijven aangesloten op het riool.

Water-tanks

Bij Donkers staan twee watertanks buiten. De voorbezinktank haalt het grove vuil er uit. In de

tweede tank wordt via beluchting en een nabezinkgedeelte het reinigingswerk afgemaakt door bacteriën. Regelmatig moet er slib afgetapt worden. De analyses zijn tot nu toe hoopgevend. „De Recoreactor werkt voor 90 procent”, zegt Louis Laveaux projectmanager van leverancier Budé. De zuurgraad (pH-waarde) van het gezuiverde water voldoet aan de

eisen. Het zuurstofgehalte laat nog te wensen over. Laveaux: „Wanneer de installatie in de grond zit of binnen staat werkt deze waarschijnlijk beter omdat er dan minder temperatuurschommelingen zijn.”

Melkveehouder Donkers gebruikt het gezuiverde water ondermeer als wc-water op zijn mini-camping. Volgens Budé is de aanschafprijs dankzij het gebruik van kunststof circa 25.000 gulden.

Ook bij de Limburgse Milieucoöperatie Peel & Maas timmeren de boeren aan de weg op het gebied van afvalwaterzuivering in de melkveehouderij. Bij Har Frencken in Neer wordt momenteel een rietveldfilter aangelegd.

Opnieuw gebruiken

Het gezuiverde water is te gebruiken voor schoonspuiten van de melkstal, de douche, wc en wasmachine. Dat deel dat niet nodig is, kan op het oppervlaktewater geloosd worden, mits het water aan bepaalde normen voldoet.

Daar wringt de schoen. Wil een melkveehouder kunnen lozen dan heeft hij in het kader van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO) en de Wet Bodembescherming (WB) een vergunning nodig. Over die vergunningaanvraag oordelen het Waterschap en de gemeenten. Wanneer de installaties in de Peel hun werk goed doen, staat niets meer in de weg om vergunningen te verlenen aan dit boereninitiatief.

Marion Roeleveld

1Maak een schematische tekening van de reinigingsinstallatie bij Jo Donkers. Benoem zowel de processen als de 'stoffen' in je tekening.

In de eerste tank vindt bezinking plaats.

2Op welk principe berust bezinking?

3Is dit een chemisch proces? Licht toe.

In de tweede stap vindt de verdere reiniging via beluchting en nabezinking plaats.

4Waar is de lucht voor nodig?

5Is dit een chemisch proces? Licht toe.

6Leg uit dat het totale systeem een fysisch-chemisch proces te noemen is.

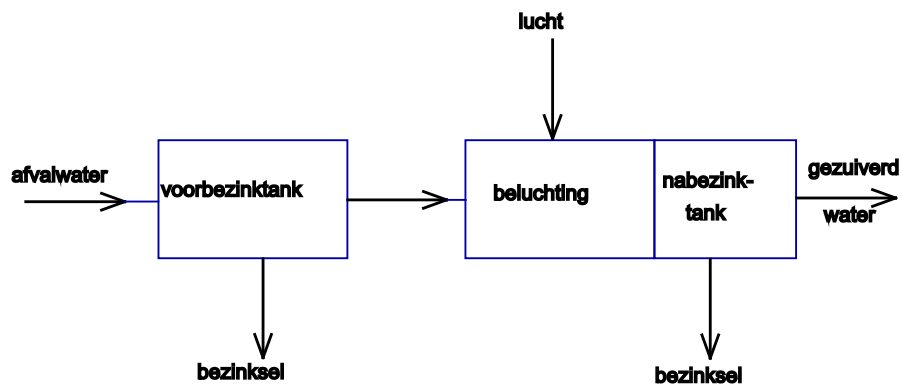
Er worden ook andere systemen getest.

7Welke andere systemen worden genoemd?

Boeren produceren al vele jaren afvalwater.

8Waarom gaan boeren nu pas over op systemen die het afvalwater zuiveren?

9Waarom worden de boeren niet op het riool aangesloten?



2Bezinken berust op verschil in dichtheid.

3Nee, er worden alleen stoffen van elkaar gescheiden, er worden geen stoffen veranderd.

4Bacteriën hebben zuurstof nodig om hun reinigende werk te verrichten.

5Ja, bacteriën 'verbranden' als het ware de vervuilende stoffen in het water.

6Bij de scheidingsmethode maak je gebruik van verschil in fysische eigenschappen, terwijl de bacteriebak een chemisch proces laat verlopen.

7De Biotower, rietveldfilter.

8Door gewijzigde wetgeving moet het afvalwater nu voldoen aan bepaalde strengere eisen.

9Vaak liggen boerenbedrijven zover af van het rioolstelsel dat een aansluiting zeer duur wordt.

De koffiebrander van Peeze geurt niet meer dank zij procesverbetering

MILIEU Dankzij een serie ingenieuze procesverbeteringen heeft de kleine Arnhemse koffiebrander Peeze de geurhinder en het energieverbruik aanzienlijk weten terug te brengen. Onlangs kreeg het bedrijf er de Gelderse milieuprijs voor.

RENÉ DIDDE

AMSTERDAM - Het nieuwe proces waarmee koffiebranderij Peeze in Arnhem de Gelderse Milieuprijs won, zal door het ministerie van Vrom worden voorgeschreven bij de negen vestigingen van de vijf andere koffiebrandrijen, aldus H. van der Woude, directeur van Peeze, een van de kleinste koffiebranders in Nederland. Peeze recirculeert zeventig procent van de hete verbrandingsgassen die vrijkomen uit de trommel waarin de groene koffiebonen worden gebrand tot de geurige grondstof voor de dagelijkse drug. De verbrandingslucht is verzadigd met gecarameliseerde

vruchtsuikers. Daardoor is voor het branden van een volgend 'spit' (trommel) koffie minder energie nodig, terwijl tegelijk de geurstoffen worden verbrand. Dertig procent van de 'koffielucht' wordt te grazen genomen in een katalysator.

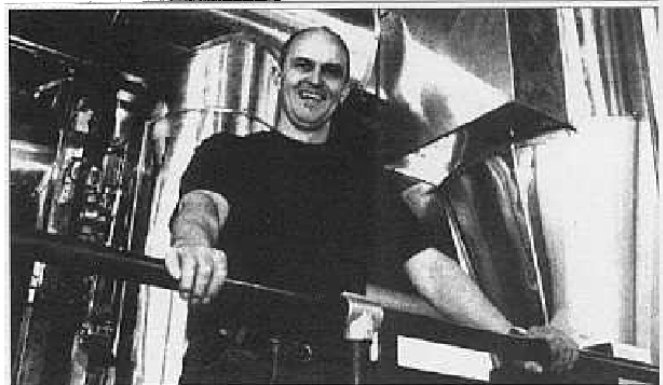
Ook in het koelproces voor de zwartgebrande bonen breekt Peeze met de conventies. Gewoonlijk worden enorme hoeveelheden buitenlucht aangezogen, die daarna bomvol koffie-aromaten worden geloosd of in energieverslindende naverbranders worden behandeld. 'Wij spuiten daarentegen een fijne nevel van waterdruppels over de koffiezeven. Daardoor ontstaat een verdampingsexplosie, waarbij de temperatuur drastisch daalt', aldus Van der Woude.

'Contra-oxidatie' noemt hij het proces. 'Het is net als transpiratie in het menselijk lichaam. Je koelt je lijf door zweetdruppels te verdampen.' Door het hergebruik van de gassen wordt per honderd kilogram koffie 13,5 kubieke meter gas

bespaard, en is de uitstoot van 'koffiegeur' gereduceerd tot twee procent van de oorspronkelijke hoeveelheid.

Ten slotte wist Peeze de afvalmissies sterk te beperken. Waar voorheen de vliesjes van de koffieboon met veel water werden gewassen en door het riool gespoeld, wordt het organisch materiaal nu opgevangen en op de gemeentelijke composthoop tot gft verwerkt. Het scheelt water en zuiveringslasten. Aan de klanten, die veelal uit de horeca afkomstig zijn, levert Peeze de koffie tegenwoordig in een vijf-liter-emmer die door de branderij wordt teruggenomen. Het scheelt Peeze verpakkingskosten, terwijl afnemers als cateringsbedrijven op hun beurt hun verpakkingsprobleem verminderen.

De Gelderse milieuprijs bedraagt tienduizend gulden. Van der Woude van Peeze: 'Vijfduizend gulden is voor onszelf, en vijfduizend gulden gaat naar de koffieboeren in Mexico en Guatemala, want dat zijn de landen waaraan wij als koffieinkopers strengere eisen dan Max Havelaar aanstellen op het gebied van kwaliteit, arbeidsomstandigheden en milieuzorg.'



Directeur H. van der Woude: 'Contra-oxidatie is net als transpiratie in het menselijk lichaam'

1 Lees het artikel. Vat kort samen waaruit de procesverbetering bestaat.

Door recirculatie van de hete verbrandingsgassen wordt energie bespaard.

2 Op welke twee manieren wordt zo energie bespaard?

3 Welk bijkomend voordeel brengt de recirculatie met zich mee?

Directeur van der Woude zegt dat 'contra-oxidatie net is als transpiratie van het menselijk lichaam'.

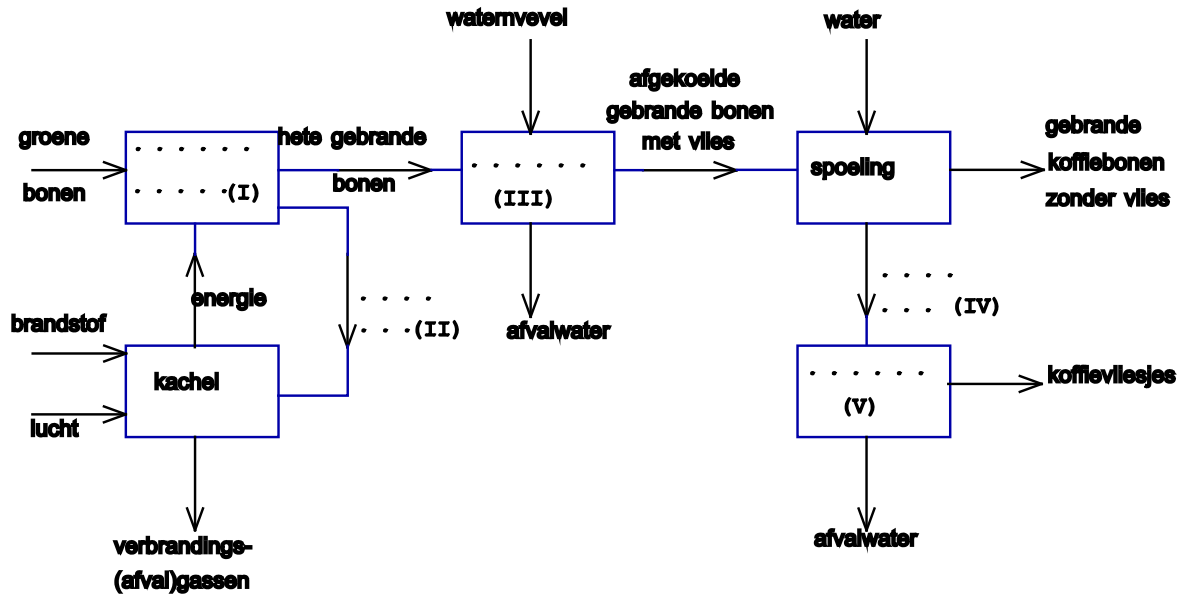
4 Leg duidelijk uit hoe een menselijk lichaam door transpiratie afgekoeld wordt.

De term 'contra-oxidatie' is chemisch gezien niet erg gelukkig gekozen.

5 Licht dit toe.

Het totaalproces kan in een blokschema weergegeven worden.

6 Neem onderstaand blokschema over en vul op de stippellijnen de juiste omschrijving in.



Er staat 2x 'afvalwater' in het blokschema.

7Hoe zou dit in de fabriek hergebruikt kunnen worden? Licht toe.

8Welke voordelen zijn er voor de fabriek aan het nieuwe proces verbonden?

9Welk groot voordeel ziet het ministerie van VROM in het nieuwe proces? Waarom licht VROM juist dit voordeel eruit?

Koffiebrander van Peeze ANTWOORDEN

1-De hete verbrandingsgassen, verzadigd met gecaramelliseerde suikers, worden opnieuw gebruikt bij de energieopwekking.

-Het koelproces doet men met een fijne waternevel in plaats van de normale luchtkoeling.

-De koffievliesjes worden apart opgevangen en als gft-afval verwerkt.

2De hete gassen zijn verzadigd met suikers die als brandstof kunnen dienen. Tevens hoeft het gas niet meer opgewarmd te worden.

3Er is veel minder uitstoot van milieuonvriendelijke stoffen, ofwel er hoeft niet zoveel gezuiverd te worden.

4Voor de verdamping van water is energie nodig. Deze energie/warmte wordt aan het lichaam onttrokken dus het lichaam koelt af.

5Bij een oxidatie komt altijd energie vrij, bij het omgekeerde van een oxidatie is dus energie nodig.

De term 'contra-oxidatie' wijst op een chemische reactie terwijl bij het koelen met een waternevel slechts energie wordt onttrokken aan de hete gassen, er treedt geen chemische reactie op.

6I:koffiebrandingsoven

II:hete brandingslucht

III:koeling

IV:koffievliesjes met water

V:filtratie

7Het afvalwater zou, na afkoeling, weer als koelwater gebruikt kunnen worden, of als spoelwater om de vliesjes te verwijderen.

8Hergebruik van hete gassen, dus een lager energieverbruik; verbranding van geurstoffen, dus nauwelijks meer geurhinder; minder afvalwater en afvalgassen dus lagere zuiveringslasten.

9Minder geuruitstoot, dus beter voor de leefomgeving van de fabriek.

Omdat tijdens de APK-keuring bij dieselauto's binnenkort ook het roetgehalte moet worden vastgesteld, zijn garages genoodzaakt nieuwe roetmeters aan te schaffen.

Roetmeting van start

Vanaf 1 januari 1997 moet bij de jaarlijkse APK-keuring van dieselauto's ook het roetgehalte in de uitlaatgassen worden vastgesteld. Deze nieuwe

verplichting noopte veel Nederlandse garages tot de aanschaf van een nieuwe roetmeter. Aangezien er internationaal geen harmonisatie heeft plaatsgevonden, moesten voor de Nederlandse markt aparte typekeuringen plaatsvinden. De afdeling Productcertificatie Elektronica en Mechanica van NMI Certin had daar de laatste maanden de handen vol aan.

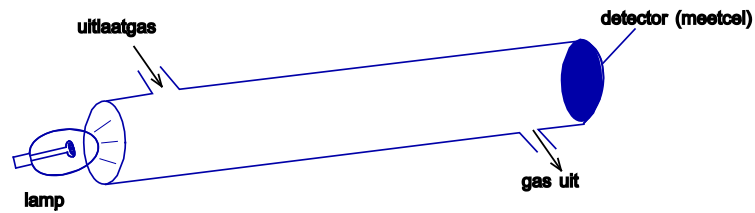
De instrumenten meten de absorptie van licht door het uitlaatgas. Voor de typekeuring werden ze niet alleen in het laboratorium getest, met behulp van speciale filters, maar ook in de praktijk, op vijf verschillende dieselmotoren. Ieder individueel instrument moet bovendien een eerste keuring ondergaan. ■



- 1Beschrijf *hoe* een roetmetingsapparaat kan bepalen dat er roet in uitlaatgas zit. Maak een schematische tekening van de werking van het apparaat.
- 2Beschrijf hoe het apparaat kan bepalen *hoeveel* roet er precies in uitlaatgas zit.
- 3Leg uit waarom alleen bij dieselauto's een roetmeting wordt gedaan en niet bij auto's die rijden op benzine of gas.

Roetmeting van start ANTWOORDEN

1 Er wordt met licht door een buis op een detector geschoten. Eerst stroomt door de buis normale lucht, daarna uitlaatgas. Er wordt bepaald hoeveel licht er nog door de buis heenkomt (en dus hoeveel licht er geabsorbeerd wordt).

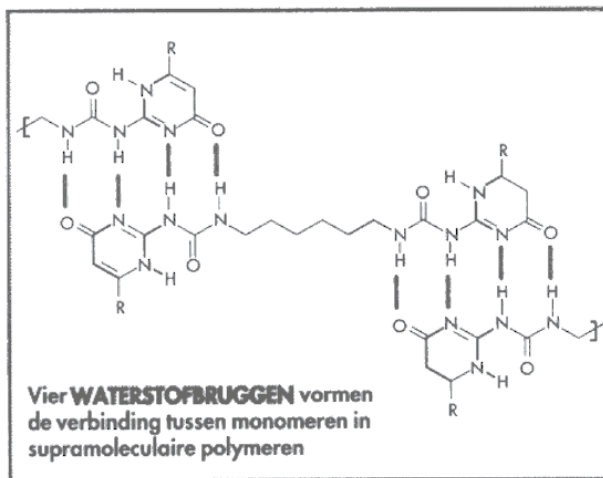


2 Eerst wordt het apparaat gevuld met normale lucht. Je stelt dan het apparaat in op 100% doorlating van licht. Dan wordt de buis, enkele keren, gevuld met uitlaatgas waarin steeds een *bekende* concentratie roet in aanwezig is. Met behulp van deze meetgegevens wordt een ijklijn opgesteld. Van het onbekende uitlaatgas kan dan zo de concentratie roet bepaald worden.

3 Bij dieselmotoren ontstaat meer roet.

Nieuwe klasse polymeren uit Eindhoven

Waterstofbruggen aan de basis van nieuwe verbindingen



In Eindhoven is een geheel nieuwe klasse van polymeren ontwikkeld door de groep van *prof. Bert Meijer en dr. Rint Sijbesma* (TUE). Normaal gesproken zijn macromoleculen zoals polymeren aan elkaar verbonden via covalente verbindingen. De door Meijer en Sijbesma ontwikkelde polymeren zitten anders in elkaar: ieder monomeer is via waterstofbruggen aan twee naburige monomeren verbonden. Twee functionele groepen aan de uiteinden van een monomeer vormen elk vier waterstofbruggen met identieke groepen aan een ander molecuul. De associatie treedt specifiek aan de uiteinden van de monomeren op en is zo sterk dat zelfs in verdunde oplossingen lange ketens worden gevormd.

Andere materiaal-eigenschappen

Net zoals bij gewone polymeren kan in deze 'supramoleculaire polymeren' de polymerisatiegraad worden inge-

steld. Dit gebeurt door een kleine hoeveelheid monofunctionele verbindingen toe te voegen die de ketens termineert.

Het principe van deze polymeren opent nieuwe mogelijkheden om de eigenschappen van polymere materialen te sturen. Zo is door de reversibiliteit van de waterstofbruggen het materiaal bij hoge temperatuur laag visceus, terwijl bij kamertemperatuur de 'normale' polymeereigenschappen, zoals verstrekbaarheid, sterkte, taaiheid en dergelijke, op de voorgrond treden. De fundamentele (materiaal)eigenschappen van deze verbindingen, waarop inmiddels octrooi is aangevraagd, worden op het ogenblik in samenwerking met DSM intensief verder onderzocht. ●

Bron: Crosslinks nov. 1996

CW49-50/GHA/7 DECEMBER 1996

In het artikel wordt een nieuw type polymeer beschreven. Zoals elke polymeer is ook dit type polymeer opgebouwd uit monomeren.

1Teken de structuurformule van het monomeer.

2Wat is het grote verschil in binding tussen de monomeren van dit type polymeer vergeleken met (bijvoorbeeld) de bindingen in het polymeer polypropreen?

Bij hoge temperatuur wordt het materiaal 'laag visceus'.

3Wat verstaat men onder 'laag visceus'?

4Leg uit wat er *in* het polymeer gebeurt bij verwarmen.

Er wordt gesproken over waterstofbruggen.

5Wat is een waterstofbrug?

6Maak een schets van een waterstofbrug tussen twee watermolekullen.

7Wat wordt bedoeld met de 'reversibiliteit van de waterstofbruggen'?

De polymerisatiegraad kan ingesteld worden door gebruik te maken van zogenoemde terminators.

8Geef de structuurformule van een stof die bij de polymerisatie van het nieuwe type polymeer als terminator zou kunnen dienen.

Leg uit waardoor bij een reactie met deze stof de polymerisatie stopt.

Het nieuwe materiaal heeft andere eigenschappen dan materiaal dat bestaat uit 'gebruikelijke' polymeren.

9Wat verwacht je van de oplosbaarheid van dit materiaal in water? Zal het verschil uitmaken of je dit lage of hoge temperatuur bekijkt?

Licht je antwoord toe.

10Bedenk eens toepassingsmogelijkheden voor het nieuwe materiaal.

Licht je keuze toe.

Waterstof op de Wadden

NIEUWE PERSPECTIEVEN VOOR ENERGIEBRON ZONDER CO₂

Waterstof als schone energiedrager is terug van weggeweest. Want waarom zou je het niet met aardgas mengen tot 'ecogas'?

Rijkert Knoppers

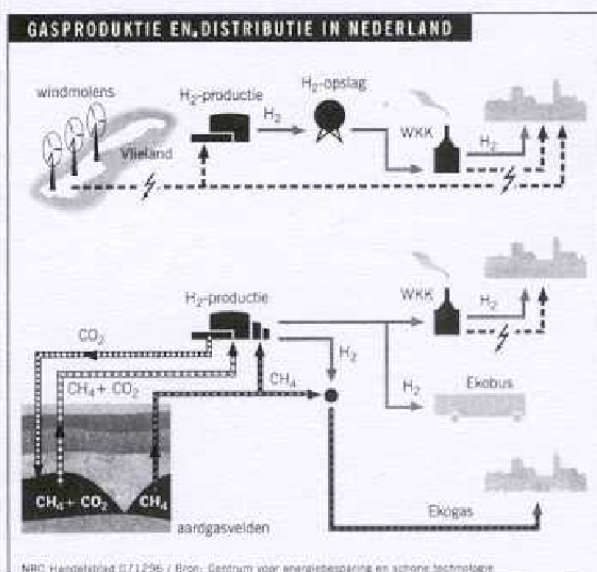
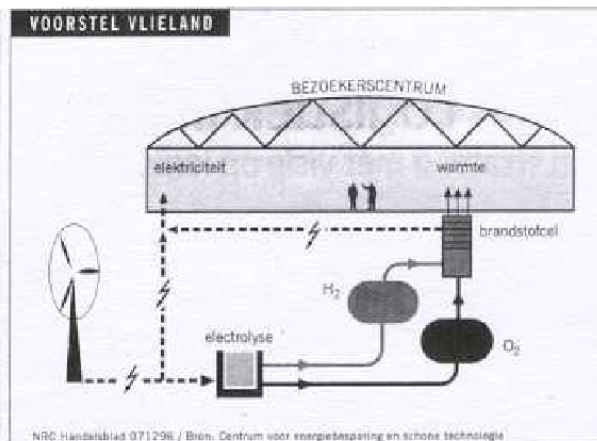
TUDENS DE Nationale Themadag Waterstof sprak dr. J. Quakernaat zijn pessimisme uit over de vraag of waterstof als de energiedrager van de toekomst beschouwd moest worden. Nu, nog geen drie jaar later, liggen de kaarten volkomen anders. Het ministerie van VROM heeft aan het in Delft gevestigde Centrum voor energiebesparing en schone technologie CE opdracht heeft gegeven in kaart te brengen welke proefprojecten zich het beste voor toepassing lenen.

Hoe komt het dat de situatie zo snel is gewijzigd? De aan TNO-Apeldoorn verbonden stafingenieur bij de afdeling Milieutechnologie Quakernaat: "Destijds was de hoge prijs een belangrijk obstakel. Bovendien is VROM zich voor waterstof gaan interesseren vanwege het klimaatprobleem." Het grote voordeel van waterstof is dat het geen koolstof bevat, zodat bij verbranding in tegenstelling tot aardgas geen CO₂ vrijkomt, maar alleen waterdamp en NOx. Bij gebruik in een brandstofcel, waarmee elektriciteit valt op te wekken, komt zelfs alleen maar waterdamp vrij. Een nadeel is dat opslag van waterstof lastiger is dan bijvoorbeeld aardgas of vloeibare brandstoffen.

Afgelopen week werden tijdens een conferentie de door CE onderzochte projecten gepresenteerd. W.L. Lenstra (VROM) motiveerde hier nog eens waarom zijn ministerie het gebruik van waterstof als energiedrager wil stimuleren: "Wij hebben een doelstelling om vanaf 2000 de emissie van CO₂ met 1 tot 2 procent te verminderen. Het kabinet heeft binnen het kader van het CO₂-reductieplan 750 miljoen gulden beschikbaar gesteld. In dit plan is er ruimte voor infrastructuurprojecten met schone energiedragers, waaronder ook waterstof valt."

KOSTEN

In Nederland produceren een aantal in het Rijnmondgebied gevestigde bedrijven waterstof uit aardgas; afnemers zijn kunstmestfabrikanten, raffinaderijen en andere chemische bedrijven.



De kostprijs bedraagt momenteel f 15,- per gigajoule (GJ), ruim twee keer zo duur als de prijs van aardgas. Met behulp van elektrolyse in combinatie met elektriciteit van windenergie kost waterstof f 50,- en van zonnepanelen f 600,- per gigajoule. Meer perspectief biedt de productie van waterstof uit fossiele brandstoffen in combinatie met opslag van kooldioxide. De kosten van CO₂-opslag, met een CO₂-afvangpercentage van 85, liggen rond de f 11/GJ, waardoor deze methode van waterstofproductie f 16/GJ gaat kosten. Vol-

gens CE is dit op korte termijn de meest reële optie.

Zuiver waterstof kan gebruikt worden in de transportsector, waarbij aangepaste motoren of brandstofcellen in combinatie met elektromotoren het gas als brandstof gebruiken. Zowel Mercedes-Benz als BMW verricht momenteel onderzoek naar deze mogelijkheid, terwijl in België al een waterstofbus rondrijdt. Probleem hierbij is vooral de opslag van het spul, terwijl bovendien lang niet bij alle tankstations veilig te tanken is, een probleem dat nu al speelt

bij het gebruik van LPG als brandstof.

Het meest perspectiefvol lijkt het toevoegen van waterstof aan aardgas. Dit resulteert in ongeveer 6 procent lagere CO₂-emissies. Het 'ecogas', dat maximaal 15 procent aan volume waterstof bevat, kost ongeveer 11 cent per kubieke meter meer, wat te vergelijken is met wat de kleinverbruiker aan meerprijs voor groene stroom betaalt. Een andere optie is het gebruik van waterstof ter vervanging van aardgas in een nieuwbouwwijk. Aangepaste cv-ketels en waterstofgasmeters voor kleinverbruikerstoepassingen zijn in dit geval noodzakelijk. Ir. G. Bergsma (CE): "Welke toepassing binnen de gebouwde omgeving het meest aantrekkelijk is, hangt af van de omstandigheden. Je kan je voorstellen dat bij een VINEX-locatie het vervangen van aardgas door waterstof interessant is, terwijl bijmenging van waterstof bij het bestaande aardgasnet wellicht aantrekkelijker zal zijn."

OPSLAGMIDDEL

Hoewel waterstof uit duurzame bronnen relatief erg duur is, is het niet uitgesloten dat dit onder bepaalde omstandigheden wel haalbaar is, in het bijzonder wanneer het gaat om situaties waar geen aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet voorhanden is. Op Vlieland bijvoorbeeld, waar het energiebedrijf Nuon de vier bestaande dieselgeneratoren op termijn wil vervangen door windturbines, een getijdencentrale en zonnepanelen. Dr. A.M.C. Goedmakers: "Waterstof kan een oplossing bieden wanneer de productie en het gebruik van elektriciteit niet synchroon lopen of wanneer de productie en het verbruik niet op dezelfde plek gebeuren. Vlieland heeft geen aansluiting op het landelijke elektriciteitsnet, hier zien we heel goede mogelijkheden voor het gebruik van waterstof als opslagmiddel. Overigens moet je hierbij beseffen dat de huidige energievoorziening op Vlieland ook duurder is dan in de rest van Nederland."

Goedmakers zei 'getroffen' te zijn door een uitspraak van J. Lenstra van het ministerie van VROM die het Vlieland-plan lage prioriteit toekende, omdat het relatief duur zou zijn en geen voorbeeldfunctie zou hebben. "Ik denk dat hier vooral sprake is van het door elkaar halen van een doelstelling op lange en op korte termijn. Het terugdringen van de CO₂-uitstoot kan gebeuren door bijvoorbeeld om te schakelen op duurzame energiebronnen. Dat is natuurlijk iets van lange adem. Maar zo'n project als dat op Vlieland is essentieel om de benodigde kennis op te doen en om te laten zien dat een toekomst gebaseerd op duurzame energie mogelijk is."

- 1 Noem de twee systemen voor waterstofproductie die worden besproken? Geef bij elk proces de optredende reactievergelijking.
- 2 Geef *drie* argumenten waarom men op Vlieland kiest voor de productie van waterstof via energie van windmolens.

Bij de verbranding van waterstof ontstaat geen koolstofdioxide, maar alleen waterdamp en stikstofoxiden.

- 3 Leg uit hoe stikstofoxiden kunnen ontstaan?
- 4 Welke problemen brengt de vorming van stikstofoxiden met zich mee?
- 5 Noem twee mogelijkheden om de uitstoot van stikstofoxiden terug te dringen.
- 6 Waarom wordt er voor stikstofoxiden de formule NO_x gebruikt?

Er worden termen gebruikt als 'duurzame energiebron' en 'ecogas'.

- 7 Leg uit wat bedoeld wordt met deze termen.
- 8 Leg uit dat deze termen bij de hier genoemde processen gebruikt kunnen worden.

In de chemische industrie wordt waterstof ook als grondstof gebruikt. Kunstmestfabrikanten en raffinaderijen worden met name genoemd.

- 9 Licht toe wat de rol van waterstof is bij de twee industrietakken.

De kostprijs is heel belangrijk bij de energievoorziening.

- 10 Waarom wordt de kostprijs uitgedrukt in guldens per GJ en niet in guldens per m^3 gas?

De kostprijs van aardgas ligt rond f6,- per GJ. De kostprijs voor de winning van waterstof uit aardgas ligt rond f16,- per GJ.

- 11 Reken met behulp van de stookwaarden in Binas tabel 28 de kostprijs van waterstof en aardgas per m^3 uit.

Als je goed gerekend hebt, heb je gevonden dat de kostprijs van 1 m^3 aardgas hoger is dan de kostprijs van 1 m^3 waterstofgas.

- 12 Leg duidelijk uit waarom waterstof dan toch een *duurdere* brandstof is.
- 13 Laat via een berekening zien dat bij gebruik van ecogas de koolstofdioxide-uitstoot met 6% verlaagd wordt. Ga van de situatie uit dat er evenveel energie geleverd moet worden.
- 14 Hoe kan het dat ecogas, dat 15% waterstof bevat, een koolstofdioxidereductie van slechts 6% geeft (dus waarom geen reductie van 15%)?

Er wordt ook gesproken over 'groene' stroom.

- 15 Wat is 'groene' stroom?

Waterstof kan een oplossing bieden als productie en vraag niet synchroon lopen.

- 16 Licht deze uitspraak toe.

- 17 Ga na of door het energiebedrijf in je omgeving 'groene stroom' geleverd wordt.

Waterstof op de Wadden ANTWOORDEN

- 1 Ontleding van water met behulp van elektrische stroom die door windmolens is opgewekt. Reactie: $2 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$.
- Reactie tussen methaan en stoom waarbij behalve waterstof ook koolstofdioxide ontstaat. Reactie: $\text{CH}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{CO}_2$.
- 2 I: Vlieland is niet aangesloten op het landelijk elektriciteitsnet dus moet elektrische stroom op Vlieland op een andere manier opgewekt worden. II: Op Vlieland is er meestal voldoende wind om de windmolens met voldoende snelheid te laten draaien. III: Windenergie is een schone bron van energie.
- 3 Bij een hoge temperatuur reageren stikstof en zuurstof, uit de lucht, met elkaar tot stikstofoxiden.
- 4 Stikstofoxiden kunnen omgezet worden in salpeterzuur en voor verzuring van het milieu zorgen. Verder kunnen stikstofoxiden aanleiding geven tot smogvorming.
- 5 Ervoor zorgen dat de temperatuur niet te hoog wordt en/of een katalysator gebruiken die de stikstofoxiden weer omzet in stikstof en zuurstof.
- 6 Bij stikstofoxiden gaat het om een mengsel van stikstofmonoxide, NO ($x = 1$), en stikstofdioxide, NO_2 ($x = 2$). Beide ontstaan bij de reactie tussen stikstof en zuurstof.
- 7 Ecogas: milieuvriendelijk gas. Duurzame energie: energie die niet opdraakt.
- 8 Waterstof kan gemaakt worden via elektrolyse van water. De elektriciteit die daarvoor nodig is kan opgewekt worden via windmolens. Zowel water- als windenergie zijn bronnen die vrijwel onuitputtelijk zijn.
- Ecogas is een benaming die aangeeft dat het minder schadelijk is voor het milieu: bij verbranding van waterstof ontstaat alleen maar water(damp).
- 9 Kunstmestfabriek: uit waterstof kan ammoniak gemaakt worden; uit ammoniak kan salpeterzuur gemaakt worden. Zowel ammoniak als salpeterzuur zijn grondstoffen voor de productie van kunstmest.
- Raffinaderij: uit alkenen kunnen door additie van waterstof alkanen gemaakt worden die toegepast kunnen worden als benzinecomponent.
- 10 Het gaat om de geleverde hoeveelheid energie. Dus om goed te kunnen vergelijken moet je brandstoffen per geleverde hoeveelheid energie bekijken.
- 11 Waterstof: kostprijs f_{16} ,= per GJ; stookwaarde $10,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$. Dus kostprijs per m^3 is f_{16} ,= $\times 10,8 \cdot 10^6 / 10^9 = f_{0,17}$.
- Aardgas: kostprijs f_6 ,= per GJ; stookwaarde $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$. Dus kostprijs per m^3 is f_6 ,= $\times 32 \cdot 10^6 / 10^9 = f_{0,19}$.
- 12 Aardgas levert per m^3 circa 3x zoveel energie. Als je wilt vergelijken zul je de geleverde hoeveelheden energie met elkaar moeten vergelijken en dan is aardgas weer goedkoper.
- 13 Eerst 100% aardgas, dus $32 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$. Nu 85% aardgas en 15% waterstofgas, dus $(0,85 \cdot 32 + 0,15 \cdot 10,8) \cdot 10^6 = 28,8 \cdot 10^6 \text{ J m}^{-3}$. Voor eenzelfde hoeveelheid energie heb je dus $32/28,8 = 1,11 \text{ m}^3$ ecogas nodig. Hierin zit $85\% = 0,85 \cdot 1,11 = 0,94 \text{ m}^3$ aardgas. Dus 6% minder vergeleken met 100% aardgas = $1,00 \text{ m}^3$. Dan ook 6% minder koolstofdioxide-uitstoot.
- 14 Per m^3 levert ecogas minder energie dan aardgas dus je hebt meer ecogas nodig om eenzelfde hoeveelheid energie te leveren (zie vraag 12).
- 15 Dat is stroom die (gedeeltelijk) uit duurzame energiebronnen is opgewekt.
- 16 Waterstof kan opgeslagen worden in voorraadtanks en bij een hogere vraag extra ingezet worden als brandstof.
- 17 -

Oogst-Zuid, 3 januari 1997

Interessante vondst door AB-DLO

Methaانبacterie breekt ammoniak af

Haren - Het onderzoeksinstituut AB-DLO in het Groningse Haren heeft ontdekt dat een bacterie die leeft op methaan (aardgas) het schadelijke ammoniak omzet in nitraat dat snel afbreekt tot onschadelijk stikstofgas. Daarmee kan de ammoniakemissie uit stallen en mestopslagen met bijna de helft

terug, verwachten de onderzoekers. Het onderzoeksinstituut is min of meer toevallig tot de ontdekking gekomen dat met name de zogenoemde methaan-oxideerders (bacteriën) het schadelijke ammoniak afbreken en via nitraat omzetten in onschadelijk stikstofgas. Deze bacteriën gedijen goed in een klimaat met

weinig zuurstof en groeien op methaan. Aardgas bestaat voor meer dan 95 procent uit methaan. Dat brengt de onderzoekers tot de conclusie dat voor de verlaging van de ammoniakemissie alleen methaangas en een gecontroleerde zuurstofvoorziening nodig zijn. De onderzoekers menen dat hun bevindingen in de praktijk toepasbaar zijn. Zij verwachten dat de resultaten van het onderzoek mogelijk ook gebruikt kunnen worden voor de zuivering van met nitraat verontreinigd grondwater. De onderzoekers zoeken financiers die onderzoek naar praktijktoepassingen willen betalen.

- 1 Wat hebben de onderzoekers van het instituut AB-DLO ontdekt?
- 2 Wat is het belang van deze ontdekking?
- 3 Noem de omstandigheden waaronder de bacteriën goed gedijen.
- 4 Uit welke benaming van de bacteriën kun je hun werking afleiden?

De bacterie zorgt voor de omzetting van drie stoffen: methaan, ammoniak en nitraat. We gaan die omzettingen een voor een bekijken.

Methaan

- De bacteriën 'groeien op methaan' in aanwezigheid van (weinig) zuurstof.
- 5 Geef de vergelijking van de reactie die bij deze groei optreedt.
 - Schrijf eerst de halfreacties op; veronderstel neutraal/licht basisch milieu.
 - 6 Waarom hebben de bacteriën deze reactie nodig?

Ammoniak

- De bacteriën kunnen ammoniak omzetten in nitraat in aanwezigheid van zuurstof.
- 7 Stel de vergelijking van deze reactie op met behulp van halfreacties.
 - 8 Beredeneer of de ammoniak het methaan volledig zou kunnen vervangen.
 - 9 Waarom is een waterig milieu nodig voor deze omzettingen?

Nitraat

- Gevormd nitraat wordt omgezet in stikstofgas. Ook ammoniak speelt daarbij een rol.
- 10 Bedenk de halfreactie voor de omzetting van nitraat en water in stikstofgas.
 - 11 Schrijf de andere halfreactie op (waarbij ammoniak wordt omgezet in nitraat).
 - 12 Schrijf de totale reactie op en leg uit waarom ammoniak hier 'brandstof' genoemd kan worden.

Voor onderzoek naar praktijktoepassingen worden financiers gezocht.

- 13 Welke praktijktoepassingen worden in het artikel genoemd?
- 14 Leg uit waarom deze toepassingen belangrijk zullen worden gevonden.

Methaانبacterie breekt ammoniak af ANTWOORDEN

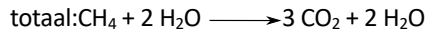
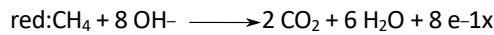
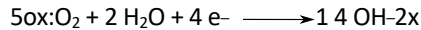
1Dat een bacterie, die op methaan leeft, ammoniak kan omzetten.

2Dat ammoniak (schadelijk) kan worden omgezet in stikstofgas (onschadelijk).

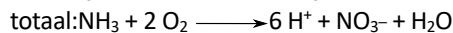
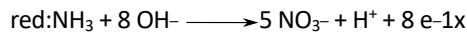
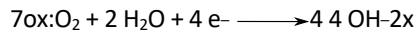
3Methaan (om op te groeien) en weinig zuurstof.

(In andere artikelen over dit onderwerp, zie opmerking 1, wordt ook nog genoemd dat de temperatuur 50 °C moet zijn.)

4Methaan-oxideerders.

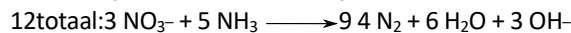
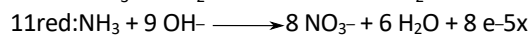
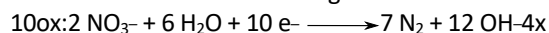


6Ze hebben de vrijkomende energie nodig voor hun levensprocessen (o.a. om zich te kunnen vermenigvuldigen).



8Ja, ook uit deze reactie kan de bacterie energie halen voor levensprocessen.

9Bacteriën hebben water nodig om in te kunnen leven.



Ammoniak wordt door het nitraat geoxideerd, ammoniak is dus de brandstof.

Nitraat is de oxidator (in dit geval ook de zuurstofleverancier).

13- Ammoniak-emissies uit stallen terugdringen;

- Zuivering van met nitraat verontreinigd grondwater.

14Met minder ammoniak-emissie zal minder verzuring optreden (als ammoniak wordt geoxideerd ontstaat zuur, zie vraag 7: 1 NH₃ levert 1 H⁺);

Om gezond drinkwater te maken uit grondwater mag dat grondwater maar weinig nitraat bevatten (zie in deze Chemie-Aktueel de opgave: "Nitraat").

Opmerking 1

Je kunt je afvragen of er eigenlijk nog wel methaan nodig is om de processen te laten verlopen. Je zou kunnen denken dat de bacteriën (met het enzym *methaan-monoxygenase*) groeien op basis van methaan en dat de ammoniakomzetting en denitrificatie nevenreacties zijn.

Het antwoord op vraag 7 suggereert dat de bacterie ook (en uitsluitend) 'op ammoniak zou kunnen leven'.

Achtergrond hiervoor wordt gegeven in de (iets uitgebreider) krantenartikelen:

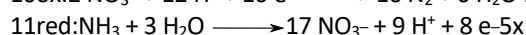
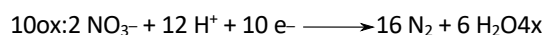
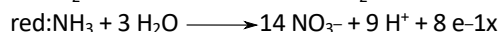
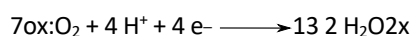
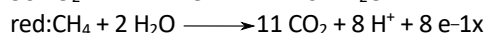
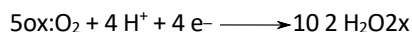
- "... eet ook ammoniak", Volkskrant 19-10-96;

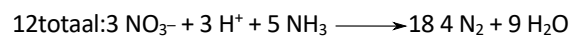
- "Minder ammoniak door aardgas", Utrechts Nieuwsblad 23-11-96.

Het Utrechts Nieuwsblad schrijft: "Uit het onderzoek blijkt dat dezelfde bacteriën ook kunnen reageren met ammoniak". Het Volkskrant-artikel vermeldt expliciet: "Uit het onderzoek blijkt nu dat dezelfde bacteriën ook van ammoniak kunnen leven." In dit laatste artikel wordt *dr. R. Pel* geciteerd, microbioloog aan het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek in Nieuwersluis. Dit instituut was bij het onderzoek betrokken, evenals het Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek in Haren (AB-DLO uit het gebruikte krantenartikel).

Opmerking 2

In de antwoorden is gebruik gemaakt van halfvergelijkingen in neutraal / licht basisch milieu. Dit is een enigszins arbitraire keuze. Evengoed kunnen de processen beschreven worden in (licht) zuur milieu. De antwoorden zijn dan:





ROESTIG KRISTAL VAN ONGEBLUSTE KALK IS EFFICIËNTE REINIGER

Hoewel we op aarde nog beschikken over enorme kolenvoorraden, wordt deze fossiele brandstof, zeker in de westerse wereld, niet uitgebreid voor de energievoorziening toegepast. Per gewichtseenheid leveren kolen wat minder energie dan olie of gas, ze zijn moeilijk te transporteren en er zijn natuurlijke milieuproblemen aan verbonden. Met name de aanwezigheid van enorme hoeveelheden zwavel, tot soms wel 10 procent op gewichtsbasis, is aanleiding voor hoge extra kosten, omdat voorkomen moet worden dat deze na verbranding als zwaveldioxide in de lucht terecht komt. Onlangs ontwikkelden Amerikaanse chemici van de Kansas State University een nieuwe methode voor de reiniging van kolengassen die zeker twee keer zo efficiënt blijkt als conventionele methoden, en die bovendien kan worden toegepast bij een 300 graden lagere temperatuur (Journal of the American Chemical Society, volume 118). Normaal gesproken worden de SO_2 -bevattende rookgassen blootgesteld aan een mengsel (slurry) van ongebluste kalk (calci-

umoxide) in water. Daarbij ontstaat uiteindelijk gips (calciumsulfaat), dat kan worden verkocht aan de bouwindustrie of moet worden gestort. In de nu ontwikkelde methode worden in de eerste plaats veel kleinere en wat anders gevormde calciumoxide-kristallen gebruikt dan tot nu toe gewoonte was: zo'n 7 nanometer. Daardoor komt er een veel groter oppervlak beschikbaar om met SO_2 te reageren. Veel belangrijker voor de verhoogde reactiviteit is echter, dat de kristallen worden voorzien van een laagje ijzeroxide (roest), dat fungeert als een katalysator. Eerst wordt namelijk ijzersulfaat gevormd, dat reageert met het calciumoxide tot gips en zo zelf weer beschikbaar komt voor een nieuwe reactie met SO_2 . De oorspronkelijke calciumoxide-kristalletjes worden bij dit proces volledig opgebruikt. Het is nog onbekend waarom de reactie zoveel beter verloopt. Wellicht is het ijzersulfaat mobiel en is het in staat steeds de meest reactieve plaatsen te vinden. Wat grootschalige, commerciële toepassing op dit moment nog in de weg staat is de vrij ingewikkelde manier waarop de kristallen worden gesynthetiseerd. Een van de essentiële stappen is daarbij de verwijdering van een oplosmiddel, wat onder hoge druk en temperatuur in een zogenoemde autoclaaf gebeurt.

(ROB VAN DEN BERG)

Er zijn op aarde nog enorme kolenvoorraden.

1 Noem de drie redenen die worden genoemd om die voorraden in de Westerse wereld niet uitgebreid toe te passen als energiebron.

2 Op welke reden wordt in het artikel nader ingegaan?

Bij het gebruik van steenkool komt bij de verbranding zwaveldioxide vrij.

3 Waarom moet voorkomen worden dat er zwaveldioxide in de lucht terecht komt? Beschrijf wat er door zwaveldioxide veroorzaakt wordt en welke gevolgen dit heeft.

4 Bereken hoeveel kg zwaveldioxide de lucht ingaat als 1000 kg kolen verbrand wordt. De kolen bevatten 10 massaprocent zwavel.

De rookgassen worden gereinigd. Bij de huidige methode reageren ze met een slurry van ongebluste kalk en water.

5 Geef de reactievergelijking die optreedt als ongebluste kalk in water terecht komt.

6 Geef de reactievergelijking die optreedt tussen het zwaveldioxide en de slurry. Let op: er ontstaat hierbij vast calciumsulfiet.

7 Hoe kan het gevormde calciumsulfiet omgezet worden in calciumsulfaat? Geef de optredende reactie in een vergelijking weer.

Bij de vernieuwde methode is er op twee manieren voor gezorgd dat de omzetting sneller verloopt.

8 Noem deze twee manieren. Licht elke manier kort toe.

9 Geef de vergelijkingen van de reacties waarbij in de vernieuwde methode uit zwaveldioxide calciumsulfaat ontstaat.

10 Licht toe dat ijzeroxide hierbij als katalysator dienst doet.

Er wordt gesproken over steenkool als vervanger van aardgas en aardolie.

11 Waarom zal steenkool in de toekomst steeds meer gebruikt gaan worden als energiebron?

12 Noem minstens drie alternatieve energiebronnen. Geef van elk alternatief een voordeel en een nadeel.

Roestig kristal ANTWOORDEN

1 Per massa-eenheid leveren kolen minder energie dan olie of gas, zijn ze moeilijker te transporteren en treden grote milieuproblemen op bij gebruik.

2 Op de milieuproblemen bij gebruik van kolen als brandstof.

3 Zwaveldioxide is een veroorzaker van zure regen. Na reactie met zuurstof en water ontstaat zwavelzuur dat onder andere gebouwen aantast en de natuur verzuurt.

4 1000 kg steenkool bevat 10% zwavel dus 0,10. 1000 = 100 kg zwavel.

Mavo: massaverhouding S : SO₂ = 32,1 : 64,1. 100 kg zwavel levert dan (100 x 64,1)/32,1 = 200 kg zwaveldioxide.

Havo/vwo: 100 kg S ≡ 100/32,06 = 3,12 kmol S. Uit 3,12 kmol S ontstaat 3,12 kmol SO₂. 3,12 kmol SO₂ ≡ 3,12 x 64,06 = 200 kg SO₂.

5 CaO + H₂O → 1 Ca(OH)₂.

6 SO₂ + Ca(OH)₂ → 2 CaSO₃ + H₂O.

7 Daarvoor moet het gevormde calciumsulfiet met zuurstof reageren.

2 CaSO₃ + O₂ → 3 2 CaSO₄.

8 De calciumoxidekristallen zijn veel kleiner geworden zodat er een groter contact- of aanrakingsoppervlak is. De kristallen worden voorzien van een laagje ijzeroxide dat als katalysator dienst doet.

9 Met FeO: 2 SO₂ + 2 FeO + O₂ → 4 2 FeSO₄(1)

FeSO₄ + CaO → 5 CaSO₄ + FeO(2)

Met Fe₂O₃: 6 SO₂ + 2 Fe₂O₃ + 3 O₂ → 6 2 Fe₂(SO₄)₃(3)

Fe₂(SO₄)₃ + 3 CaO → 7 3 CaSO₄ + Fe₂O₃(4)

10 Ijzeroxide wordt wel gebruikt (reactie 1 of 3), maar niet verbruikt (reacties 1+2 of 3+4). Verder zorgt ijzeroxide ervoor dat de reactie sneller verloopt. Conclusie ijzeroxide is een katalysator.

11 De andere energiebronnen zoals aardgas en aardolie raken op.

12 Zonne-energie: duurzame energie maar wel een hoge energieprijs; wind-energie: duurzame energie, maar ook nog duur; kernenergie: grote voorraad maar een gevaarlijke opwekking (Tsjernobyl, Harrisburg).

Brabants Dagblad, 11 december 1996

Eindhovens Nutsbedrijf gaat stap verder met waterzuivering

Spoelwater niet meer de goot in

Zesduizend gezinnen in Eindhoven en omgeving kunnen een jaar lang van water worden voorzien uit de productie van de nieuwe spoelwater-zuiveringsinstallatie die gisteren in gebruik is genomen. Dat spoelwater zou vroeger door het Nutsbedrijf worden weggegooid.

Door Martijn Hover

De klanten van het Eindhovens nutsbedrijf krijgen sinds gistermiddag een deel van hun drinkwater door middel van rietjes toegediend. De rietjes zitten met honderdduizenden tegelijk in buizen gepropt waar spoelwater doorheen wordt geleid. De rietjes fungeren als membranen, doorlaatbare wanden die wel schoon water doorlaten maar ongerechtigheden als ijzer- en mangaandeeltjes tegenhouden.

Het Nutsbedrijf Regio Eindhoven (NRE) heeft met de nieuwe spoelwater-zuiveringsinstallatie een wereldprimeur in huis gehaald die gistermiddag onder grote belangstelling officieel in gebruik is genomen. Delegaties uit allerlei bedrijfstakken (waaronder enkele grote bierbrouwers) waren naar Eindhoven gekomen om de installatie te bewonderen.

Logisch, meent ing. Gerrie Vos van het nutsbedrijf: „Het is een technologie die je over-

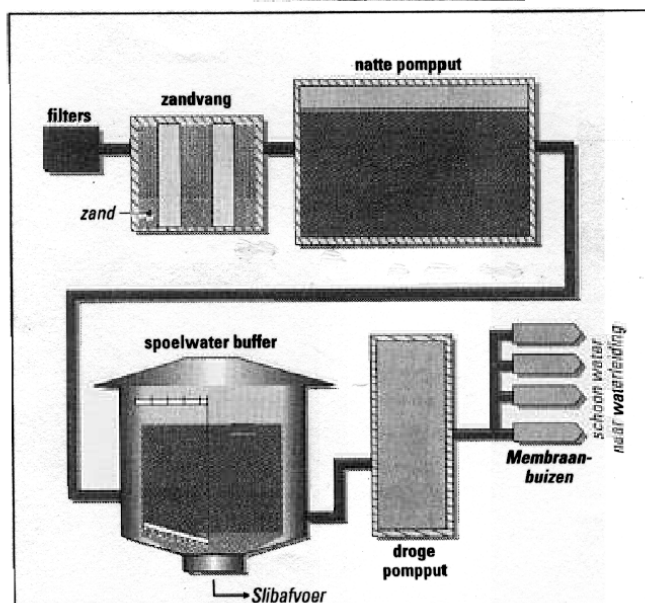
al kunt toepassen waar water gezuiverd moet worden, of het nu bij een nutsbedrijf is of in een brouwerij.”

Monatoetjes

Desondanks is het principe niet nieuw, legt NRE-voorlichter Nikit Rempkens uit. „Een soortgelijk procédé wordt al geruime tijd toegepast in allerlei sectoren, bijvoorbeeld voor het scheiden van olie en water, of bij nierdialyse in het ziekenhuis. Ook in de voedingsindustrie wordt er gebruik van gemaakt. De toetjes

van Mona bijvoorbeeld worden op dezelfde manier gefilterd als wij met ons spoelwater doen. Alleen, waar wij onze drab in het riool lozen, verkoopt Mona de zijne in potjes aan lekkerbekken.”

Volgens Vos en Rempkens is het ontwikkelen van nieuwe manieren van waterzuivering onvermijdelijk. De aarde, en dus ook de regio Eindhoven, telt steeds meer mensen die met zijn allen steeds meer water verbruiken.



- De nieuwe spoelwaterzuiveringsinstallatie van het Eindhovense nutsbedrijf schematisch voorgesteld. Linksboven wordt het spoelwater dat is gebruikt om de zandfilters schoon te spoelen, eerst in een 'zandvang' geleid. Doordat de stroomsnelheid van het spoelwater in de zandvang lager is dan daarvoor, bezinkt het zand als gevolg van de zwaartekracht.

Vervolgens wordt het water door een serie 'natte pompen' (d.w.z. pompen die zich onder water bevinden) naar de buffertank getransporteerd. Daar wordt het opgeslagen alvorens het via een reeks 'droge pompen' naar de membraanfilters wordt gepompt. Het schone water passeert uiteindelijk nog een installatie waar het wordt bestraald met ultra-violet licht om eventuele bacteriën en virussen te doden.

Het drinkwater dat in Zuid-oost-Brabant uit de kraan komt, is grondwater dat rechtstreeks wordt opgepompt. Maar het peil van het grondwater is de laatste jaren verontrustend gedaald. Dat heeft gevolgen voor de waterwinning.

Niet schoon

Het NRE produceert jaarlijks 20 miljoen kubieke meter drinkwater. Grondwater is weliswaar van nature schoner dan bijvoorbeeld het rivierwater dat in de Randstad voor de drinkwatervoorziening wordt gebruikt en dat op grote schaal chemisch moet worden gereinigd. Maar ook grondwater is niet helemaal 'schoon': er zweven allerlei ijzer- en mangaandeeltjes in. Tot nu toe werden die uit het grondwater gehaald door middel van zandfilters. Zo'n zandfilter is in feite een grote zandbak waar het water doorheen sijpelt. De ijzer- en mangaandeeltjes hechten zich daarbij aan de zandkorreltjes. Af en toe moet het zand in zo'n zandfilter worden schoongemaakt omdat het van alle metaaldeeltjes aan elkaar gaat koeken. Dat schoonmaken gebeurt door het onder hoge druk schoon te spoelen met behulp van water. Dat zogenaamde 'spoelwater' ziet er na afloop uit als een lichtbruine vloeistof. Een buffertank vol staat ervan op het NRE-terrein aan de Antoon Coolenlaan in Eindhoven. Het ziet eruit als een soort gigantische koffiekop die tot de rand gevuld is met *café au lait*. Desondanks was het spoelwater altijd een afvalproduct van het Nutsbedrijf; het werd geloosd op het riool. In deze tijd van toenemende milieuzorg en bedrijfsdoelmatigheid kon dat eigenlijk niet meer, vonden ze bij het NRE.

„Daarom zijn we een jaar of drie geleden zelf op het idee gekomen om eens te kijken of we ook het spoelwater op een of andere manier konden hergebruiken”, aldus Vos. „Uiteindelijk kwamen we in contact met de firma X-Flow uit Almelo die dit 'ultrafiltratiesysteem' mede heeft ontwikkeld.”

Proefnemingen

Er volgde een periode van drukke proefnemingen en 'pilotprojecten' die uiteindelijk resulteerde in de bescheiden ogende installatie die sinds kort in een apart gebouwtje op het NRE-terrein is gehuis-

vest. De installatie bestaat uit een rek vol buizen die stuk voor stuk zijn gevuld met duizenden rietjes waarvan de wanden 'membranen' vormen: ze bevatten microscopisch kleine openingen, groot genoeg om watermoleculen door te laten, maar te klein voor de metaaldeeltjes die in het water rondzweven.

Het zand dat zich nog in het verontreinigde water bevindt, wordt er eerst uit verwijderd. Dat gebeurt door het water via een grote bak te leiden waarin het zand kan bezinken. Vervolgens wordt het water via een aantal pompen en een 'buffertank' waar nog verder bezinking kan plaatsvinden, geleid naar de membraanbuizen.

Het uitgefilterde water komt er vervolgens aan het einde

van de installatie schoon genoeg uit om als drinkwater te kunnen worden gebruikt. De membranen zijn dan weliswaar vuil, maar die kunnen op simpele wijze worden gereinigd – ook met water. Vos: „Na elke 20 minuten filteren worden de membranen gedurende 20 seconden schoongespoeld.”

Het NRE koestert hoge verwachtingen van zijn nieuwe zuiveringsinstallatie. Als die uitkomen, zal dat geen wind-eieren leggen. „Omdat het nutsbedrijf heeft bijgedragen aan de ontwikkeling van het systeem”, vertelt Vos, „krijgen we een provisie voor elke volgende installatie die wordt verkocht. Dat is al een financieel voordeel.”

„Daarnaast hoeven we voortaan minder water weg te gooien – de nieuwe installatie zal tussen de 80 en 100 kubieke meter spoelwater per uur gaan verwerken, allemaal water dat anders maar in het riool verdween. De hoeveelheid zuiver water die we alleen al in deze installatie produceren, 700.000 m³, is op jaarbasis genoeg voor zesduizend Eindhovense gezinnen.”

Volgens Vos is dat vijf procent van de totale waterproductie van het Nutsbedrijf. „En dan hebben we een van de grootste voordelen nog niet eens genoemd”, meldt hij nog. „En dat is dat we bij deze manier van waterzuivering helemaal geen chemicaliën nodig hebben. We slaan dus twee milieuvliegen in één klap: enerzijds zijn we zuiniger met water, anderzijds hoeven we het milieu niet chemisch te belas-

ten.” Wat dat in de komende eeuw allemaal gaat betekenen voor de consument, is volgens Vos moeilijk te zeggen. „Nutsbedrijven zullen moeten investeren in allerlei zuiveringsinstallaties. Die van ons kost zo'n anderhalf miljoen. Let wel: dan heb ik het alleen maar over het zuiveringssysteem. Inclusief het hele voortraject met buffertanks en wat dies meer zij komt het op 2½ miljoen.”

„Bovendien dreigen de bronnen voor schoon drinkwater, zelfs met dergelijke besparende maatregelen, in de nabije toekomst steeds schaarser te worden. Het grondwaterpeil in onze provincie is nu al onrustbarend laag. Dat alles moet er welhaast toe leiden dat ons water steeds duurder zal worden.”

Bij de bereiding van drinkwater moet het grondwater worden gereinigd.

1Wat wordt er voornamelijk uit het grondwater verwijderd?

2Hoe gaat die verwijdering in zijn werk?

3Bij welke handeling komt het spoelwater vrij?

4Hoe ziet het spoelwater er dan uit?

5Wat werd er met het spoelwater gedaan?

6Waarom is het Eindhovense Nutsbedrijf (NRE) met het beschreven projekt begonnen?

7Leg uit waarom bierbrouwers zo geïnteresseerd zijn in dit project.

In de nieuwe spoelwaterinstallatie van het NRE worden enkele scheidingsmethoden toegepast.

8Welke scheidingsmethoden worden in de nieuwe installatie toegepast?

9Schrijf voor elke scheidingsmethode nauwkeurig op hoe deze verloopt.

In het artikel wordt het nieuwe proces beschreven. Ook bij de schematische tekening van de nieuwe installatie wordt het proces toegelicht.

10Verwerk al deze informatie in een zo volledig mogelijk blokschema van de reiniging van het spoelwater.

Uit het artikel kan worden afgeleid/berekend wat het gemiddelde jaarlijkse waterverbruik is van gezinnen in Eindhoven.

11Schrijf deze afleiding/berekening op.

Er kan uit de gegevens in het artikel ook afgeleid worden dat de reiniging van het spoelwater een vol-continu proces is.

12Wat verstaat men onder een vol-continu proces?

13Laat zien hoe je kunt afleiden dat de reiniging een vol-continu proces is.

De heer Vos ziet twee grote voordelen van het nieuwe systeem voor het milieu.

14Noem de voordelen die de heer Vos ziet.

Spoelwater niet meer de goot in ANTWOORDEN

12wevende "ijzer- en mangaandeeltjes" (waarschijnlijk deeltjes ijzeroxide en mangaanoxide).

2Het water sijpelt door het zand en de deeltjes hechten zich aan de zandkorrels.

3Bij het (onder hoge druk) schoonspoelen van het zandfilter.

4Als een lichtbruine vloeistof.

5Het werd geloosd op het riool.

6Men wilde onderzoeken of en hoe het spoelwater van de zuiveringsinstallatie weer verwerkt kon worden tot bruikbaar drinkwater.

7Bierbrouwers produceren heel veel spoelwater dat momenteel afgevoerd wordt als afvalwater. Bij dit nieuwe proces kan het water weer opnieuw gebruikt worden, waardoor de kosten veel lager worden.

8In de zandvang en de spoelwaterbuffertank: bezinking;

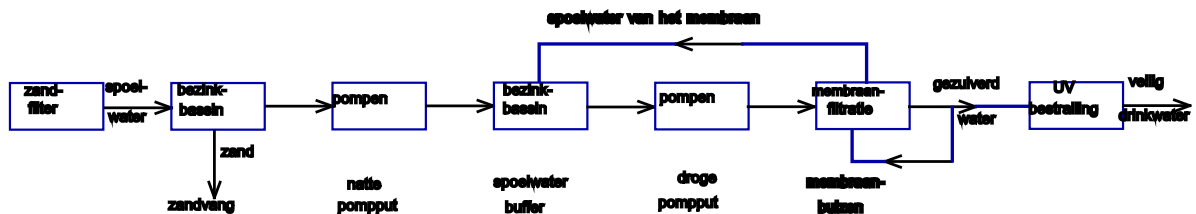
in de membraanbuizen: filtratie.

9Zandvang: Doordat de stroomsnelheid van het spoelwater lager wordt, bezinkt het zand als gevolg van de zwaartekracht.

Spoelwaterbuffertank: idem, hier bezinkt het slib.

Membraanbuizen: De wanden van het membraan bevatten mikroskopisch kleine openingen, groot genoeg om de watermolekulen door te laten maar te klein voor de "ijzer- en mangaandeeltjes".

10



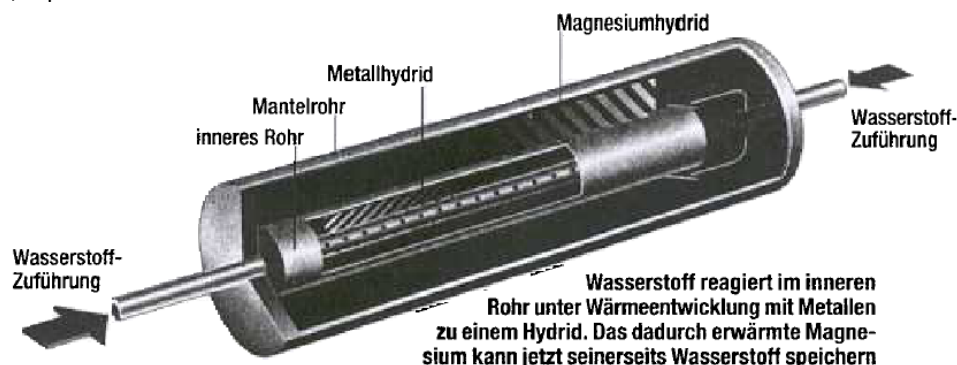
11In een jaar produceert de nieuwe installatie 700.000 m³ water, genoeg voor 6.000 Eindhovense gezinnen. Dus per gezin gemiddeld 700.000/6.000 = 117 m³ water.

12Een proces dat dagelijks, 24 uur per dag, verloopt.

13Per uur verwerkt de installatie 80 tot 100 m³ spoelwater, dus gemiddeld per jaar 365 · 24 · 90 = 788.000 m³. De installatie werkt 24 uur per dag, maar heeft af en toe onderhoud nodig, zal dus nooit 365 dagen per jaar in gebruik kunnen zijn. Bij 90% bedrijfstijd ofwel 90% van de gemiddelde jaarproductie kom je uit op ongeveer 700.000 m³.

14- Zuiniger met water (schone bronnen voor drinkwater worden steeds schaarser);

- Geen chemicaliën nodig (het milieu wordt niet chemisch belast).



Verpulverte Energie

Hamburger Ingenieure haben einen sicheren und effektiven Wasserstoff- und Wärmespeicher entwickelt

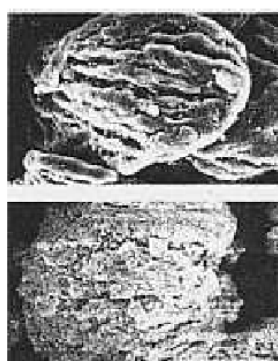
Wasserstoff gilt als der Treibstoff der Zukunft, denn er hinterläßt kein klimaschädigendes Kohlendioxid. Zudem wird das leichte Gas für zahlreiche industrielle Prozesse genutzt – so zum Härten von Fetten bei der Margarineherstellung, beim Aufwickeln von Feinblechen in der Automobilproduktion, zum Schweißen und Schneiden oder als Schutz- und Reinigungsgas bei der Mikrochip-Fabrikation.

Speicherung und Transport von Wasserstoff sind jedoch problematisch: Flüssig wird er bei Normaldruck erst bei minus 253 Grad. Und auch dann bleibt die Lagerung gefährlich: Tanks mit flüssigem Wasserstoff können, wenn dieser bei Unfällen frei wird und sich explosionsartig mit Sauerstoff zu Knallgas verbindet, zu Bomben werden. Ein Ausweg sind sogenannte Hydridspeicher, in denen sich der Wasserstoff mit anderen

Substanzen verbindet und sozusagen pulverförmig vorrätig zu halten ist.

Jetzt hat der Ingenieur Jörg Kapischke aus dem Team von Jobst Hapke an der Technischen Universität Hamburg-Harburg einen Hydridspeicher entwickelt, der durch die Wahl von Magnesium als Trägersubstanz eine weit höhere Speicherdichte erreicht als bisherige. Denn Magnesium kann pro Kilogramm 80 Gramm Wasserstoff aufnehmen – viermal soviel wie Titan und Eisen, das sonst in Hydridspeichern verwendet wird.

Das Hauptproblem bei der Speicherung – Magnesium verbindet sich erst bei 250 Grad mit Wasserstoff zu einem Hydrid – hat Kapischke bei seinem „Kombinations-Hydridreaktor“ auf ebenso einfache wie intelligente Weise gelöst: In einem größeren, äußeren Rohr, mit Magnesium gefüllt, steckt ein zweites Rohr mit einer Legierung von Titan, Zirkon und anderen Metallen. Und die wirkt als „Zündkerze“. Denn diese Metalle reagieren bereits bei Raumtemperatur mit Wasserstoff und erhitzen sich schlagartig auf 250 Grad, so daß auch das Magnesium im äußeren Rohr sich entsprechend erwärmt und mit Wasserstoff sättigt. Frei wird dabei eine Reaktionswärme von 35 000 Kilojoule je Kilogramm Wasserstoff.



Risse durchsetzen Magnesiumpartikel (oben). Mit Wasserstoff »beladen«, wirken sie unter dem Elektronenmikroskop wie ein Schwamm

Mit der entsprechenden Wärmemenge läßt sich der Wasserstoff wieder aus dem Reaktor herauslösen. Dank dieser reversiblen Prozesse ist der neue Hydridreaktor hervorragend als Wärmespeicher zu nutzen: Wärme, die zum Beispiel tagsüber in der Industrie billig anfällt oder in einem Solarkraftwerk gewonnen wird, treibt den Wasserstoff aus dem Hydrid, nachts wird der Reaktor wieder mit Wasserstoff geladen und liefert dabei Energie etwa für eine Fernwärmeheizung.

Als Kraftstofftank für wasserstoffbetriebene Autos eignet sich der Reaktor aller-

dings bislang nicht: Die Abgase sind unter normalen Straßenverkehrsbedingungen nicht heiß genug, um den

Wasserstoff aus dem Magnesium herausstreifen zu können. Das wäre nur bei anhaltender Höchstleistung eines Motors möglich – etwa in einer auf langen Strecken verkehrenden Lokomotive. Tatsächlich denken die Hamburger an eine solche Nutzung. So gibt es bereits ein Projekt mit dem Ziel, große kanadische Lokomotiven mit einem Wasserstoff-Hydridreaktor zu betreiben.

Waterstof heeft vele toepassingen.

1 Welke huidige toepassingen in industriële processen worden er genoemd?

2 Wat wordt als toekomstige toepassing gezien?

Wanneer waterstof als brandstof wordt gebruikt, komt er geen koolstofdioxide vrij. Dit is wel het geval bij gebruik van fossiele energiebronnen.

3 Waarom komt er bij de verbranding van bijvoorbeeld benzine wel koolstofdioxide vrij maar niet bij de verbranding van waterstof?

4 Welke twee problemen heeft men volgens het artikel bij het gebruik van waterstof als brandstof?

5 Hoe denkt men deze problemen aan te pakken?

Waterstof heeft een zeer laag kookpunt.

6 Leg uit waardoor waterstof zo'n laag kookpunt heeft.

7 Wat wordt bedoeld met een knalgasbom (*Knallgas Bomben*)?

Het waterstof wordt als een hydride gebonden.

8 Wat is de electrovalentie/lading van het hydride ion?

9 Geef de reactievergelijking voor de vorming van magnesiumhydride.

Volgens het artikel kan magnesium ... *'pro Kilogramm 80 Gramm Wasserstoff aufnehmen'*...

10 Laat via een berekening zien of dit juist is. Gebruik hierbij je antwoord van vraag 9.

11 Bereken hoeveel gram magnesium er nodig is om 1,00 dm³ waterstof ($p = p_0$; $T = 273\text{ K}$) te binden.

12 Bereken aan de hand van gegevens in het artikel de reactiewarmte in kJ als 80 gram waterstof reageert tot magnesiumhydride.

13 Wat is het probleem bij het gebruik van magnesium als waterstofbinder?

14 Geef de formules van de zouten die gevormd kunnen worden als waterstof met de genoemde metalen in het artikel reageert.

15 Is de vorming van magnesiumhydride zoals die in het artikel wordt genoemd een endotherm of een exotherm proces? Leg uit.

... *'Und die wirkt als Zündkerze'* ...

16 Wat wordt bedoeld met *'Zündkerze'*?

17 Geef een verklaring waarom dit woord hier gebruikt wordt.

Het laten ontstaan en laten verdwijnen van de hydride zouten is een reversibel proces.

18 Wat bedoelt men daarmee?

De titel van het artikel is *'Verpulverte Energie'*.

19 Wat zal daarmee bedoeld worden?

20 Verwacht je dat al op korte termijn waterstof als autobrandstof gebruikt zal worden? Licht je antwoord kort toe.

Verpulverte Energie ANTWOORDEN

- 1 Harden van vetten in de margarine-industrie; afwikkelen van dun plaatijzer in de auto-industrie; toepassing bij lassen en snijden van metalen; afschermings- en reinigingsgas bij de vervaardiging van micro-chips.
- 2 Waterstof als brandstof.
- 3 In fossiele brandstoffen zit altijd koolstof als element, in waterstof niet.
- 4 Het is een zeer brandgevaarlijke stof en het is moeilijk vloeibaar te maken.
- 5 Het waterstof op te slaan als hydride.
- 6 Het is een heel klein molecuul; de vanderwaalskrachten zijn heel klein.
- 7 Waterstof gemengd met zuurstof is een explosief gas.
- 8 Het is H^- , dus éénwaardig negatief.
- 9 $Mg + H_2 \longrightarrow 1 MgH_2$.
- 10 1 mol Mg reageert met 1 mol H_2 . 1 mol Mg $\equiv$ 24,31 g; 1 mol $H_2 \equiv$ 2,016 g. 1000 g Mg $\equiv$ 1000/24,31 = 41,1 mol.
Dan ook 41,1 mol $H_2 \equiv$ 41,1 x 2,016 = 82,9 g. Conclusie: het klopt vrij aardig.
- 11 11,00 dm³ $\equiv$ 1,00/22,4 = 0,0446 mol H_2 . Dan nodig 0,0446 mol Mg $\equiv$ 0,0446 x 24,31 = 1,09 g Mg.
- 12 Gegeven: per kg waterstof komt 35000 kJ energie vrij. Dus per 80 g dan 80/1000 x 35000 = 2800 kJ.
Reactiewarmte = -2800 kJ (negatief omdat het vrijkomt).
- 13 Er is een vrij hoge temperatuur nodig, 250°C, voordat zich magnesiumhydride vormt.
- 14 TiH_2 ; MgH_2 ; ZrH_4 .
- 15 Exotherm proces want er komt warmte vrij.
- 16 Bougie, of algemener: ontsteking.
- 17 De reactie met titaan en zirkonium zorgt voor voldoende energie (warmte) om de waterstof en magnesium op een voldoende hoge temperatuur te brengen zodat ze gaan reageren. De andere metalen zorgen als het ware voor de 'vonk' om de reactie met magnesium te starten.
- 18 Het proces kan eenvoudig heen en terug verlopen.
- 19 De energie kan veilig opgeslagen worden door het waterstofgas om te zetten in hydride zouten en deze hydride zouten weer om te zetten in metalen en waterstofgas als waterstof als brandstof gevraagd wordt. Je 'verpulvert' als het ware de reactiekracht van het waterstofgas: je brengt het in poedervorm.
- 20 Waarschijnlijk niet omdat de temperatuur van de uitlaatgassen van een automotor niet hoog genoeg is om de gebonden waterstof weer vrij te maken.

The Observer, 6 april 1997

Artificial fibre has steel on the ropes

Oil rigs tethered with strong, light, man-made cables will drill to depths never before plumbed.
By DEBORAH WISE

OIL companies peering into the ocean depths to find their life blood face a tantalising prospect: plenty of reserves, but problems getting at them in water up to 1,500 metres deep.

Steel ropes tether the current generation of floating oil platforms, but the weight of the steel makes longer mooring lines impractical. So this year, for the first time, artificial fibre ropes will be used to tether a rig.

Strength is not an issue. For several years, artificial fibres have outstripped steel as the strongest rope material. A new technique called gel spinning produces a fibre with long parallel molecules that can share the load better than other fibres.

Marketed under the trade name Dyneema, this material is 10 times stronger than steel and about 40 per cent stronger than the best rival artificial fibre. A length the width of a little finger can dangle 20 small cars weighing a total of more than 9 tonnes.

But who would want to do that? It has always been the job of industry to find the right applications for the marvels created in the laboratory, and rope makers are no different. As soon as nylon was discovered during the Second World War, flax, hemp and manila became things of the past for climbing ropes and many marine applications.

Today high-tech braids are developed from an ever-increasing palette of artificial fibres. 'There are more than 500,000 to choose from,' says Steven Banfield, a specialist

with Tension Technology International, which designs and engineers fibre ropes.

A rope patented recently changes colour if it is about to snap, but it didn't make it to market. 'It wouldn't be very safe to rely on that because there are other factors besides strain that determine whether a rope is about to break,' says Banfield. Some day a more comprehensive tell-tale thread, such as optical fibre, may be plaited into rope.

Necessity has forced the offshore oil industry to consider artificial fibres for its next generation of tethers. So far only Petrobras, the Brazilian rope producer, has actually taken the plunge as deep as 1,420 metres.

This month it will install the first ropes for a floating rig that is expected to come on stream in May. In August it plans to install two more fibre-tethered platforms. This time the £4 million contract for 32 lines went to Marlow Ropes of Hailsham, East Sussex.

STEEL just cannot do the job in deep water, says TTI's Banfield.

The engineering calculations are complicated, but the economics are not. In simple terms, the longer a steel rope is, the heavier it is, and the heavier the rope the more buoyant the platform has to be. And greater buoyancy means bigger size.

A platform must produce enough oil to pay the cost of building, installing and running it. If a platform is too big, it is unwieldy and expensive to run.

Artificial fibres are much less dense than steel. In fact, the polyester cocktail developed by Marlow for this purpose is almost light enough to float. So it can tether a platform of the optimum size — two football fields — in depths up to 1,500 metres. In the next few years, rigs are expected to drill in waters up to 3,000 metres deep.

ACCORDING to Ronaldo Batista Assunção, of Petrobras in Brazil, the polyester ropes just perform better in deep water. Between now and 1999 Petrobras plans to use them for seven new platforms.

European oil companies are watching closely to see how fibre fares off the coast of Brazil. The new fields off the Shetland Islands and Norway are all in waters up to 1,500 metres deep.

For Marlow Ropes, the outcome is vital. 'This is a quantum leap for us,' says managing director Jack West.

The £4m order represented close to 10 per cent of Marlow's turnover. With up to 20 more platforms worldwide expected to be moored by fibre ropes in the next decade, that represents a potential for growth unprecedented in the traditional rope markets.

But ropes have a curious tendency to turn up where they might be least expected. Take mine-sweeping. Marlow recently completed an order to produce replicas of the explosive lines used to clear mines. The real things explode on impact with the ground, detonating mines nearby.

But people can't practice by throwing real explosives around, so Marlow came up with a rope braided with lead that exactly mimics the mine-sweeping rope — necessity, yet again, the mother of invention.

In dit artikel wordt lovend gesproken over kunst(matige) vezels. Deze vezels bestaan uit lange polymeerketens, die gesponnen zijn tot stevige kabels.

1Wat is een polymeer?

2Schets hoe de ketens in een vezel zullen liggen.

3Waarom zijn deze polymeervezels zo sterk?

Volgens het artikel kunnen boorplatforms, die in diepere delen van de oceanen willen boren, geen gebruik maken van stalen kabels om hun ankers aan vast te leggen.

4Waarom is dat onmogelijk?

5Waarom kan dit wel met kunst(matige) vezels?

Het artikel noemt nylon als een van de polymeren die een grote invloed op de wereld hebben gehad. Nylon is een polyamide.

6Geef de reactievergelijking voor de vorming van een polyamide uit 3-aminopropaanzuur. Ga uit van minimaal drie monomeermoleculen.

7Noem vijf toepassingen van nylon.

Volgens het artikel bestaat de nieuwe vezel, Dyneema, uit polyesterketens.

8Teken een stukje polyester (minstens 4 eenheden) dat is opgebouwd uit 1,2 ethaandiol en butaandizuur.

In het artikel wordt ook over mijnenvegen gesproken. Hierbij wordt een kabel over de bodem van de zee gelegd en tot ontploffen gebracht.

9Hoe kunnen kunstvezels helpen bij de mijnenbestrijding? Ze ontploffen toch niet?

10Waarom wordt er lood aangebracht in de kunstvezels, die bij het "mijnenvegen" worden gebruikt?

Artificial fibre has steel on the ropes ANTWOORDEN

1 Polymeren zijn macromoleculen; grote, lang gerekte moleculen, die opgebouwd zijn uit kleine, eenvoudige moleculen, de monomeren.

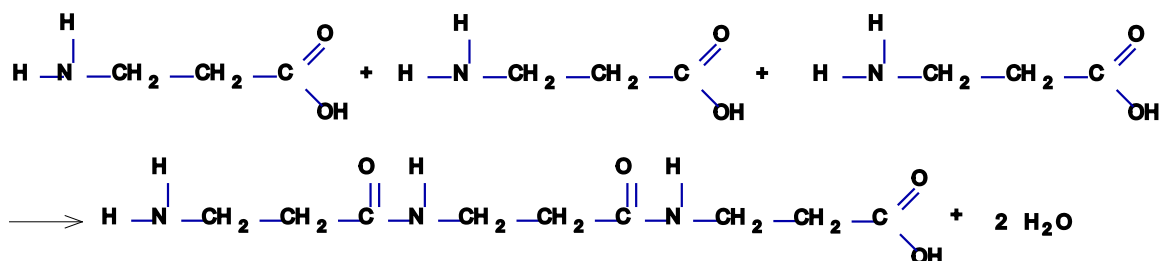
2-----=====

3 De ketens zijn gestrekt. De trekkracht op de vezels wordt verdeeld over een groot aantal ketens. Tussen deze ketens heersen v.d.Waalskrachten, die (vanwege het grote contactoppervlak) zeer groot zijn. N.B. Binnen een keten heersen atoombindingskrachten, die ook zeer groot zijn.

4 De langere staalkabels worden te zwaar, waardoor ze de platforms omlaag trekken. Om toch te blijven drijven, moeten die platforms groter gemaakt worden, wat duurder is.

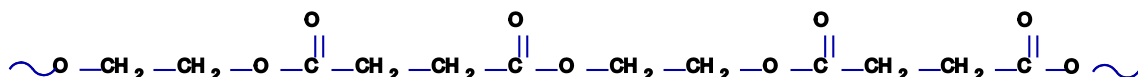
5 Kunstvezels zijn een stuk lichter dan staalkabels en minstens zo sterk. Hierdoor kunnen de kabels langer gemaakt worden, zonder dat ze het platform de diepte in trekken.

6



7 Nylonkousen, kleding, klimtouwen, vele toepassingen in de zeevaart, kogelvrije vesten, etc.

8



9 Ze worden gebruikt als oefenkabels. Dit zijn kabels met precies dezelfde gedragingen als de echte springstofkabels, maar zonder de explosieven. Dit heeft als voordeel dat het oefenen veiliger is en dat de kabels meerdere keren gebruikt kunnen worden.

10 Vele kunstvezels hebben zo'n lage dichtheid, dat ze blijven drijven. Door toevoeging van het lood zinken ze toch naar de bodem, net als echte springstofkabels.

Concorde sloopt ozonlaag

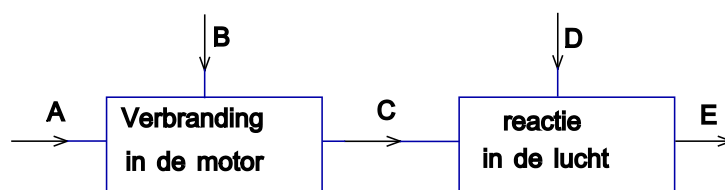
BOULDER - Het supersonische vliegtuig Concorde tast de ozonlaag misschien sneller aan dan tot nu toe werd gedacht. Deze bevinding publiceerde David Fahey, van het National Oceanic and Atmospheric Administration in Boulder,

Colorado vorige maand in Geophysical Review Letters.

In de slipstream van de Concorde vond hij een nevel van zwavelzuur, die nog niet eerder was opgemerkt. Volgens modelberekeningen van Bernd Kärcher van de Universiteit van

München ontstaat deze uit zwaveltrioxide. Dit is een verbrandingsprodukt van de zwavel waarmee de vliegtuigbrandstof vervuild is. Zwaveltrioxide gaat in de stratosfeer over in een nevel van grote aantallen zwavelzuur-deeltjes. Hierop kunnen chloorverbindingen neerslaan die de ozonlaag aantasten. (sg)

1Geef de formule van ozon.



Hierboven staat een blokschema, met daarbij de letters A, B, C, D en E. Bij A moet de zwavel staan waar mee de kerosine is verontreinigd, bij E is zwavelzuur ontstaan.

2Zoek in het artikel, denk na en schrijf dan op wat er moet staan bij B, C en D

3Vertel hoe uiteindelijk het zwavelzuur ervoor zorgt dat de ozonlaag wordt aangetast.

Een Concorde breekt de ozonlaag onder andere af, doordat in de motor veel stikstofoxiden ontstaan. Deze stikstofoxiden reageren met de ozon. Bijvoorbeeld stikstofmono-oxide reageert met ozon, waarbij stikstofdioxide en zuurstof ontstaan.

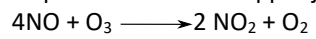
4Geef van deze reactie de vergelijking.

Concorde ANTWOORDEN

1O₃ (g)

2B = O₂; C = SO₃; D = H₂O

3Op de zwavelzuurdruppeltjes slaan chloorverbindingen neer die de ozonlaag aantasten



Intermediair, 15 november 1996



REDACTIE:
BRAM VERMEER

Gouden geluid

Waarom laten sommige muzikliefhebbers de koperen verbindingen van hun versterkers en andere muziekapparatuur vervangen door goud? Zilver heeft toch een hoger geleidingsvermogen dan goud?

■ Goud wordt bij geluidsapparatuur vooral gebruikt voor steekers en aansluitbussen. Goud geleidt weliswaar iets minder goed, maar het corrodeert nauwelijks. Daardoor blijft het contact goed. Het oppervlak blijft glad en er zetten zich geen slecht geleidende stoffen af. Om die reden worden contacten van relais en geheugenchips vaak verguld.

Zilver, koper, aluminium en messing reageren sterker met stoffen in de atmosfeer. Zilver en koper reageren bijvoorbeeld met zwavelverbindingen. Daar-

door wordt een zilveren bonbonnière zwart en krijgt een koperen kraan in een vochtige kruipruimte een groene aanslag. Deze metalen zijn dus minder geschikt als contactmateriaal. Aluminium reageert met zuurstof. De aluminiumoxyde die daardoor ontstaat, geleidt zo slecht dat het zelfs als isolator wordt toegepast.

Voor de kabels zelf wordt meestal koper gebruikt. Hoe zuiverder hoe beter. Goud is hiervoor niet zo geschikt. Het geleidt iets minder goed, en is erg duur. Zilver wordt soms wel gebruikt. Het zou zorgen voor een natuurlijke, zijige hoogweergave. We praten dan wel over geluidsinstallaties van tienduizenden guldens. Voor het mini-setje van duizend piek voldoet een koperen snoertje prima.

Clemens Schellens,
Bennekom.

1Leg uit waarom men goud gebruikt in versterkers en andere muziekapparatuur.

Goud is een edel metaal.

2Geef de namen en symbolen van de andere edele metalen.

“Goud corrodeert nauwelijks” volgens het artikel.

3Leg uit wat het woord “corroderen” betekent.

4Welke twee voordelen heeft het feit dat goud nauwelijks corrodeert?

In de tweede alinea worden legeringen, ontleedbare en niet-ontleedbare stoffen genoemd.

5Geef de namen en formules (of notaties) die horen bij al deze stoffen en vul de lege plaatsen in de tabel in:

Niet-ontleedbare stof NaamFormule	Ontleedbare stof NaamFormule	Legering NaamNotatie
ZilverAg	zwavelverbindingen met S^{2-} zoals zilver sulfide	
	Kopercarbonaat	

6Geef de namen van de zwarte aanslag op zilver en de groene aanslag op koper, kijk hiervoor goed in de tabel hierboven!

7Geef de reactie van het ontstaan van aluminiumoxide.

8Noem twee redenen om goud niet als elektriciteitskabel te gebruiken.

De schrijver van het artikel geeft een heel uitgebreid antwoord op in het begin van het artikel gestelde vraag.

9Geef dat antwoord in ongeveer 5 zinnen waarbij toch ook een duidelijk antwoord op de vraag wordt gegeven.

Gouden geluid ANTWOORDEN

1Goud corrodeert niet waardoor het contact veel beter blijft.

2Platina, Pt; zilver, Ag.

3Reageren van metalen met stoffen uit de lucht.

4Het oppervlak blijft glad en er zetten zich geen slecht geleidende stoffen af.

5

Niet-ontleedbare stof NaamFormule	Ontleedbare stof NaamFormule	Legering NaamNotatie
ZilverAg	zilver sulfideAg ₂ S	messingCu+Zn
koper Cu	kopercarbonaat CuCO ₃	
aluminiumAl	aluminiumoxide Al ₂ O ₃	
zuurstofO ₂		

6Zilver sulfide en kopercarbonaat

74Al + 3O₂ —→ 1 2Al₂O₃

8Te duur en geleidt iets minder goed

9Goud corrodeert niet, waardoor de contacten en de geleiding van de elektriciteit goed blijven. Goud is echter erg duur. Koper en zilver corroderen wel, waardoor ze op den duur iets minder goed geleiden.

Aluminium corrodeert zo sterk, dat het de stroom na verloop van tijd heel slecht gaat geleiden.

Conclusie: Koper en zilver zijn uitstekende vervangers voor goud, en ook een stuk goedkoper.

Anesthesisten waarschuwen voor lachgas als party-drug

Nieuwe linke kick uit een roze ballonnetje

De nieuwste kick komt uit een roze ballonnetje. Lachgas. Het is te koop op houseparty's en in de smart-shop. Van één flinke teug gaat de gebruiker dertig seconden uit de bol. Anesthesisten, die het gas gebruiken bij narcoses, waarschuwen voor de risico's.

Door Joop van der Pol

Kermis- en spullenbazen hadden er in de vorige eeuw groot succes mee. Ze lieten een klant tegen betaling wat snuiven, en die beleefde dan een vrolijke sensatie. Op een keer, in het Amerikaanse Boston, stuiterde zo'n kermisklant al kickend van het podium. De man brak zijn been maar leek er totaal niets van te voelen. Horace Wells, een toekijkende tandarts, ging een lichtje op. Sinds die tijd

passen tandartsen en ziekenhuizen *distikstofoxide* of *N₂O* wereldwijd toe om chirurgische pijn te bestrijden.

Uit zijn schoenen

Lachgas. De laatste tijd duikt het weer op in het pret-circuit. Nu niet op de kermis, maar op houseparty's en *me-gadance-events*. Verkopers met gascilinders tanken voor een paar piek welwillend een roze ballonnetje vol. De feestgast inhaleert en stijgt voor dertig seconden uit zijn schoenen.

(...)

Free Enterprise

Onschuldig vermaak op het eerste gezicht. Het is weer eens wat anders dan hasj, en ongetwijfeld minder ongezond dan xtc.

Voorzitter dr. J. Pöll van de Nederlandse Vereniging voor Anesthesiologie denkt daar genuanceerder over. Hij wil

beslist geen paniek-scenario's schetsen, maar: „Het is net als met de *Herald of Free Enterprise*: een opeenstapeling van factoren kan dramatische gevolgen hebben. Lachgas hóórt niet op feestjes.”

Wettelijk staat *N₂O* te boek als *gevaarlijke stof*, niet als geneesmiddel. In lage concentraties veroorzaakt het duizeligheid, hoofdpijn en misselijkheid. Een hoge dosis kan tot verstikking leiden. „In

combinatie met bijvoorbeeld alcohol, een warme, bedompte omgeving of onderliggende ziektes kan het acute schade veroorzaken”, meent dr. Pöll.

(...)

1Geef de naam die in de scheikunde wordt gebruikt voor lachgas, N_2O .

2Welke nuttige toepassing heeft lachgas?

3Waarvoor wordt lachgas gebruikt op houseparty's?

4Waarom hoort lachgas volgens dr. J. Pöll niet op feestjes?

5Noem de factoren die dramatische gevolgen kunnen hebben voor een gebruiker.

In lucht zit stikstof en zuurstof.

6Leg uit wat het verschil is tussen lucht en lachgas.

Lachgas ANTWOORDEN

1Mavo: dikstikstofmono-oxide; havo,vwo: dikstikstofmonooxide.

2Het wordt gebruikt bij pijnbestrijding in ziekenhuizen

3De feestganger stijgt voor dertig seconden uit zijn schoenen.

4Een opeenstapeling van factoren kan dramatische gevolgen hebben.

5Duizeligheid, hoofdpijn en misselijkheid; verstikking en in combinatie met alcohol, warmte et cetera kan er acute schade veroorzaakt worden.

6Lucht is een mengsel van stoffen, lachgas is een ontleedbare stof.

Elementen 104 t/m 109 gedoopt

Na ruim tien jaar ploeteren heeft de International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) eindelijk de knoop doorgehakt en de namen van de transfermium-elementen 104 tot en met 109 bekend gemaakt. Dit zijn superzware chemische elementen met zeer korte levensduur, die ontstaan door kernen van lichte elementen met grote snelheid op elkaar te laten botsen. De Amerikaan Seaborg van het Berkeley National Laboratory kan opgelucht ademen. Zijn naam is verbonden aan element 106 (seaborgium). Seaborg ont-

Seaborg-lobby
blijkt succesvol;
Fransen
teleurgesteld

stak enkele jaren geleden in grote woede toen de IUPAC element 106 rutherfordium wilde noemen, terwijl zijn groep de ontdekker van dat element was. Als argument voerde de IUPAC het feit op dat elementen nooit naar nog levende wetenschappers vernoemd worden. Hier is de

commissie nu dus op teruggekomen.

De overige elementen zijn netjes verdeeld over verschillende groepen die bij de ontdekkingen ervan betrokken waren. De groep uit Dubna (Rusland) kreeg dubnium (105) en de Duitsers kregen hassium (108), de Latijnse verbastering van Hessen, de naam van de deelstaat waarin de groep uit Darmstadt werkzaam is. Element 109 (meitnerium) ging naar een vrouw, Lise Meitner. Na Marie Curie (96) is zij pas de tweede vrouw naar wie een element vernoemd is. En dus zijn de Fransen teleurgesteld.

Zij hadden gehoopt dat de dochter en schoonzoon van de Curies (Joliot-Curie) ook in de prijzen zouden vallen. Bij de eerdere toekenning in 1994 heette 105 nog joliotium. De resterende elementen zijn rutherfordium (104) en bohrium (107).

Het is de vraag of de rust rondom de naamgeving van nieuwe elementen van lange duur zal zijn. Duitsers zijn er in geslaagd de nummers 110, 111 en 112 te maken en het is sterk de vraag of het daarbij zal blijven. ●

Marcel Crok
CW14/5 APRIL 1997

In het artikel worden niet alle symbolen die horen bij de namen genoemd. Een symbool bestaat uit één hoofdletter, behalve als er verwarring met een ander element mogelijk is, dan staat er nog een kleine letter achter. Kun je dus bij het invullen van de tabel hieronder het symbool in je Periodiek Systeem niet vinden, maak dan gebruik van deze regels!

HAVO/VWO: Gebruik uit je Binasboek tabel 38.

Een mooi **voorbeeld** is het symbool voor Seaborgium:
Het kan geen **S** zijn, want dat is al aan **zwavel** gegeven,
Het kan geen **Sb** zijn, want zo heet **Antimoon** al jaren,
dus is het **Sg** geworden.

Lees het artikel, pak het 'Periodiek Systeem' en vul onderstaande tabel in.

Atoomnummer	naam	Symbool	Naar wie is het genoemd?
104			
105			
106	Seaborgium	Sg	Seaborg
107			
108			
109			

Bedenk zelf leuke namen voor de volgende drie elementen die onlangs ook gemaakt zijn, maar houd je aan bovengenoemde regels!

110
111
112

Periodiek systeem ANTWOORDEN

Het gaat er om bij de leerlingen het besef bij te brengen dat alle elementen een uniek symbool hebben dat over de hele wereld hetzelfde is, en dat het belangrijk is om een hoofdletter en een kleine letter te schrijven om problemen van het type CO en Co te voorkomen.

Een hulpmiddel kan voor leerlingen een volgend schema zijn:

nummerbeginlettersymbolen die al in gebruik zijn (zie tabel 38)

104RRa, Rb, Re, Rh, Rn

105DDy, (denk ook aan deuterium)

106SS, Sb, Sc, Se, Si

107BB, Ba, Be, Bi, Bk, Br

108HH, He, Hf, Hg, Ho

109MMd, Mg, Mn, Mo

Intermediair, 13 december 1996

Wijnvlek

Hoe komt het dat je een vlek van rode wijn kunt neutraliseren met witte wijn?

■ Tijdens het gisten van rode wijn blijven druiveschillen aanwezig. Deze bevatten kleurstoffen, waarvan sommige gedurende de gisting oplossen in de wijn. Dat geldt vooral voor kleurstoffen die gemakkelijk

opgenomen worden in een alcoholoplossing van twaalf procent, het normale alcoholpercentage van wijn. In pure alcohol of puur water lossen deze kleurstoffen slechter op. Het juiste oplosmiddel voor het ver-

wijderen van een wijnvlek is dus een twaalf procent alcoholoplossing. Bijvoorbeeld: witte wijn.

Ben Kranen, Apeldoorn

- 1 Welke stoffen zitten er in een wijnvlek?
- 2 Waarmee kun je een wijnvlek goed oplossen?
- 3 Waarom kun je wijnvlekken niet oplossen met water?

- Als een wijnvlek oplost dan wordt de vlek gescheiden van de stof waar de vlek in zit.
- 4 Hoe heet deze scheidingsmethode?

Wijnvlek ANTWOORDEN

1Kleurstoffen.

2Met een alcohol oplossing van 12%.

3De kleurstof lost niet op in water.

4Extraheren.

Chemisch Weekblad, 12 april 1997.

Door een productiefoutje is in Frankrijk in 200.000 flessen witte wijn de verbinding glycol terecht gekomen. In Nederland zijn 5000 flessen verkocht door slijterij-keten Gall & Gall.

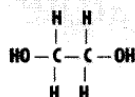
Nadat uit routinecontroles bleek dat er kleine hoeveelheden (100 mg per liter) van het voor mensen giftige ethaandiol in de wijn zat, haalde de slijterijketen, een onderdeel van Ahold, de resterende flessen uit de schappen. De gekochte, nog niet geconsumeerde flessen kan de consument terugbrengen. De Regionale Inspectie Gezondheidszorg te Rotterdam, een voormalige Keuringsdienst van Waren, meldt dat de concentraties zo laag zijn dat dit geen schadelijke gevolgen kan hebben voor de gezondheid. De dienst heeft overigens niet zelf de controle uitgevoerd; dat is in Frankrijk gebeurd.

Ethaandiol is een kleur- en reukloze hygroscopische stof met een zoete smaak. Bij een concentratie van 1,6 g per kilogram lichaamsgewicht is het dodelijk voor de mens. In 1985 werd door Oostenrijkse en West-Duitse wijnhandelaren

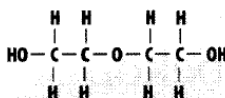
Per ongeluk weer 'antivries' in witte wijn

5.000 flessen wijn met ethaandiol in Nederland verkocht

ethaandiol/glycol



diethyleenglycol



'antivries' in de witte wijn gedaan om deze zoeter te maken. In dit geval ging het om de stof diethyleenglycol, dodelijk bij een inname van 1 g per kilogram lichaamsgewicht.

Geen opzet

De concentraties ethaandiol die nu in de wijn zijn gevonden, zijn te laag om invloed te hebben op de smaak van de wijn. De glycol is dan ook door een productiefoutje in de wijn terecht gekomen. Mousseren-

de wijn moet nagisten in de fles. Om nu toch een helder product af te leveren, worden de flessen op de kop gezet. Zo kan de gist in de hals bezinken. De halsen van de flessen worden bevroren, waarbij als koelvloeistof ethaandiol wordt gebruikt. De kurk wordt uit de fles gehaald en de prop gist wordt verwijderd. Door het niet goed schoonmaken van een pomp is de stof bij het verpompen van een hoeveelheid witte wijn iets misgegaan. ●

Marjan Heyman
CW 15/12 april 1997

de Volkskrant, 3 april 1997

de Volkskrant, 3 april 1997

Advertentie

BELANGRIJKE MEDEDELING

Als gevolg van een productiefout bij het bottelen van flessen witte wijn (100 cl) van de soort „Edelzwicker” van het merk André Stuber, jaargang 1995, verzoekt Gall & Gall consumenten die deze wijn in huis hebben dringend deze niet te consumeren. In een aantal van deze flessen is namelijk de stof ethaandiol aangetroffen.

Het betreft uitsluitend de witte wijn van de soort Edelzwicker van het merk André Stuber in flessen met de volgende productieseries die te vinden zijn op de dop:

L 26 HL 340
L 27 HL 008
L 27 HL 023
L 27 HL 050

Consumenten worden dringend opgeroepen deze wijn terug te brengen naar de vestigingen van Gall & Gall, alwaar het aankoopbedrag wordt vergoed.

Voor meer informatie kunnen consumenten contact opnemen met het gratis telefoonnummer **0800-0009**

Mede namens de producent van deze wijn bieden wij onze verontschuldigingen aan voor deze productiefout.

Gall & Gall
Hoofddorp

Gall & Gall haalt witte Elzas-wijn uit de handel

ANP

RIJSWIJK

De drankwinkelketen Gall & Gall haalt de witte Elzas-wijn Edelzwicker van het merk André Stuber uit het jaar 1995 uit de handel omdat er koelvloeistof in kan zitten. In enkele flessen is ethaandiol ontdekt, zo heeft het moederbedrijf Ahold woensdag laten weten. Klanten die de wijn al hebben aangeschaft, wordt dringend verzocht deze terug te brengen.

De Elzasser wijnproducent heeft Ahold gemeld dat bij het bottelen van de wijn een fout is gemaakt waardoor de stof in de flessen is gekomen. De flessen zijn sinds medio december bij Gall & Gall in de handel. Volgens Ahold zijn al ongeveer vijfduizend flessen verkocht.

In het artikel uit het Chemisch weekblad brengt men de verontreiniging met ethaandiol in verband met een incident met wijn ruim tien jaar geleden, toen met diethyleenglycol. In beide gevallen is inderdaad sprake van verontreiniging van wijn.

1 Noem twee (andere) redenen die de schrijfster van het genoemde artikel gehad kan hebben om de twee incidenten met elkaar in verband te brengen.

2 Noem twee argumenten die je kunt aanvoeren *tegen* het met elkaar in verband brengen van de incidenten.

3 Waarom zouden juist in het artikel uit het Chemisch Weekblad *wel* en in de artikelen uit de Volkskrant de incidenten *niet* met elkaar in verband zijn gebracht?

4 Bereken hoeveel flessen van de *nu* verontreinigde wijn je zou moeten leegdrinken voordat je de dodelijke hoeveelheid binnen hebt gekregen.

5 Licht toe of je de ophef over het incident wel of niet terecht vindt.

Volgens het artikel uit het Chemisch Weekblad worden de halzen van de flessen "bevroren, waarbij ethaandiol als koelvloeistof wordt gebruikt." Nog een citaat uit hetzelfde artikel: "Ethaandiol is een kleur- en reukloze hygroscopische stof met een zoete smaak."

6 Kun je halzen van flessen eigenlijk wel bevriezen? Wat wordt er bedoeld?

7 Tot welke temperatuur kan in dit geval maximaal (af)gekoeld worden?

8 Wat versta je onder een hygroscopische stof?

Glycol is een triviale naam. Maar ook de aanduiding ethaandiol is chemisch niet helemaal correct. In tabel 102A kun je bij glycol en ethyleenglycol de correcte rationele naam voor de betreffende stof vinden.

9 Teken een structuurformule voor twee stoffen die isomeer zijn met glycol en geef op grond van die structuurformules de rationele namen van die isomeren van glycol.

Ook in de triviale namen zit wel enige systematiek verwerkt. Zo kun je er nogal eens een ontstaanswijze van de betreffende stof uit aflezen. Zo mag je verwachten dat zowel ethyleenglycol als diethyleenglycol kunnen ontstaan uit ethyleen.

10 Laat met een vergelijking met structuurformules zien dat via een additiereactie ethyleenglycol kan ontstaan uit ethyleen (= etheen).

11 Leid uit de namen diethyleenglycol en ethyleenglycol een mogelijke betekenis af van de toevoeging glycol in een triviale naam.

De structuurformule van diethyleenglycol is:



diethyleenglycol

Een van de gebruikte rationele namen voor diethyleenglycol is bis-(2-hydroxyethyl)ether.

12 Verklaar met behulp van de structuurformule deze naam.

'Antivries' in wijn ANTWOORDEN

1-Ethaandiol en diethyleenglycol lijken in naam op elkaar.

-Diethyleenglycol wordt gebruikt als antivriesmiddel, ethaandiol als bevriesmiddel.

2-Diethyleenglycol wordt gebruikt als antivriesmiddel, ethaandiol als bevriesmiddel.

-Het ene incident was met opzet, het andere per ongeluk.

-Hoeveelheid 10 jaar geleden groter (want 'zoeter'), dus gevaarlijk; nu geen invloed op smaak en niet gevaarlijk.

3Chemisch Weekblad is een blad voor chemici en die vinden stoffeigenschappen interessant; de andere artikelen zijn voor de consument en dan moet je niet onnodig onrust scheppen.

4Stel je weegt 50 kg. Dodelijke dosis is $70 \times 1,6 = 112$ g. De wijn bevat $100 \text{ mg/l} = 0,1 \text{ g/l}$. $112/0,1 = 1120$ liter $\rightarrow 2$ 1120 flessen. (fles bevat $100 \text{ cl} = 1 \text{ l}$)

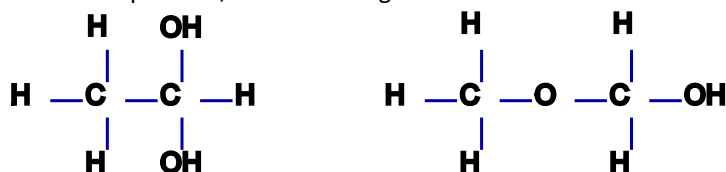
5-

6Nee, bedoeld wordt de (vloei)stof in de hals van de fles.

7Tot het smeltpunt van ethaandiol: $260 \text{ K} = -13^\circ\text{C}$.

8Een stof die (goed) water kan opnemen, of er mee reageert.

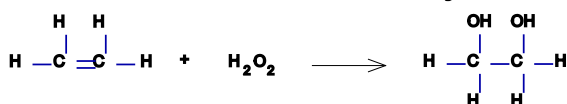
9



10

1,1-ethaandiol

methoxymethanol



11Glycol betekent twee OH-groepen.

12

