

Inhoud CA 40.

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
1	Vitamines	2,3 mhv	vaardigheden	informatie	Stoffen en materialen	informatie verzamelen, feiten en meningen onderscheiden, vitamines
2	Eurocenten	5,6 V S2	redoxreacties	reacties	informatie	Halfreacties, evenwicht, messing
3	Kunstmatig rif	5,6 V S2	redox	Toepassingen, reacties	Informatie	Elektrolyse, zuur-basreacties, oplosbaarheidsproduct, kunstmatig rif, calciumcarbonaat
4	Kachel zonder schoorsteen	3 hv	Stoffen en materialen	verbrandingen	informatie	Katalysator, kachel,
5	De vele wegen naar zout	3 hv, 4 ANW	Chemische Techniek	Scheiden/zuiveren	informatie	Scheidingsmethoden, zoutwinning, blokschema
7	PVC-recyclingfabriek	5h, 5v	koolstofchemie	Synthetische polymeren	informatie	PVC, thermoplast, blokschema
8	Stroperig	5h 5v	koolstofchemie	structuur	informatie	Structuurkenmerken, zee, betrouwbaarheid beoordelen
12	Zwaveltekort door schonere lucht	5hv	Stoffen (anorganisch)	Milieu	Informatie	Naam/formule, zwaveltekort, zure neerslag, bodemonderzoek
13	Coldpacks	4hv	Kenmerken van reacties	energie	Onderzoek	Energie-effect , endotherm proces, coldpack, onderzoek
15	Uitbreiding productie melkzuur	5,6v	Koolstofchemie	Toepassing koolstofverbindingen	Informatie	Polyester. Suiker, melkzuur, polymelkzuur, afbreekbaar polymeer, fermentatie
16	Polymeren uit maïs	5,6v	Koolstofchemie	Toepassing koolstofverbindingen	Informatie	Polyester, dimeer, melkzuur, glucose, polymelkzuur,

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
						maïszetmeel, afbreekbaar polymeer, vergisting
17	Aromatische aldehyden	5,6v	Koolstofchemie	Structuur	Informatie	Structuurformules, benzaldehyde, toluen, benzoëzuur, aromaten, redoxreactie
18	Zoutoplossingen	4hv	Stoffen (anorganisch)	reacties	Informatie	Oplossen zout, zoutoplossing, cadmiumjodide, splitsen in ionen, formules
19	De hardheid van water	4hv	Stoffen (anorganisch)	Reacties	Informatie	Oplosbaarheid, kalk in water, hardheid water, Duitse hardheidsgraad, kalkaanslag
20	Gaschromatografie	6v	Chemische techniek	Analyse	Informatie	Gaschromatografie, aromaten, polair en apolair
21	Zwavelzuur bedreigt wrak WASA	5,6v	Redox	reacties	Reken/wiskundig	Halfreacties, zZwavel, zwavelwaterstof, pH, verzuring, bacteriën
22	Auto loopt op wasmiddel	5hv	Stoffen (anorganisch)	Toepassing stoffen	Informatie	Brandstofcel, waterstof, auto, Chrysler
23	Giftige erfenis kopermijn	5hv	Zuur-base	Reacties	Reken/wiskundig	Reactievergelijkingen, zwavelzuur, Berkeley Pit, verzuring, kalksteen
24	Te warm viswater	3hv	Stoffen en materialen	Water, zuren en basen	Informatie	Warm water, energie-effect, verdamping
26	Isotopen in de veren van vogels	5hv	Stoffen (anorganisch)	Atoombouw/Periodiek systeem	Informatie	Isotopen, C-13, H-3, deuterium, stabiele isotoop
27	Waterstof aan de benzinepomp	4 mhv	Stoffen en materialen	verbranding	informatie	Reactievergelijking, reformer, aardgas, waterstof,
28	Scooter rijdt op	4	Stoffen en materialen	verbranding	informatie	Verbranding, waterstof

Nr	Titel	Klas	Hoofddomein	Subdomein	Vaardigheid	Kernwoorden
	waterstof	mhv				
29	Natuurlijke verf uit Duitse bodem	2 vmbo	Vaardigheden	Informatie, onderzoek	Stoffen en materialen	Informatie verzamelen, verf maken
30	Kringloop	4 m, 4 vmbo, 3 hv	Stoffen en materialen	verbranding	informatie	Volledige onvolledige verbranding, verbrandingsproducten
31	Zuiverheid diamant	bavo	vaardigheden	informatie	Stoffen en materialen	Poster maken, diamant
33	Carbonylsulfide from LPG	5,6 v	Kenmerken van reacties	Toepassing van reacties	Reken/wiskundig	Reactietypen, Clausproces, Engels artikel, energie-effect, berekening

Van de redactie

Eigenlijk zou ik u nu (terwijl ik dit schrijf is in het zuiden van het land net de zomervakantie begonnen) een prettige vakantie willen wensen. Als u dit leest is dat toch wel van toepassing want de najaarsvakantie is net gestart of laat niet meer lang op zich wachten als dit nummer bij u op de deurmat valt.

In dit nummer weer heel verschillende opdrachten: met eurocenten kun je voor zilver gaan of voor goud, een kunstmatig rif aanleggen met behulp van elektrolyse, het energie-effect van een coldpack, polymelkzuren uit maïs, een poster maken met adviezen over diamantaankopen, auto's die lopen op wasmiddelen, zwavelzuur dat een scheepswrak bedreigt en scooters die lopen op waterstofgas. Dit keer ook twee opdrachten gebaseerd op engelse artikelen.

De database (Acces 97) met de inhoudsopgave van Chemie Aktueel t/m nummer 39 kunt u downloaden bij de sites van Chemnet, NVON, KNCV, VNCI, Technische Universiteit Eindhoven, Technische Universiteit Twente, C3 en het Exosteunpunt van de universiteit Nijmegen. We hebben de database met ingang van nummer 36 uitgebreid met de vaardigheidstypenvragen.

Mocht u zelf vragen maken aan de hand van een (kranten)artikel of gewoon een artikel ziet waarbij u denkt 'daar zou een opgave bij gemaakt moeten worden', schroom dan niet het materiaal naar ons op te sturen (zie colofon).

Ook met dit nummer wens ik u weer veel inspiratie.

Miek Scheffers-Sap

Miek Scheffers-Sap

Veiligheid

De redactie neemt geen verantwoording voor de experimenten. Aangeraden wordt om zelf experimenten op veiligheid te beoordelen en de bijbehorende maatregelen te treffen.

Vaardigheidsvragen in Chemie Aktueel 40

Voor toelichting zie Chemie Aktueel nummer 37.

<i>Vraagtype</i>	<i>Titel van de opdracht uit Chemie Aktueel nummer 40</i>
<i>1 informatiebegripsvraag</i>	Alle opdrachten
<i>2 informatieselectievraag</i>	De vele wegen naar zout
<i>3 informatiebewerkingsvraag</i>	Kunstmatig rif Kachel zonder schoorsteen PVC-recyclingsfabriek Eurocenten (aanvulling in docententoelichting) Stroperig, zeepachtig en giftig Polymeren uit maïs
<i>4 aanvaardbaarheidsvraag</i>	Eurocenten (aanvulling in docententoelichting)
<i>5 argumentenvraag</i>	Stroperig, zeepachtig en giftig
<i>6 standpuntvraag</i>	Eurocenten (aanvulling in docententoelichting) Stroperig, zeepachtig en giftig
<i>8 probleemstellingsvraag</i>	Isotopen in de veren
<i>9 werkplanvraag</i>	Coldpacks
<i>10 conclusievraag</i>	

Allerhande (Albert Heijn), november 2001

Winterse vitamine bommen

Zonder vitamines zijn we nergens. Dan worden we ziek, lusteloos en moe, valt ons haar uit en breken onze nagels af. Gelukkig zijn er echte vitaminebommen. Ook in de winter!

Vitamines spelen een onmisbare rol bij groei, belangrijke stofwisselingsprocessen en herstel na ziekte. Er zijn dertien vitamines en ze zijn alle dertien onmisbaar. Omdat het lichaam de meeste vitamines en mineralen niet zelf aanmaakt, moeten ze elke dag in ons eten zitten. Iedereen krijgt de ene dag wat meer vitamines binnen dan de andere. Dat is niet erg, het gaat om de grote lijn. Wie genoeg groenten, fruit, brood, margarine, zuivel en vlees(vervangers) eet, hoeft zich normaal gesproken geen zorgen te maken. De een heeft soms wat meer nodig dan de ander, de behoefte kan zelfs per dag een klein beetje verschillen. Kinderen in de groei hebben extra behoefte

aan vitamines A, D en verschillende vitamines B. Iemand die ziek is, heeft wat meer behoefte aan vitamine C.

Wintermaanden

Het is een misverstand dat we tijdens de winter veel meer vitamines nodig hebben dan in de zomer. Door de kou zijn we tijdens de wintermaanden misschien wat vatbaarder voor infecties, maar met voldoende vitamine A, B6, C en E blijft de weerstand op peil. En dat is weer goed geregeld door moeder natuur, want deze vier vitamines zitten in echte winterkost, zoals boerenkool, spruitjes en rookworst.

Dit hebt u elke dag nodig

Vitamine A	800 microgram
Vitamine B1	1,1 milligram
Vitamine B2	1,1 milligram
Vitamine B3	13 milligram
Vitamine B5	5 - 7 milligram
Vitamine B6	1,1 milligram
Biotine*	30 microgram
Foliumzuur	200 - 300 microgram
Vitamine B12	2,5 microgram
Vitamine C	70 milligram
Vitamine D	2,5 - 5 microgram
Vitamine E	9 milligram
Vitamine K*	65 - 80 microgram

* voor deze vitamines worden in Nederland geen hoeveelheden aanbevolen. De getallen zijn gebaseerd op aanbevelingen uit de Verenigde Staten.

De aanbevolen hoeveelheden gelden voor vrouwen tussen 19 en 50 jaar. Voor mannen zijn deze hoeveelheden wat groter, voor kinderen wat kleiner. Voor meer informatie over vitamines kunt u terecht bij het Voedingscentrum, (070) 306 88 10 of www.voedingscentrum.nl.

an van Mameen s

Tel.: Mary Stotelaar fotografie Ch

Tien vitaminetoppers voor de wintermaanden

Niet één voedingsmiddel bevat alle broodnodige vitamines. Er bestaan wel echte vitaminetoppers. Tien 'winterproducten' op een rij.

1 Boerenkool

Vitamine E (14% ADH)
Vitamine B2 (20% ADH)
Vitamine B6 (14% ADH)
Vitamine C (ruim de helft van de ADH)

2 Spruitjes

Vitamine B6 (27% ADH)
Vitamine C (bijna 100% ADH)
Foliumzuur (35% ADH)

3 Bruine bonen (gekookt)

Vitamine B1 (10% ADH)
Vitamine B6 (8% ADH)
Foliumzuur (16% ADH)

4 Hazelnoten

Vitamine E (bijna 3 keer de ADH)
Vitamine B1 (36% ADH)
Vitamine B3 (15% ADH)
Vitamine B6 (23% ADH)
Foliumzuur (21% ADH)

5 Zuurkool

Vitamine B6 (15% ADH)
Vitamine C (21% ADH)

6 Haas

Vitamine B3 (62% ADH)
Vitamine B6 (45% ADH)
Vitamine B12 (4 keer de ADH)

7 Rookworst

Vitamine D (13% ADH)
Vitamine B1 (19% ADH)
Vitamine B2 (18% ADH)
Vitamine B6 (13% ADH)
Vitamine B12 (34% ADH)

8 Kiwi

Vitamine B6 (11% ADH)
Vitamine C (100% ADH)
Vitamine E (21% ADH)

9 Warme chocolademelk (volle)

Vitamine B2 (15% ADH)
Vitamine B12 (30% ADH)

10 Winterzonnetje

15 minuten met gezicht en handen in de zon levert 100% ADH vitamine D voor volwassenen

ADH staat voor aanbevolen dagelijkse hoeveelheid. De percentages gelden per 100 gram bereid product. Bron: NEVO tabel 2001 en The Composition of Foods (Mc Cance and Widdowson's)

- 1 Zijn volgens het artikel alle dertien vitamines onmisbaar?
- 2 Moeten we 's winters meer vitamines innemen dan 's zomers?
- 3 Aan welke vitamines hebben kinderen in de groei behoefte?
- 4 Is het nodig om extra vitamines te kopen?
- Als je JA antwoordt: waarom denk je dat?
- Als je NEE antwoordt: Waarom niet?
- Is dit jouw mening of zijn het feiten?

Je gaat uitzoeken hoe het zit. Lees het stuk "Tien vitaminetoppers voor de wintermaanden" door.

- 5 Wat betekent de afkorting ADH ?
- 6 Voor welke hoeveelheid gelden de percentages in de tabellen?

Bij vraag 7 krijg je de opdracht menu's samen te stellen.

Een paar gegevens die je hierbij nodig hebt:

- Je eet meestal 100 gram groente per dag.
- Van een rookworst en van de haas krijg je ongeveer 150 gram.
- Een kiwi weegt ongeveer 50 gram.
- Een beker chocolademelk bevat ongeveer 200 gram.
- Een handvol hazelnoten is 25 gram.

Let op: Voordat je begint met een menu moet je eerst goed kijken of je begrijpt hoe we aan de volgende getallen komen!

hazelnoot	25 gram	75% vit E, 9% vit B1, 4% B3, 6% vit B6 en 5% foliumzuur
boerenkool	100 gram	14% vit E, 20% vit B2, 14% vit B6, 50% vit C

7 Stel voor 3 dagen verschillende menu's samen zodat je na drie dagen van alle dertien vitamines de ADH binnen hebt gekregen. Zet je gegevens in een tabel zoals hieronder is gegeven.

MENU		
VOOR 'S MORGENS/'S MIDDAGS/'S AVONDS		
Wat eten we?	Hoeveel?	% van de ADH van de vitamines

Nadat je de menu's hebt samengesteld, nog eens de vraag:

- 8 Is het nodig om extra vitamines te kopen?
- Als je JA antwoordt: waarom denk je dat?
- Als je NEE antwoordt: waarom niet?
- Is dit jouw mening of zijn het feiten?

Vitamines ANTWOORDEN

1 Ja

2 Nee

3 vitamine A, D en verschillende vitamines B.

4 Een aantal leerlingen zal hier beslist antwoorden met ja, anderen zullen nee zeggen. In het hierna volgende onderzoek zal hun mening gebaseerd moeten worden op feiten niet op meningen.

5 Aanbevolen dagelijkse hoeveelheid

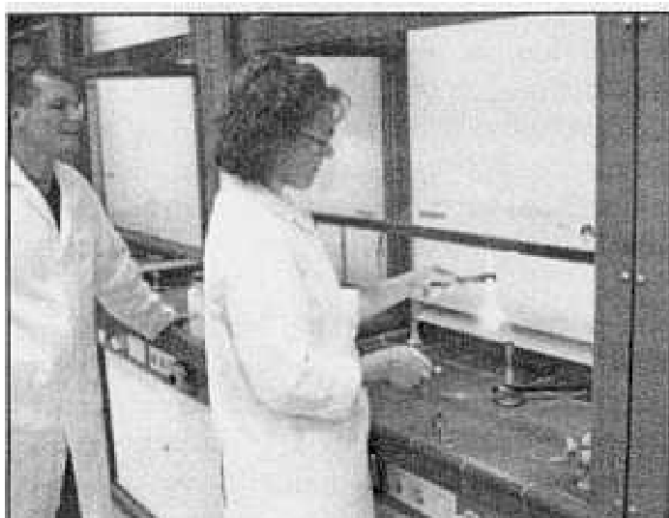
6 100 gram

7/8

EUROCENTEN IN EEN NIEUW JASJE

Maak van een koperkleurige munt een zilver- of goudkleurig exemplaar.

Gerard Stout,
Noordelijke Hogeschool Leeuwarden



Van koperen euromunten zijn gemakkelijk valse munten te maken. Doe in een porseleinen schaalje een spatelpunt zinkpoeder en 5 ml. NaOH (aq) 4-6 molair. Verwarm de inhoud van het schaalje en doe de koperen euromunt erbij zodra de inhoud begint te koken. Al na een minuut heeft de euromunt een zilverkleurig uiterlijk. Pak de munt met een pincet of kroezentang uit de oplossing en spoel het geld af onder de koude kraan. Droog de munt en houd de valse munt voorzichtig in de vlam van een bunsenbrander. De munt krijgt door verhitting een goudkleur. Door heel sterk te verhitten krijg je de oorspronkelijke kleur terug. Zink en koper vormen samen de legering messing. Messing is goudkleurig. Zie ook J. Chem. Ed. 61, May 1984 p 428. ●



g.h.w.j.stout@iec.nhl.nl
<http://www.tem.nhl.nl/~stout>

Om valse munten te maken wordt eerst zinkpoeder met een oplossing van NaOH aan de kook gebracht.

1 Geef de triviale naam van een NaOH oplossing.

De te gebruiken NaOH oplossing is 4-6 M. De eenheid met het symbool M staat voor mol L⁻¹

2 Bereken hoeveel gram vast NaOH je nodig hebt om 5 mL water om een oplossing te maken van 6 M.

3 Bereken de pH van een oplossing van 6 M NaOH oplossing.

Als je een 4-6 M NaOH oplossing met zink aan de kook brengt, treedt een redoxreactie op. Je kunt aan het oppervlak van het zink waterstofgas zien ontwijken. Een deel van het zink zal omgezet worden in Zn(OH)₄²⁻-ionen.

4 Geef de vergelijkingen voor de twee halfreacties die optreden.

5 Leid op basis van deze twee halfreacties de volledige vergelijking van de redoxreactie af.

Zodra de oplossing begint te koken wordt er een koperen euromuntje bij gedaan.

6 Welke kleur krijgt het muntje nu?

7 Waardoor wordt deze zilveren kleur veroorzaakt?

8 Waarom moet je het zilverkleurige muntje met een pincet uit de oplossing pakken en afspoelen met water?

“Zink en koper vormen samen de legering messing. Messing is goudkleurig.”

Messing bestaat voor 60-70% uit koper en 40-30% uit zink.

9 Leg uit wat een legering is.

Messing ontstaat door diffusie van zinkatomen in het koper van de euromunt.

10 Leg in je eigen woorden uit wat diffusie is.

“Door heel sterk te verhitten krijg je de oorspronkelijke kleur terug.”

11 Waardoor verdwijnt de goudkleur na heel sterk verhitten?

Je wilt deze proef in een magische scheikundeshow gebruiken.

12 Geef een leuke of pakkende titel waarmee je de proef zou aankondigen.

Eurocenten in een nieuw jasje ANTWOORDEN

1 Natronloog.

2 5 ml van een 6 M NaOH-oplossing bevat $5 \cdot 10^{-3} \text{ L} \times 6 \text{ mol/L} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol NaOH}$. De molaire massa van NaOH = is 40.00 g/mol, dus de oplossing bevat $3 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \times 40.00 \text{ g/mol} = 1,2 \text{ g NaOH}$

3 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$. In water geldt bij 298 K $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$. Hieruit volgt $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-14}/[\text{OH}^-]$. $[\text{OH}^-] = 6 \text{ M}$. Dus $\text{pH} = -\log(1,0 \cdot 10^{-14}/[\text{OH}^-]) = -\log(1,0 \cdot 10^{-14}/6,0) = 14,8$

4 $2 \text{H}_2\text{O(l)} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-$

$\text{Zn(s)} + 4 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2 \text{e}^-$

5 $\text{Zn(s)} + 2 \text{OH}^- + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-} + \text{H}_2(\text{g})$

6 Een zilverachtige kleur.

7 De zilveren kleur wordt veroorzaakt door een dun laagje zink op het oppervlak van het koperen muntje.

8 De oplossing is sterk basisch. Die moet eerst van het muntje worden afgespoeld voor je het vast pakt.

9 Een legering is een mengsel van twee of meer soorten metaalatomen.

10 Diffusie is de spontane vermenging van verschillende moleculen of atomen of ionen.

11 Als de zinkatomen nog verder in het koperen muntje diffunderen, zal de buitenste laag van het muntje steeds minder zink bevatten. In de buitenste laag krijgt dan langzaam weer koper de overhand.

12 Bijvoorbeeld 'Wordt het zilver of goud?'

Mocht u met uw leerlingen willen ingaan op het ontstaan van het zinklaagje dan kunt u daarvoor gebruik maken van onderstaande vragen.

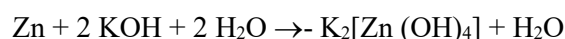
Vervolg vragen

In de chemische wereld is men het nog niet eens over de chemische verklaring voor het ontstaan van het 'zilverkleurige zinklaagje'.

Onderstaand fragment komt uit het Duitse boek 'Alltagschemie im Unterricht' van J. Reiss

Erklärung zu den beiden Versuchsdurchführungen

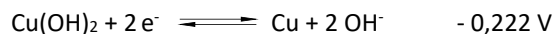
Zink reageert mit erhitzter Kalilauge (Durchführung 1) zu löslichem Kaliumtetrahydroxozinkat:



Das edlere Kupfer scheidet aus dieser Lösung das unedlere Zink ab, ohne jedoch dabei selbst in Lösung zu gehen:



In het Handbook of Chemistry and Physics staat het volgende gegeven:



13 Leg uit of jij het eens bent met de uitleg van de heer Reiss.

Het onderstaande fragment komt uit het boek 'Chemical Demonstrations, A handbook for teachers of Chemistry, volume 4' van B. Shakhshiri.

Shakhshiri beschrijft de proef zowel met zinkpoeder als met tinpoeder.

In the demonstration, the zinc and tin coatings will form only if the copper coin is in contact with the zinc or tin metal. This suggests that the process which forms the coating is an electrochemical process. The exact nature of the electrochemical process is not known. The potentials of zinc and tin in 1,0 M sodium hydroxide are reported as - 1.24 volts and - 0.94 volt, respectively [7, 8]. Both of these potentials are consistent with the metals' spontaneous reactions with the solution and with the reduction potential of water in basic solution, namely - 0.828 volt [9]. We have found that zinc can be deposited on a copper electrode in an electrochemical cell containing materials similar to those in this demonstration. This cell was constructed from two test tubes connected by a tube having a fritted glass plug at the center. One tube was filled with a 3M sodium hydroxide solution and the other with a sodium zincate solution. A zinc electrode was immersed in the sodium hydroxide solution, and a copper electrode was immersed in the sodium zincate solution. When the two electrodes were connected with a wire, a coating of zinc deposited on the copper electrode. In this cell, zincate ions are reduced to zinc at the cathode (negative electrode), and zinc is oxidized to zincate ions at the anode (positive electrode). These two electrode reactions are simply the reverse of each other, and this cell is a concentration cell, driven by the difference in concentration of zincate ions in the two half cells. Perhaps a similar driving force produces the zinc and tin coatings in this demonstration.

In het stukje tekst staat aangegeven dat de verklaring waarschijnlijk ligt in het feit dat er een zogenaamde concentratiecel is ontstaan.

14 Geef met de drie begin- en drie eindwoorden van de engelse zin aan waar dit staat.

15 Leg uit dat je bij de proef door concentratieverschillen inderdaad een electrochemische cel kunt krijgen.

16 Teken de elektrochemische cel zoals hij in het stukje tekst van Shakashiri beschreven wordt.

17 Leg uit wat de functie zou zijn van de koperen euromunt bij de vorming van het zinklaagje.

18 Leg uit of jij het eens bent met de uitleg van Shakashiri.

19 Formuleer een onderzoeksvraag om een chemische verklaring te krijgen voor de vorming van het zinklaagje op de koperen euromunt.

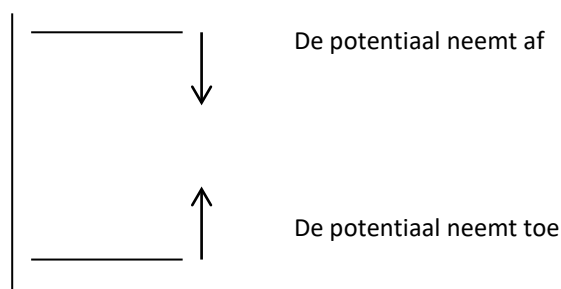
Vervolg antwoorden

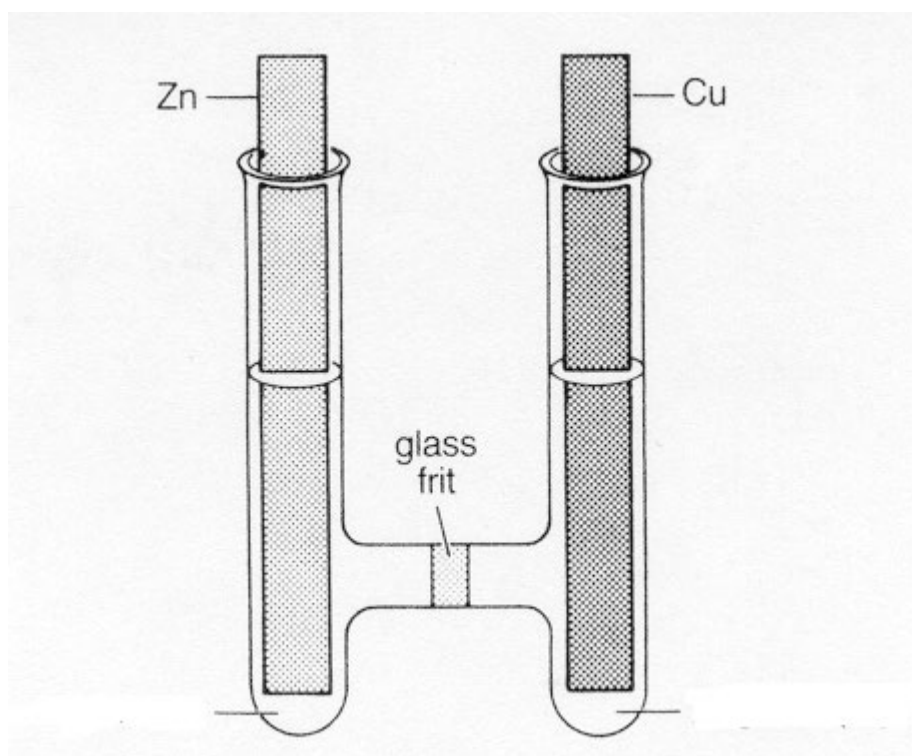
13 Nee, want uit het gegeven uit het Handbook of Chemistry and Physics blijkt dat koper in basisch milieu een zwakkere reductor is dan het zink dat in basisch milieu zou ontstaan. Deze reactie verloopt dus niet.

14 These two electrode..... two half cell

15 Bekijk $\text{Zn (s)} + 4 \text{ OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2 \text{ e}^-$

Als $[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]$ groter wordt, neemt in dat gebied de 'neiging' om elektronen op te nemen toe. Dit betekent dat Zn(OH)_4^{2-} een sterkere oxidator wordt, ofwel de elektrodepotentiaal neemt toe. In het gebied waar $[\text{Zn(OH)}_4^{2-}]$ kleiner wordt, neemt in dat gebied de 'neiging' om elektronen af te staan toe. Dit betekent dat Zn in combinatie met OH^- een sterkere reductor wordt. Ofwel de elektrodepotentiaal neemt af.





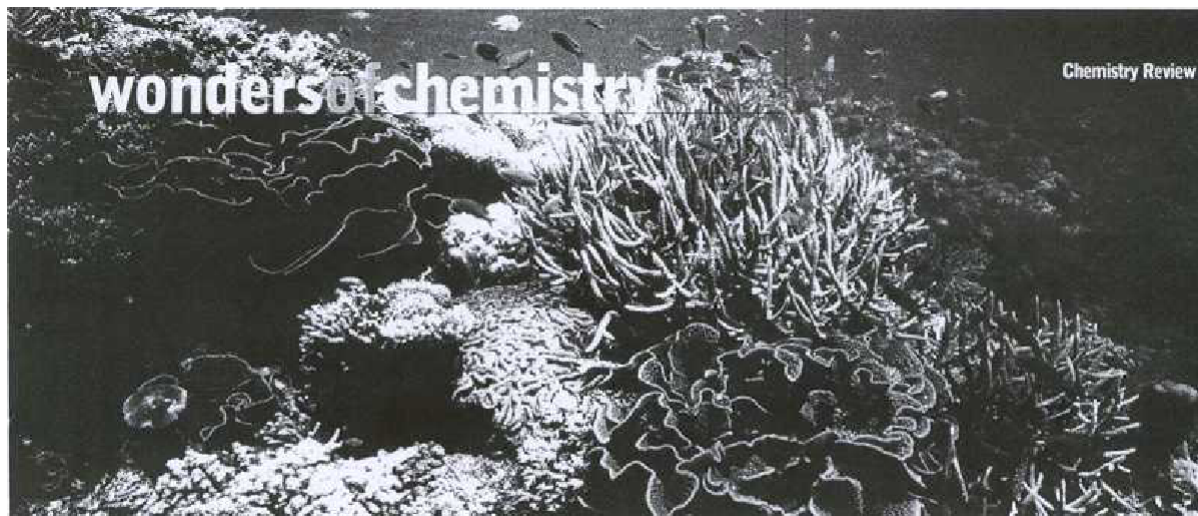
17 Geleider van de elektronen.

18 Ja, want hiermee kun je verklaren dat er een zinklaag ontstaat. Je kunt het niet verklaren door aan te nemen dat koper zelf reageert want daarvoor is het zinkatoom een te zwakke oxidator.

19 Zijn de metalen lood, tin, nikkel, kobalt, ijzer, en chroom net als koper geschikt om een zinklaagje te laten ontstaan in een basisch milieu?

Bronnen

Losse Flodder nummer 10, 'Van magie tot chemie III' (uitgave 1993), Wordt het zilver of gaan we voor goud? (Losse Flodders zijn oorspronkelijk een uitgave van KPC groep, exemplaren zijn nog verkrijgbaar via de NVON ledenservice).



Saving reefs from grief

Coral reefs are living structures, formed by tiny organisms called *coral polyps* that produce calcium carbonate structures as their exoskeleton. They provide a home for 25% of marine life, protect coastlines from erosion, and produce white sandy beaches when they break up and wash up on land. Reefs are one of the oldest continuous environments on Earth, and most of the reefs we see today have been growing for thousands of years. They are also currently dying due to increasing pollution and rising sea temperatures, to which the coral is extremely sensitive.

The loss of coral reefs has serious implications, including loss of fisheries, loss of tourism and coastal erosion. One remedy for this potential disaster is a resourceful technique called **mineral accretion technology** or 'Biorock'. Originally proposed by architect Wolf Hilbertz in 1976 and developed with Thomas Goreau, president of the Global Coral Reef Alliance, mineral accretion uses electricity and the ions naturally found in sea water (shown in Table 1) to enable the coral to grow much faster. The technology involves a wire frame attached to electrodes that pass safe, low voltage electrical currents into the water. This causes dissolved

minerals — most importantly calcium carbonate (CaCO_3 or limestone) — to precipitate out, creating underwater limestone structures around the wire frame. This material is similar in strength to concrete. In reef conservation the metal structures can be made on any scale and the electrical circuit is created in the frame through wires from a solar-powered battery on the shore, or through wave power. The power required for a huge artificial reef created in this way is equivalent to just one 500-watt bulb.

Growing an artificial reef

The principle of mineral accretion lies in electrolysis, in which an electric current is passed through an electrolyte solution, causing chemical reactions to take place at both electrodes. A DC current of around 10 volts is applied to a mesh made of a conductive material such as iron, which serves as the cathode (negative electrode). Calcium ions are abundant in sea water and are deposited at the cathode in the form of calcium carbonate, while chlorine and oxygen gases are evolved at the anode (positive electrode).

Koraalriffen zijn levende structuren, gevormd door kleine organismen 'coral polyps' die calciumcarbonaat afzetten als hun exoskelet ('buitenskelet'). Daardoor zorgen zij voor een tehuis voor 25 % van het leven in zee. Het rif beschermt kustlijnen tegen erosie en het zorgt voor witte stranden als stukken afbreken en aan land spoelen.

Het verlies van koraalriffen heeft flinke gevolgen: terugloop van de visserij en toerisme en erosie van de kustlijn.

Rif bestaat voornamelijk uit calciumcarbonaat.

Een van de manieren om een kunstmatig rif aan te leggen is met behulp van elektrolyse.

1 Hoe heet de nieuwe methode om het rif aan te laten groeien.

2 Wat voor stroombron gebruikt men?

Het benodigde vermogen voor het laten aangroeien van het rif is niet groot. Het wordt vergeleken met het vermogen van een lamp.

3 Hoe groot is het genoemde vermogen van zo'n lamp?

4 Welke (natuurkundige) fout staat er in de laatste alinea 'Growing an artificial reef'?

Aan de hand van de rest van deze opgave ga je bekijken hoe de vorming van een kunstmatig rif met behulp van elektrolyse mogelijk is.

5 Schrijf de evenwichtsvergelijking voor de vorming van calciumcarbonaat uit de ionen op.

6 Schrijf de evenwichtsvoorwaarde voor het evenwicht uit vraag 1 op. Zoek tevens de grootte van het oplosbaarheidsproduct en noteer het getal.

In onvervuild zeewater zijn calciumionen en waterstofcarbonaationen aanwezig. De waterstofcarbonaationen ontstaan doordat koolstofdioxidegas oplost in het zeewater.

7 Geef de vergelijking van de reactie waarbij koolstofdioxide met water reageert tot onder andere waterstofcarbonaationen.

8 Leg met behulp van een reactievergelijking uit hoe carbonaationen gevormd worden uit het zwakke zuur waterstofcarbonaat(ionen).

9 Laat met behulp van berekeningen zien dat er in onvervuild zeewater van 298 K geen neerslag van calciumcarbonaat kan ontstaan. Maak hierbij onder andere gebruik van gegevens in tabel 43 van je Binasboek. Tip: bereken achtereenvolgens $[\text{HCO}_3^-]$, via K_z $[\text{CO}_3^{2-}]$ en bereken $[\text{Ca}^{2+}]$

De elektrolyse van zeewater zorgt er voor dat op de negatieve elektrode een neerslag van calciumcarbonaat kan ontstaan.

De opstelling die men gebruikt ziet er als volgt uit. Op de zeebodem legt men een metalen vlechtwerk van ijzer neer dat men verbindt met de negatieve pool van een spanningsbron (10 V). Een staaf van titaan, koolstof of lood wordt vlak onder het wateroppervlak verbonden met de positieve pool van de spanningsbron.

10 Maak een tekening van deze opstelling.

Aan de positieve elektrode ontstaan bij de elektrolyse van zeewater twee gassen.

11 Schrijf de halfreacties op voor het ontstaan van deze twee gassen.

Bij de negatieve elektrode treedt een halfreactie op die er onder andere voor zorgt dat de pH in de buurt van de elektrode stijgt.

12 Schrijf de halfreactie op die aan de negatieve pool optreedt.

13 Leg uit dat de pH inderdaad toeneemt bij de negatieve elektrode.

Doordat de pH stijgt rond de negatieve elektrode, slaat er calciumcarbonaat neer.

14 Leg uit hoe het mogelijk is dat bij een hogere pH van het zeewater er meer calciumcarbonaat neerslaat. Maak hierbij gebruik van je antwoorden bij vraag 7 en 8.

15 Leg uit welk ander zout er ook zal neerslaan.

16 Schrijf in maximaal 50 woorden op wat de functie van de elektrolyse is voor de vorming van een kunstmatig rif.

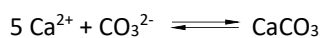
Kunstmatig rif ANTWOORDEN

1 Biorock

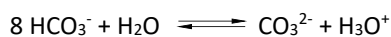
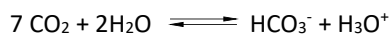
2 Zonnecel (solar powered battery).

3 500 W

4 Een stroom van 10 V. de stroom heeft de eenheid ampère, de spanning de eenheid volt.



$$6 K_s = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]; K_s = 5,0 \cdot 10^{-9}$$



9 zeewater bevat 0,410 g Ca^{2+} /L en 0,144 g HCO_3^- /L.

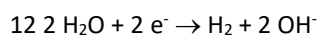
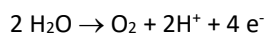
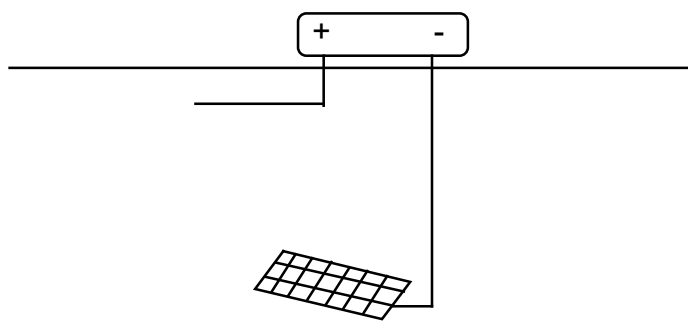
$$0,410 \text{ g Ca}^{2+}/\text{L} \equiv 0,410/40,08 = 0,0102 \text{ mol Ca}^{2+}/\text{L}$$

$$0,144 \text{ g HCO}_3^-/\text{L} \equiv 0,144/61,02 = 0,00236 \text{ mol HCO}_3^-/\text{L}; K_2 = 4,7 \cdot 10^{-11}$$

$$K_2 = x^2/(0,00236-x) \rightarrow 4,7 \cdot 10^{-11}. 0,00236 = x^2 \rightarrow x = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L} = [\text{CO}_3^{2-}]$$

$[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 0,00236 \cdot 0,33 \cdot 10^{-6} = 0,78 \cdot 10^{-9}$. Het ionenproduct is niet groter dan K_s , dus er vormt zich geen neerslag.

10



13 Er ontstaan OH^- ionen die zorgen voor een meer basisch milieu, dus hogere pH

14 Er treedt een reactie op tussen $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ en OH^- waardoor de evenwichten naar rechts gaan, waardoor er dus meer CO_3^{2-} ontstaat. Hierdoor wordt het ionenproduct groter dan K_s en kan er dus een neerslag ontstaan.

15 In zeewater zijn ook Mg^{2+} ionen aanwezig: er kan dus een neerslag van $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ontstaan.

16 De elektrolyse zorgt voor de verhoging van de pH waardoor de $[\text{CO}_3^{2-}]$ in het zeewater toeneemt en het ionenproduct groter wordt dan het oplosbaarheidsproduct. Hierdoor slaat CaCO_3 neer.

Opmerking

In een langer lopend profielwerkstuk kunnen leerlingen onderzoeken of het mogelijk is op laboratoriumschaal ook een dergelijk kunstmatig rif kunt maken. De groei van zo'n kunstmatig rif in de natuur is duurt in werkelijkheid een flinke tijd (1 cm in 2 maanden). Kippengaas kan aan de negatieve elektrode worden verbonden.

Intermediair, voorjaar 2002 (datum nazoeken)

Kachel zonder schoorsteen

Vlammetjes zien is gezelliger dan naar een radiator staren. Alleen spijtig dat veel moderne huiskamers geen rookkanaal hebben. Maar nu is er de schoorsteenloze gashaard. DOOR MARK MIERAS

Je loopt helemaal om de gashaard heen. Dan geloof je het nog niet. Een kachel die solitair op het tapijt staat, met enkel een gasleidinkje? Dat kan toch niet? Waar blijft de rook? Dus je beent nog eens om de nieuwe gashaard Ixa-Bell van fabrikant Bellfires en gelooft dan je ogen. Het kan kennelijk wel.

De schoorsteenloze gashaard is een uitkomst voor alle Vinex-bewoners die hunkeren naar gezelligheid. En die nooit een haard konden plaatsen, omdat er geen schoorsteen was.

Willem Rietveld van Bellfires herinnert zich dat klanten de laatste jaren vaak over de haard-zonder-schoorsteen begonnen. Of hij die ook verkocht? Het leek de nieuwe versie van het aloude 'Verkoopt u ook een vierkantegatenboor?' Rietveld: 'We hebben het idee bij wijze van scherts doorgespeeld aan onze branderexpert. Die is daar toen serieus mee aan de slag gegaan.'

Die expert is de Israëliër Josef Hacohen, hoogleraar verbrandingstechniek aan de Universiteit van Exeter, Groot-Brittannië. Hij ziet bijzondere voordelen in een kachel zonder rookafvoer. 'Het scheelt niet alleen veel gedoe met buizen en rookkanalen. Een pre is ook dat als er geen schoorsteen is, er ook geen warmte door die schoorsteen kan verdwijnen. Een kachel zonder rookkanaal heeft een efficiëntie van honderd procent!' Dat scheelt inderdaad een slok op een borrel. Bij gangbare gaskachels verdwijnt dertig procent van de energie door de schoorsteen. Bij een open haard loopt dat zelfs op tot zeventig procent.

Hoog tijd dus om het rookkanaal af te schaffen. Alleen, wat doe je met de rook? Dat ligt nogal voor de hand, vindt Hacohen. Net als bij een auto kun je de uitlaat van een kachel reinigen met een katalysator. Een katalysator breekt de giftige bestanddelen uit het rookgas af. In de vs blijkt daarmee al ervaring te zijn. De kachel zonder rookkanaal werd er al een paar jaar geleden uitgevonden, maar de Amerikaanse kachels zijn ongeschikt voor het Europese gas, de kleinere Europese huizen en de strengere normen.

Hacohen begint in 1998 met de ontwikkeling van een Europese katalysator-kachel. De katalysator zelf is een sponsachtig keramisch element, aan de binnenzijde geoct met palladium en platina. Het verbrandingsgas stroomt erdoorheen. De twee metalen zetten onverbrand



PRODUCT: Een gashaard die zijn eigen rook zuivert

BEDRIJVEN: Bellfires te Hapert, Universiteit van Exeter

ONTWIKKELTIJD: drie mensjaren

VERWACHTING: 'Bij zo'n marktintroductie dwel je tussen hoop en realisme. Duizend gashaarden zou mooi zijn het eerste jaar.'

aardgas alsnog om in water en kooldioxide. Ze ontbinden de stikstofoxiden en maken het giftige koolmonoxide onschadelijk.

Uit het rookgas laat zich alleen het kooldioxide niet afbreken. 'Maar dat is toch geen probleem?' vraagt Hacohen retorisches. 'ook mensen ademen toch kooldioxide uit? Mits voldoende geventileerd blijft het gehalte in een huiskamer met een Ixa-Bell ver onder dat in een volbemande personenauto.'

Aanvankelijk vertoont de door Hacohen ontworpen katalysator tekortkomingen. De eerste tien seconden na het ontsteken van de haard stroomt een pluim ongezuiverd rookgas de kamer in. De katalysator is nog koud en moet op gang komen. Na enig sleutelen wordt de reactietijd verkort. Een sensor zorgt voor extra veiligheid: stijgt de concentratie koolmonoxide in de kamer boven de vijftien moleculen per miljoen luchtdeeltjes, dan slaat de kachel resoluut af. (...)

- 1 Noem drie voordelen van 'de kachel zonder schoorsteen'.
- 2 Noem een mogelijk nadeel van 'de kachel zonder schoorsteen'.
- 3 Geef in maximaal twee zinnen weer waarop 'de kachel zonder schoorsteen' is gebaseerd.

In de zin 'ze ontbinden stikstofoxiden en maken het giftige koolmonoxide onschadelijk' staan twee termen die we in de scheikunde niet gebruiken.

- 4 Noteer die twee termen en geef de term die er in de scheikunde voor wordt gebruikt.
- 5 Schrijf de reactievergelijking op voor de volledige verbranding van aardgas.
- 6 Noteer de formules van de stoffen die ontstaan als je stikstofoxide ontbindt.
- 7 Welke stof zal ontstaan bij het onschadelijk maken van het giftige koolmonoxide?

Kachel zonder schoorsteen ANTWOORDEN

1 Zonder rookkanaal, 100 % efficiënt, CO-detector.

2 dat er nog koolstofdioxide ontstaat.

3 Een katalysator in de kachel zet onverbrand aardgas en giftige bestanddelen van het rookgas nog om.

4 Ontbinden: ontleden; koolmonoxide: koolstofmono-oxide.

5 $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

6 N_2 en O_2

7 Koolstofdioxide

de Volkskrant, 22 februari 2002

De vele wegen die naar zout leidden

HERKOMST EN GEBRUIK VAN VOOR DE MENS ONONTBEERLIJKE KRISTALLEN

WAS ER GEEN water, dan waren er geen mensen. Maar was er geen zout, dan gingen ze dood. Zonder zout kan een mens niet leven. Het moet aangevuld worden, het menselijk lichaam kan het zelf niet maken, maar heeft het wel nodig. Toch zijn er op de wereld mensen geweest, indianen bijvoorbeeld, die geen zout gebruikten. Dat wil zeggen, ze voegden het niet toe aan hun voedsel. Ze leefden van de jacht. Ze aten beesten. In het bloed van dieren zit voldoende zout.

Ook de dieren hebben het zout niet van zichzelf, ze moeten het ergens vandaan zien te halen. Volgens Mark Kurlansky, schrijver van *Salt*, worden soms rendieren waargenomen die een plek aflikken waar een tijdje eerder iemand heeft staan of zitten plassen. En er zijn beschrijvingen van productiemethoden van zout in een ver verleden, waarbij urine werd verdampt.

Nu kunnen rendieren en wilde buffels moeilijk hun inwendige zoutvoorraad alleen aanvullen met wat mensen voor hen achterlaten. Ze moeten het zoeken in de natuur, en zo is volgens Mark Kurlansky de wegenkaart van Amerika gevormd.

Bekijk de plattegrond, zegt hij, en verbaas je over de grillige wegen in een gebied waar ze net zo goed recht hadden kunnen zijn. Het zijn de sporen die de dieren trokken naar plaatsen waar ze zout konden vinden. Ze likten aan versteend zout dat de zeeën miljoenen jaren eerder achterlieten toen ze verdampten. Jagers volgden de sporen om de dieren te vinden en de plekken waar ze zich verzamelden om zout te likken. De sporen werden paden en die werden wegen.

De vindplaatsen van zout werden nederzettingen en dat werden steden. New York was er misschien nooit geweest als een beest er de weg naar het zout niet had gevonden.

Zout genoeg in Amerika, maar toen Spanjaarden, Engelsen en Nederlanders het land van de indianen kwamen afpakken, viel het hun op dat de autochtonen dat zout niet gebruikten. En dat ze dat zo in het bijzonder opviel, kwam doordat ze gewend waren dat voor zout moorden werden gepleegd en oorlogen gevoerd.

Het zout was hun zo veel waard dat bemanningen van de schepen uit Europa de zoutkristallen van de rotsen schraapten op eilanden voor de Amerikaanse kust. Al keerde je na een reis van een jaar terug met slechts één schip vol zout, dan was je al binnen.

De geschiedenis van het zout bestaat niet, er zijn duizend geschiedenissen. Mark Kurlansky, die eerder een boek schreef over de kabeljauw, verzamelde verhalen uit de literatuur en reisde naar verschillende bronnen van het zout. De auteur schreef zijn boek met voor de lezer goed meevoelbare verbazing. Heel veel merkwaardigs is over zout te vertellen. En het houdt nooit op. Hilarisch is het laatste hoofdstuk over de moderne tijd.

Er zijn meer samengestelde mineralen die men zout noemt, maar wie het over zout heeft, bedoelt natriumchloride, dat in Nederland keukenzout wordt genoemd, hoewel maar een heel klein deel van het geproduceerde zout overal in de wereld in de keuken gebruikt wordt.

Aan zout werd en wordt geneeskraft toegeschreven en zowel de oude Chinezen, ver voor Christus, als de Egyptenaren, maar ook de Azteken ontdekten afzonderlijk van elkaar de conserverende werking van zout. Het is zowel geschikt voor het inleggen van dode faro's als voor groente. En overal ter wereld werd in de loop van een lange geschiedenis telkens opnieuw ontdekt dat in zout vissen langer goed (beter gezegd, enigszins eetbaar) blijven.

Langs de Europese Atlantische kust was het vangen van vissen geen probleem. Er waren er meer dan genoeg. Toen na 1400 de handel in gezouten vis opkwam waar Holland en Vlaanderen schatrijk mee geworden zijn, was het niet de vis, maar het zout waar alles om draaide. Wie het zout had, kon de vis verhandelen. Het zout kon toen nog niet op kilometers diepte uit de grond van Boekelo worden gehaald en moest worden geïmporteerd.

In Holland en Denemarken werd ook wel zout gewonnen op een nogal omslachtige manier. Turf, doordrenkt van zeewater werd gedroogd en verbrand. Een mengsel van as en zout bleef over. Daar werd weer zeewater aan toegevoegd waarin alleen het zout kon oplossen, de as niet. Het water werd nu nog eens uit de pekel verdampt en een gore bak zoutkristallen bleef over.

Al het zout in de wereld dat door verdamping uit zeewater gewonnen wordt, is onzuiver, en vaak is dat met het blote oog te zien.

Uit zoutmijnen komt meestal schoner zout en bij industriële verwerking kan een zuiverheid van vrijwel honderd procent worden bereikt. Het heeft duizenden jaren geduurd en veel inspanningen gekost om het zover te kunnen schoppen, zuiver zout!

In de Verenigde Staten werd er voor het eerst reclame mee gemaakt. Een handelsonderneming in zout groeide in het begin van de twintigste eeuw uit tot de grootste zoutmaker van Amerika. De Morton Salt Company liet in het hele land zout maken van uniforme topkwaliteit. De herkomst deed er niet meer toe. Een bus zout van Morton bevatte overal hetzelfde product, Morton claimde zelfs dat alle zoutkristallen volmaakt gelijk van afmetingen waren. Dat werd door consumenten gewaardeerd. Ook in Europa, ook in Nederland, waar de Koninklijke Zoutfabriek, later Akzo, met het best denkbare keukenen tafelszout tot in alle huishoudens doordrong.

Traditionele zoutwinners hadden het nakijken. Bijvoorbeeld die in de oksel van Bretagne, bij Guérande in Frankrijk, waar het grijze zout gewonnen wordt door verdamping van zeewater. In de jaren tachtig van de vorige eeuw kwam deze primitieve zoutwinning vrijwel stil te liggen. Er was niet genoeg afzet meer voor vuil zout.

Maar toen gebeurde het. Schoon en zuiver zout ging opeens een aantal mensen vervelen. Culinaire snobs in West-Europa en Amerika begonnen lyrisch te doen over verschillende zoutsoorten en schreven er bijzondere smaakeigenschappen aan toe.

Er zijn zelfs discussies over welk zout van welke kust beter is en het topje van de zoutberg is *fleur de sel*, een kristalkorstje dat op zout water drijft en er voorzichtig wordt afgeschept.

Het grijze zout van de Franse Atlantische kust is sinds een jaar of vijf weer mateloos populair. De oorspronkelijke arbeiders van de zoutputten waren inmiddels te oud of dood, er moest jong volk van helemaal uit Parijs komen om de boel weer op gang te brengen.

Het loont de moeite, want voor het vuile zout betalen de liefhebbers graag honderd keer de prijs van die van zuiver zout uit diepe zoutlagen.

Het lijkt of de lezer het grinniken kan horen van Mark Kurlansky toen hij dit laatste hoofdstuk schreef van zijn opwindende boek *Salt*.

Wouter Klootwijk

Mark Kurlansky: Salt – A World History.

Jonathan Cape, import Nilsson & Lamm
465 pagina's; € 27,50.
ISBN 0 22406 084 8.

Het artikel gaat in op de inhoud van het boek 'Salt - a world history' van Mark Kulansky.

1 Noem de 'landen' waar zoutwinning plaats vindt/vond en de manier van zoutwinning. Doe dit in de vorm van een tabel zoals hieronder is aangegeven.

<i>waar</i>	<i>winningsmethode</i>

2 Waarom was zout vroeger zo belangrijk?

3 Geef de zoutwinning in Holland/Denemarken in een blokschema weer.

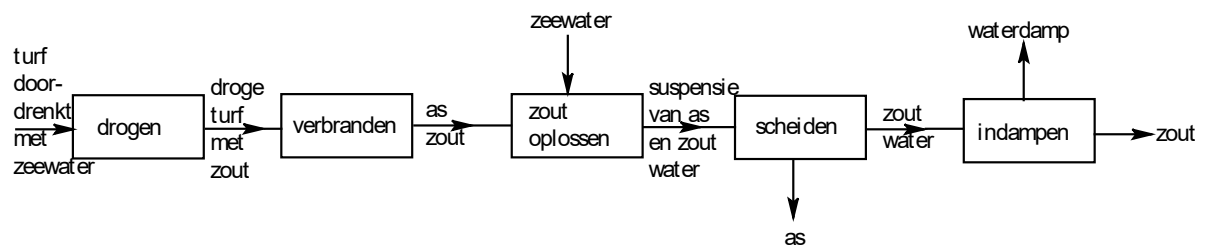
De vele wegen naar zout ANTWOORDEN

1

<i>waar</i>	<i>winningsmethode</i>
Amerika	Zout van de rotsen halen
Holland en Denemarken	Turf met zeewater, dan drogen, verbranden levert as en zout
Boekelo	Halen uit de grond
	Zout halen uit zoutmijnen
Bretagne	Verdamping zeewater

2 Geneeskracht en conservering voedsel.

3



PVC-RECYCLINGFABRIEK OPGAVEN

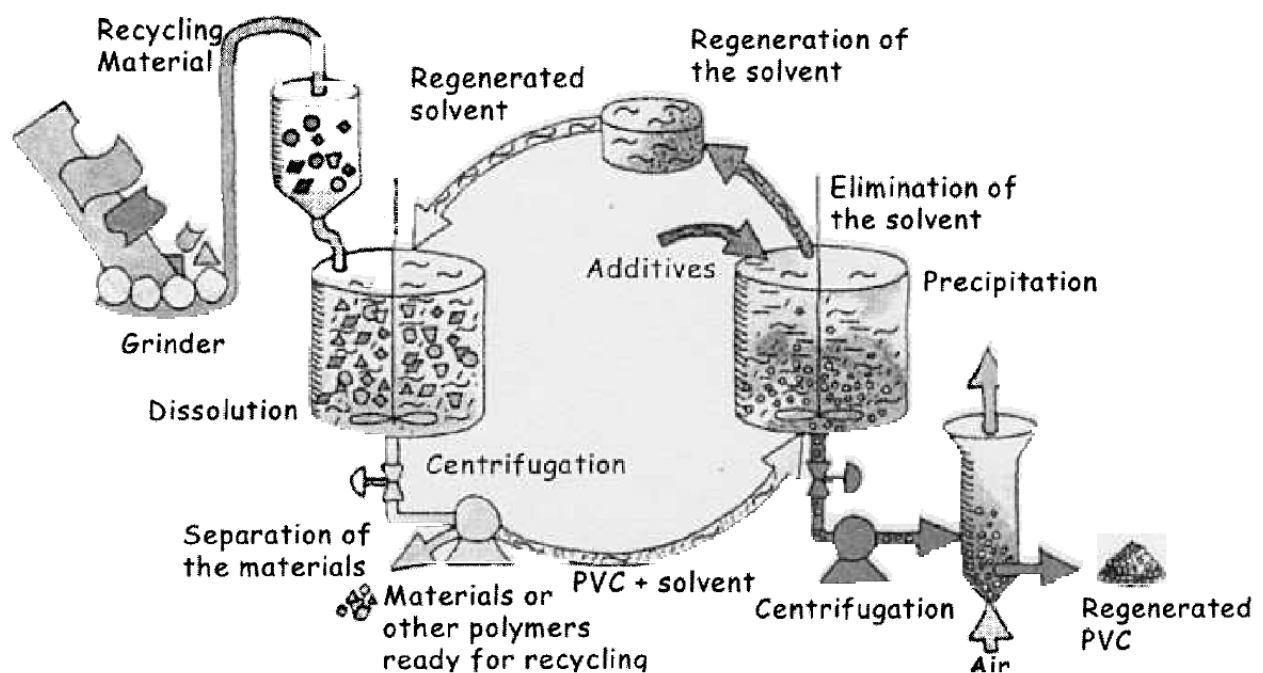
NCI, maart 2002

Solvay heeft in het Italiaanse Ferrara een fabriek geopend waar per jaar minimaal 10.000 ton PVC-afval gerecycled kan worden. Daarbij gaat het met name om de resten van PVC-isolatiemateriaal voor de ommanteling van elektrische kabels. Dit gebeurt via een geavanceerde methode: het Vinylloop-proces. Deze technologie werd ontwikkeld door het R&D-centrum van

Solvay in Brussel. Het patent werd in 1998 verkregen. Het bedrijf is een joint-venture waarin vier partners deelnemen: SolVin Italia, Adriaplast, Tecnometal en Vulcaflex. De investering bedraagt euro 10,6 miljoen. Een gedeelte daarvan is betaald door Vinyl 2010, onderdeel van de Europese PVC-industrie. Het afval van het isolatiemateriaal van elektrische kabels bestaat

hoofdzakelijk uit een mengsel van PVC, rubber en polyethyleen. Om uit het afval een zo hoog mogelijke opbrengst te krijgen, zal Solvay in de loop van april een speciale voorbehandelingslijn op de fabriek aanleggen. Naast de bouw van de fabriek in Ferrara heeft Solvay nog een aantal vergelijkbare projecten op stapel staan. Daarbij gaat het onder meer om de bouw van een fabriek

waar dekzeilen en met PVC gecoatete weefsels gerecycled kunnen worden. Deze onderneming zou in 2004 kunnen gaan draaien. Het is nog niet bekend waar. Daarnaast kijkt Solvay of het mogelijk is om ook in Canada en Japan vergelijkbare recyclingfabrieken te bouwen.



- 1 Geef de rationele naam voor PVC.
- 2 Teken het recycleersymbool van PVC.
- 3 Teken de structuurformule van PVC (minimaal drie monomeereenheden).
- 4 Is PVC een thermoharder of een thermoplast.
- 5 Leg uit waarom polymeren zoals PVC gerecycled kunnen worden.

Jij moet een korte toelichting geven bij het schema van het vinylloopproces in het artikel. Ter aanvulling: het oplosmiddel wordt bij 'elimination of the solvent' verwijderd door stoom aan de oplossing toe te voegen, waardoor het oplosmiddel verdampt.

- 6 Geef in maximaal 100 woorden een beschrijving van het vinylloopproces.
- 7 Teken een blokschema van het vinylloopproces.
- 8 Leg uit dat tijdens het proces geen vers oplosmiddel hoeft te worden aangevoerd.

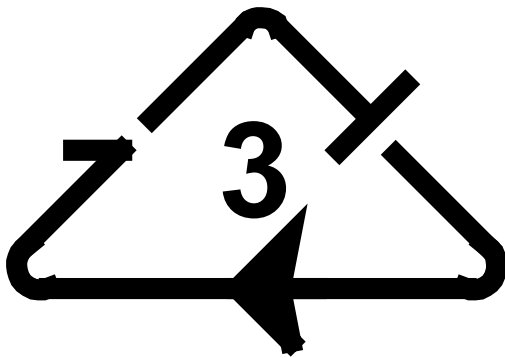
Het Engelse woord 'loop' betekent lus.

- 9 Leg uit op welke stof in dit proces het woord 'loop' zal slaan.

PVC-recyclingfabriek ANTWOORDEN

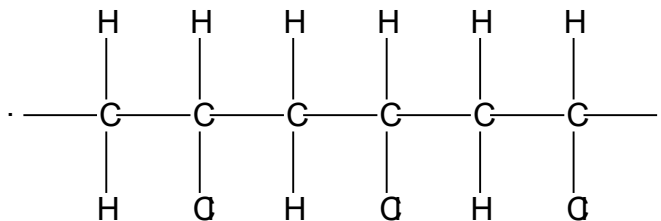
1 Polyvinylchloride

2



PVC V

3

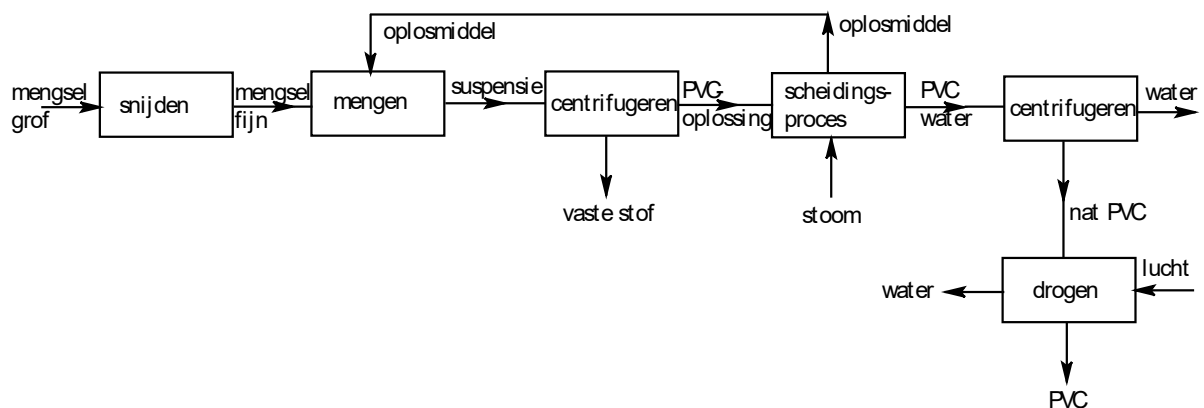


4 Thermoplast.

5 PVC is opgebouwd uit lineaire ketens. Dit betekent dat je PVC kunt smelten en oplossen

6 Het materiaal dat wordt aangevoerd, wordt eerst in kleine stukjes gesneden. Vervolgens wordt er een oplosmiddel aan toegevoegd waarin PVC oplost en de andere bestanddelen niet. De volgende stap is centrifugeren waarbij PVC-oplossing wordt gescheiden van de andere materialen. Aan de PVC-oplossing wordt stoom toegevoegd waardoor het oplosmiddel verdampt. Het oplosmiddel wordt weer gecondenseerd en teruggevoerd naar de oploseenheid. Het PVC watermengsel wordt gecentrifugeerd. Het vochtige PVC wordt vervolgens gedroogd.

7



8 Het oplosmiddel wordt verdampt en weer gecondenseerd. Er is nergens in het proces verlies van oplosmiddel.

9 Het oplosmiddel doorloopt in het proces echt een lus.

Stroperig, zeepachtig en giftig

GPD
Nijmegen

Vijf containers, gevuld met vierduizend liter nonylfenol ethoxylaate, vloeiden gisteren uit over het wegdek van de A50. Dat zorgde voor paniek, want de stof kan gevaarlijk bijtend zijn.

Bij de mens kan de stof irritatie van de luchtwegen veroorzaken. Bij dieren zijn ingrijpendere effecten bekend. De xeno-oestrogene stof kan de hormoonhuishouding ontregelen. Een mannetjesvis kan door aanraking met nonylfenol in een vrouwtje veranderen. Vogels sterven erdoor. Dat laatste gebeurde op grote schaal na een grote nonylfenol-lozing in de Waddenzee in 1988.

De chemische stof nonylfenol wordt gebruikt als een zwaar industrieel reinigingsmiddel. Tankers die plantaardige olie hebben vervoerd, worden ermee schoongemaakt. Het wordt ook gebruikt in kunststoffen, zoals pvc. Mensen kunnen aan de stof worden blootgesteld via pvc-buizen van de drinkwaterleiding en via het eten van vis. Het giftige goedje dat over de A50 vloeide, bleek

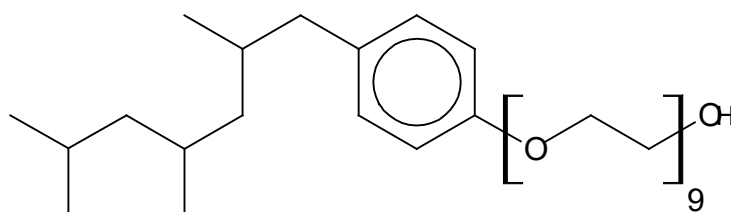
afkomstig van een Frans chemisch bedrijf en bestemd voor een Nederlandse vloerbedekkingfabriek. Het ging om een mengsel van nonylfenol ethoxylaate, dat wordt gebruikt om de verdeling van een vaste stof in een vloeistof bij de productie van vloerbekleding goed te laten verlopen.

Toen na een aantal uren de samenstelling van de stof bekend was, maakte de brandweer zich minder zorgen. Want de aanwezigheid van ethoxylaate maakt nonylfenol minder schadelijk. „Vergelijk het met keukenzout,” licht de Nijmeegse brandweercommandant E. Weterings toe. „De onderdelen zoutzuur en hydroxide zijn erg giftig, maar in keukenzout is het eetbaar.”

Omdat de stof stroperig en zeepachtig is, was die moeilijk van het wegdek te verwijderen. Nylfenol ethoxylaate stolt ('bevroest') bij 2 graden Celsius. Omdat het gisteren koud was, stelde de gevaarlijke stof op het wegdek en veroorzaakte gladheid.

De brandweer moest wachten tot het wat warmer werd en kon daarna met het opruimen beginnen. Dat gebeurde met zand, door mensen met mondkapjes en kunststof laarzen.

Het skelet van nonylfenol ethoxylaate ziet er als volgt uit:



1 Teken de volledige structuurformule (dus ook alle C en H atomen) van nonylfenol ethoxylaate.

2 Leg de naam uit aan de hand van de structuurformule

(eventueel nog zou dit een rationele naam zijn. Licht je antwoord toe)

In de zin 'het ging om een mengsel van nonylfenol ethoxylaate, dat wordt gebruikt om' Staat chemisch gezien een onjuistheid.

3 Verbeter die onjuistheid en licht je antwoord toe.

Het artikel geeft aan dat nonylfenol ethoxylaate een zeep is.

4 Leg aan de hand van je structuurformule uit hoe zeepwerking mogelijk is.

De brandweercommandant E. Weterings licht het minder schadelijk zijn van nonylfenol ethoxylaate toe aan de hand van het maken van keukenzout.

Bekijk de zin "De onderdelen zoutzuur en hydroxide zijn erg giftig, maar in keukenzout is het erg eetbaar."

5 Ben je het eens met zijn uitspraak 'zoutzuur en hydroxide zijn erg giftig'. Maak in je antwoord gebruik van gegevens uit je Binascboek.

De genoemde zin "de onderdelen" is chemisch niet juist geformuleerd.

6 Schrijf in maximaal 30 woorden een juiste chemische formulering op.

Om nonylfenol ethoxylaat te maken laat men allereerst nonylfenol en 1,2-ethaandiol in de verhouding 1 : 9 met elkaar reageren.

7 Geef in een reactievergelijking weer hoe nonylfenol ethoxylaat uit de twee genoemde stoffen gevormd wordt.

In de Gelderlander van 15 maart stond een artikel met dezelfde strekking.

De Gelderlander, 15 maart 2002

CHEMISCHE STOF

Mannetjesvis wordt vrouwtje door nonylfenol

Door HÉLÈNE VAN BEEK

NIJMEGEN • Vijf containers, gevuld met vierduizend liter nonylfenol ethoxylaat vloeiden gisteren uit over het wegdek van de A50. Omdat lange tijd onbekend was wat de exacte samenstelling van het goedje was, maar wel duidelijk was dat nonylfenol een rol speelde, ging de brandweer uit van het slechtst denkbare scenario. En dat was het vrijkomen van duizenden liters nonylfenol.

Dit is een gevaarlijke, bijtende stof die grote gevolgen kan hebben voor het milieu. Bij de mens kan de stof irritatie van de luchtwegen veroorzaken. Schadelijke effecten zijn vooral bekend bij dieren. Nonylfenol is een xeno-oestrogene stof die de hormoonhuishouding kan ontregelen. Een mannetjesvis kan veranderen in een vrouwtje wanneer hij in aanraking met nonylfenol komt. En vogels sterven wanneer hun voortplantingssysteem door nonylfenol in de war is gebracht. Dat laatste gebeurde na een grote, onopgehelderde nonylfenol-lo-

zing in de Waddenzee in 1988.

De chemische stof nonylfenol wordt gebruikt als een zwaar, industrieel reinigingsmiddel. Bijvoorbeeld tankers die plantaardige olie hebben vervoerd, worden ermee schoongemaakt. Het wordt ook gebruikt in kunststoffen, zoals bijvoorbeeld pvc (polyvinylchlorid). Mensen kunnen blootgesteld worden via pvc-buizen van de drinkwaterleiding en via het eten van vis.

Het giftig goedje dat over de A50 vloeide, was afkomstig van een Frans chemisch bedrijf en bestemd voor een Nederlandse fabriek die kunststof vloerbedekking maakt. In de containers zat een mengsel waarvan nonylfenol ethoxylaat deel uitmaakte.

En daarom werd, toen dat bekend was, de paniek na een aantal uren iets minder groot. Want nonylfenol ethoxylaat is minder schadelijk omdat nonylfenol is gekoppeld aan ethoxylaat, een stof uit de etheengroep. „En dat maakt de stof iets minder gevaarlijk”, licht brandweercommandant E. Weterings, toe. „Vergelijk

het met keukenzout. Dat is een samenstelling van zoutzuur en hydroxide. Allebei heel erg giftig, maar keukenzout lusten we wel.”

Het mengsel dat op de rijbaan van de A50 terecht kwam, wordt gebruikt om de dispersie – verdeling van een vaste stof in een vloeistof – bij de productie van vloerbekleding goed te laten verlopen. Omdat de stof stroperig en zeepachtig is, was die moeilijk van het wegdek te verwijderen. Daar komt bij dat nonylfenol ethoxylaat ongeveer dezelfde eigenschappen als water heeft en stolt ('bevriest') bij 2 graden Celsius. Omdat het gisteren koud was, stelde de gevaarlijke stof dus op het wegdek en veroorzaakte weer gladheid. De brandweer moest wachten tot het wat warmer werd en kon daarna met het opruimen beginnen. Dat gebeurde met zand. De mensen die de snelweg schoonmaakten, hadden mondkapjes voor en kunststof laarzen aan, om te voorkomen dat ze met de nonylfenol ethoxylaat in aanraking zouden komen.

8 Leg uit welk van de twee artikelen je het duidelijkste scheikundige verhaal vindt geven.

9 Geef in maximaal 60 woorden aan hoe je aankijkt tegen het gebruik van de kop en de inleiding in beide artikelen.

In de Volkskrant en het Algemeen Dagblad van 15 maart werd ook aandacht besteed aan het gebeuren. In beide kranten staat dezelfde foto afgebeeld met een bijschrift.

10 Leg uit dat de schrijver met de titel van het bijschrift in beide gevallen iets anders wil benadrukken. Geef aan wat benadrukt wordt.

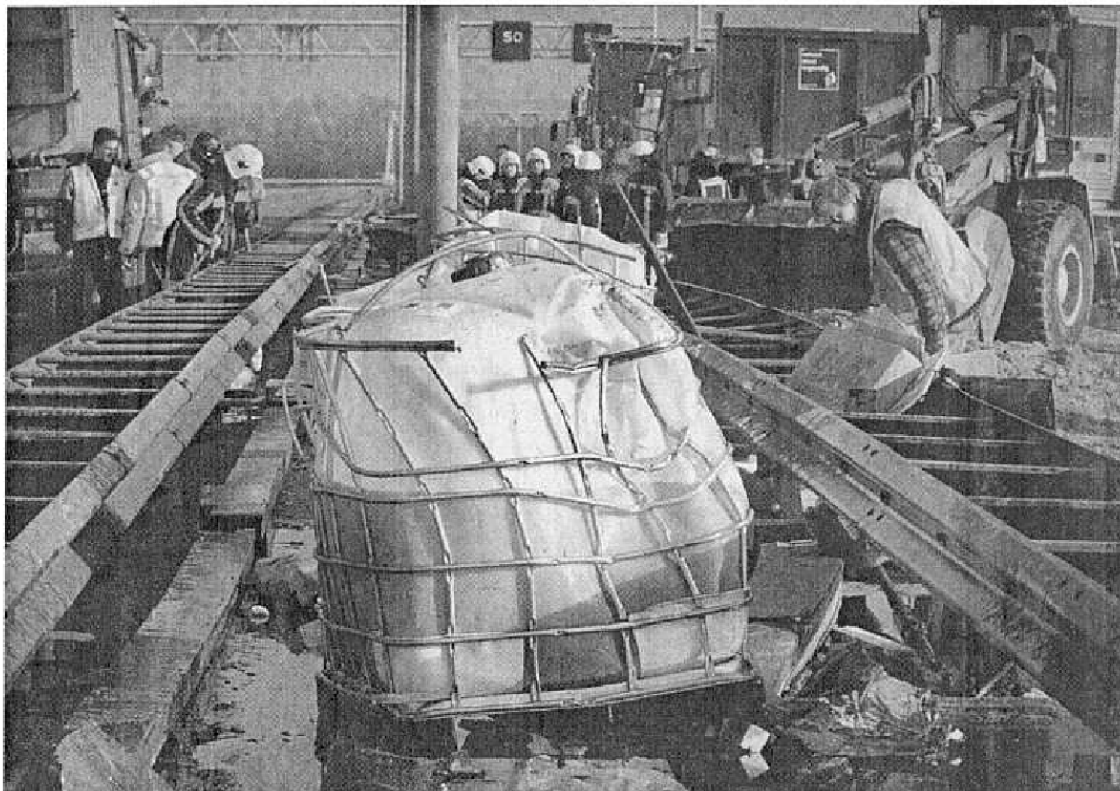


FOTO ANP

Algemeen Dagblad, 15 maart 2002

Een lekkend chemievat met de bijtende stof nonylfenol ligt tussen de vangrails op de A50, op de brug over de Waal bij Ewijk. Bij het zoveelste ongeval op de Gelderse snelweg verloor een vrachtwagen gisterochtend vier van deze vaten. Tot wanhoop van het bedrijfsleven en hulpverleners ontstonden opnieuw lange files in de wijde omgeving. De Gelderse ondernemers overwegen bij het rijk de schade te claimen die de dichtgeslibde wegen veroorzaken. Uit prognoses van Rijkswaterstaat blijkt dat het verkeer in het gebied de komende tien jaar nog met 30 tot 50 procent zal toenemen.

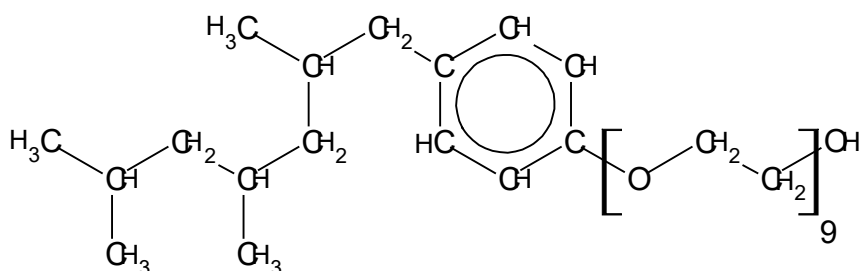
de Volkskrant, 15 maart 2002

Verkeerschaos door gif

Een vat met de bijtende stof nonylfenol ligt tussen de vangrails op de A 50 (Arnhem-Den Bosch) bij Ewijk. Door een ongeluk met een vrachtwagen waren de knooppunten Ewijk en Valburg zes uur lang afgesloten. De Kamer van Koophandel Centraal Gelderland gaat de schade (tussen 17,8 en 35,5 miljoen euro) die het bedrijfsleven heeft geleden door de verkeerschaos verhalen op het rijk. Volgens de KvK doet het rijk te weinig aan het oplossen van het verkeersprobleem.

Stroperig, zeepachtig en giftig ANTWOORDEN

1



2 De alkylstaart links aan de benzeen ring is het nonylgedeelte; fenol: je herkent een fenyling met een O-atoom eraan; **ethoxy**laet: de -O-CH₂-CH₂ die een aantal keer voorkomt; ethoxy**laet** vanwege -O⁻ aan het eind van de staart.

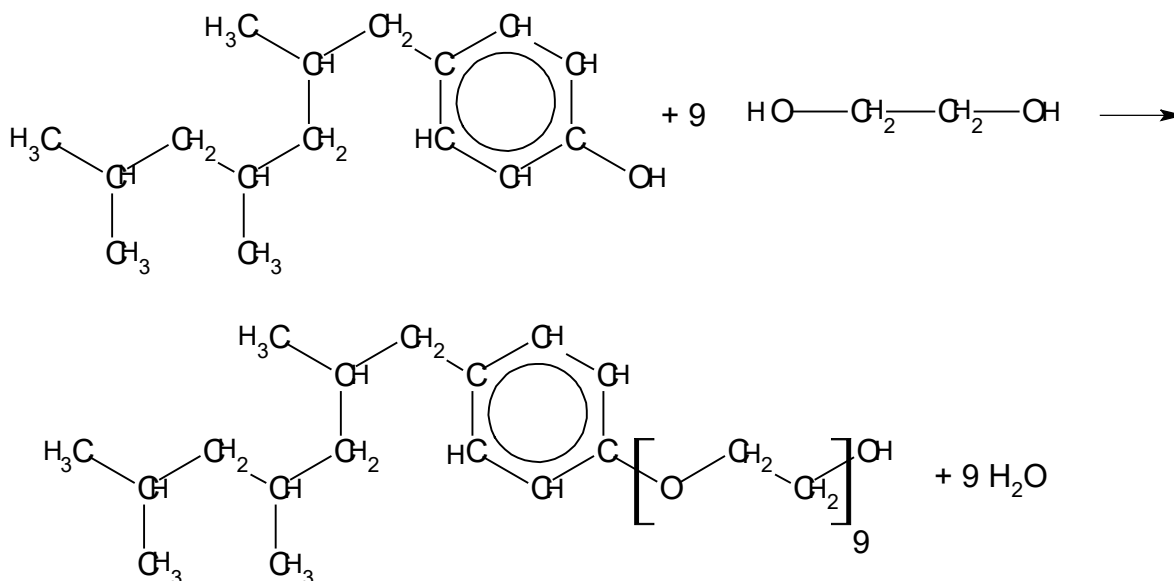
3 Het is geen mengsel van verschillende stoffen, er is maar een stof dus een een verbinding.

4 De nonylstaart is hydrofoob, het uiteinde van de ethoxylaetgroep negatief dus hydrofiel. Een zeep heeft een hydrofobe en hydrofiele kant.

5 Zoutzuur is wel giftig, maar er staat niet erg giftig. zie tabel 101A. Hydroxide komt alleen niet voor, maar je kunt bijvoorbeeld kijken naar natronloog. Hiervoor geldt hetzelfde als zoutzuur.

6 Zoutzuur en natronloog zijn giftig, maar als ze samen reageren, ontstaat een keukenzoutoplossing die eetbaar is.

7



8 het artikel uit het Utrechts Nieuwsblad maakt veel duidelijker de fout rond mengsel en verbinding, bij beide artikelen geeft de auteur slecht uitleg over zoutzuur, hydroxide en keukenzout.

9 Men gaat in beide artikelen heel uitgebreid in op nonylfenol omdat daar waarschijnlijk meer gegevens bekend zijn dan van nonylfenoethoxylaet. Volgens de kop van het artikel in de Gelderlander gaat het alleen over de gevaren van nonylfenol. Bij het Utrechts Nieuwsblad geven ze de eigenschappen van nonylfenoethoxylaet.

10 Algemeen Dagblad: vooral economisch gezien: de files door het ongeluk. De Volkskrant: een gif dat voor ellende zorgt.

Agrarisch Dagblad, 26 februari 2002

Bedrijfslab constateert vaker zwaveltekort door schonere lucht

OOSTERBEEK – Het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (Blgg) constateert vaker zwaveltekorten in bodemonsters. Volgens het Blgg is het gebrek aan zwavel in bepaalde gronden het gevolg van de schonere lucht.

Door de geringere uitstoot van zwavelhoudende gassen door industrie en verkeer zit er minder zwavel in de neerslag. Blgg adviseert boeren de zwaveltoestand van de grond goed in de gaten te houden.

Volgens Theo van Mierlo van Blgg is zwavel een belangrijk element voor veel gewassen. "Zwavel is een van de macronutrienten, die gewassen nodig hebben. Met name granen en kolen hebben het nodig. De opname door een gewas ligt zo rond de zestig tot tachtig kilo per hectare. Tot voor kort kwam het zo uit de lucht val-

len. Uit ons onderzoek blijkt dat het aandacht verdient."

Volgens Van Mierlo kan de opbrengst van een gewas dalen met vijf tot tien procent bij een zwaveltekort. "Aanvullen door een bemesting loont al gauw. Ook de kosten van een analyse zijn niet zo hoog."

Eigenschappen

Van Mierlo stelt dat zwavel zich ongeveer als stikstof gedraagt in de bodem. Het kan ook uitspoelen. Naarmate de grond zwaarder is zal dat minder optreden.

Toch is nog niet alles duidelijk over het gedrag van zwavel in de bodem. Van Mierlo wil de komende weken gebruiken om meer te kunnen zeggen over de adviezen voor verschillende gebieden, grondsoorten en gewassen.

Zwaveltekort is ook wel in

verband gebracht met schurft in aardappelen.

Uit een eerste verkenning bleek dat bij 36 procent van de monsters van Blgg minder dan dertig kilo zwavel per hectare aanwezig was. Voor verschillende teelten is dat veel te laag. "Ik was daar zelf ook verbaasd over. Dit was een eerste verkenning. We hebben de resultaten van drie jaar zwavelonderzoek bij elkaar gelegd."

Zwavel is een belangrijk element. De plant gebruikt het om eiwit uit op te bouwen.

Blgg adviseert boeren hoeveel zwavel gegeven moet worden op basis van een bodemonderzoek. Als het op basis van proeven niet mogelijk is een bemestingsadvies te geven, kan toch een indicatie gegeven worden hoeveel zwavel door de ondernemer toegediend moet worden.

Hoe vreemd het ook klinkt: doordat de lucht schoner is, ontstaat er een zwavelgebrek in de bodem.

1 Welke gewassen nemen veel zwavel op uit de bodem?

Tot voor kort kwam zwavel zo uit de lucht vallen.

2 Hoe kwam de zwavel dan naar beneden?

3 Hoe kwam de zwavel in de lucht terecht?

4 Waardoor is de hoeveelheid zwavel in de lucht sterk gedaald?

Blgg adviseert boeren hoeveel zwavel er aan de bodem toegevoegd moet worden.

5 Welke zouten zouden als kunstmest kunnen dienen om de zwaveltekorten in de bodem aan te vullen? Licht je antwoord toe.

De plant gebruikt zwavel voor de opbouw van eiwitten.

6 Hoe wordt een eiwit opgebouwd? Uit welke bouwstenen?

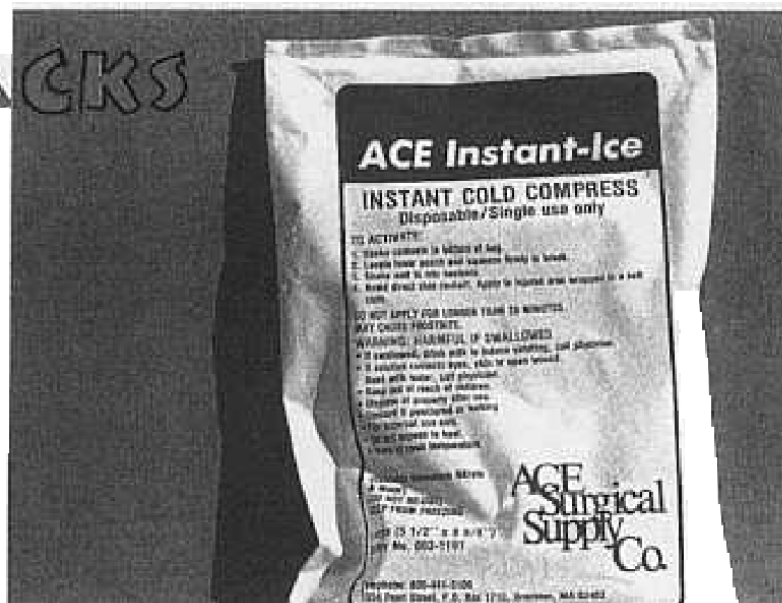
7 Noem twee bouwstenen waarvoor de plant zwavel nodig heeft. Licht je keuze toe.

Zwaveltekort door schonere lucht ANTWOORDEN

- 1 Granen en koolgewassen.
- 2 Als zure regen of als zure neerslag.
- 3 Bij de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen, in de industrie en het verkeer, ontstaat er zwaveldioxide.
- 4 Steeds meer brandstoffen worden ontwaveld voor gebruik.
- 5 Zouten met zwavel als element: sulfaten bijvoorbeeld.
- 6 Een eiwit wordt (door polycondensatie) opgebouwd uit aminozuren.
- 7 Aminozuren die het element zwavel bevatten: methionine en cysteïne. Zie Binas tabel 67 C1.

COLDPACKS

Voeg je 100 gram water van 15 °C bij 67 gram ammoniumnitraat, dan daalt de temperatuur tot - 16 °C. Voor het oplossen is dus warmte nodig die aan het mengsel wordt onttrokken. Vandaar dat de temperatuur daalt.



Koudmakende mengsels worden veelvuldig toegepast in de sportwereld als zogenaamde coldpacks: in een plastic zakje bevinden in van elkaar gescheiden ruimten water en een zout zoals

bijvoorbeeld NH_4NO_3 . Verbreek je de scheidingswand dat mengt het zout zich met het water. Er ontstaat een oplossing die koud aanvoelt. Het optredende proces onttrekt warmte aan

de omgeving waardoor de temperatuur daalt. Met behulp van zo'n koud kompres zijn zwellingen ten gevolge van sportblessures tegen te gaan.

Mirella de Mol

In het artikel staat een proef beschreven.

1 Welke proef wordt er beschreven?

2 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als ammoniumnitraat in water oplost.

3 Is het oplossen van ammoniumnitraat een exo- of endotherm proces? Licht je antwoord toe.

4 Teken het energiediagram voor het oplossen van ammoniumnitraat.

5 Hoe zou je de inhoud van de coldpack kunnen recycleren?

En nu zelf aan de gang.

De vraag komt naar voren of de gegevens in het artikel juist zijn. En of een nog lagere temperatuur dan de genoemde temperatuur te bereiken is.

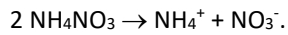
5 Stel een werkplan op waarmee je dat allemaal kunt onderzoeken.

6 Bespreek het werkplan met je docent of TOA en voer de proef uit.

7 Maak een verslag van je bevindingen.

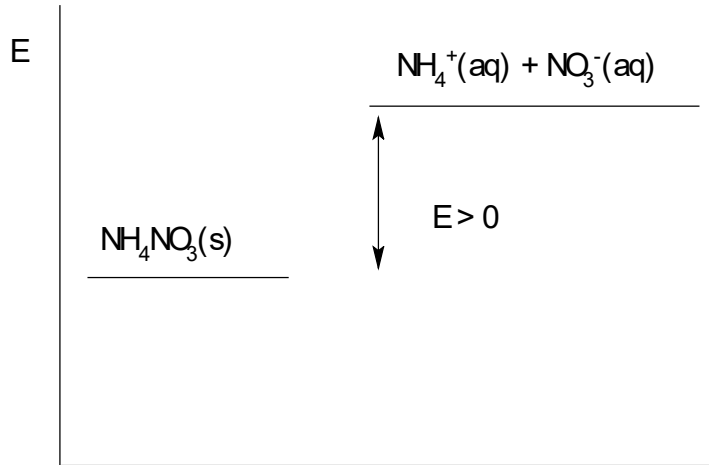
Coldpacks ANTWOORDEN

1 Het oplossen van ammoniumnitraat in water waarbij de temperatuur sterk daalt.



3 Het is een endotherm proces want er staat beschreven er warmte aan het mengsel wordt onttrokken en dat dat de temperatuur sterk daalt.

4



4 Na afloop het mengsel indampen waarbij het zout ammoniumnitraat weer als vaste stof ontstaat.

5 Nagaan of het beschrevene juist is: 67 gram ammoniumnitraat oplossen in 100 gram water en kijken of de temperatuur 31°C daalt. Je moet er wel voor zorgen dat er zo weinig mogelijk warmtetoevoer vanuit de omgeving mogelijk is, bijvoorbeeld door een beker te gebruiken die geïsoleerd is met piepschuim.

Een nog lagere temperatuur: in 100 g water meer dan 67 gram ammoniumnitraat proberen op te lossen en kijken of de temperatuur dan meer dan 31°C daalt.

6/7

De metingen van de proef kunnen uitstekend gevolgd worden met IP-Coach. Je kunt leerlingen de ideale mengverhouding voor een blessurebehandeling laten bepalen (tot hoever mag je dan koelen). Ook kunnen ze de koeltijd bekijken in relatie tot een omgevingstemperatuur van 37°C .

Agrarisch Dagblad, 6 februari 2002

CSM-dochter maakt van suiker medische producten

GORINCHEM – Medewerkers van CSM-dochter Purac biochem werken in een aangepaste werkruimte aan de productie van polymelkzuur, een afbreekbaar plastic, met melkzuur als grondstof. Van polymelkzuur worden vervolgens medische toepassingen gemaakt, zoals implantaten en hecht draad.

De melkzuur wordt gewonnen uit een gefermenteerd mengsel van water en suiker. CSM-dochter Purac opende vorige week deze nieuwe vestiging in Gorinchem. Met de nieuwe fabriek voldoet Purac aan de sterk toegenomen vraag naar deze producten.

Dat een dochteronderneming van een suikerfabriek melkzuur produceert is niet erg verwonderlijk.

1 Geef de systematische naam van melkzuur.

2 Teken de structuurformule van melkzuur en leid hieruit de molecuulformule van melkzuur af.

De suiker die door CSM wordt gemaakt is sacharose.

3 Geef de molecuulformule van sacharose, een disacharide.

Uit suiker (sacharose) kan vrij eenvoudig melkzuur gemaakt worden: 'de melkzuur wordt gewonnen uit een gefermenteerd mengsel van water en suiker'.

4 Geef de vergelijking van de reactie waarbij sacharose omgezet wordt in melkzuur. Gebruik hierbij molecuulformules.

Melkzuur wordt door het bedrijf Cargill Dow gebruikt voor de productie van polymelkzuur.

5 Geef de vergelijking van de reactie waarbij melkzuur door verestering omgezet wordt in polymelkzuur. Gebruik structuurformules.

6 Welk belangrijk voordeel heeft polymelkzuur ten opzichte van traditionele kunststofvezels?

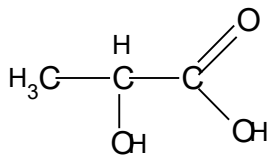
Van polymelkzuur worden medische toepassingen gemaakt, zoals implantaten en hecht draad.

7 Schrijf in twee zinnen op waarom polymelkzuur daar uitstekend voor geschikt is.

CSM-dochter breidt productie melkzuur uit ANTWOORDEN

1 Naam: 2-hydroxypropaanzuur.

2

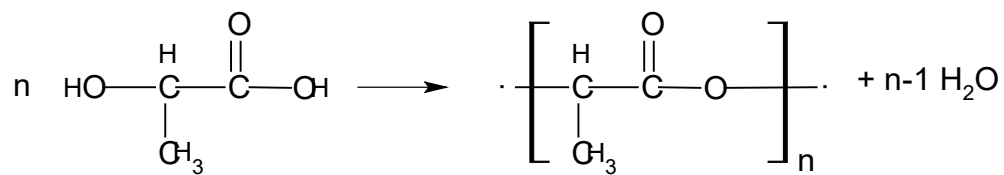


$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

3 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

4 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

5



6 Polymelkzuur is biologisch afbreekbaar: het kan in de natuur door bacteriën worden afgebroken.

7 De ingebrachte implantaten of hechtdraad hoeven niet na korte of langere tijd uit het lichaam verwijderd worden omdat dit polymeer in het lichaam afgebroken wordt.

Grootschalige productie polymeren uit maïs

CHEMIE In de Amerikaanse staat Nebraska opent Cargill Dow een dezer dagen een fabriek waar biodegradeerbare polymeren uit maïs worden gemaakt. Het is een grootschalige productiefaciliteit met een verwachte opbrengst van 140.000 ton plastic per jaar.

Peter Baeten

Haarlem - In Nebraska gaat een dezer dagen een fabriek van start waar op grote schaal polymeren worden gemaakt uit maïs. De te produceren thermoplastische kunststof bestaat uit polymelkzuur. De fabriek in de stad Blair is daarmee volgens de producent Cargill Dow Polymers de eerste grootschalige en commercieel levensvatbare fabriek voor polymeren gemaakt uit hernieuwbare grondstoffen. Het bedrijf is van plan 140.000 ton plastic uit polymelkzuur per jaar te gaan produceren. In de nieuwe fabriek is ongeveer 300 miljoen dollar geïnvesteerd.

Cargill Dow maakt het plastic via een technologie met de naam NatureWorks.

Eerst wordt daarbij het zetmeel uit de maïs gehaald. Uit het zetmeel wordt vervolgens dextrose gewonnen. Dit wordt omgezet in melkzuur door een vergistingsproces dat vergelijkbaar is met de productie van bier en wijn. Door een condensatieproces wordt een tussenproduct (een cyclisch dimeer) gevormd. Dit product wordt gezuiverd door vacuümdestillatie en gepolymeriseerd via een oplosmiddelvrij smeltproces. Het bedrijf zegt op deze manier veel varianten van het polymeer, bijvoorbeeld verschillend in molecuulgewicht en kristalstructuur, te kunnen produceren.

Polymelkzuur-plastic kan op de gebruikelijke wijze voor thermoplastische

kunststoffen worden verwerkt, ook tot vezels en

Het polymelkzuurplastic is na drie tot vier weken geheel afgebroken

films. Als het product op de juiste wijze gecomposteerd wordt, is het na drie tot vier weken geheel afgebroken. De eigenschappen en prijs van het plastic uit polymelkzuur zijn volgens de producent vergelijkbaar met die van concurrerende synthetische polymeren op oliebasis. Met name in de vergelijking met polyester zou het plastic uit polymelkzuur er goed uitko-

men. Door het gebruik van maïs als grondstof in plaats van olie wordt er minstens 20 procent minder fossiele grondstoffen gebruikt bij het gehele productieproces. Polymelkzuur kan behalve uit maïs ook worden gewonnen uit aardappels, suikerbieten, andere granen of wei. Plastic uit polymelkzuur wordt onder meer gebruikt in de chirurgie. Er worden schroeven en plaatjes van gemaakt waarmee botbreuken kunnen worden vastgezet.

Andere toepassingsgebieden zijn kleding, verpakking, plantenspotten en composteerbare zakken. Biopolymeren, zoals polymelkzuur, worden langzaam maar zeker beter van kwaliteit. ■

Er verlopen diverse stappen tussen de grondstof maïs en het uiteindelijke product polymelkzuur.

1 Welke stappen zijn dat? Geef het geheel in een blokschema weer.

De meeste stappen zijn chemische processen.

2 Geef de omzetting van zetmeel in dextrose (=glucose) in een vergelijking met molecuulformules weer.

3 Zoek de systematische naam van melkzuur op. Leid hieruit de structuurformule en de molecuulformule van melkzuur af.

4 Geef de omzetting van dextrose in melkzuur in een vergelijking met molecuulformules weer.

Uit melkzuur wordt in eerste instantie een cyclisch dimeer gevormd.

5 Geef de vergelijking voor de vorming van dit dimeer in structuurformules weer.

6 Leg uit dat de vorming van dit dimeer als een verestering gezien kan worden.

7 Geef de vorming van polymelkzuur uit dit cyclisch dimeer in structuurformules weer.

Naast maïszetmeel kunnen ook andere grondstoffen gebruikt worden voor de vorming van polymelkzuur.

8 Welke andere grondstoffen worden er genoemd?

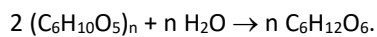
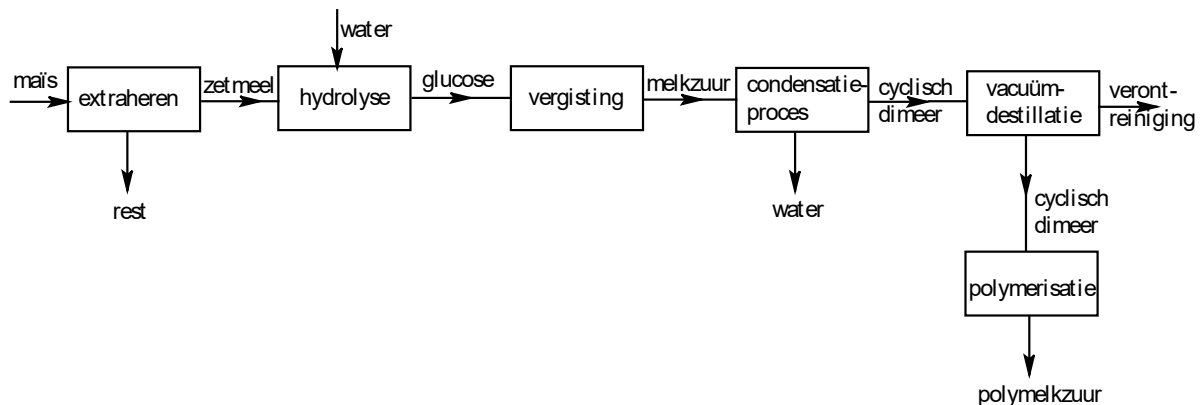
9 Wat is in elk van die grondstoffen steeds aanwezig dat nodig is voor de vorming van melkzuur?

Polymelkzuur heeft zowel in het productieproces als in de toepassingen voordelen ten opzichte van traditionele kunststoffen.

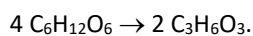
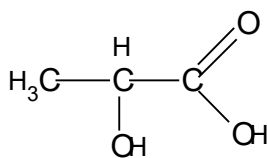
10 Noem twee van deze voordelen.

Polymeren uit maïs ANTWOORDEN

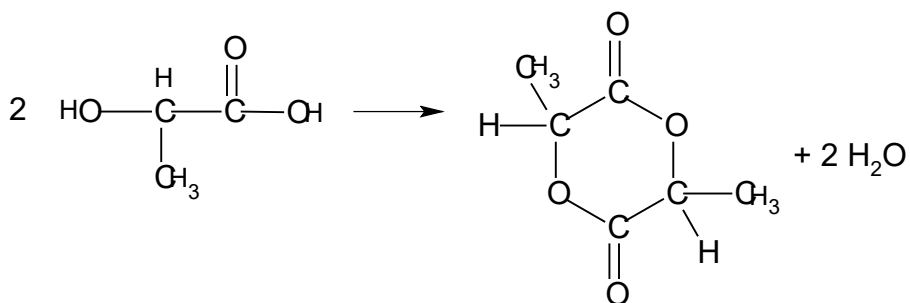
1 Stap 1: zetmeel uit de maïs halen; stap 2: dextrose winnen uit zetmeel; stap 3 dextrose vergisten tot melkzuur; stap 4: cyclisch dimeer vormen door condensatieproces; zuivering door vacuümdestillatie; stap 6: polymeriseren.



3 De systematische naam is 2-hydroxypropaanzuur, formule $C_3H_6O_3$, structuur:

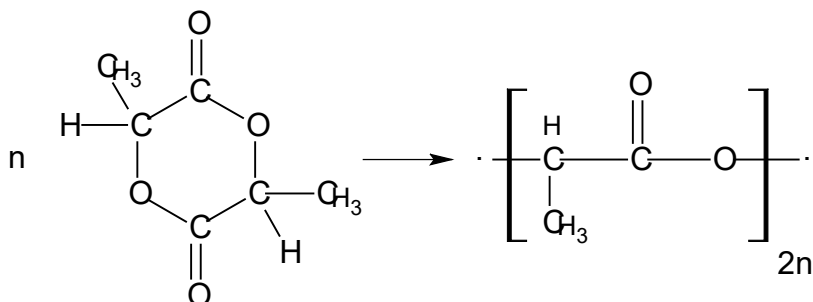


5



6 De hydroxygroep en de carboxylgroep reageren met elkaar onder vorming van een estergroep.

7



8 Aardappels, suikerbieten, andere granen en wei.

9 Een sacharide.

10 Bij de productie is er geen aardolie nodig, je spaart dus op die fossiele brandstof. Het is biodegradeerbaar, dat wil zeggen dat het door bacteriën wordt afgebroken.

AROMATISCHE ALDEHYDEN OPGAVEN

Chemisch2Weekblad, 3 november 2001

Aromatische aldehyden zoals benzaldehyde zijn in gebruik als intermediären bij de productie van farmaceutische stoffen en landbouwchemicaliën. De productie hiervan, bijvoorbeeld door de oxidatie van toluëen, geeft veel afvalstoffen. De reductie van benzoëzuur met waterstof heeft dit nadeel niet. Martijn de Lange en collega's van de Universiteit Twente hebben het mechanisme van deze reactie nader onderzocht, met zinkoxide (ZnO) en zirkoonoxide (ZrO₂) als katalysator. De opbrengst aan benzaldehyde was in beide gevallen meer dan 95% onder steady state omstandigheden met een hoge partiële druk van waterstof. De reactie gaat via het zogenaamde omgekeerde "Mars en Van Krevelen mechanisme".

Applied Catalysis A: General, vol 220 (25-10-01), pp 41-49

In het artikel worden drie aromaten met hun triviale namen genoemd.

- 1 Wat is een aromaat?
- 2 Welke triviale namen kom je tegen in het artikel?
- 3 Geef van elk van de triviale namen ook de rationele (=systematische) naam.
- 4 Teken de structuurformules van alle aromaten die genoemd zijn.

Er wordt gesproken over de oxidatie van toluëen en over de reductie van benzoëzuur met waterstof. Als oxidator kan kaliumpermanganaat in zuur milieu gebruikt worden.

- 5 Leid de halfreactie af voor toluëen als reductor, waarbij benzaldehyde ontstaat. Geef de organische verbindingen in structuurformules weer.
- 6 Leid met behulp van halfreacties de vergelijking voor de reactie van toluëen met aangezuurde kaliumpermanganaatoplossing af.

Een alternatief is de reductie van benzoëzuur met waterstof en de juiste katalysator.

- 7 Geef de reactievergelijking van deze reductie. Geef de organische verbindingen in structuurformules weer.
- 8 Wat zal de functie van de katalysator zijn bij deze reactie? Licht je antwoord toe.

Uit de formules van de zouten van de gebruikte katalysator kan de lading van het zirkoonion afgeleid worden.

- 9 Geef de formule van het zirkoonion. Leg uit hoe je aan je antwoord gekomen bent.

Het artikel meldt een opbrengst van meer dan 95 % voor de gekatalyseerde reacties.

- 10 Waaruit bestaat dus de winst van deze nieuwe bereidingswijze?

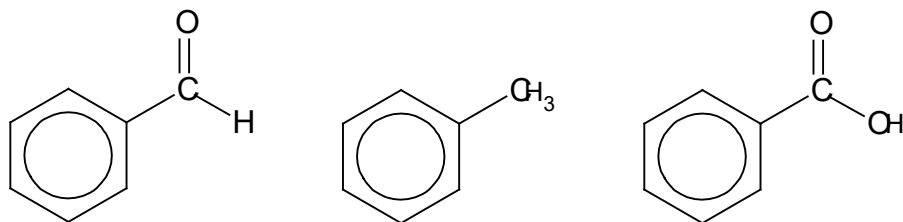
Aromatische aldehyden ANTWOORDEN

1 Een stof waarvan de moleculen een benzeenring bezitten.

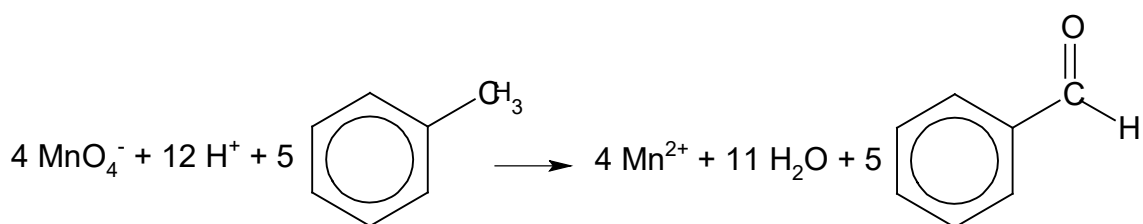
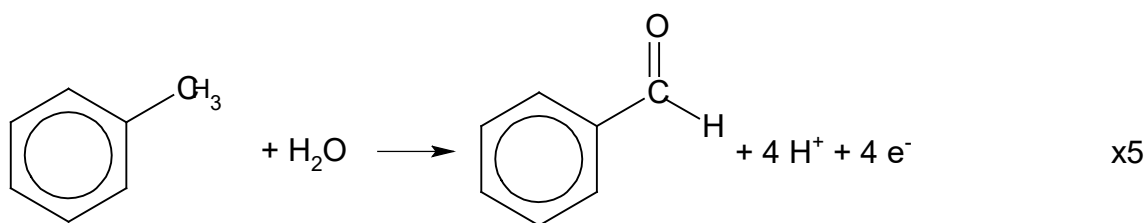
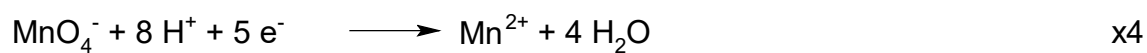
2 Benzaldehyde, toluen en benzoëzuur.

3 Benzaldehyde = fenylmethanal; toluen = methylbenzeen; benzoëzuur = benzeencarbonzuur.

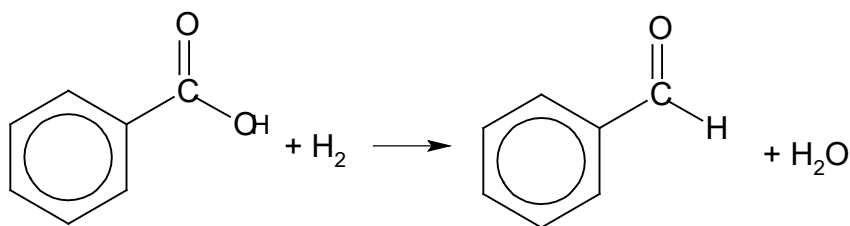
4



5/6



7



8 De katalysator zal de reactie van benzoëzuur met waterstof, waarbij benzaldehyde ontstaat, sterk bevorderen. Hij zal zo selectief zijn dat vrijwel alleen die ene reactie verloopt.

9 Zirkoonoxide heeft als formule ZrO₂. Elk oxideion is 2- geladen dus het zirkoonion moet 4+ geladen zijn: Zr⁴⁺.

10 Dat er veel minder afvalstoffen worden geproduceerd dan bij de bereiding via de oxidatie van toluen.

Zoutoplossingen

De lesmethode Chemie stelt: "Als een zout oplost, wordt het ionrooster van het vaste zout afgebroken. De ionen komen los van elkaar in de vloeistof." In de gids bij de methode Chemie Overal staat: "Als een zout in water oplost, worden de ionbindingen verbroken en het zout splitst in ionen." De boeken Curie en Scheikunde, de basis stellen het niet zo expliciet, maar gebruiken wel losse ionen in voorbeelden en reactievergelijkingen waarin zoutoplossingen voorkomen. De schrijvers van deze boeken lezen blijkbaar het Journal of Chemical Education niet goed. Bijna zes jaar geleden verscheen daarin het artikel "Salts

are Mostly NOT Ionized". De meeste zouten splitsen bij oplossen helemaal niet in losse ionen. Een voorbeeld is cadmiumjodide. In een 0,50 molair oplossing komt 2% van de Cd-ionen als $\text{Cd}_2^{+}(\text{aq})$ voor, 22% zweeft door de oplossing als $\text{CdI}^{+}(\text{aq})$ en de resterende 76% als $\text{CdI}_2(\text{aq})$.

De auteur van het JCE-artikel ontving een brief van een Nobelprijswinnaar die nauwelijks kon geloven dat maar 2% van de Cd-ionen voorkomt als $\text{Cd}_2^{+}(\text{aq})$. De schrijvers van de schoolboeken bevinden zich wat dit betreft in goed gezelschap. *Journal of Chemical Education*, vol 73 (mei 1996), pp 421-423

Han Vermaat

De schoolscheikunde en de wetenschappelijke scheikunde botsen wel eens met elkaar.

1 Welk verschil wordt er in het artikel beschreven?

In het artikel zijn niet alle formules juist weergegeven: het cadmiumion staat 2x verkeerd weergegeven.

2 Geef de verkeerde notaties die in het artikel staan.

3 Geef de juiste notatie voor het cadmiumion.

Wanneer cadmiumjodide in water wordt opgelost, komt in de oplossing, volgens het artikel, cadmium in drie soorten deeltjes voor.

4 Welke deeltjes? Geef de juiste formules.

5 Geef in een vergelijking weer hoe de verschillende deeltjes in oplossing ontstaan.

In het artikel staan percentages vermeld.

6 Geef per 100 deeltjes opgeloste cadmiumjodide aan hoeveel er van elk van de drie soorten deeltjes in oplossing voorkomen.

7 Laat zien dat de totale oplossing elektrisch neutraal is.

Zoutoplossingen ANTWOORDEN

1 Het verschil dat in de schoolscheikunde er vanuit wordt gegaan dat bij oplossen van zouten die zouten (volledig) in ionen splitsen. De auteur van het artikel in de Journal of Chemical Education beweert dat dit niet altijd het geval is.

2 Cd_2^+ ; Cd^{2+} .

3 Cd^{2+} .

4 Als $\text{Cd}^{2+}(\text{aq})$, als $\text{CdI}^+(\text{aq})$ en als $\text{CdI}_2(\text{aq})$.

5 $\text{CdI}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^-(\text{aq})$; $\text{CdI}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CdI}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$; $\text{CdI}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CdI}_2(\text{aq})$.

6 Per 100 deeltjes dan 2 deeltjes Cd^{2+} , 22 deeltjes CdI^+ , 76 deeltjes CdI_2 en 26 deeltjes I^- .

7 Als er 2 deeltjes Cd^{2+} zijn dan $4+$; bij 22 deeltjes CdI^+ dan $22+$, dus totaal $26+$. En 26 deeltjes I^- leveren totaal $26-$. Conclusie: totaal elektrisch neutraal.

De Waterkrant, januari 2002

De hardheid van het water

■ Een veelgestelde vraag aan het waterbedrijf is de waterhardheid in een bepaalde regio. In deze Waterkrant leggen we nog eens uit wat nu precies waterhardheid is.

De hardheid van het water heeft te maken met de hoeveelheid kalk die in het water is opgelost. Het gaat om twee verschillende stoffen, ook wel mineralen genoemd: calciumzouten en magnesiumzouten. De hoeveelheid kalk in het water is te meten en wordt uitgedrukt in °D (Duitse graden) of in mmol/l (aantal minimoleculen per liter). Hoe meer calcium en magnesium in de drinkwaterbronnen voorkomen, des te hoger de Duitse hardheidsgraad is en des te harder dus het water is. In Nederland ligt de gemiddelde waterhardheid

tussen de 8-12 °D.

Kalkafzetting

Calcium en magnesium zijn niet schadelijk voor de gezondheid. Integendeel: het zijn mineralen die ieder mens nodig heeft (voor de opbouw van botweefsel). Wel is het lastig als er veel calcium en magnesium in het water voorkomen. Het veroorzaakt een hinderlijke kalkafzetting in huishoudelijke apparaten, kranen en douchekoppen. Huishoudelijk is een goed en milieuvriendelijk middel om kalkaanslag te verhelpen. Ook zijn er andere snelwerkende en biologisch afbreekbare middelen verkrijgbaar. Maar let op: te lange inwerking van het zuur kan schadelijk zijn voor de apparatuur, dus wel even goed naspoelen met water!

Centraal ontharden

De hoeveelheid calcium en magnesium in het kraanwater verschilt per regio. Dat komt omdat het water – voordat er drinkwater van gemaakt wordt – een lange weg heeft afgelegd als rivier- of grondwater. En onderweg neemt het mineralen (zoals kalk) op uit de bodem. In de gebieden waar het water nog hard is, gaan steeds meer waterbedrijven centraal ontharden. De ontharding wordt dan zorgvuldig ingepast in het zuiveringsproces. Bovendien gebeurt het centraal ontharden op een milieuvriendelijke manier met behulp van de zogenaamde korrelreactoren. Heeft u hard water dan is de kans dus erg groot dat u over enige tijd zachter water uit de kraan krijgt. ☺

Het artikel gaat over de hardheid van water.

- 1 Wat wordt er volgens het artikel met de hardheid van water aangegeven?
- 2 Waarin wordt de hardheid van water uitgedrukt?

- 3 Is het ongezond als je hard water drinkt?

Het is lastig als er veel calcium en magnesium in het leidingwater voorkomen.

- 4 Wat kan er gebeuren als je dit water verhit?
- 5 Geef de optredende reactie in een vergelijking weer.

Kalkaanslag (CaCO_3) kan ook weer verwijderd worden volgens het artikel.

- 6 Op welke manier?
- 7 Geef de optredende reactie in een vergelijking weer.
- 8 Waarom er na de reactie nagespoeld worden met water?

De hoeveelheid calcium en magnesium in leidingwater variëren.

- 9 Hoe komen de genoemde mineralen in het water terecht?
- 10 Geef de vergelijking van de reactie die daarbij optreedt.

Als het water te hard is, gaat het waterleidingbedrijf centraal ontharden. Dit kan met ionenuitwisseling.

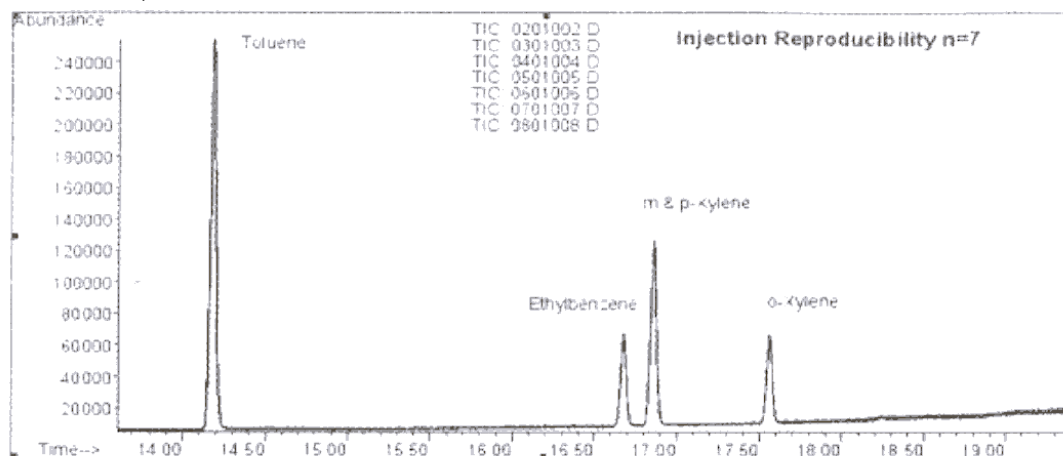
- 11 Leg uit wat er bij ionenuitwisseling met hard water gebeurt.

- 12 Zoek uit hoe met een korrelreactor water wordt onthard.

De hardheid van water ANTWOORDEN

- 1 De hardheid heeft te maken met de hoeveelheid kalk die in het water opgelost is.
- 2 De hardheid wordt uitgedrukt in Duitse graden.
- 3 Nee, de mens heeft immers de mineralen uit het water nodig voor de opbouw van het botweefsel.
- 4 Bij verhitten ontstaat vaak een hinderlijke kalkafzetting.
- 5 $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.
- 6 Huishoudazijn in contact laten komen met de kalkaanslag.
- 7 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH}^- \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.
- 8 Het overtollige zuur kan het metaal van het apparaat aantasten.
- 9 Deze mineralen zijn vanuit de bodem in het water opgelost.
- 10 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^-$.
- 11 De calciumionen uit de oplossing worden uitgewisseld tegen natriumionen die op de korrels zitten. Hierdoor vervang je de calciumionen in de oplossing door natriumionen.
- 12 Bij een korrelreactor laat men calciumzouten neerslaan op (zand)korrels.

Vraag 12 is niet geschikt als proefwerkvraag.



Cool-on-columnanalyse

Kolom en voorkolom zijn afgesneden met een Shortix-snijder

Voorkolom: 5m x 0,32mm uncoated gedeactiveerde retention gap was aangesloten aan de on column-injectiepoort. Het andere einde is aangesloten aan de HP-VOC-kolom door gebruik te maken van een press fit glass connector.

Column: HP-VOC 90m x 0,32mm x 1,8µm

Inlet: Oven track mode

Injectievolume: 1 µl

Dragergas: He @2,5ml/min constante flow (33cm/sec bij 40°C)

Oventemperatuur: 40°C voor 1 min, @8°C/min 200°C en vastgehouden voor 5 min

Detector: HP 5973 MSD in SCAN mode

In de figuur is het resultaat te zien van de scheiding van een mengsel.

- 1 Welke stoffen komen in het mengsel voor?
- 2 Geef van die stoffen ook de systematische (=rationele) namen en de structuurformules.
- 3 Wat kun je zeggen over de verhouding waarin de stoffen in het mengsel aanwezig zijn? Licht je antwoord toe.

Bij gaschromatografie wordt er een gasmengsel over een kolom geleid.

- 4 Welk dragergas is gebruikt?

Op de tijdas staat de retentietijd aangegeven.

- 5 Wat wordt er met het begrip retentietijd aangegeven?
- 6 Leg uit of de molaire massa van de genoemde stoffen bepalend is voor de retentietijd.

Het kookpunt van de stof kan ook bepalend zijn voor de retentietijd.

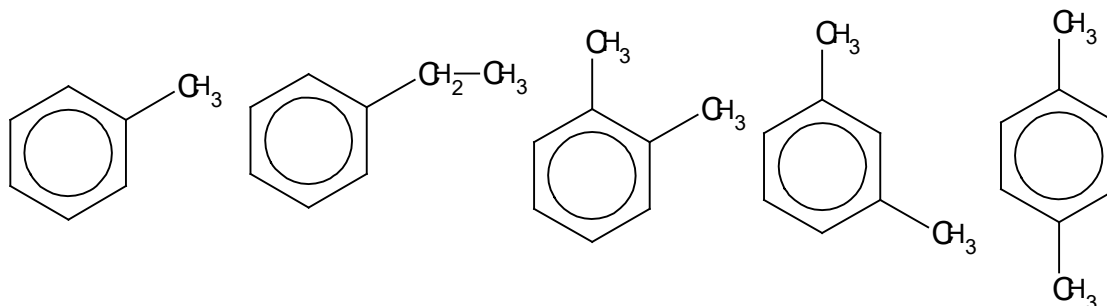
- 7 Zoek de kookpunten van de genoemde stoffen op en noteer deze.
- 8 Leg uit of het kookpunt van de genoemde stoffen bepalend is voor de retentietijd.

- 9 Leg uit wat de 'o' in o-xyleen betekent

Gaschromatografie ANTWOORDEN

1 Toluene, ethylbenzene, m-, p- en o-xylene.

2 Toluene = methylbenzene; xylene = dimethylbenzene, dus 1,2-, 1,3- en 1,4-dimethylbenzene.



3 De oppervlakte onder elke piek komt (ongeveer) overeen met de hoeveelheid van die stof. Dus het meeste is toluene aanwezig, daarna m- en p-xylene samen, terwijl van ethylbenzene en o-xylene het minste voorkomt.

4 Helium(gas).

5 De tijd die de stof nodig heeft om door de kolom heen te bewegen.

6 Nee, want de retentietijd van toluene is wel veel lager dan van de andere vier, maar de molaire massa van de andere vier is gelijk, dus zou je een zelfde retentietijd verwachten.

7

stof	Kookpunt (K)
toluene	384
ethylbenzene	409
1,2-dimethylbenzene	418
1,3-dimethylbenzene	412
1,4-dimethylbenzene	411

8 Dit is mogelijk, want het kookpunt van toluene is beduidend lager dan van de andere vier. En verder heeft ethylbenzene een iets lager kookpunt dan de dimethylbenzenen en is er nog onderscheid te maken tussen deze onderling.

9 'o' geeft de plaatsaanduiding van de methylgroepen aan: 1,2. (Opmerking: o, m, p staat voor respectievelijk ortho, meta, para wat als plaatsaanduiding respectievelijk aangeeft 1,2 - 1,3 - 1,4.)

NRC Handelsblad, 23 februari 2002

ZWAVELZUUR BEDREIGT HET SCHEEPSWRAK VAN DE ZWEEDSE WASA

Het hout van het wrak van het in 1628 gezonken Zweedse oorlogsschip Wasa bevat hoge concentraties puur zwavel die dreigen te oxideren tot sulfaten, waaronder zwavelzuur. Die kunnen het wrak ernstig beschadigen. Dat melden Zweedse wetenschappers (*Nature*, 21 febr) na onderzoek van diverse monsters uit de massieve eikenhouten scheepsbalken met een reeks röntgenanalyse-technieken. In totaal zit er in de eikenhouten scheepsbalken tussen 0,2 en 4% zwavel: genoeg voor vijf ton zwavelzuur. Op meer dan zeshonderd plaatsen in het wrak is de zuurgraad al lager dan pH 2. Het zuur kan het cellulose van het deels vergane hout ernstig aantasten. Ook de kristallisatie van sulfaten kan het hout beschadigen.

De Wasa, een Zweeds prestigeproject gebouwd door een Nederlandse scheepsbou-

wer, kapseisde en zonk in 1628 onmiddellijk na de tewaterlating in de haven van Stockholm. In 1961 werd het wrak relatief onaangestast geborgen. Dat was te danken aan het lage zuurstofgehalte van het havenwater, waarin hout verterende micro-organismen slecht gedijen.

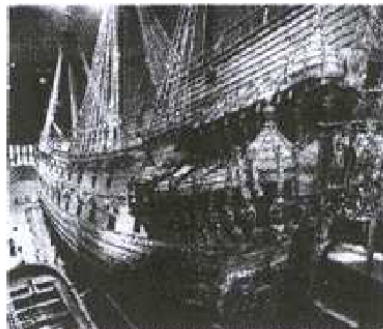
De Wasa was het eerste scheepswrak dat geconserveerd werd door het te impregneren met niet-vluchtige polyethyleenglycolen. Die vervangen het water in het hout, en voorkomen dat het krimpt door verdamping. Zeventien jaar besproeien en negen jaar drogen waren nodig voordat het schip in 1990 in een museum tentoongesteld kon worden.

Maar deze behandeling bood geen weerstand tegen de opbouw van sulfaten door oxidatie van zwavel. Deze stof is volgens de onderzoekers vermoedelijk het product van de oxidatie van zwavelwaterstof (rotte-eierenlucht), dat op zijn beurt afkomstig is van bacteriën die zich voedden met sulfaten in het havenwater. Na de berging en de conserveringsbehandeling worden de sulfaten niet meer omgezet door bacteriën, en hopen ze zich op.

De schadelijke oxidatie van zwavel wordt nog

gekatalyseerd door de aanwezigheid van 8500 ijzeren nagels die de volledig weggeroeste oorspronkelijke nagels vervangen. Volgens de onderzoekers moeten al deze nagels vervangen worden, om het schip voor verval te behoeden. De onderzoekers hopen op nieuwe conserveringsmethoden om het zwavel te verwijderen, of ze moeten het ijzer zijn katalytische eigenschappen ontnemen, zonder het cellulose van het hout aan te tasten.

(BRUNO VAN WAYENBURG)



Het hout van het geborgen wrak van de WASA bevat veel zwavel. Maximaal 4% zwavel, genoeg voor vijf ton zwavelzuur.

1 Bereken onder andere aan de hand van deze gegevens de massa van het geborgen wrak van de WASA.

Gegeven: 1 ton = 1000 kg.

De zuurgraad is op veel plaatsen in het schip al erg laag.

2 Welke pH wordt er genoemd?

3 Bereken de concentratie zwavelzuur (in mol/L) die daarmee overeenkomt.

Men spreekt van zwavel, 'zwavelwaterstof' en sulfaten.

Bij de reactie van zwavel met zuurstof en water ontstaat een zwavelzuuroplossing.

4 Geef de vergelijking van deze reactie van zwavel door luchtzuurstof weer.

5 Wat is scheikundig gezien de juiste naam voor 'zwavelwaterstof'?

De zwavel is ontstaan door een redoxreactie uit 'zwavelwaterstof', H_2S .

6 Geef de vergelijking van deze redoxreactie van 'zwavelwaterstof' door luchtzuurstof.

De 'zwavelwaterstof' is weer ontstaan door een andere reactie. Bacteriën hebben daarbij sulfaat omgezet in 'zwavelwaterstof'.

7 Geef de halfreactie van de omzetting van sulfaat (in zuur milieu) in 'zwavelwaterstof'.

De oxidatie van zwavel wordt ook nog op een andere manier beïnvloed.

8 Welke beïnvloeding wordt er bedoeld?

9 Waarom moet de zwavel verwijderd worden uit het wrak? Dus wat is het nadelige effect van de aanwezigheid van zwavel?

Zwavelzuur bedreigt wrak WASA ANTWOORDEN

1 Vijf ton = 5000 kg zwavelzuur = $5000/98,08 = 51$ kmol zwavelzuur, en dus ook 51 kmol zwavel = $51 \times 32,06 = 1634$ kg $\equiv$ 4%. Dan is het totale schip $100\% \equiv (100/4) \times 1634 = 40860$ kg = 41 ton.

2 In het artikel spreekt men van een pH lager dan 2.

3 Als pH = 2 dan $[H^+] = 10^{-2}$ mol per liter. 1 mol $H_2SO_4 \equiv 2$ mol H^+ . Dus dan 5×10^{-3} mol H_2SO_4 per liter.

4 $2 S + 3 O_2 + 2 H_2O \rightarrow 4 H^+ + 2 SO_4^{2-}$.

5 (di)waterstofsulfide.

6 $2 H_2S + O_2 \rightarrow 2 H_2O + 2 S$.

7 $SO_4^{2-} + 10 H^+ + 8 e^- \rightarrow H_2S + 4 H_2O$

8 De katalyserende werking van de ijzeren nagels die de volledig weggeroeste oorspronkelijke nagels vervangen.

9 Zwavel wordt omgezet in zwavelzuur. Het zwavelzuur tast de cellulose in het hout aan.

Intermediair, 3 januari 2002

Auto loopt op wasmiddel

Chrysler heeft een systeem aangekondigd dat de brandstofcel weer een stapje dichterbij brengt.

Met de aankondiging van Chrysler vorige week van de Natrium *minivan* is de via een brandstofcel aangedreven auto weer een stap dichterbij gekomen. In brandstofcellen wordt waterstof omgezet in elektriciteit, waarmee een voertuig wordt aangedreven. Het grote voordeel is dat bij dit proces warmte en water de enige afvalproducten zijn. Nadeel is dat waterstof extreem brandbaar is. Totnutoe hebben de automobielfabrikanten, die allemaal hard aan de brandstofcel werken, dit probleem proberen op te vangen door de waterstof óf in grote hogedruktanks op te slaan, óf

om te zetten uit vloeibare brandstoffen. Die oplossingen vergen evenwel te veel geld en ruimte om praktisch bruikbaar te zijn. De oplossing die Chrysler nu heeft gevonden, heet natrium borohydride, een niet-giftig en onbrandbaar poeder, waarin het waterstof kan worden opgeslagen. Het poeder wordt vervolgens opgelost in water, waarna de vloeistof door een katalysator wordt geleid, die de waterstof eruit haalt, waarna er borax overblijft. Dat borax, een stof die in veel wasmiddelen wordt gebruikt, kan vervolgens weer wordt gerecycled tot natrium borohydride. Helemaal af is het systeem overigens nog niet. Er moet nog steeds een betere manier worden gevonden dan de huidige die gebruikt maakt van aardgas, om het waterstof weer in het poeder te krijgen. En er moet nog bedacht worden hoe de chemicaliën gedistribueerd moeten worden en de borax opgehaald. (CS)

Een titel geeft niet altijd het juiste weer.

1 Wat klopt er wel en wat niet in de titel van het artikel?

In brandstofcellen wordt waterstof als brandstof gebruikt.

2 Welke reactie treedt op in de brandstofcel? Geef de vergelijking van de optredende reactie.

3 Wat is het grote voordeel van het verbranden van waterstof in een brandstofcel vergeleken met de normale verbranding van waterstof?

4 Wat is het grote probleem bij de toepassing van waterstof als brandstof in auto's?

5 Hoe hebben de automobielfabrieken geprobeerd dit op te lossen. Noem twee manieren.

Chrysler heeft nog een andere oplossing: waterstof oplossen in natriumborohydride, NaBH_4 .

6 Welke twee ionen komen in dit zout voor? Geef zowel de naam als formule van beide ionen.

Auto loopt op wasmiddel ANTWOORDEN

1 Een auto loopt echt niet op een wasmiddel. Bij het vrijmaken van waterstof ontstaat er een stof als bijproduct die ook in wasmiddelen wordt gebruikt.

2 Waterstof reageert met zuurstof tot water: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

3 Het grote voordeel dat deze reactie bij een veel lagere temperatuur verloopt zodat het rendement veel hoger is en dat warmte en water de enige afvalproducten zijn.

4 Waterstof is een zeer brandbaar en explosief gas.

5 Door de waterstof in hogedruk tanks op te slaan of door waterstof te vormen uit vloeibare brandstoffen.

6 Natriumionen, Na^+ , en borohydrideionen, BH_4^- .

Uit het artikel 'Borax to fuel the future?' in Review nr 61, Rio Tinto march 2002, staat schematisch het proces met de 'borax'brandstofcel weergegeven.

Technisch Weekblad, 4 november 2001

De giftige erfenis van een Amerikaanse kopermijn

Teake Zuidema

De Berkeley Pit in Montana is het grootste vervuilde waterservoir in de Verenigde Staten. Het stijgende water in deze open kopermijn is onder andere vervuild met koper, molybdeen, arsenicum, zink, mangaan, cadmium, ijzer en aluminium.

Sneeuwganzen die er neerstrijken, leggen na een uur het loodje. De giftige soep moet worden schoongemaakt, voordat het water uit deze mijn in het grondwater onder de stad Butte gaat stromen.

Het stadje Butte (spreek uit: bjoet) dankt zijn opkomst aan de enorme vraag naar koper die na 1880 ontstond tijdens de elektrificatie van Amerika. 'Copper is King' luidde de slogan van Anaconda Copper. Een bedrijf dat de wereldmarkt voor koper domineerde en tegelijkertijd veel Amerikaanse politici in zijn zak had. Aanvankelijk groef Anaconda diepe mijnen om de rijke koperaders in Butte te exploiteren. Na 1950, toen zowel de prijs van het koper als de kwaliteit van het erts begonnen te dalen, schakelde Anaconda over op de goedkopere dagbouw. Aan de rand van Butte groeide een 500 meter diep gat dat de ene ha de andere woonwijk opslokte: de Berkeley Pit.

'Ik was de laatste werknemer in de Berkeley Pit', zegt John Shea (76), die met een ouderwetse mijnwerkershelm op zijn hoofd rondleidingen verzorgt door het World Museum of Mining in Butte. Shea herinnert zich nog goed dat op 22 april 1982 de Berkeley Pit definitief zijn deuren sloot. Anaconda Minerals bestond toen al niet meer. Het bedrijf verloor meer dan een miljard dollar toen een marxistisch bewind de kopermijnen in Chili nationaliseerde. De restanten van Anaconda – inclusief de mijnen in Butte – werden overgenomen door de oliemaatschappij ARCO.

Toen ARCO niets dan verliezen boekte, werden de pompen, die het grondwater uit de Berkeley Pit hielden, uitgeschakeld. De enorme krater begon zich in rap tempo te vullen met water dat vooral afkomstig was uit het ondergrondse labirint van mijnen dat in de Berkeley Pit uitmondde.

Sirenes

Het water in de Berkeley Pit wordt anno 2001 gekarakteriseerd door een pH van 2,5, een geleidingsvermogen van 7900 uS en een redoxpotentiaal van 670 mVolt. De concentraties aan koper en zink zijn respectievelijk 190 en 620 milligram per liter. Canadese sneeuwganzen die in de Pit landen, sterven ongeveer een uur na het drinken van het water en moeten daarom met sirenes en zwaailichten worden weggejaagd.

GIFTIGE ERFENIS VAN EEN AMERIKAANSE KOPERMIJN (vervolg)

Het verschijnsel van het zure water – Amerikanen spreken van *acid mine drainage* – doet zich in de VS vrijwel overal voor waar mijnen zijn. Alleen qua omvang overtreft het probleem hier andere locaties. In de Berkeley Pit zit nu meer dan 120 miljard liter zwaar vervuild water.

‘De belangrijkste oorzaak van de verzuring is de aanwezigheid in de bodem van pyriet (FeS_2) of *fool's gold*’, zegt John Burke. Hij is een mijnbouwengineer van Montana Resources, het bedrijf dat nu mede-verantwoordelijk is voor het beheer. Burke vervolgt: ‘Als pyriet wordt blootgesteld aan water en lucht, dan ontstaat zwavelzuur en dat zuur lost de zware metalen op uit de grond.’ Er lekt bovendien ook zwavelzuur uit het geel-grijze afvalerts dat in grote hopen is opgeslagen rondom de Berkeley Pit. Volgens Burke werd er vroeger zwavelzuur uitgesproeid over het low-grade erts om kopersulfaat uit het afval te winnen.

Kalk

Volgens berekeningen van de Environmental Protection Agency (EPA) zal het niveau van de Berkeley Pit rond 2015 een hoogte bereiken van 1806 meter boven zeeniveau, waarop de giftige soep uit het reservoir begint te stromen. Dat zou betekenen dat gebieden en rivieren in de omgeving van Butte, die eerder zijn ontdaan van kwik, arsenicum, metalen en PCB's (allemaal erfenis van de mijnbouw) opnieuw vervuild raken.

De eigenaren van de Berkeley Pit, ARCO (inmiddels overgenomen door British Petroleum) en Montana Resources, zijn volgens de Amerikaanse milieuwetgeving verplicht voor die tijd een oplossing te vinden. Het water moet of gezuiverd worden, of de vervuiling moet gestabiliseerd worden zo-

dat het niet langer een bedreiging is voor de omgeving.

USFilter gaat in 2002 in opdracht van ARCO en Montana Resources beginnen met de bouw van een *high-density sludge* installatie die per dag 30 miljoen liter water uit de Berkeley Pit kan verwerken. Het gaat om een zeer conventionele oplossing, het mengen van het water met kalksteen waarbij de opgeloste metalen als hydroxiden neerslaan in een slib. Het toevoegen van CaCO_3 is een beproefd recept om zuur mijnwater te stabiliseren. Het water moet na deze behandeling schoon genoeg zijn om geloosd te worden in de plaatselijke Silver Bow Creek. Het metaalhoudende slib (dat voor 20 tot 30 procent bestaat uit vaste deeltjes) kan eventueel weer worden teruggepompt in de Berkeley Pit, of worden opgeslagen in speciale opslagvijvers.

Vervuild slib

Het toevoegen van kalk is niet de meest elegante oplossing, omdat de metalen niet worden gerecycled, en omdat men met grote hoeveelheden vervuild slib blijft zitten. Er zijn in de afgelopen jaren veel methoden ontwikkeld om de metalen - en arsenicum - uit het water van de Berkeley Pit terug te winnen. EPA heeft tientallen onderzoeken in deze richting gesubsidieerd. ‘Verschillende bedrijven hebben mooie procédés ontwikkeld om metalen uit water terug te winnen’, zegt John Burke. ‘Maar het probleem is dat geen enkele van deze methoden op een dergelijke grote schaal rendabel is.’

Mocht in de toekomst een methode worden gevonden om op rendabele wijze sommige metalen uit het water te halen, dan kan dit procédé alsnog voorafgaan aan het proces van kalktoevoeging en bezinking van metaaldeeltjes. ■

ding is de aanwezigheid van pyriet in de bodem

De belangrijkste oorzaak van de verzuring is de aanwezigheid van pyriet in de bodem.

1 Geef de vergelijking van de reactie die optreedt als pyriet wordt blootgesteld aan water en lucht.

2 Leg uit hoe daarna zware metalen uit de bodem kunnen oplossen. Bedenk goed wat er oplost in de bodem!

Er wordt in het artikel nog een andere oorzaak voor de verzuring genoemd.

3 Noteer die oorzaak.

Uit de gegevens kan berekend worden hoeveel ton zwavelzuur, koperionen en zinkionen zich in de Berkeley Pit bevinden.

4 Bereken die hoeveelheden. Laat zien hoe je aan je antwoord komt. Gegeven: 1 ton = 1000 kg.

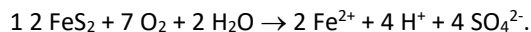
Een beproefd recept om zuur (mijn)water te stabiliseren is het toevoegen van kalksteen.

5 Geef de vergelijking van de optredende reactie als kalksteen aan zuur water wordt toegevoegd.

Na toevoeging van voldoende kalksteen slaan de metaalionen als hydroxiden neer.

6 Verklaar de aanwezigheid van hydroxide-ionen.

Giftige erfenis van een Amerikaanse kopermijn ANTWOORDEN



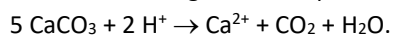
2 Er is dan een zuur milieu ontstaan waarmee metaaloxiden, metaalhydroxiden, metaalcarbonaten en metaalsulfiden allemaal kunnen reageren. Het negatieve ion reageert dan met het zure milieu.

3 Er lekt zwavelzuur uit afvalerts dat is opgeslagen rondom de Berkeley Pit.

4 De pH = 2,5, dus $[\text{H}^+] = 3,2 \times 10^{-3}$ mol per L, dus concentratie $\text{H}_2\text{SO}_4 = 1,6 \times 10^{-3}$ mol H_2SO_4 per L, Met een inhoud van 120 miljard liter wordt dat $120 \times 10^9 \times 1,6 \times 10^{-3} = 1,9 \times 10^8$ mol $\equiv 1,9 \times 10^{10}$ g = $1,9 \times 10^4$ ton zwavelzuur.

Er was 190 mg koperionen per L, dus $0,190 \times 120 \times 10^9 = 2,28 \times 10^{10}$ g = $2,28 \times 10^4$ ton koperionen.

En er was 620 mg zinkionen per L, dus $0,620 \times 120 \times 10^9 = 7,44 \times 10^{10}$ g = $7,44 \times 10^4$ ton zinkionen.



6 Kalksteen bevat een base: het carbonaation. Er ontstaat dus een basisch milieu. In een basisch milieu zijn hydroxide-ionen aanwezig.

De Volkskrant, 8 maart 2002

Oplossing gevonden voor te warm viswater Artis

AMSTERDAM – Zestig wiskundigen stortten zich een week lang op het te warme viswater in het tropisch aquarium van Artis. Een ventilator moet droge lucht over het aquarium blazen waardoor het water kan verdampen en zo warmte aan het water kan onttrekken. (ANP)

Uit het stukje tekst kan afgeleid worden of het verdampen van water een endo- of exotherm proces is.

1 Wat is verdampen?

2 Is het verdampen van water een endo- of exotherm proces? Licht je antwoord toe aan de hand van gegevens uit het artikel.

3 Waarom is het belangrijk om droge lucht te gebruiken?

Te warm viswater ANTWOORDEN

- 1 De overgang van vloeistof naar damp.
- 2 Er staat dat er warmte wordt onttrokken: het is een endotherm proces.
- 3 In droge lucht kan meer waterdamp worden opgenomen.

NRC Handelsblad, 31 maart 2002

ISOTOPEN IN DE VEREN VERRADEN WAAR DE VOGEL VERBLIJFT

De Amerikaanse ornitholoog D.R. Rubinstein ontwikkelde onlangs met enkele collega's van de universiteit van New Hampshire een nieuwe methode om de verblijfplaatsen van zangvogels te achterhalen. Zo ontdekte hij dat de blauwe zangers (*Dendroica caerulescens*) die broeden in Noord-Amerika en overwinteren op de Caribische eilanden, westelijker overwinteren, naarmate ze noordelijker broeden (*Science*, 8 febr).

Rubinsteins methode bestaat uit een chemische analyse die die hoeveelheid stabiele koolstof- en waterstofisotopen in de veren bepaalt. Die hoeveel heden zijn typerend zijn

voor een bepaalde breedtegraad. Hoe noordelijker de vogels broeden en ruien, des te minder van het koolstofisotoop ^{13}C en van het waterstofisotoop ^2H (deuterium) er in het keratineweefsel van hun veren zit. Dat correspondeert met de al eerder in kaart gebrachte, geografische variatie van die isotopen in het milieu. De concentratie deuterium in regenwater bijvoorbeeld neemt af van zuid naar noord. De zangvogels krijgen de isotopen binnen met voedsel en water.

Rubinstein analyseerde veren van bijna 700 zangers in het hele broedgebied dat zich uitstrekt van de Grote Meren tot de Atlantische kust, en zuidwaarts tot in de staat Georgia. Ook bepaalde hij de isotopenconcentraties in veren van vogels het Caribisch overwinteringsgebied, waar hij een geleidelijke afname constateerde van oost naar west. Op de oostelijke eilanden Puerto Rico en Hispaniola (waarop Haïti & Dominicaanse Republiek lig-

gen) hadden de vogels veel lagere concentraties ^{13}C en ^2H in hun veren dan de vogels op de westelijke eilanden Jamaica en Cuba.

Met zijn onderzoek probeert Rubinstein te achterhalen waarom de broedvogels in VS regionaal sterk in aantal achteruitgaan, terwijl de populatie elders stabiel is. In het broedgebied waren daar geen oorzaken voor te vinden, dus moest het aan de situatie op de trekroute of in het winterverblijf liggen. Vooral met de broedvogels van Georgia, Carolina en Virginia gaat het al jaren slecht, drie staten in het zuiden van het broedgebied, die qua chemische samenstelling van hun veren overeenkomen met op Haïti overwinterende vogels. En laat Haïti nu het meest drastisch ontbost zijn. Voor bescherming van de blauwe zanger moet je volgens Rubinstein dus vooral daar zijn. Dat het verband tussen broedgebied en winterverblijf nooit eerder ontdekt is, komt door de gebrekkige onderzoekstechnieken. Tot dusverre werden vogels alleen geringd.

Slechts een klein deel van een populatie kan geringd worden, en daarvan wordt hooguit een fractie teruggevonden tijdens de trek of in het overwinteringsgebied. Maar iedere vogel is 'gemerkt' met specifieke isotopen. Analyse van een paar veren is genoeg om de herkomst van een zwerm vogels te achterhalen. Behalve waterstof en koolstof lenen zwavel, lood en strontium zich voor isotopenanalyse.

Rubinstein is niet de enige onderzoeker die deze techniek uitprobeert. Tegelijkertijd ontdekten andere ornithologen dat Wilsons zangers (*Wilsonia pusilla*) in de herfst niet allemaal een eindje naar het zuiden afzakken, maar dat de noordelijke vogels een flink stuk zuidwaarts vliegen, over hun zuidelijker broedende soortgenoten heen, die nauwelijks in beweging komen.

(KOOS DUKSTERHUIS)



Blauwe zanger

FOTO: CORNELL UNIVERSITY

In het artikel wordt het onderzoek van de ornitholoog D.R. Rubinstein en zijn collega's beschreven.

- 1 Schrijf op wat de onderzoeksvraag was.
- 2 Van welke hypothese ging het onderzoeksteam uit?

Om de verblijfplaats van zangvogels in Amerika te achterhalen ontwikkelde Rubinstein een nieuwe methode.

- 3 Beschrijf kort Rubinsteins methode.
- 4 Waarop berust deze methode?
- 5 Wat zijn isotopen?
- 6 Wanneer spreek je van stabiele isotopen?
- 7 Schrijf in drie zinnen op hoe de nieuwe meetmethode werkt.
- 8 Welke resultaten zijn er al geboekt met deze nieuwe meetmethode?

Isotopen in de veren ANTWOORDEN

- 1 Waarom het aantal broedvogels in de VS regionaal sterk achteruit gaat, terwijl de populatie elders stabiel is.
- 2 Het ligt aan de situatie op de trekroute of in het winterverblijf.
- 3 Bepalen van de hoeveelheid stabiele isotopen van C en H in de veren van vogels.
- 4 Op de verandering met de breedtegraad van de hoeveelheden van de isotopen ^{13}C en ^2H .
- 5 Isotopen zijn atomen met hetzelfde atoomnummer maar een verschillend massagetal.
- 6 Als dergelijke isotopen niet radioactief zijn en dus niet uiteenvallen in andere atomen.
- 7 Er wordt bepaald hoeveel er van de stabiele isotopen C-13 en H-2 in de veren van vogels voorkomt. Dit wordt vergeleken met de al eerder in kaart gebrachte geografische variatie van die isotopen. Zo kan bepaald worden waar die vogels geweest zijn.
- 8 De teruggang van de hoeveelheid zangvogels in een bepaalde regio (de staten Georgia, Carolina en Virginia) in Amerika bleek een gevolg te zijn van de ontbossing van hun overwinteringsplaats in Haïti. Andere onderzoekers ontdekten dat noordelijke vogels in Amerika een flink eind zuidelijker vlogen in de winter, over hun zuidelijkere broeders heen die nauwelijks van plaats veranderden.

WATERSTOF AAN DE BENZINEPOMP OPGAVEN

Technisch Weekblad, 29 maart 2002

Reformer produceert waterstof aan de benzinepomp

ENERGIE Het winnen van waterstof uit benzine zal volgens de firma Ztek de introductie van auto's met brandstofcellen een stuk eenvoudiger maken. Een reformer bij de benzinepomp maakt de distributie eenvoudiger.

Teake Zuidema

Boston - De firma Ztek, een maker van vaste oxide brandstofcellen, trekt in Amerika stad en land af met een demonstratiemodel van een installatie waarmee waterstof gewonnen wordt uit benzine. Deze *reformers* zouden bij benzinestations geplaatst kunnen worden zodat geen extra distributiesysteem nodig is voor auto's die gebruik maken van brandstofcellen.

Brandstofcellen zijn in de afgelopen jaren goedkoper geworden. Er zit echter weinig schot in de ontwikkeling van goedkopere manieren om waterstof te produceren en te distribueren. Robert Rose, de directeur van een samenwerkingsverband van de Amerikaanse producenten van brandstofcellen, zei onlangs in de New York Times dat de ontwikkeling op dit gebied achterblijft bij die van brandstofcellen.

In het onlangs verschenen boek *Tomorrow's Energy: Hydrogen, Fuel Cells and*

the Prospects for a Cleaner Planet berekent auteur Peter Hofmann dat de kosten van het gebruik van waterstof per eenheid energie op zijn minst veertig procent hoger zullen zijn dan die van benzine en op zijn slechts 400 procent duurder. Daarbij moet opgemerkt worden dat de brandstofcel aanzienlijk meer arbeid haalt uit een eenheid energie dan een benzinemotor. Zonder een efficiënte manier om waterstof te produceren en te distribueren zullen brandstofcellen niet concurrerend zijn.

**'Waterstof kost
per eenheid
energie
minstens
veertig procent
meer'**

De reformer kan per uur 45 liter benzine converteren in 120 m³ waterstof

Dit betekent dat de installatie in 24 uur genoeg brandstof kan leveren om een wagenpark van dertig tot veertig auto's een week lang te laten rijden. De installatie haalt volgens Ztek 85 procent van de

energie uit de benzine en opereert daarmee veel efficiënter dan reformers die gebruik maken van elektrolyse.

In de reformer wordt de benzine over een katalysator gevoerd en vervolgens bij een hoge temperatuur afgebroken tot waterstof, kooldioxide en koolmonoxide. De reformer kan gecombineerd worden met een vaste oxide brandstofcel die opereert op een temperatuur van rond de duizend graden Celsius.

De afvalhitte van deze brandstofcel wordt gebruikt om de koolmonoxide te verhitten. De verhitte koolmonoxide wordt dan gemengd met water waarbij opnieuw kooldioxide en waterstof ontstaat.

(...)

Als je een scooter of een auto hebt gekocht die rijdt op waterstof, dan is het wel erg handig als je ook op zoveel mogelijk plaatsen waterstof kunt tanken!

Daarover gaat het volgende artikel.

1 Wat is een "reformer" eigenlijk?

2 Noem twee redenen waarom het slim is om deze reformers bij benzinestations neer te zetten

3 Als een liter benzine één euro tien kost, wat kost dan een m³ waterstof dan minstens?

4 Waarom zullen ze de waterstof voor een veel hogere prijs verkopen?

5 Waarom zijn volgens Ztek reformers die met benzine werken beter dan reformers die gebruik maken van elektrolyse?

Bij de elektrolyse van water ontstaat ook waterstof.

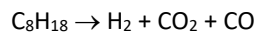
6 Geef daarvan de reactievergelijking

Als benzine wordt afgebroken in de reformer wordt de reactie versneld op twee manieren.

7 Welke twee manieren zijn dat?

8 Schrijf het reactieschema *in woorden* op van het afbreken van benzine in de reformer van Ztek.

Als je hiervan een reactieschema met formules maakt zou die er als volgt uitzien:



9 Wat is hier fout?

10 Geef de vergelijking van de reactie waarbij koolstofmonoxide en water worden omgezet (lees wel eerst de tekst hierover na...)

Een voordeel van het gebruik van waterstof in een motor is, dat er geen broeikasgassen zoals koolstofdioxide ontstaan. Als je benzine verbrandt ontstaat heel veel koolstofdioxide.

11 Als deze reformer wordt gebruikt zal er dan geen koolstofdioxide ontstaan?

Zet bij je antwoord waarom je dat denkt.

Waterstof aan de benzinepomp ANTWOORDEN

1 Een apparaat om benzine om te zetten in waterstof en nog enkele stoffen.

2 Ze zetten benzine om in waterstof en bij een benzinepomp heb je daarvoor de grondstof en ze staan op de plaats waar je gewend was om benzine te tanken.

3 Uit 45 liter benzine krijg je 120 m^3 waterstof, dus uit 1 liter krijg je $120:45=2,7 \text{ m}^3$ waterstof. 1 liter kost euro 1,10 dus 1 m^3 waterstof kost $1,10 : 2,7 = \text{euro } 0,41$

4 Bijvoorbeeld: de reformer moet ook betaald worden of personeelskosten.

5 Volgens Ztek haalt hun reformer 85 % van de energie uit benzine en is daardoor veel efficiënter.

6 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

7 Men gebruikt een katalysator en een hoge temperatuur

8 benzine $\rightarrow$ waterstof + koolstofdioxide + koolstofmonoxide.

9 Voor de pijl is het element O niet aanwezig, er na wel.

10 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$

11 Er ontstaat nog wel koolstofdioxide, want benzine bevat het element koolstof dat reageert tot koolstofdioxide.

Scooter rijdt op waterstof

Aprilia heeft in samenwerking met een Amerikaans technologiebedrijf een scooter ontwikkeld die wordt aangedreven door een brandstofcel met een vermogen van 3000 watt (4 pk). De brandstofcel levert electriciteit voor de voortstuwing. Met een volle tank waterstof (verstopt in de buddy seat) is deze scooter in

staat 190 kilometer af te leggen met een topsnelheid van ten minste 56 km/u. De scooter produceert geen schadelijke gassen; uit de uitlaat komt alleen waterdamp. Volgens de makers is de Aprilia sneller en pittiger dan de gelijkwaardige (brom-)scooters met een 50 cc of 80 cc verbrandingsmotor.

De Aprilia scooter kan op waterstof rijden. Dat zou prettig zijn voor het milieu.

Als je op het Internet kijkt, dan zul je zien dat Aprilia twee nieuwe met waterstof aangedreven modellen heeft ontwikkeld.

1 Zoek op het Internet welke twee nieuwe modellen dit zijn en geef de namen.

Tips: kijk eens op <http://www.aprileanjoy.com> ; <http://www.hawkassociates.com/mhtx.scooter.pdf> ; <http://hawkassociates.com/mhtx/photos.htm>

2 Welke zou je zelf eventueel aan willen schaffen? Vertel waarom.

3 Hoe hard kan de aprilia enjoy volgens de website?

Bekijk het plaatje van de aprilia mojito fc op de website

4 Waar zit de waterstoftank?

5 Waarom is dat een goede plaats?

6 Is de scooter in het artikel een bromfiets of een motor? Waarom?

7 Geef de formule van waterstof gas.

8. Leg met behulp van een reactievergelijking uit waarom het volgende zinnetje in het artikel klopt: "...uit de uitlaat komt alleen waterdamp. "

9 Welke gassen ontstaan als een scooter op gewone benzine (C_8H_{18}) rijdt?

Één van de gassen die ontstaat bij de verbranding van benzine versterkt het broeikaseffect.

10 Geef de naam van dat gas.

11 Welke twee voordelen van de scooter op waterstofgas worden er in het artikel genoemd?

12 Welk voordeel heeft de scooter op waterstofgas ook nog ?

Veronderstel dat je morgen een Aprilia op waterstofgas krijgt toegestuurd van de Aprilia fabriek.

13 Welk groot probleem zul je dan krijgen als je er op gaat rijden?

Scooter rijdt op waterstof ANTWOORDEN

1 Aprilia enjoy en de aprilia mojito fc (in de pdf file staat een prototype van een waterstof scooter)

2

3 20 mph: $20 \times 1,6 = 32$ km/h

4 Onder de buddyseat.

5 Dan zit hij redelijk goed beschermd

6 Een motor, want rijdt te hard

7 H_2

8 $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$

9 Koolstofdioxide en koolstofmono-oxide en waterdamp.

10 Koolstofdioxide

11 Is sneller en pittiger.

12 Geen koolstofdioxide dus minder broeikaseffect en olievoorraden raken minder snel op.

13 Er zijn nog geen pompstations met waterstofgas.

Natuurlijke verf uit Duitse bodem

Herman Brand

Bij demonstraties of als er een muur beklad moet worden, gebruikt Greenpeace geen gewone verf, maar altijd natuurverf. Deze is van het Duitse merk Auro AG uit Braunschweig ten oosten van Hannover. De verf voldoet ook goed voor conventioneel gebruik. In tientallen soorten, kleuren en gradaties - van mat tot glanzend - voor toepassing op muren, buitenhoutwerk en zelfs kinderspeelgoed. Naast natuurlijk water kennen de aqua-producten geen andere oplosmiddelen.

Na gebruik is de verf stofdroog na zes tot negen uur. Droog en overschilderbaar worden, duurt circa 24 uur. Echt doorgehard is de natuurlijke bescherming pas na drie dagen.

Voor de kleuren gebruikt Auro aard- en minerale pigmenten zoals diverse soorten gemalen aarde met namen als Perzisch rood of okergeel. Andere bestanddelen zijn natuurlijke bindmiddelen uit lijn- en zonnebloemolie,

methylecellulose, kiezelzuur en loodvrije droogmiddelen op basis van calcium, kobalt en zirkonium. (...)

Directeur Bernard van Valen van S.U. Schilderwerken uit Utrecht heeft ervaring met Auro-verf in grootschalige projecten: 'Het aanbrengen is iets moeilijker dan de traditionele oplosmiddelhoudende alkydharsverven. De droging duurt tweemaal zo lang. De citroengeur van met name de muurverven wordt door sommigen als hinderlijk ervaren.'

Commentaar van Hans Claesens, directeur Auro Nederland: 'Dat klopt. We werken aan verbetering. De citrusolie is nodig om bepaalde harsen te verdunnen. Verder gebruiken we zowel rozemarijn- als eucalyptus- en lavendelolie vlak voor het sluiten van emmers muurverf. Dit is nodig om de groei van bederfende bacteriën te controleren.' (...)

www.auro.nl

Les 1

In deze les leren we iets over olieverf. En over olieverfschilderijen.

A Ga eerst naar de site: <http://www.janbest.nl/olieverf.htm>

Beantwoord nu de volgende vragen.

- 1 Welke zijn de belangrijkste stoffen in olieverf?
- 2 Noem vier oliën die veel gebruikt worden om in verf te doen.
- 3 Hoe kun je ervoor zorgen dat verf snel droogt? Noem 4 dingen.

Lijnolie heeft een nadeel waardoor het minder wordt gebruikt.

4 Welk nadeel is dat?

5 Waarom doet men olie in verf?

B Lees nu het artikel: "Natuurlijke verf uit Duitse bodem"

Volgens de titel komt de verf uit Duitse bodem.

6 Noem een paar voorbeelden van kleuren (pigmenten) die uit de Duitse bodem komen.

7 Noem minstens vier oliën waarmee de firma Auro haar pigmenten mengt.

8 Noem twee voordelen en twee nadelen van de verf van de firma Auro

C Nu gaan we een aantal schilderijen bekijken op het Internet.

Ga naar de site: <http://www.formsonline.nl/artbrabant> kies dan "kunstenaars"

Bekijk en vergelijk de schilderijen van: Henk Eikenaar, Riky Schellart en Jac Volbeda.

9 Welk schilderij vind je het mooist? Waarom?

D Andere schilderijen

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

10 Vul in: Naam van de schilder:.....Naam van het schilderij:.....

Les 2

Onderzoek: Olieverf maken

In deze les leren we het mengen van olie en een kleurstof.

En we leren olieverf maken.

Lees:

Olieverf van de firma Auro bestaat uit kleurstoffen (pigmenten), olie en natuurlijke bindmiddelen.

Olie die ze gebruiken:

Lijnolie en zonnebloemolie als bindmiddel

Citrus- , rozemarijn- , eucalyptus en lavendelolie om er gemakkelijk mee te kunnen schilderen.

De kleurstoffen (pigmenten) komen meestal uit de bodem.

Vaak wordt bij deze olieverf nog een stof gedaan om de verf snel te laten drogen.

Werkwijze:

A Olieverf maken

1 Kies een kleur.

2 Als de kleurstof nog niet heel fijn gemalen is moet je het in een mortier goed fijnmalen.

B Doe met de druppelpipet een paar druppels lijnolie in een porseleinen schaal

3 Doe een beetje van de kleurstof bij de lijnolie (niet andersom !)

4 Doe een paar druppels van de andere olie bij het mengsel

5 en roer goed zodat een mooi verfje ontstaat.

6 Maak maar één kleur verf. Je gebruikt verf van de anderen in je groepje om mee te schilderen.

C Testen van de verf.

Je kunt nu proberen of je verf goed blijft zitten:

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

Als je klaar bent maak dan meteen de volgende vragen:

- 9 Je kunt dun/niet zo dun/alleen dik met deze verf schilderen.
- 10 Het strijkt het best uit op

- 11 Zet op de beschildeerde stukjes de afkorting van je naam en
- 12 Bewaar ze op school.

De volgende les bekijk je je beschildeerde stukjes

- 13 Droogt het mooi op of komen er allemaal barstjes in?
(Krakkeleren (craqueleren) heet dat.).....

Natuurlijke verf uit Duitse bodem ANTWOORDEN

De site is toevallig van Brabantse kunstenaars, maar je kunt natuurlijk rustig andere kunstenaars nemen. Neem wel kunst die de leerlingen aanspreekt, dus niet te abstract.

Koop bij een hobbyzaak goedkope pigmenten en lijnolie en ook linnen –alhoewel dat behoorlijk duur is. Je kunt natuurlijk ook alleen op papier en hout of board laten schilderen.

Bescherm je tafels en de leerlingen tegen vlekken....

Laat leerlingen samenwerken met de verf. Ieder maakt een kleur.

1 Pigment en bindmiddel.

2 Lijn-, papaver-, saffloer-, zonnebloemolie.

3 Daglicht, temperatuur, welke pigmenten, laagdikte.

4 Vergeelt.

5 Gemakkelijker schilderen.

6 Perzisch rood, okergeel.

7 (Lijn- en zonnebloemolie), citrus-, rozemarijn-, eucalyptus-, lavendelolie.

8 Milieuvriendelijk, ruikt lekker, droogt langzaam, ermee schilderen is moeilijker.



wonen

tekst
jaap huisman

kringloop

mogen er niet eens aan denken, zegt Erik Smit, belast met research bij TNO. Immers, er werden in die allesbrander melkpakken en geschilderd hout gegoooid: vervuilerder kan een kachel niet zijn.

Blijft over de prangende vraag of de huidige open haard milieutechnisch wel kan? Er is goed nieuws sinds 1997. Toen is er in navolging van Duitsland een keuring van vrijstaande en inbouw- en inzethaarden ingevoerd waar de CO-uitstoot aan een maximum is gebonden. CO staat voor koolmonoxyde, een damp waaraan je vroeger in slecht geventileerde huizen doodging. Alle moderne haarden moeten aan die CO-norm voldoen, bij vrijstaande is het maximum gesteld op 0,4 procent, bij de andere op 0,5. Hoe zit het met het roet in de atmosfeer, die vrijkomt bij de uitstoot van CO₂, kooldioxyde? Wie een boom kapt en hem in stukjes in de haard stopt, weet dat hij de lucht verpest met roet, maar kan ook ervan uitgaan dat het een gesloten CO₂-kringloop betreft. Eenvoudig wetenschappelijk gezegd betekent dat dat deze kringloop de gezonde bomen weer ten goede kan komen. (Trouwens een omgevallen, rottende boom brengt ook CO₂ voort). Anders is het met de gas- en oliehaard, die ook CO₂ veroorzaken, waar verbranders van fossiele stoffen sterk meewerken aan het broeikas-effect. Zo'n oliestook is bepaald geen lieverdje.

De vergelijking gashaard of houtkachel is de vergelijking tussen appels en peren, zegt Smit, waardoor het dus ook lastig is een conclusie te trekken of hout het milieu nu meer vervuult dan gas. Een ding is zeker, energie van een zonnepaneel, windmolen of biomassa is altijd schoner, maar daarmee zien we de open haard nu eenmaal niet functioneren.

Sfeervol zo'n open haard in huis, zeker als ie als schilderij op tafelhoogte is geplaatst, maar hoe vervuילend is ie? Om daarop antwoord te krijgen maken we een kleine reis door institutioneel Nederland. Dat begint met het Sfeerwarmingsgilde, aangesloten bij de Vereniging Comfortabel Wonen, dat 94 detailhandelaars in open haarden, gas gestookte dan wel houtkachels, telt. Het gilde kent de cijfers van CO₂-uitstoot niet en verwijst ons daarvoor naar de Vereniging Haard en Rookkanaal, die weer is ondergebracht bij de FME-vakorganisatie. 'Wij verstrekken alleen algemene informatie', is daar het antwoord, voor specifieke vragen moeten wij bij TNO Apeldoorn zijn.

Het wordt helaas een stukje met en over cijfers. In 1996 is door TNO gemeten dat er in de Nederlandse huishoudens 1,35 miljoen haarden staan, waarvan 273 duizend gas gestookt en de rest met hout. Aangezien het gilde gedijt bij de populariteit van de open haard, moeten dat er vijf jaar later aanzienlijk meer zijn. Allesbranders, dat is een fenomeen dat niet meer voorkomt, we

Handboek sfeerverwarming, te bevragen bij het ministerie van VROM via hun website www.minvrom.nl (trefwoord sfeerverwarming). Op de website www.sfeerverwarming.nl vind je alles over schoorstenen, haarden en dergelijke

Het artikel gaat over het verbranden van hout in een open haard
Lees het artikel eerst door.

Daarna gaan we nadenken over wat er scheikundig gezien gebeurt bij het verbranden van hout.

We gaan er van uit, dat hout de kommaformule: C,H,O heeft.

Als hout verbrandt kunnen een aantal verbrandingsproducten ontstaan:

- koolstofdioxide
- koolstofmono-oxide
- roet (koolstof)
- waterdamp

1 Welke van deze verbrandingsproducten ontstaan wanneer hout volledig verbrandt?

2 Welke van deze producten worden in het artikel genoemd?

3 Welke verbrandingsproducten ontstaan wanneer hout onvolledig verbrandt?

4 Welke verbrandingsproducten ontstaan heel veel als hout een gele roetende vlam heeft?

5 Welk probleem van koolstofmono-oxide wordt in het artikel genoemd?

Koolstofdioxide verergert ook een milieuprobleem.

6 Welk milieuprobleem is dat?

Volgens de schrijver werkt een gas- en oliehaard sterker mee aan het broeikaseffect dan hout verbranden in een open haard.

7 Lees in het artikel de voorlaatste alinea en leg uit hoe dat kan.

Je kunt ook elektrische energie opwekken met zonnepanelen, windmolens of biomassa.

8 Welke soort kachel of haard kan warmte geven met elektrische energie?

Kringloop ANTWOORDEN

1 Koolstofdioxide en waterdamp

2 Koolstofdioxide

3 Koolstofdioxide, koolstofmono-oxide, roet en waterdamp.

4 Roet (en waterdamp)

5 Is dodelijk

6 Broeikaseffect

7 De koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van hout wordt weer opgenomen door de boom in de 'gesloten CO₂ kringloop'. De koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van aardgas gaat de lucht in. En bij het maken van aardgas wordt geen CO₂ opgenomen.

8 Elektrische kachels of openhaarden die werken op elektriciteit.

Zuiverheid van diamant

„Wat zijn toch die zwarte punten in mijn diamant?“, vroeg ze me. Die diamant had ze tijdens een vakantie voor weinig geld gekocht. „Maar hij is wel 1 karaat, hoor!“, vervolgde ze vol trots haar verhaal. Tactisch probeerde ik een teleurstelling te voorkomen door haar te vertellen dat de grootte van een diamant niet alles zegt. De kwaliteit is zeker zo belangrijk voor de prijs. Ze had helaas niet om een certificaat gevraagd ondanks dat deze juwelier een voislagen onbekende voor haar was. „Dat leek me niet nodig. Die man keek zo eerlijk uit zijn ogen“, reageerde ze. Teruggaan had nu geen zin meer. Zich een beetje schamend voor haar onwetendheid vroeg ze me om meer uitleg.

De waarde van diamant wordt bepaald door de 4 Cs. Die Cs staan voor Color (kleur), Cut (slijpsel), Carat (grootte) en clarity (zuiverheid). Tijdens een proces van miljarden jaren ontstond diep in de aarde diamant. Elke diamant heeft zo zijn eigen typerende kenmerken. Elke onzuiverheid is als het ware een vingerafdruk van die steen. De diamant die bij u in uw sieraad zit, is dus uniek.

„Maar hoe zit het dan met die zwarte punten?“, vroeg ze ongeduldig. Ik pakte mijn microscoop en liet haar het binnenste van haar diamant zien. Vol bewondering dook ze plots in een totaal andere wereld. Niets is zo boeiend als met een microscoop een diamant te bekijken.

Je ziet hoe de diamant stukje voor stukje is ontstaan. Tijdens dat langdurige fascinerende proces groeit er af en toe wat ander materiaal mee. Dit vreemde materiaal noemen we een insluitel. „Het

insluitel in mijn steen lijkt wel de Mount Everest!“, riep ze uit terwijl ze gebiologeerd in de microscoop zat te turen. Ze realiseerde zich waarschijnlijk dat die 'berg' de waarde van haar steen aanzienlijk zou beïnvloeden. „Dat insluitel kan bijvoorbeeld een ander mineraal of vloeistof zijn“, vervolgde ik mijn verhaal. „De hoeveelheid en ligging van deze insluitel bepalen de zuiverheid van de diamant. Hoe hoger de zuiverheid, hoe meer waarde de diamant heeft. Wanneer je met een loupe die tien maal vergroot de diamant bekijkt en niets in de diamant ziet, dan is de diamant loupe-zuiver. Vind je met heel veel moeite een zeer, zeer klein insluitel, dan hebben we het over VVS (very, very small inclusion). Kun je met de loupe de insluitels iets beter zien, dan heet dat Vs (Very small inclusions). Grotere insluitels krijgen een SI kwaliteit (Small inclusions). Ook dan is de diamant met het blote oog nog 'schoon' en ziet de leek er dus niets van. Insluitels die je met het blote oog ziet, noemen we Pique. „Die van mij dus...“, zei ze beteutert. Jammergenoeg moest ik haar zelfs vertellen dat haar diamant een zware piqué was. Zonder die insluitels zou haar diamant ook veel meer schitteren. De insluitels houden het licht in de diamant tegen. Een minder licht is ook minder schittering.

„De volgende keer dat ik een diamant koop, wil ik eerst uitleg en ik ga nooit meer zonder een certificaat de deur uit!“ reageerde ze beslist. Heel verstandig wilde ik nog zeggen. Maar ik denk dat ze dat al begrepen had...

Bas Verdonk

Diamant en grafiet in potloodstiften bestaan beide uit koolstof.

Diamant is heel erg hard, grafiet in potloodstiften is veel zachter

In diamant liggen de deeltjes koolstof heel anders tegen elkaar dan in grafiet. Daarom is er verschil in hardheid.

Omdat de deeltjes in diamant heel mooi geordend liggen, is diamant doorzichtig.

In het artikel komt een klant bij een juwelier om te vragen of hij eens naar haar diamant wil kijken.

1 Lees de eerste kolom van het artikel goed door. en onderstreep waarop een klant moet letten als hij of zij een diamant koopt.

2 Lees daarna de tweede kolom van het artikel door en onderstreep ook waarop je moet letten als je diamanten koopt.

Wat je bij 1 en 2 hebt onderstreept zijn de belangrijkste dingen die je op een poster moet zetten.

Opdracht: maak een poster.

Leg op een poster uit waar een klant op moet letten als hij of zij een diamant koopt

--Maak eerst een kladposter--

Werkafspraken:

Tijd: 2 lessen Je mag de poster tussendoor niet mee naar huis nemen.

Aantal leerlingen: Je mag de poster alleen maken of met zijn tweeën. Nooit met meer dan twee.

Formaat: A2 of A3

Leesbaarheid: Op 1 – 2 meter goed leesbaar zijn

Tekst op ooghoogte

Indeling: Duidelijk en logisch: van links naar rechts en van boven naar onderen

Tekst: Weinig tekst, veel tekeningen. Als je tekst hebt: Grote letters!

Verzorgd. Geen vlekken, niet allemaal verschillende kleuren, niet vouwen.

Vermeld bovenaan de poster de titel

Zet jullie namen en de naam vd school onderaan je poster. Zet er een datum bij.

A better way to extract carbonyl sulfide from LPG?

A newly patented process for removing carbonyl sulfide (COS) from liquified petroleum gas (LPG) is being offered for license by the National Inst. of Standards and Technology (NIST; Boulder, Colo. nist.gov). COS is an undesirable impurity in LPG (which is mostly propane) because it can hydrolyze in the presence of water to form hydrogen sulfide.

In the new process, LPG is passed through a packed bed of para-tertiarybutylcalix(4)arene, a macrocyclic organic molecule that is commercially available as a powder. The COS complexes with the calixarene at about 300 psig and ambient temperature, says researcher

Thomas Bruno. The process is reversed by heating the material to 160°C, liberating the COS, which may be converted to elemental sulfur via the Claus process.

In laboratory tests, the method has reduced the COS content of propane from 1,000 ppm to a nondetectable level, as measured by infrared spectrophotometry, says Bruno. The initial cost of the process is probably slightly higher than that of the conventional process, which uses a molecular sieve, he says. However, he adds that the operating cost should be lower because molecular sieves tend to get poisoned over time and have to be replaced.

1 Waarom is carbonylsulfide (COS) een ongewenste verbinding in de autobrandstof LPG?

2 Geef de reactievergelijking van de hydrolyse van carbonylsulfide.

Het artikel beschrijft hoe COS uit LPG kan worden verwijderd.

3 Geef de werkwijze in maximaal 20 woorden weer.

Het para-tertiarybutylcalix(4)arene vormt tijdens de verwijdering (in het nieuwe LPG zuiveringsproces) een complex met het COS. We kunnen ons dit voorstellen met behulp van de volgende reactie:

$\text{COS(g)} + \text{X(s)} \rightleftharpoons \text{COSX(s)}$, waarbij para-tertiarybutylcalix(4)arene weergegeven als X.

4 Is de reactie waarin complexvorming plaatsvindt (de reactie naar rechts) een endotherme of een exotherme reactie? Leid dit af aan de hand van de tekst.

In het artikel staat beschreven dat het verwijderde carbonylsulfide m.b.v. het Claus proces kan worden omgezet in het element zwavel. Nog voor het Claus proces plaatsvindt wordt het carbonylsulfide gehydrolyseerd (deze reactievergelijking heb je al opgesteld in vraag 2).

Het zo ontstane (di)waterstofsulfide wordt in de eerste stap van het Claus proces verbrand tot zwaveldioxide.

In de tweede stap van het Claus proces laat men het zwaveldioxide onder verhoogde temperatuur en in aanwezigheid van een katalysator reageren met (di)waterstofsulfide waarbij o.a. zwavel ontstaat.

5 Geef de twee reactievergelijkingen die in het Claus proces optreden.

In het 'oude' conventionele proces gebruikt men een 'molecular sieve'.

6 Geef een omschrijving van een moleculaire zeef (molecular sieve).

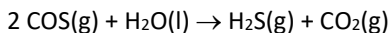
7 Waarom denkt meneer Bruno dat de operationele kosten van de nieuwe methode om het carbonylsulfide uit het LPG te verwijderen lager zullen zijn dan die van de conventionele methode?

In de tekst is gegeven dat in het gezuiverde LPG gemiddeld 1000 ppm COS voorkomt. Additionele gegevens bij de tekst zijn dat het molaire volume van een gas $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$ is en dat alle COS in een auto wordt gehydrolyseerd en het dan ontstane (di)waterstofsulfide volledig wordt verbrand.

8 Bereken hoeveel mol SO_2 ontstaat in het uitlaatgas en daardoor vrijkomt in het milieu als een auto een afstand van 200 km rijdt met een LPG verbruik van 1 Liter op 7 km?

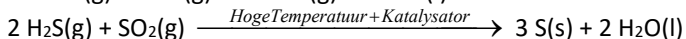
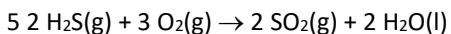
Carbonylsulfide from LPG ANTWOORDEN

1 Omdat het met water kan reageren tot (di)waterstofsulfidegas. Dit is een giftige stof waaruit bovendien bij verbranding in een automotor SO₂ ontstaat dat milieubelastend is.



3 LPG wordt geleid door een buis met de poedervormige stof X bij een druk van 300 psi en omgevingstemperatuur.

4 Een exotherme reactie. In de tekst staat beschreven dat de reactie naar links plaatsvindt door het verwarming tot 160 °C . De reactie naar links is dus endotherm en de reactie naar rechts is diensgevolge exotherm.



6 Een moleculaire zeef vangt (zeeft) bepaalde moleculen uit een mengsel. De zeef raakt verzadigd met deze moleculen (onomkeerbaar) en moet vervolgens vervangen worden.

7 In de conventionele methode moeten de moleculaire zeven na een bepaalde periode vervangen worden. Dit is kostbaar. In de nieuwe methode daarentegen is dit niet nodig want het para-tertiarybutylcalix(4)arene kan steeds opnieuw teruggewonnen worden. Dit is op de langere termijn goedkoper.

8 Het verbruik over 200 km is 28,57 Liter LPG. Hierin bevindt zich 28,57·10⁻⁶ Liter of 28,57·10⁻⁶ dm³ COS. De molverhoudingen zijn als volgt COS : H₂S : SO₂ = 1 : 1 : 1. Hieruit volgt dat 28,57·10⁻⁶ dm³ COS aanwezig in

$$\text{LPG } \frac{28,57 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3}{24,5 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 1,16 \cdot 10^{-6} \text{ mol SO}_2 \text{ in het milieu brengt als de auto 200 km rijdt.}$$