

INHOUDSOPGAVE

Titel opgave <i>klas</i>	hoofddomein, subdomein vaardigheid kernwoorden	pagina
Alcoholpoeder voor de kids <i>5h</i> <i>5-6 v</i>	organisch, structuur informatie berekeningen, subyou, ethanol, cyclodextrine, bindingen, zuur-base	1
Allergisch voor uitlaatgassen <i>5 v</i>	organisch, reacties informatie verestering, ester, tyrosine, eiwitten, nitrering, milieu	3
Stadsbussen op biogas <i>4 m hv</i>	stoffen en materialen, gebruik van stoffen, rekenen verbranding, milieu, duurzame ontwikkeling, CO ₂ kringloop, rekenen aan reacties	4
Aluminium <i>5 v</i>	redox, redox als proces rekenen elektrolyse, aluminium, energie, blokschema	6
Greenpeace nekte gentech in EU <i>ANW</i>	biochemie, milieu informatie gentechologie, milieu, milieuorganisatie	8
Teveel zout in wit brood <i>5 h, 6v</i>	vaardigheden, onderzoek analyse gegevens verzamelen, zoutgehalte, neerslag, titratie	10
Dieselroet en filters <i>4 m hv</i>	stoffen en materialen, verbranding, milieu informatie reactievergelijkingen, verbranding koolwaterstoffen, fijn stof	12
Kyoto is eerste kleine stap <i>4 hv, ANW</i>	stoffen (anorganisch), milieu informatie broeikaseffect, koolstofdioxide, Kyoto	14
Polyetheen uit sojabonen <i>5 hv</i>	koolstofchemie, reacties informatie verestering, ester, polyetheen, biodiesel, milieu, katalysator, alkenen	15
Efficiënte waterstofopslag <i>5, 6 v</i>	redox, stoffen (anorganisch), toepassing, binding informatie brandstofcel, waterstof, gashydraat, bindingen, metaalhydride, THF	16
Krijt <i>3,4 m hv</i>	vaardigheden, onderzoek Zuur-base onderzoeksplan, zuur-base, kalkaanslag, roest	19
Het kindergebit verzuurt <i>3 m hv, 3-6 hv</i>	vaardigheden, onderzoek zuur-base onderzoeksplan, frisdrank, tanden, erosie, pH, kippenbot, zuur-base reacties	20
Rendementsrace <i>5 v</i>	redox, toepassing redox informatie brandstofcel, waterstof, fuelreforming, PEFC, SOFC	24
Frisse wijnen <i>3-6</i>	vaardigheden, onderzoek redox onderzoek sulfietgehalte, wijn, kwalitatief, kwantitatief	26

INHOUDSOPGAVE *(vervolg)*

Titel opgave <i>klas</i>	hoofddomein, subdomein vaardigheid kernwoorden	pagina
Sonnenkraft im Zinkspeicher <i>5-6 v</i>	redox, toepassingen informatie elektrochemische cel, Duits artikel, zink-luchtccl, zink, zonne-energie	30
Drinkwater wordt zachter <i>4 mhv</i>	stoffen en materialen, gebruik van stoffen redeneren, milieu, hard water, rekenen, formules opstellen, pH	32
Paprikatelers <i>4 hv</i>	biochemie, stofwisseling informatie koolstofdioxide, klimaat, landbouw, fotosynthese	34
Mosterdgas <i>5 v</i>	koolstofchemie, reacties informatie mosterdgas, strijdgas, thiodiglycol, structuurformule, ethiek	36
Asymmetrische additie <i>6 v</i>	koolstofchemie, reacties informatie additie, hexenon, katalysator, enantiomeer, difenylzink	38
Luchtwassers <i>4m, 5 hv</i>	zuren en basen, milieu informatie zuur-base reactie, ammoniak, milieu, luchtwasser	39
CO₂-emissiehandel <i>ANW</i>	stoffen (anorganisch), milieu informatie koolstofdioxide, broeikaseffect, milieu	40

TEVEEL ZOUT IN WIT BROOD EN STOKBROOD

Gazet van Antwerpen, 2 februari 2005

TEVEEL ZOUT IN WIT BROOD EN STOKBROOD

Wit brood en stokbrood bevat vaak meer zout dan wettelijk toegelaten. Ook andere broodproducten zoals sandwiches en croissants bevatten teveel zout. Dat blijkt uit analyses die Test-Aankoop uitvoerde en waarvan de resultaten gepubliceerd staan in Test-Gezondheid.

Bron: http://www.sweetlove.be/act_zoutbrood.htm

Wetgeving genegeerd

De Belgische wetgeving legt voor brood een maximum op van 2 procent zout uitgedrukt in verhouding tot de droge stof. Alle twaalf stalen wit brood en stokbrood die Test-Aankoop onderzocht, zitten daar royaal boven met waarden van 2,37 tot 3,21 procent. De 30 bakkerijproducten die geanalyseerd werden, hadden een gemiddeld natriumgehalte van 0,67 g per 100 g, wat zeer hoog is voor producten die zo frequent gegeten worden.

De aanbeveling luidt dat het natriumgehalte onder de 0,5 g per 100 g moet blijven, maar slechts weinig van de voedingswaren die Test-Aankoop testte bleven daaronder. Zelfs de ontbijtgranen scoren gemiddeld 0,73 g. De musli's doen beter met slechts 0,05 g. De fijne vleeswaren daarentegen scoren gemiddeld 1,1 g, de kazen 0,65 g, de aperitiefhapjes 0,93 g en de visconserven 0,96 g.

Test-Aankoop betreurt dat ons land, in tegenstelling tot Engeland en Frankrijk, geen actieplan heeft om de zoutconsumptie te verminderen.



Het natriumgehalte van een product moet, ook in Nederland, onder de 0,5 g per 100 g product blijven.

1 Bereken hoeveel gram natriumchloride maximaal aanwezig mag zijn in 100 g van een product.

Hieronder staat een voorschrift voor een natriumchloridebepaling.

Theorie

Een oplossing van natriumchloride wordt getitreerd met een zilvernitraatoplossing bij pH 6 à 7, waarbij zilverchloride neerslaat. Als indicator dient kaliumchromaat. Overmaat zilvernitraat vormt met kaliumchromaat een rood neerslag van zilverchromaat.

De reactie tijdens de titratie: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$
wit

De reactie na het omslagpunt: $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$
rood

Uitvoering

Droog het brood gedurende een nacht bij 105 °C en laat het afkoelen. Neem 60 to 70 gram brood en maak er kruimels van. Weeg hiervan 50,0 gram af in een bekglas van 250 mL. Voeg aan het brood 150,0 mL water toe. Sop het brood goed, roer regelmatig, laat het brood een tijdje staan.

Filtreer het geheel over een trechter waarin je een laagje watten hebt gelegd.

Druk het vocht goed uit het brood.

Gebruik voor elke titratie vervolgens 50,00 mL van het filtraat. Voeg de 50,00 mL van het filtraat aan het filtraat 4 mL 5 % kaliumchromaatoplossing toe. Titreer vervolgens met een 0,100 M zilvernitraatoplossing tot de roodkleuring, ook bij flink schudden, blijft bestaan.

Voer de titratie ook uit met 50,00 mL van het water dat je bij de proef gebruikt hebt.

1 Bestudeer in “Veilig Practicum” of “Chemiekaarten” de gegevens over zilvernitraat en kaliumchromaat en noteer de zaken waar je op moet letten.

2 Controleer met behulp van de beschreven proef voor een aantal broodsoorten of ze voldoen aan de wettelijke norm.

Teveel zout in wit brood en stokbrood

$$1 \cdot (58,44/22,99) \times 0,5 = 1,27 \text{ g NaCl}$$

U kunt de leerlingen wellicht eerst een titratie van een zoutoplossing met bekend gehalte laten uitvoeren.

Bij een zoutoplossing van 3,0 g NaCl/L is dan ongeveer 25 mL zilvernitraatoplossing nodig

Het is verstandig het brood langere tijd te laten weken.

Voor andere bepalingsmethoden zie: <http://www.larenstein.nl/files/ASGEHALTE.PDF> en

<http://www.larenstein.nl/files/zoutgehalte.pdf>

NRC Handelsblad, 9 april 2005

Waterstofopslag gaat heel efficiënt in ijskristallen

Een snuffe tetrahydrofuraan in water. Dat is alles wat nodig is om waterstof in grote hoeveelheden op te kunnen slaan in ijskristallen. Soortgelijke kristallen waren voornamelijk bekend als gashydraten: enorme ijsvelden op de bodem van de oceaan waarin aardgas is opgeslagen. Nu is het Canadese en Zuidkoreaanse onderzoekers gelukt om ook waterstof in ijs te verpakken en dat ook nog eens bij betrekkelijk lage druk. De beschikbaarheid van goedkope en veilige methoden van waterstofopslag is van cruciaal belang voor de ontwikkeling van deze 'energiedrager van de toekomst'. Waterstof kan in een brandstofcel direct worden omgezet in elektriciteit en in een verbrandingsmotor in bewegingsenergie. In beide gevallen is water het enige bijproduct (*Nature*, 7 april). Om zeshonderd kilometer te kunnen rijden met een elektrische auto is zo'n vijf kilo waterstof nodig. Zelfs onder zeer hoge druk neemt dat nog een volume in dat je niet zomaar in een auto wegwerkt. Een alternatieve vorm van waterstofopslag is het waterstof af te koelen tot temperaturen beneden de min 253 graden Celsius, waarbij het vloeibaar of zelfs vast wordt. Dat kost echter erg veel energie. Daarom vormt op dit moment opslag in metaallegeringen het enige reële alternatief. Het waterstof is daarin als een poedervormig hydride aan het metaal gebonden. Overal

ter wereld wordt onderzoek gedaan om legeringen te vinden waarin per kilogram zoveel mogelijk waterstof in kan, maar waar het ook weer snel en met zo weinig mogelijk toevoer van warmte uit vrijkomt. Het is niet eenvoudig om aan beide voorwaarden te voldoen.

Watermoleculen vormen onder druk en bij lage temperatuur kooi-achtige structuren waar kleine moleculen in passen. Ook waterstof is in dergelijke kooien te krijgen zij het bij extreem hoge drukken van een paar duizend atmosfeer. Oktober vorig jaar ontdekten onderzoekers van de universiteit van Delft echter dat toevoeging van tetrahydrofuraan, een soort ether, de opslag van waterstof vergemakkelijkt. Ze slaagden erin om al bij een paar honderd atmosfeer 1% waterstof in het ijs op te lossen (*Science*, 15 oktober 2004). Onderzoekers uit Canada en Zuid-Korea laten nu zien hoe dat veel beter kan: zij wisten vier keer zoveel waterstof op te slaan bij honderd atmosfeer, door precies de juiste hoeveelheid tetrahydrofuraan toe te voegen (0,15 %). Opslag in hydraten lijkt daarmee opeens een alternatief voor metaalhydrides. Tetrahydrofuraan is een ringvormig molecuul van vier koolstofatomen en één zuurstofatoom, waarbij de koolstofatomen elk twee waterstofatomen dragen. De stof is goedkoop, levert geen gezondheidsrisico's, terwijl de kans op ontploffing van een hydraat erg onwaarschijnlijk is. Het duurt echter nog wel erg lang om een hydraat te vormen – onder gewone omstandigheden gaat daar snel een week overheen.

Rob van den Berg



In het artikel worden vier manieren besproken voor waterstofopslag in een auto.

1 Geef deze vier manieren.

2 Formuleer de onderzoeksvraag die de Canadese en Zuidkoreaanse onderzoekers zichzelf hebben gesteld.

De onderzoekers wisten de hoeveelheid waterstof die opgeslagen werd met een factor 4 te verhogen.

3 Wat is het grootste probleem dat nu nog overwonnen moet worden?

4 Leg de term gashydraat uit.

Jij licht in een spreekbeurt de rol van waterstof, de energiedrager van de toekomst, toe. In deze spreekbeurt komt de werking van een waterstof-brandstofcel aan bod. Hierbij wil je gebruik maken van een tekening om de werking van deze brandstofcel te verduidelijken. In deze tekening geef je de aan-en afvoerstromen van de stoffen aan, welke halfreacties zich afspelen aan welke elektrode, hoe het ladingtransport plaats vindt en wat de totaalreactie is.

5 Maak deze tekening van de waterstofbrandstofcel.

Waterstof kan gebruikt worden als autobrandstof. Om 600 km te kunnen rijden is 5 kg waterstof nodig.

6 Hoeveel energie komt vrij bij de verbranding van 5 kg waterstof? Geef de berekening. Gegeven: $V_m = 22,4 \text{ dm}^3$.

7 Hoeveel liter benzine heb je nodig om eenzelfde hoeveelheid energie te leveren? Geef de berekening.

In het artikel staat dat een elektrische auto 600 km kan rijden op 5,0 kilo(gram) waterstof.

8 Bereken wat het volume is van 5,0 kg waterstof onder standaardomstandigheden.

De kofferruimte van een middenklasse auto is ongeveer 250 L .

Voor gassen geldt de gaswet: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

Stel dat je het waterstofgas kunt opslaan bij een druk van 100 atmosfeer en normale temperatuur.

9 Toon met een berekening aan of de uitspraak 'dat je het niet zomaar in een auto wegwerkt' juist is.

Waterstofopslag kan ook plaats vinden in metaalhydrides. Een voorbeeld hiervan is magnesiumhydride (Mg-H_2 of MgH_2).

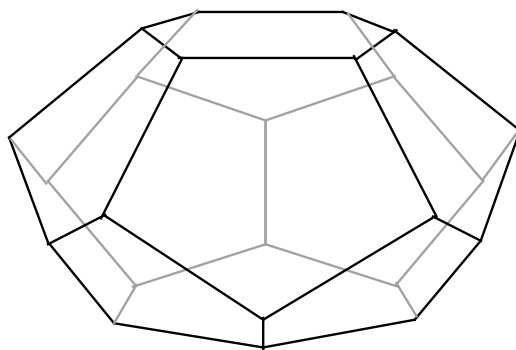
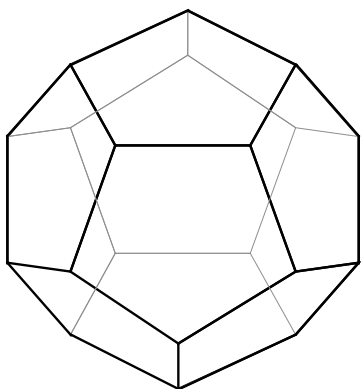
10 Leg met behulp van een gegeven in het artikel uit of de opslag van waterstof in magnesium een exotherm of endotherm proces is.

11 Geef in een energiediagram de vorming van Mg-H_2 uit magnesium en waterstof weer.

Bij de vorming van het metaalhydride treedt geen reactie op. Het waterstof is namelijk geadsorbeerd aan het metaal magnesium.

12 Leg met behulp van redoxreacties uit dat bij de vorming van Mg-H_2 inderdaad geen reactie te verwachten is.

In onderstaande tekening zijn de kooiachtige structuren van watermoleculen, waarover in het artikel sprake is, weergegeven. Elk hoekpunt stelt een O atoom voor. De kooistructuren komen tot stand door waterstofbruggen.



13 Neem een stukje over van een van de kooien, teken daarin de watermoleculen en geef de waterstofbruggen aan.

De opslag van waterstof in deze kooien lukt bij een druk van een paar duizend atmosfeer. Deze opslag kun je zien als een soort oplossen van waterstof in water.

14 Leg uit waarom waterstof niet makkelijk opgeslagen kan worden in een kooi van watermoleculen, zoals het ook niet makkelijk mengt/oplost in water.

Door het toevoegen van tetrahydrofuraan (THF), een ether, lukt het beter het oplossen beter. In het artikel staat omschreven hoe de structuurformule van een molecuul tetrahydrofuraan er uit ziet.

15 Leid uit het artikel de structuurformule van tetrahydrofuraan (THF) af en teken deze.

16 Leg uit dat THF een ether is.

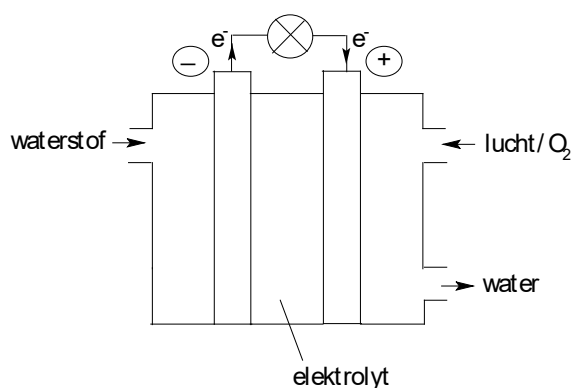
17 Geef op basis van bindingen een reden waarom de aanwezigheid van THF het opslaan van waterstof in de kooien van watermoleculen verbetert.

Als het gebruik van gashydraten verder wordt ontwikkeld, is er nog een ander probleem te overwinnen.

18 Noem dat probleem

Efficiënte waterstofopslag

- 1 Samenpersen als , afkoelen tot een vloeistof/vaste stof, opslaan als metaalhydride, opslaan in kooien van watermoleculen.
- 2 Wat is de beste manier om waterstof op te slaan, waarbij het een zo klein mogelijk volume inneemt? Wat is de juiste hoeveelheid THF voor een maximale oplosbaarheid van waterstof in een water/tetrahydrofuraan mengsel.
- 3 De vorming van het hydraat duurt erg lang. Onder normale omstandigheden een week.
- 4 Ijskristallen die gasmoleculen bevatten. Gasmoleculen die in ijskristallen “verpakt” zitten.
- 5



Halfreacties: + pool: $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$; - pool: $\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ of $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$;
 totaalreactie: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

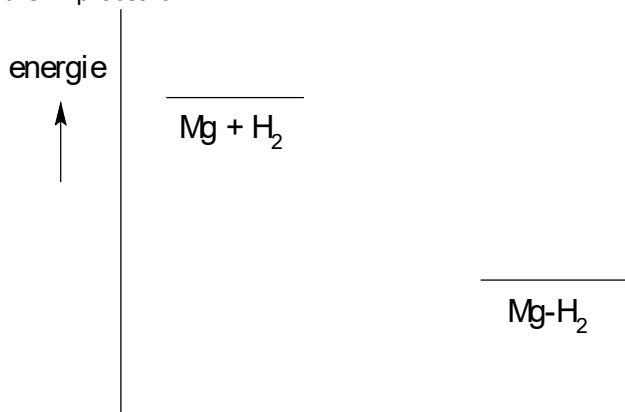
6 $5 \text{ kg} = 5000 \text{ g}$ waterstof $\equiv 5000/2,0 = 2500 \text{ mol}$ waterstof $\equiv 2500 \times 22,4 = 56000 \text{ dm}^3 = 56 \text{ m}^3 \text{ H}_2$. Dit levert $56 \times 10,8 \times 10^6 = 6,0 \times 10^8 \text{ J}$ aan energie (gegeven zie Binas tabel 28A).

7 Gegeven: benzine levert $33 \times 10^9 \text{ J}$ energie per m^3 . Dus $6,0 \times 10^8 \text{ J} \equiv$ met $6,0 \times 10^8 / 33 \times 10^9 = 1,8 \times 10^{-2} \text{ m}^3 = 18 \text{ dm}^3$ benzine.

8 $5 \text{ kg H}_2 \equiv 5/0,090 = 56 \text{ m}^3 \text{ H}_2 \text{ gas}$

9 $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$; $T_1 = T_2 \rightarrow 1,0 \times 56 = 100 \times V_2$, dus $V_2 = 0,56 \text{ m}^3 = 560 \text{ L}$. De uitspraak is juist.

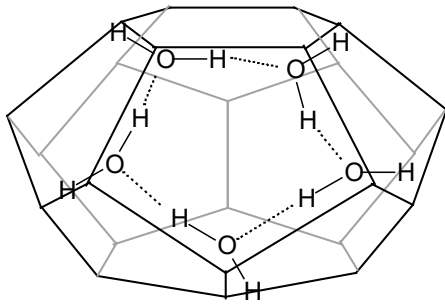
10 Om het waterstofgas weer vrij te krijgen, moet je warmte toevoeren. Dit betekent dat de opslag een exotherm proces is.



11

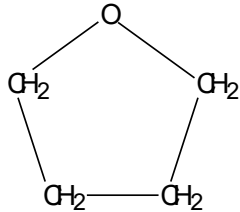
12 Magnesium en waterstof zijn beide reductoren en kunnen dus niet met elkaar reageren.

13



14 Waterstofmoleculen zijn apolaire moleculen, terwijl watermoleculen polair zijn en graag waterstofbruggen vormen.

15



16 -C-O-C- is de kenmerkende groep voor een ether.

17 In een kooi van watermoleculen kan THF zich met het O atoom richten naar de waterstofatomen, hierbij zal dan het meer apolaire stuk van THF naar binnen gericht zijn in de kooi, wat gunstiger is voor waterstof.

18 Het duurt erg lang om een hydraat te vormen.

Tip: een brandend methaanhyaat: <http://www.telusplanet.net/public/jcarroll/HYDR.HTM>. Voor een model van een methaanhyaat: http://peggy.uni-mki.gwdg.de/docs/Kuhs/clathrate_hydrates.html

NRC Handelsblad, 19 april 2005

Het kindergebit verzuurt

Tanderosie in het grootste gevaar voor het kindergebit. „Poetsen helpt niet.”

Door onze redacteur

JANNETJE KOELEWIJN

AMSTERDAM, 19 APRIL. Uit de behandelkamer klinkt hard gehuil. „Er zit babyvet op het handje”, zegt Jaap Veerkamp. „De anesthesist kan geen ader vinden voor het infuus.” Hij is kindertandarts in Amsterdam-Zuid en onderzoeker in het Academisch Centrum Tandheelkunde (ACTA) in Amsterdam-West. Hij staat nu op de gang te wachten tot het jongetje binnen in slaap gebracht is. Een jongetje van drie – te jong om te snappen dat hij zijn mond gewoon moet openendoen. Na een paar minuten is het stil. Jaap Veerkamp steekt zijn vinger omhoog. „Gelukt!”

Vijf kiesjes moeten er worden gedaan. Er zitten gaatjes in doordat het glazuur niet sterk genoeg was. De ouders van het jongetje zijn meegekomen, ze wonen in het Gooi. De moeder, spijkerbroek en wit bloesje, zegt dat ze de tanden van haar zoontje altijd goed na-poetst. Kan ze nog meer doen?

„Poetsen helpt niet”, zegt Jaap Veerkamp. „Dat is herhaaldelijk bewezen.” Hij wacht even om zijn woorden meer effect te geven. „Poetsen met fluoride helpt.” En dan volgt er een uiteenzetting over tandglazuur dat de hele dag door wordt opgebouwd door zouten – fluoride, calcium – en wordt afgebroken door zuren. Bijvoorbeeld zuren in vruchtensap en frisdrank.

Cariës is het probleem niet meer, zegt hij. Die zuren zijn het probleem – voor alle gebitten, maar vooral voor kindergebitten, want kinderen drinken niet zo veel gewone melk meer, en wel veel vruchtensap en frisdrank. En ouders, zegt hij, hebben geen idee hoe slecht dat is. De zuren maken het glazuur zacht, en als er daarna gepoetst wordt, verdwijnt het. Het komt nooit meer terug. „En dat”, zegt Jaap Veerkamp, „heet erosie”.

„Goh”, zegt de vader. „Dat sap er ook zo inhakt, dat wist ik niet. Wij geven de kinderen sap voor het

slapen, en daarna poetsen we. Dat kunnen we dus beter maar niet meer doen.”

„Spoelen”, zegt Veerkamp. „Je moet ze eerst de mond laten spoelen. En dan na een uurtje poetsen.” Hij verontschuldigt zich: „Het is mijn stokpaardje.” Maar dan begint Veerkamp: de gezinnen zijn klein, er is genoeg geld, ouders zijn druk, ze laten hun kinderen zelf frisdrank uit de koelkast pakken, en die drinken er vaak wel een liter per dag van. Of meer. Erosie is, kortom, een welvaartsprobleem.

„Nou nou”, zegt de vader. „Bij ons gaat dat anders hoor. Mijn vrouw is thuis en eh...”

„Ja”, zegt Jaap Veerkamp. „Bij jullie gaat het anders. Maar in de rest van Nederland niet. En dat gedrag, dat welvaartsgedrag, daar ben ik nou wel van overtuigd, dat is niet meer te veranderen. Dat heb ik gezien toen we tien jaar geleden campagne voerden tegen het drinken uit flessen met een speen. We waren nog niet begonnen, of er waren bekërs met een speen. Een beker is geen fles, nee. En nou drinken al die kleuters dáár uit.” De gaatjes in de vijf kiezen zijn gerepareerd, de anesthesist komt binnen om het jongetje weer wakker te laten worden. Jaap Veerkamp praat door: „Ouders moeten weten wat de consequenties zijn van veel frisdrank. Ik ben voor massale informatieoverdracht. En voor de rest ben ik heel praktisch. Als ouders minder frisdrank gaan kopen, gaat de industrie andere producten maken, producten met minder zuur erin. Zo zal het gaan.”

„Vroeger dronken we gewoon water”, zegt de anesthesist. „Dat is een betere oplossing.” „Zeker”, zegt Jaap Veerkamp. „Vroeger fietsten we ook, nu gaan we met de auto naar de sportschool. Maar dat verander je niet meer.”

Arie van Nieuw Amerongen, hoogleraar orale biochemie aan het ACTA, laat in zijn werkkamer op de Vrije Universiteit een foto zien van het gebit van een jongen van twaalf. De tanden zijn tot de helft weg en wat er nog over is, is geel – dat is het tandbeen. „Die jongen dronk twee liter cola per

dag. Hij liet het door zijn mond spoelen, dat gaf zo’n lekker gevoel.”

Van Nieuw Amerongen ontdekte al in 1992 dat steeds meer kinderen tanderosie kregen, maar hij is nog steeds verbaasd. „Twee liter! Hoe krijg je het verzonnen!” Dat kan alleen in kleine gezinnen, denkt hij. Zelf heeft hij elf kinderen – hij is van de gereformeerde bond – en als die allemaal zo veel dronken, moest hij tweeëntwintig flessen per dag kopen. „Dat haal je je dus niet in je hoofd.”

Van Nieuw Amerongen was, net als Jaap Veerkamp, betrokken bij het onderzoek dat frisdrankenfabrikant Vrumona de afgelopen maanden naar tanderosie liet uitvoeren. Hij zegt: „Ze brachten vorig jaar Joy op de markt, een nieuw soort frisdrank met minder zuur erin, en daar hadden ze een slogan bij bedacht: ‘goed voor uw tanden’. Toen heb ik ze laten weten dat ik ze een proces zou aandoen als ze dat bleven zeggen. Toen werd het: ‘tandvriendelijk’. Nou ja, dat is al minder erg. Daarna zeiden ze dat ze een objectieve enquête wilden laten uitvoeren naar tanderosie. Ze vroegen of ik wilde helpen. Ik zei: dat is goed, maar elke minuut die ik aan jullie besteed, betalen jullie aan de faculteit, en ik laat me niet muilbanden.”

Hij is blij met de aandacht die er nu voor tanderosie is, maar verder blijft hij wantrouwig. „Elke firma denkt alleen aan de winst. Ze denken nooit aan het belang van de bevolking. Ze denken alleen: kunnen we een nieuwe behoefte kweken. En nu wordt er een behoefte gecreëerd aan frisdranken die minder slecht voor de tanden zijn.”

Water, gewone thee, melk – dat adviseert hij. Af en toe sap, af en toe een glas frisdrank, en die niet door de mond laten spoelen. „Breezers”, zegt hij. „Die zijn erg. Ze zijn duur, dus kinderen doen er zuinig mee. Ze nippen uren aan zo’n fles, de fles stoot tegen hun voortanden – een tandarts vertelde me dat hij het gebit van een jongen in een half jaar had zien eroderen.”

Erosie vervangt cariës als bedreiging van tanden en kiezen

- Tanderosie is het oplossen van tandglazuur door zuren van buitenaf, zoals cola. Poetsen kan dit slijten versnellen.
- Cariës ontstaat doordat resten vuil op de tanden zitten. Bacteriën vormen op die plekken zuren die gaatjes veroorzaken. Poetsen voorkomt dit.
- Van alle kinderen onder de tien jaar kampt 3 procent met tand-

erosie. Bij de tien- tot twaalfjarigen is het 10 procent. Bij de dertien- tot zestienjarigen is het 20 procent. Dit zijn cijfers van het onderzoeksbureau TNS-NIPO dat in opdracht van frisdrankenfabrikant Vrumona – onderdeel van Heineken – een enquête hield onder tandartsen, mondhygiënist en ouders.

- Uit de enquête blijkt dat 97 pro-

cent van alle ouders tevreden is over de toestand van het gebit van hun kinderen. Ze denken dat de grootste bedreiging cariës is. Maar gaatjes in het gebit komen door gebruik van fluoride steeds minder vaak voor. Dat erosie een veel groter probleem is, weten maar weinig ouders. Eén op de drie ouders heeft er zelfs nog nooit van gehoord.

Versie 1, 3,4 MHV

Je gaat onderzoeken hoe zuur frisdranken en sapjes zijn. Dit onderzoek doe je met stoffen die je (misschien) thuis hebt.

Proef A

Een proef vooraf:

Onderzoeksvraag: Welke stof (welke base) kun je gebruiken om te laten zien hoe zuur een vloeistof is?

Je krijgt:

- als zure vloeistof: azijn
- als basische stoffen:
 - soda (natriumcarbonaat)
 - rijsmiddel (natriumwaterstofcarbonaat)
 - ammonia

Wat ga je doen:

Maak oplossingen van de basen:

- Neem drie bekeerglaasjes
- Los in de ene 5 gram soda op in 25 mL water. Los 5 gram rijsmiddel op in 25 mL water, Schenk in het derde bekeerglas ammonia met een sterkte die ook in de winkel wordt verkocht.

De test:

- Doe steeds 5 ml azijn in drie kleine erlenmeyers.
- Doe steeds een paar druppels indicator (fenolftaleïne) bij de azijn in elke erlenmeyer
- Doe onderstaande proef met elk van de vloeistoffen die je gemaakt hebt (soda, rijsmiddel, ammonia)
- Doe steeds 1 ml van de basische vloeistof, bijvoorbeeld met een spuit, in een erlenmeyer met zuur en indicator en schud goed.
 - Als de kleur **BLIJVEND** verandert, moet je er geen mL meer bij doen en moet je in de tabel invullen hoeveel mL stof je erbij gedaan hebt.
 - Als de kleur **nog niet** blijvend verandert, moet je nog een mL van de stof bij het zuur doen.
 - Als de kleur nu wel **BLIJVEND** verandert, is vul je in hoeveel mL je erbij gedaan hebt.

De stof die je er het minst bij hoeft te doen is de beste stof om te gebruiken bij de volgende proef!

Zet je resultaten en de bijbehorende conclusie in de tabel

	Waarneming	Conclusie
Stof die ik erbij deed:	Hoeveel moest ik erbij doen?	Als je er WEINIG bij moest doen is het een geschikte stof. Welke is geschikt welke niet?
Soda-oplossing		
Rijsmiddel-		

oplossing		
Ammonia		

Conclusie: We gaangebruiken om aan te tonen hoe zuur een frisdrank of sap is. De andere stoffen zijn niet zo geschikt, want:

.....

Proef B

Onderzoeksvraag: Hoe zuur zijn (fris) dranken?

Gebruik de stof die je bij proef A hebt gevonden.

Wat ga je doen:

- Doe elke (fris)drank in een erlenmeyer. Doe in elke erlenmeyer evenveel!
- Doe er een paar druppels indicator, bijvoorbeeld Fenolftaleïne, bij
- Doe steeds 1 ml van de opgeloste stof bij de (fris)drank. Opmerking: Als de oplossing op is van de stof die je bij proef A hebt gevonden moet je weer 5 gram afwegen en oplossen in 25 ml water (doe dit niet als ammonia de stof is !)
- Als de kleur **BLIJVEND** verandert, moet je er geen ml meer bij doen en moet je in de tabel invullen hoeveel ml stof je erbij gedaan hebt.
- Als de kleur **nog niet** blijvend verandert, moet je nog een ml van de stof bij het zuur doen.
- Als de kleur nu wel **BLIJVEND** verandert, is vul je in hoeveel ml je erbij gedaan hebt.
- Herhaal bovenstaande bij elke (fris)drank

- Zet je **resultaten** en bijbehorende conclusies in de tabel

	<i>Waarneming</i>	<i>Conclusie</i>
<i>(fris)drank:</i>	<i>Hoeveel moest ik erbij doen?</i>	<i>Waar moest ik weinig stof (base) bij doen?</i> <i>Dat is de zuurste frisdrank!</i>

De (fris)drank waar je het minst bij hoeft te doen is de zuurste frisdrank

Conclusie: De zuurste frisdrank is.....want.....

Niet erg zuur is....., want.....

1 Wat is tanderosie?

2 Hoe ontstaat cariës (gaatjes in de tanden)?

3 Bij welke van bovenstaande twee problemen helpt poetsen?

4 Waarom zijn (fris) dranken slecht voor de tanden?

5 Hoeveel procent van jouw leeftijdsgenoten heeft last van tanderosie?

6 Welk gevaar is groter: dat van tanderosie of van cariës?

Sommige ouders laten hun kinderen een vruchtensapje drinken en laten hun kinderen daarna tandenpoetsen.

7 Leg uit waarom dit dubbel slecht is

8 Welke van onderstaande stoffen zal bijna geen enkele leerling in huis hebben?

- A Soda (om je ontstoken teen te ontsmetten)
- B Rijsmiddel (om cakes te bakken)
- C Ammonia (om hout schoon te maken voor het verven)
- D Indicator (om aan te tonen dat iets zuur of niet zuur is)

9 Klas 4: Geef de vergelijkingen van de reacties tussen een zuur en soda en tussen een zuur en ammonia.

Versie II

In frisdranken en vruchtensappen zijn veel zuren aanwezig.

1 Waarom zijn zuren slecht voor het gebit en met name het kindergebit.

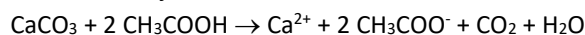
2 Waarom is poetsen na het drinken van frisdrank slecht?

3 Welke oplossing geeft Veerkamp om het probleem van vraag 2 tegen te gaan

Oriëntatie

Zuren reageren met basen.

Als je een ei een paar dagen in azijn legt, verdwijnt de schaal. De eischaal is opgebouwd uit onder andere calciumcarbonaat. Dit reageert dan met azijn:



De buitenlaag van een tand bestaat uit hydroxyapatiet $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. Bij erosie tasten zure dranken het hydroxyapatiet aan. De aantasting treedt op bij een $\text{pH} < 5,5$.

Proef 1

- Meet van een flink aantal dranken de pH, denk daarbij aan: jus d'orange, appelsap, fanta, 7-Up, cola, cola-light, bitter-lemon, sportdranken, spa rood, water, thee, koffie, fruitthee, melk, karnemelk, yoghurt.
- Meet ook de pH van speeksel.
- Zet je resultaten in een tabel.

Proef 2

Ofschoon de samenstelling van een tand heel anders is dan van een kippenbotje, blijkt een kippenbotje goed te gebruiken zijn als model voor een tand. In de volgende proef ga je kijken wat er gebeurt met de pH als je een kippenbotje een tijdje in een frisdrank laat staan.

Uitvoering

- Breng 10 mL frisdrank, bijvoorbeeld cola in een smal bekeerglas en meet de pH met een pH-meter
 - Zet een kippenbotje in de cola, meet nogmaals de pH.
 - Meet na 20 minuten nogmaals de pH.
- 3 Noteer je waarnemingen in een tabel.

Onderzoek

Stel een eigen onderzoeksvraag op. Noteer de proef(proeven) die je hiervoor wilt gaan uitvoeren. Bespreek je onderzoeksplan met je docent. Voer het onderzoek uit. Schrijf een artikel over je onderzoek.

Het kindergebit verzuurt

Versie I

1 Het oplossen van tandglazuur door zuren van buitenaf

2 Cariës ontstaat als er resten vuil op de tanden zitten. Daar wordt dan een zuur gevormd die gaatjes veroorzaken

3 Alleen bij cariës.

4 Ze bevatten zuren die het tandglazuur oplossen (en cariës kan ontstaan als de suiker die op de tanden blijft zitten)

5 20 %

6 Tanderosie

7 Vruchtensap bevat zuren die het tandglazuur zacht maken (tanderosie) en door poetsen slijt dat zachte glazuur gemakkelijk af.

8 D

9 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^-$, $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$

- Gebruik geen bakpoeder want dat bevat ook citroenzuur in.

- Het zou logischer zijn om rodekoolsap te gebruiken als het om producten van thuis gaat, maar dat is moeilijk zo geconcentreerd te maken dat de kleurverandering goed te zien is.

- Bij sterk gekleurde dranken zoals cola kun je niet met een indicator wereknen. Werk met lakmoespapiertjes. Cola eventueel ontkleuren met norit.

- zuurgraad dranken zie: <http://www.voedingscentrum.nl/mirakel/pageViewer.jsp?id=4390&init=menu4391>)

Versie II

Zie voor het project "Cola and teeth" waarin leerlingen een praktische opdracht hebben gedaan op

http://www.pieternieuwland.nl/Menu_Items/Projecten/Symposium/index.htm kies 2003-2004

Gegevens uit het project Cola and teeth

Drink	pH	Drink	pH
Water	7.0	Sport drink	3.4
Tea*	7.1	Orange juice	3.2
Fruit tea	< 6	Fanta orange	3.1
Milk	6.8	Apple juice	2.8
Buttermilk	4.4	7-Up	2.8
Beer	4.3	Bitter Lemon	2.7
Yoghurt	3.8	Cola light	3.3
Carbonated water	5.0	Bacardi-cola	2.9
Wine	3.4	Cola	3.1

Frisse wijnen

Zomer is de tijd van rosé en witte wijn.

Gekoeld en fris. Hoewel fris

Bij de door ons geteste wijnen zijn er wel een paar die u beter kunt vermijden

De wijnkeus in supermarkt en slijterij is groot. Maar lang niet iedereen heeft tijd en zin om zich tot een wijnkenner te ontwikkelen. En daar sta je dan te aarzelen voor de schappen. Op goed geluk een fles uitkiezen kan een onaangename verrassing opleveren. Dan maar een dure fles, in de hoop dat de prijs genoeg garantie voor de kwaliteit biedt?

We hebben plezierig nieuws voor u. Er zijn onder de €8 heel aardige wijnen te koop. Dat blijkt uit onze uitgebreide test van meer dan 500 flessen wijn. Alle flessen zijn niet alleen door een panel van ervaren wijn drinkers geproefd, maar ook – en dat is uniek – uitgebreid in het laboratorium onderzocht op **chemische kwaliteit** en houdbaarheid.

Om u goed het voorjaar in te helpen, vindt u in de tabellen onze top-tien van witte en roséwijnen (over rode wijn publiceren we in een later nummer). Een selectie van de lekkerste en kwalitatief beste wijnen, en bovendien zeker een jaar houdbaar.

Over sulfiet, zuren en sorbinezuur

Sulfiet (SO_2) is een waardevol hulpmiddel voor de wijnmaker, mits het deskundig en met mate wordt gebruikt. In wijn komt SO_2 in twee verschillende vormen voor: in vrije en in gebonden vorm. Vooral het vrije sulfiet is van belang: het is een conserveermiddel dat het bederf (oxideren) van wijn tegengaat. Sulfiet is bij de wijnbereiding onmisbaar en wordt al sinds de oudheid toegepast. Maar omdat sulfiet in hoge doseringen nadelig voor de gezondheid kan zijn (zie Sulfiet en de gezondheid), is het belangrijk dat wijnproducenten de stof met mate gebruiken. Daarom zijn er wet-

telijke normen voor de totale hoeveelheid sulfiet die aan wijn mag worden toegevoegd: 160 mg/l voor rode wijn en 210 mg/l voor droge witte wijn en rosé. (In witte wijn zit meer suiker, waardoor hij sneller kan bederven. Bovendien is rode wijn minder bederfelijk, doordat hij meer 'droge stof' – waaronder tanninen en flavonoïden – bevat.) Deze normen zijn in onze ogen te ruim. Gelukkig kunnen de meeste wijnen daar tegenwoordig ver onder blijven; dankzij een betere logistiek, een betere technische behandeling, en vooral ook omdat wijnen tegenwoordig minder lang blijven liggen. Meer over sulfiet leest u in de Gezondgids van april. In de tabel vindt u ons oordeel over het totaalgehalte aan sulfiet.

Sorbinezuur wordt, net als sulfiet, gebruikt om bederf in wijn tegen te gaan. Het remt de groei van schimmels en gisten en wordt ook in andere voedingswaren gebruikt. Dit zuur stopt dus de vergisting van wijn. Daarom wordt het meestal toegepast in zoetere witte wijnen, zodat niet alle suikers in alcohol worden omgezet. Als het in droge witte wijn voorkomt, kan dat wijzen op twee dingen; óf de wijn is een mengsel ('blend') van zoete en droge wijnen, óf de wijnmaker heeft de wijn een frissere geur willen geven. Dat laatste is eigenlijk knoeierij.
(...)

SULFIET EN DE GEZONDHEID

Sulfiet is een voedseltoevoeging die aantoonbaar tot medische klachten kan leiden. Hij kan astma verergeren en allergie en overgevoeligheid veroorzaken, zo blijkt uit een inventarisatie van TNO Voeding en de Universiteit van Groningen in 2000. Mede daarom is het een goede ontwikkeling dat wijnmakers met ingang van de oogst van 2004 wettelijk verplicht zijn het gebruik van sulfiet op het etiket te vermelden (E220 tot 228). Helaas hoeven

ze niet te melden hoeveél sulfiet er in de wijn zit. Sulfiet wordt ook wel verantwoordelijk gehouden voor de beruchte kater, maar dit is nooit wetenschappelijk aangetoond. De misselijkheid, hoofdpijn en andere vervelende verschijnselen van een kater worden vooral veroorzaakt doordat alcohol het lichaam uitdroogt (alcohol zet de nieren aan tot extra vochtuitscheiding), door de toxische afbraakproducten van alcohol, en door verstoring van de mineralenbalans. Sulfiet kan een kater wel verergeren.

DE TEST: WAT EN HOE

We hebben supermarkten, warenhuizen en slijterijketens gevraagd ons een lijst te geven met wijnen die aan bepaalde criteria moesten voldoen. Zo moeten de wijnen het gehele jaar door verkrijgbaar zijn (dat geldt natuurlijk niet voor de wisseling van oogstjaar), en in (nagenoeg) alle filialen van een winkelketen te koop liggen. Dessertwijnen, muskaatwijnen, mousserende wijnen en erg zoete ('moelleux', 'lieblige') witte wijnen kwamen niet in aanmerking. De maximprijs per fles mocht €8 bedragen.

In het laboratorium werden de wijnen beoordeeld op 10 chemische aspecten. En de wijnen werden blind (maar wel met vermelding van druivenras) en in willekeurige volgorde geproefd. Het panel bestond steeds uit (zeer) ervaren wijndrinkers die goed kunnen proeven. Naast een rapportcijfer moesten de panelleden scores geven voor 9 smaakeigenschappen. Ze moesten onder meer aangeven hoe zoet, zuur of bitter een wijn was.

Merk & Type	Herkomst	Jaar	Verkrijgbaar bij	Prijs per fles	Testoordel [schaal 1-100]	Totaal sulfiet	Chemische kwaliteit 3)	Rapportcijfer voor smaak	Kenmerken	Smaakopmerkingen
WITTE WIJN										
11. Ernest & Julio Gallo Chenin Blanc	VS	2003	8	4,30	85	—	+	8,7	veel smaak, veel rijpe tonen, weinig zuur, veel zoet, weinig bitter, niet strak, heel soepel	beetje zacht, bloemig geurtje, wat lenteachtig, frisse smaak, iets kruidig, verder heldere smaak
12. Divinum Riesling	Duitsland	2002	9	3,00	81	□	+	8,1	veel smaak, veel zoet, weinig bitter, niet strak	makkelijke wijn, verrassend, veel smaak, mooie balans in zoet/zuur
13. Moselland Weisser Burgunder	Duitsland	2003	10	5,00	80	+	+	8	veel smaak, veel zoet, niet strak	iets te zoet, eenvoudige wijn, mooie heldere smaak, balans
14. Andes Peaks Chardonnay	Chili	2003	4	4,00	79	+	+	7,8	veel smaak, veel frisse tonen, weinig bitter, heel soepel	frisse wijn, iets prikkelend
15. Welmoed Sauvignon Blanc	Zuid-Afrika	2004	11	4,50	79	□	+	7,8	veel frisse en rijpe tonen, weinig zuur, veel zoet, weinig bitter, niet strak, heel soepel	mooie frisse wijn
16. Huiswijn Wit Halfzoet	Frankrijk		12	2,90 ²⁾	77	+	+	7,5	weinig smaak, weinig frisse tonen, weinig zuur, veel zoet, weinig bitter, niet strak, heel soepel	waterig en zoet, weinig geur, vriendelijke smaak
17. Moselland Riesling Classic	Duitsland	2003	11	4,00	77	□	+	7,5	veel smaak, weinig frisse tonen, veel zoet, weinig bitter	mooie rijpe tonen, zoet zonder spanning, lichte zoete wijn, snoepjessmaak, honingbijsmaak
18. Inca Torrontes Chardonnay	Argentinië	2003	1	4,75	77	□	+	7,5	veel frisse tonen, weinig zuur, veel bitter	heel bijzonder, beetje droppig, prettige geur, parfum, alcohol, nat bos, prachtige wijn, krachtig, snoepjes, geur van zeepsop, bijsmaakje, iets bitter
19. Huiswijn droog	Frankrijk		1	2,85 ²⁾	76	□	+	7,4	veel smaak, veel frisse tonen, weinig rijpe tonen, veel zuur, veel bitter	straf gevoel, goed in balans, sterke smaak van rijp fruit, neutraal
20. W. Gisselbrecht Pinot Blanc	Frankrijk	2003	7	7,00	76	□	+	7,4	veel smaak, veel rijpe tonen, weinig zuur, veel zoet, weinig bitter, niet strak, heel soepel	rooksmak

++ = zeer goed; **+** = goed; **□** = redelijk;
= = matig; **—** = slecht

1) 1 = Jumbo
 2 = Dirk v/d Broek, Bas v/d Heijden, Digros, Dirck III
 3 = Plus
 4 = C1000
 5 = Mitra
 6 = Natuurwinkel

7 = Bottelier
 8 = o.a. Super de Boer, Konmar
 9 = Hema
 10 = Gall&Gall
 11 = Albert Heijn

12 = Hoogvliet
 2) literfles
 3) **++** = 10; **+** = 8; **□** = 6; **=** = 4; **—** = 2

Als onderzoeker van de Consumentenbond ga jij een onderzoek doen naar het sulfietgehalte van witte wijn en rosé.

Je doet daarbij eerst een kwalitatief onderzoek (om te kijken of er inderdaad sulfiet in wijn aanwezig is) en indien dat zo is een kwantitatief onderzoek.

Verwerk je gegevens in een tabel zoals in de Consumentengids gebruikelijk is. Neem hierin op naam, land van herkomst, het aantal mg sulfiet per liter en de prijs per liter.

Vwo: Neem in een bijlage van je tabel de reactievergelijkingen van je bepalingen en de berekeningswijze op.

Kwalitatief onderzoek

Methode I Kaliumjodaat-zetmeel methode

Als de wijn sulfiet bevat, zal er bij aanzuren van de oplossing zwaveldioxide ontwijken dat kaliumjodaat omzet in jood. Het ontstane jood kleurt zetmeel blauw.

Benodigdheden

- erlenmeyers 50 mL + passende stop/kurk
- filtreerpapier
- maatcilinder
- kaliumjodaatoplossing (1 %)
- zetmeeloplossing (1 %, vers bereid)
- zwavelzuuroplossing (2 M)
- wijn

Uitvoering

Los 0,2 g kaliumjodaat op in 20 mL water, voeg 3 mL zetmeeloplossing toe en meng goed. Knip stroken filtreerpapier van 8 cm bij 1 cm en doop de stroken in de kaliumjodaat/zetmeel-oplossing.

Doe 8 mL wijn en 2 mL 2M zwavelzuuroplossing in de erlenmeyer. Klem een gedrenkte kaliumjodaat-zetmeel strook tussen de stop en de wand van de erlenmeyer. De strook moet boven de oplossing blijven!

Waarneming en conclusie

Blauwkleuring van strookje wijst op de aanwezigheid van sulfiet. Wanneer de wijn veel sulfiet bevat, ontkleurt het papiertje na enige tijd.

Methode II Jood-zetmeelmethode

Jood kleurt zetmeel blauw. Als de wijn sulfiet bevat, zal er bij aanzuren van de oplossing zwaveldioxide ontwijken dat jood omzet in jodide.

Benodigdheden

- erlenmeyers 50 mL + passende stop/kurk
- filtreerpapier
- maatcilinder
- joodoplossing (1 %)
- zetmeeloplossing (1 %, vers bereide)
- zwavelzuuroplossing (2 M)
- wijn

Uitvoering

Voeg aan 20 mL joodoplossing 3 mL zetmeeloplossing toe. Knip stroken filtreerpapier van 8 cm bij 1 cm en doop de stroken in de jood/zetmeel-oplossing.

Doe 8 mL wijn en 2 mL 2M zwavelzuuroplossing in de erlenmeyer. Klem een gedrenkte jood-zetmeel strook tussen de stop en de wand van de erlenmeyer. De strook moet boven de oplossing blijven!

Waarneming en conclusie

Ontkleuring van de strook wijst op de aanwezigheid van sulfiet.

Methode III Loodacetaat-magnesiummethode

Sulfiet wordt in een aangezuurde oplossing door magnesium omgezet in waterstofsulfidegas (rotte eieren lucht!). De vorming van waterstofsulfide kan zichtbaar gemaakt worden met lood(II)ionen. Er ontstaat dan een neerslag van zwart lood(II)sulfide.

Benodigdheden

- erlenmeyers 50 mL + passende stop/kurk
- filtreerpapier
- maatcilinder
- magnesiumlint
- lood(II)acetaatoplossing (1 %) (lood(II)ethanoaat)
- zwavelzuuroplossing (2 M)
- wijn

Uitvoering

In de zuurkast!

Los 0,2 g lood(II)acetaat op in 20 mL water. Knip stroken filtreerpapier van 8 cm bij 1 cm en doop de stroken in de lood(II)acetaat-oplossing.

Doe 10 mL wijn in de erlenmeyer, voeg dan een stukje magnesiumlint (3 cm) toe en daarna 1 mL 2 M zwavelzuuroplossing. Klem direct een gedrenkte lood(II)acetaat strook tussen de stop en de wand van de erlenmeyer. De strook moet boven de oplossing blijven!

Waarneming en conclusie

Zwartkleuring van de strook wijst op de aanwezigheid van sulfiet.

Kwantitatief onderzoek

Wijn bevat een hoeveelheid vrij (niet-gebonden) sulfiet en een hoeveelheid gebonden sulfiet. In wijn is het grootste gedeelte van het sulfiet gebonden aan aldehyden. Bij de kwantitatieve bepaling moet dit eerst vrijgemaakt worden. Dit gebeurt met een basische oplossing. Het vrijgekomen sulfiet wordt, nadat aangezuurd is, samen met het vrije sulfiet getitreerd met een joodoplossing.

Benodigdheden

- erlenmeyers 250 mL + passende stop
- maatcilinders 25 mL
- buret
- pipet 25,00 mL
- joodoplossing (0,0100 M)
- zetmeeloplossing (1 %, vers bereid)
- zwavelzuuroplossing (2 M)
- kaliloog (1 M)
- wijn

Uitvoering

Breng 25 mL 1 M kaliloog in een erlenmeyer van 250 mL. Voeg hierbij 25,00 mL wijn, bij voorkeur uit een pas geopende fles. Schud de inhoud van de erlenmeyer even en laat het mengsel gedurende 15 min. afgesloten staan. Voeg dan 15 mL 2 M zwavelzuuroplossing toe en enkele ml zetmeeloplossing. Titreer met de 0,0100 M joodoplossing tot de blauwe kleur 15 sec. blijft.

Klas 3,4, 5h

Gegeven: toevoegen van 1,0 mL joodoplossing duidt op de aanwezigheid van 0,80 mg sulfiet in 25,00 mL wijn.

Frisse wijnen

Opmerkingen

Kwantitatieve bepaling: de bepaling is niet geschikt voor rode wijn omdat de kleuromslag moeilijk waarneembaar is.

Gebruik zo veel mogelijk net geopende flessen, of sluit ze met een vacuümpomp goed af. Het sulfietgehalte van wijn die aan de lucht wordt bewaard loopt terug. Van een natriumsulfietoplossing van ongeveer 100 mg sulfiet per liter bedraagt de afname het eerste half uur ongeveer 0,5 mg per minuut.

Reactievergelijkingen

Methode I aanzuren: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$;

Blauwkleuring: $5 \text{SO}_2 + 2 \text{IO}_3^- + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{HSO}_4^- + \text{I}_2 + 3 \text{H}^+$;

Verdwijnen van de blauwe kleur door overmaat SO_2 : $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{HSO}_4^- + 3 \text{H}^+$

Methode II aanzuren: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$;

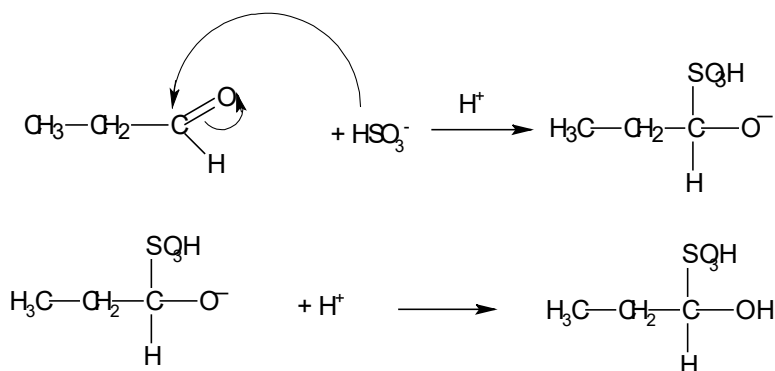
Ontkleuring: $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{HSO}_4^- + 3 \text{H}^+$

Methode III $\text{SO}_3^{2-} + 3 \text{Mg} + 8 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S} + 3 \text{Mg}^{2+} + 3 \text{H}_2\text{O}$; $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{PbS} + 2 \text{H}^+$

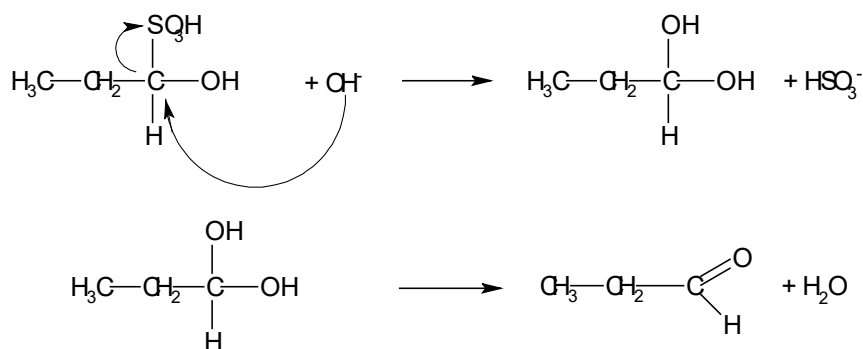
Kwantitatieve bepaling

Gebonden sulfiet en vrijmaken gebonden sulfiet:

Binding van 'sulfiet' door aldehyde



Vrijmaken van 'sulfiet' door alkalische hydrolyse



$\text{HSO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3^{2-}$; aanzuren: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

Titratie: $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{HSO}_4^- + 3 \text{H}^+$

SONNENKRAFT IM ZINKSPEICHER

Die Welt, 13. mai 2005

Sonnenkraft im Zinkspeicher

Forschern gelingt die Umwandlung von Solarenergie in chemische Energie mit hohem Wirkungsgrad von Gerd Pfizenmaier

Villigen/Rehovot - Im Zentrum der Halle wölbt sich ein Hohlspiegel mit achteinhalb Meter Durchmesser bis zur Decke. Seine blanken Scheiben fokussieren Sonnenstrahlen, die ein Heliostat aus dem Garten des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) durch die bewegliche und im Moment zurückgeschobene Hauswand in den Raum lenkt. Der geballte Strahl trifft einen Schmelztiegel, in dem die Kraft unseres Zentralsterns ein graues Pulver bei über 1200 Grad Celsius verdampft. So reduzieren Wissenschaftler im Schweizer Örtchen Villigen in ihrem Solarreaktor Zinkoxid und produzieren - mit der Sonne als Hitzespender - reines Zink.

Weil sie das Metall lagern und transportieren können, gelingt es ihnen so, die Energie der Sonne zu speichern. Das Verfahren nennen sie "Solzinc": Nach mehrjährigen Vorstudien tüfteln Wissenschaftler aus Deutschland, Frankreich, Israel, der Schweiz und Schweden seit 2001 gemeinsam daran, konzentrierte Sonnenenergie als Hochtemperatur-Prozeßwärme zur Produktion eines metallischen Brennstoffs zu verwenden.

Die Probeläufe versprechen Erfolg: Im Labormaßstab arbeitet Solzinc bereits mit einem Wirkungsgrad von 20 Prozent. "Und wir erwarten, in industriellen Anlagen bis zu 60 Prozent der einfallenden Solarenergie nutzen zu können", sagt Christian Wieckert vom PSI, der das Projekt für die EU wissenschaftlich koordiniert. Die im Zink schlummernde Sonnenkraft will er jederzeit und überall wieder chemisch entfalten - in Zink-Luft-Brennstoffzellen läßt sich damit Strom erzeugen. Eine andere Variante: Der "solare Brennstoff" Zink kann aus Wasser Wasserstoff abspalten. Der gilt vielen als Energiequelle der Zukunft.

In beiden Fällen oxidiert das Metall im geschlossenen Materialkreislauf wieder zu Zinkoxid und kann mit Hilfe der Sonne erneut zu reinem Zink reduziert werden. Ein echtes Energiekarussell. "Solare Brennstoffe können für eine umweltfreundliche Energieversorgung genutzt werden", sagt auch Professor Aldo Steinfeld vom Institut für Energietechnik der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich und zugleich Leiter des Labors für Solartechnik am PSI, "und leisten damit einen Beitrag zur Lösung der Klimaproblematik." Und weil der gesamte Energieverbrauch der Menschen noch nicht einmal 0,01 Prozent der auf die Erde einfallenden Sonnenenergie ausmacht, könnte die solarthermische Produktion von Brennstoffen wie Zink und Wasserstoff ein vielversprechendes Vorgehen für eine nachhaltige Energieversorgung sein.

Zumal neueste Forschungen, die seine ETH-Kollegen sowie Forscher der amerikanischen University of Maryland vergangene Woche in "Science" vorstellten, seit gut einem Jahrzehnt eine vermehrte Sonneneinstrahlung auf unserem Planeten messen. Der Grund: Die Luft ist sauberer geworden. Nicht alles jedoch, was im Kleinen funktioniert, muß auch im großen Maßstab klappen. Daher testen die Forscher um Christian Wieckert in diesem Sommer ihren Sonnenofen eine Nummer größer: Im israelischen Rehovot steht auf dem Gelände des Weizmann-Forschungsinstituts eine Pilotanlage, in der sie Technik und Material weiter verfeinern. Wieckert und seinen Kollegen arbeiteten im schweizerischen Aare-Tal mit etwa fünf Kilowatt konzentrierter Sonnenenergie. Das von der EU sowie der Schweiz mitfinanzierte, rund drei Millionen Euro teure Projekt im sonnenverwöhnten Israel schafft dagegen bereits 300 Kilowatt und einen Wirkungsgrad von 30 Prozent. "Die nächste Stufe wäre eine Demonstrationsanlage mit etwa fünf Megawatt", blickt der Forscher nach vorn.

In het artikel is sprake van “solzinc”.

1 Leg uit wat met de term ‘solzinc’ bedoeld wordt.

2 Leg uit of het proces al op grote schaal wordt gebruikt.

Het ‘graues pulver’ is een mengsel van zinkoxide en koolstof. Bij 1200 °C ontstaat onder andere zink.

3 Leg uit wat de fase van zink is bij 1200 °C

4 Geef de vergelijking van de reactie die bij 1200 °C optreedt.

De energie die in zink is opgeslagen zou men via twee processen weer vrij kunnen laten komen.

De eerste toepassing is in een zink-lucht brandstofcel. Als elektrolyt wordt in een dergelijke brandstofcel geconcentreerd kaliloog gebruikt.

5 Maak een schematische tekening van een zink-lucht brandstofcel. Geef hierbij welke halfreactie optreedt aan respectievelijk de positieve en de negatieve pool. Geef ook de elektronenstroom weer.

6 Wat is de spanning die een zink-lucht brandstofcel onder normale omstandigheden kan leveren? Licht je antwoord toe.

Uiteindelijk ontstaat hier weer zinkoxide

7 Geef de totaalvergelijking van het proces in de zink-lucht brandstofcel. Maak hierbij ook gebruik van een gegeven uit tabel 47.

Een tweede toepassing is de productie van waterstofgas.

8 Geef met behulp van halfreacties de vergelijking van de reactie die optreedt als met behulp van zink waterstof wordt geproduceerd.

9 leg uit waarom in het artikel sprake is van een “Energiekarussell”.

Sonnenkraft im Zinkspeicher

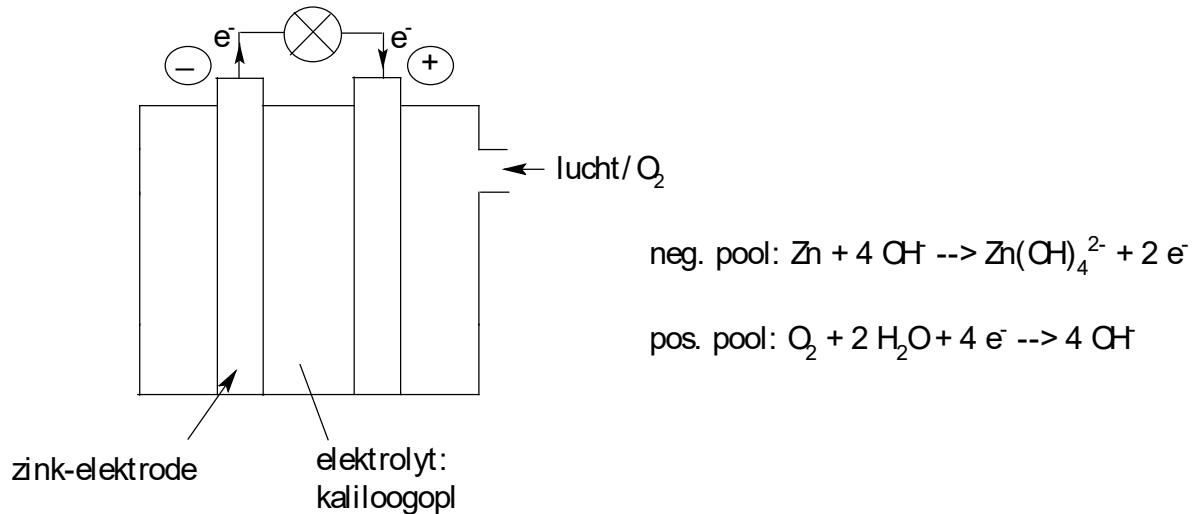
1 Met behulp van zonlicht wordt zink gemaakt.

2 Nee, er is sprake van 'Probelaüfe'.

3 tabel 40A Binasboek: smeltpunt = 693 K, kookpunt = 1180 K. 1200 °C = 1473 K. dus zink komt in gasvormige fase vrij.

4 $2 \text{ZnO} + \text{C} \rightarrow 2 \text{Zn} + \text{CO}_2$

5



Positieve pool: $\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-$

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

$6 V_b = -0,83 - (-1,22) = 0,39 \text{ V}$

7 optellen van de halfreacties levert $2 \text{Zn} + \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$; gegeven tabel 47:

$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2 \text{OH}^-$; $\text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$

$8 \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$

$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$

 $\text{Zn} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$

9 Met behulp van zonne-energie wordt zinkoxide omgezet in zink, de opgeslagen energie kan weer vrij komen via of gebruik van het zink in een zink-lucht brandstofcel of via de reactie van zink met water. Het ontstane zinkoxide et cetera.

ALCOHOLPOEDER VOOR DE KIDS

Duits bedrijf ontduikt accijnzen met geheimzinnig instant-mixdrankje.

Een 'instant-breezer', zou je het kunnen noemen. Voor ongeveer twee euro levert SubYou uit het Beierse Kreuztal een zakje met 65 gram poeder. Opgelost in 250 ml koud water levert het een mixdrankje op met een alcoholgehalte van 4,8 procent, dat volgens sommigen nog lekker is ook.

De samenstelling is onduidelijk. SubYou verschuilt zich achter kletsverhalen over 'mixolydine-aeolaat' en een octrooi is niet te vinden. Op internet is al gesuggereerd dat ethanol zich laat vastleggen als magnesiummethanolaat, waarbij je met citroenzuur de magnesiumsmaak zou kunnen wegwerken. Maar dit is in tegenspraak met de waarneming dat het poeder vochtig aanvoelt.

Waarschijnlijk is de ethanol niet chemisch gebonden maar ingekapseld, bijvoorbeeld in cyclodextrine. Dergelijk 'alcoholpoeder' schijnt in de VS al een paar jaar op de markt te zijn als additief voor ijs en desserts. SubYou zou er alleen een fruitsmaakje bij hoeven te doen. Het wachten is op iemand die het poeder daadwerkelijk analyseert (hint!).

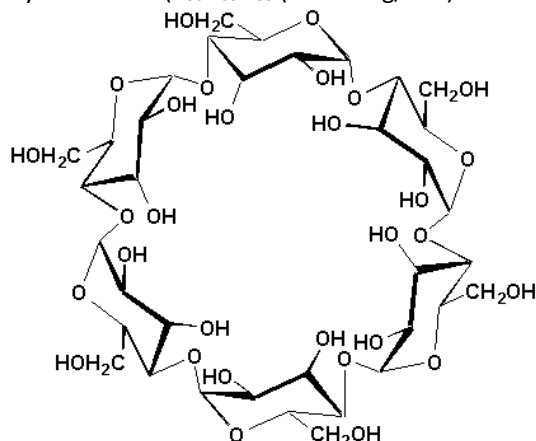
De autoriteiten zijn er niet blij mee. Ten eerste kunnen ze volgens de huidige regels geen accijns heffen op alcohol in poedervorm. Ten tweede vrezen ze dat minderjarigen aan de drank raken. SubYou handelt via internet en daar kan iedereen beweren dat hij boven de achttien is. (ADIJ)

|
www.subyou.de

Alcoholpoeder? Een geheimzinnige zaak! Wat zit er in SubYou? In deze opgave bekijk je welke chemie er achter zou kunnen zitten.

Ethanol ingekapseld in cyclodextrine?

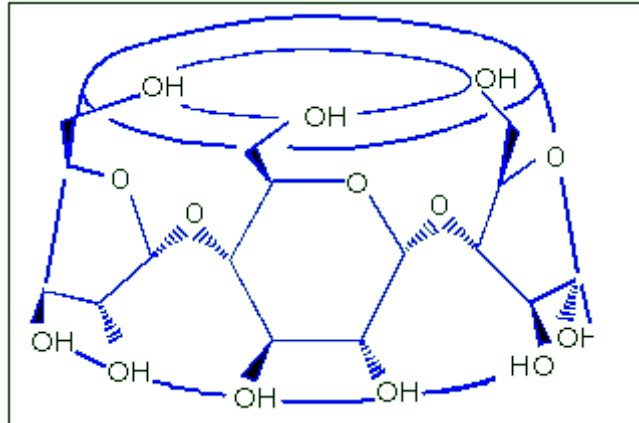
Cyclodextrine ($C_{36}H_{60}O_{30}$ ($M = 972$ g/mol)) is een cyclisch molecuul dat is opgebouwd uit glucosemoleculen



- 1 Omcirkel één glucosebouwsteen in de ring en geef de molecuulformule van deze bouwsteen.
- 2 Tel het aantal glucosebouwstenen in cyclodextrine en noteer dit aantal.

3 Gebruik je antwoord op vraag 1 en 2 voor een zodanige weergave van de molecuulformule van cyclodextrine dat je de molecuulformule van de glucosebouwsteen terug ziet komen

Het cyclodextrine molecuul vormt een soort kokertje met een hydrofobe binnenkant en hydrofiële buitenkant, waarin meestal een gastmolecuul kan worden opgenomen.



De alcohol in een alcoholisch drankje is ethanol.

4 Teken de structuurformule van ethanol.

5 Leg uit in welke stand een ethanolmolecuul ingekapseld zou kunnen zijn in cyclodextrine.

Volgens het artikel bevat het drankje 4,8 (massa) % alcohol als je 65 gram poeder mengt met 250 mL water.

6 Toon met een berekening aan dat het drankje 0,33 mol ethanol bevat.

7 Bereken wat de molverhouding ethanol-cyclodextrine is in het poeder. Neem voor deze berekening aan dat het poeder alleen uit ethanol en cyclodextrine bestaat.

8 Leg uit of de veronderstelling dat in SubYou “ethanol ingekapseld is in cyclodextrine” reëel is.

Magnesiummethanolaat

Als je magnesium met ethanol laat reageren ontstaat onder andere magnesiummethanolaat.

De reactie die optreedt is een redoxreactie.

9 Geef de vergelijkingen van de halfreacties en de totaalreactie.

10 Leg aan de hand van de gegevens in het artikel en tabel 49 uit dat magnesiummethanolaat een slecht oplosbaar zout is.

11 Zoek de rationele naam op van citroenzuur, noteer deze en teken de structuurformule.

In een ander artikel is sprake van het wegwerken van de magnesium-smaak door het ontstaan van magnesiumcitraat. De molecuulformule van citroenzuur is $C_6H_8O_6$.

12 Geef de reactievergelijking voor de reactie van citroenzuur met magnesiummethanoaat in water.

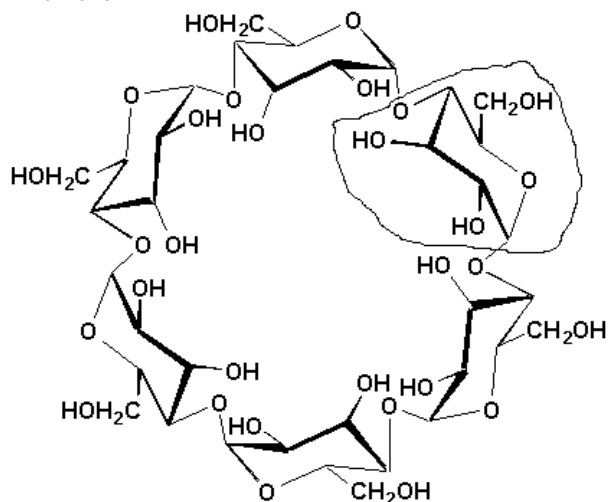
Overheid en consument

13 Om welke twee redenen zijn de ‘autoriteiten’ niet blij met SubYou?

14 Leg uit of jij Subyou zou kopen.

Alcoholpoeder voor de kids

1 $C_6H_{10}O_5$



2 Zes

3 $(C_6H_{10}O_5)_6$

4 CH_3-CH_2-OH

5 Met zijn alkylstaart in cyclodextrine en de OH groep er bijna uit aan de boven of onderkant.

6 250 mL water $\equiv$ 250 g H_2O . Totaal is er 65 + 250 = 315 g waarvan 4,8 % ethanol: $0,048 \times 315 = 15$ g ethanol $\equiv$ $15/46,02 = 0,33$ mol ethanol.

7 $65 - 15 = 50$ g cyclodextrine $\equiv$ $50/972 = 0,051$ mol cyclodextrine. Molverhouding cyclodextrine : ethanol = $0,051 : 0,33 = 1 : 6,4$.

8 Nee, want er moeten 6 ethanolmoleculen in één cyclodextrinemolecuul. Verder hebben we aangenomen dat er naast ethanol alleen cyclodextrine aanwezig is. Dat is niet zo, het aantal mol ethanol per mol cyclodextrine wordt dan nog groter.

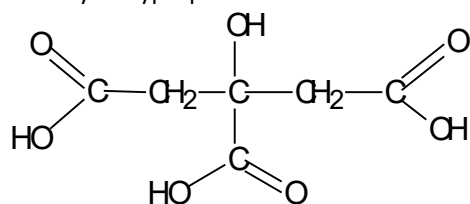
9 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2 e^-$

$2 CH_3-CH_2-OH + 2 e^- \rightarrow 2 CH_3-CH_2-O^- + H_2$

 $Mg + 2 CH_3-CH_2-OH \rightarrow Mg(CH_3-CH_2-O)_2 + H_2$

10 Men laat het met citroenzuur reageren om ethanol te vormen. Anders zou oplossen in water al voldoende zijn, het ethanolat is namelijk een sterke base.

11 2-hydroxypropaantricarbonzuur



12 $3 Mg(CH_3-CH_2-O)_2 + 2 C_6H_8O_6 \rightarrow 3 CH_3-CH_2-OH + Mg_3(C_6H_5O_6)_2$

13 Er is geen accijns te heffen. Minderjarigen zouden aan de drank kunnen raken.

14 -

Samenstelling Subyou: Zucker, Alkohol (16,7%), Dextrose, Säuerungsmittel: (Zitronensäure, Ascorbinsäure), Aromen, Farbstoffe: (Anthocyane, E150), Trübungsmittel (Glucosesirup, gehärtetes pflanzliches Fett, Verdickungsmittel: Gummi Arabicum), Trennmittel: E 551, Fruchtpulver, Verdickungsmittel: E 466, Sulfit, Gluten.

Stadsbussen in Lille op biogas

MILIEU De Noord Franse stad Lille zamelt gft in, zet dat om in biogas en laat daar een deel van de stadsbussen op rijden. Dat heeft grote milieuvoordelen.

Klaas de Jong

Lille – Het Franse Lille heeft meer connecties met Nederland dan alleen de oude naam Rijssel.

(...) En de stadsbussen, die bij het station stoppen, lopen op aardgas uit Nederland. Er rijden al 120 stadsbussen op aardgas in Lille en daar komen er volgend jaar nog eens honderd bij.

Dat betekent overigens geen extra export van Nederlands aardgas. Lille Métropole, een regio met 1,1 miljoen inwoners, gaat zelf voldoende biogas produceren voor dit honderdtal bussen. De stad bouwt een afvalverwerkingcentrum voor gft en organisch afval van restaurants en markten. Door het vergisten van het organisch afval ontstaat biogas, een mengsel van methaan en CO₂. De CO₂ wordt verwijderd om het biogas dezelfde ver-

brandingswaarde te geven als aardgas. Voor de gasmotoren van de bussen maakt het daardoor niet uit of ze biogas of aardgas krijgen, maar het rijden op biogas is wel klimaatneutraal. Het biogas kan voor dezelfde prijs geproduceerd worden als de aardgasprijs;

(...) Uit de verwerking van 100.000 ton gft gaat men 10 miljoen m³ gas produceren.

In de toekomst wil men nog meer biogas gaan produceren op nieuwe rioolwaterzuiveringen. Uiteindelijk wil Lille alle stadsbussen, maar ook huisvuilwagens op biogas of aardgas laten rijden. De ervaringen zijn erg positief. Het doel van de overschakeling van diesel naar gas was een verbetering van de luchtkwaliteit in de stad. Gasmotoren leveren aanmerkelijk minder schadelijke bijproducten in de

uitlaatgassen dan dieselmotoren en van (roet)stofdeeltjes is niet of nauwelijks sprake.

Maar het rijden op gas blijkt ook 1,6 eurocent per kilometer goedkoper te zijn dan op diesel, en de bussen op gas zijn minstens zo betrouwbaar. Ze hebben zelfs minder vaak pech dan de dieselsbussen. De bewoners waarderen ook de stilheid en het minder abrupte optrekken van de gasbus. In de afgelopen vijf jaar groeide het openbaar vervoer met maar liefst 27 procent. Ook bij verschillende Nederlandse gemeenten en provincies bestaat nu belangstelling voor rijden op aardgas. De gemeente Haarlem onderzoekt samen met het gespecialiseerde bedrijf Van der Wiel uit Drachten ook het gebruik van biogas van de rioolwaterzuivering en van de afvalstortplaats als transportbrandstof. 

In Lille rijden stadsbussen op biogas.

1 Op welke manier wordt in Lille biogas geproduceerd?

Biogas is een mengsel van methaan en CO_2

2 Geef de formule van methaan en de naam van CO_2

3 Waarom wordt de CO_2 uit het biogas gehaald?

De CO_2 kan uit het methaan gehaald worden als je het door een kolom laat gaan waar actieve kool in zit.

4 Wat is de naam van de scheidingsmethode die dan wordt gebruikt?

5 Wat betekent de afkorting gft?

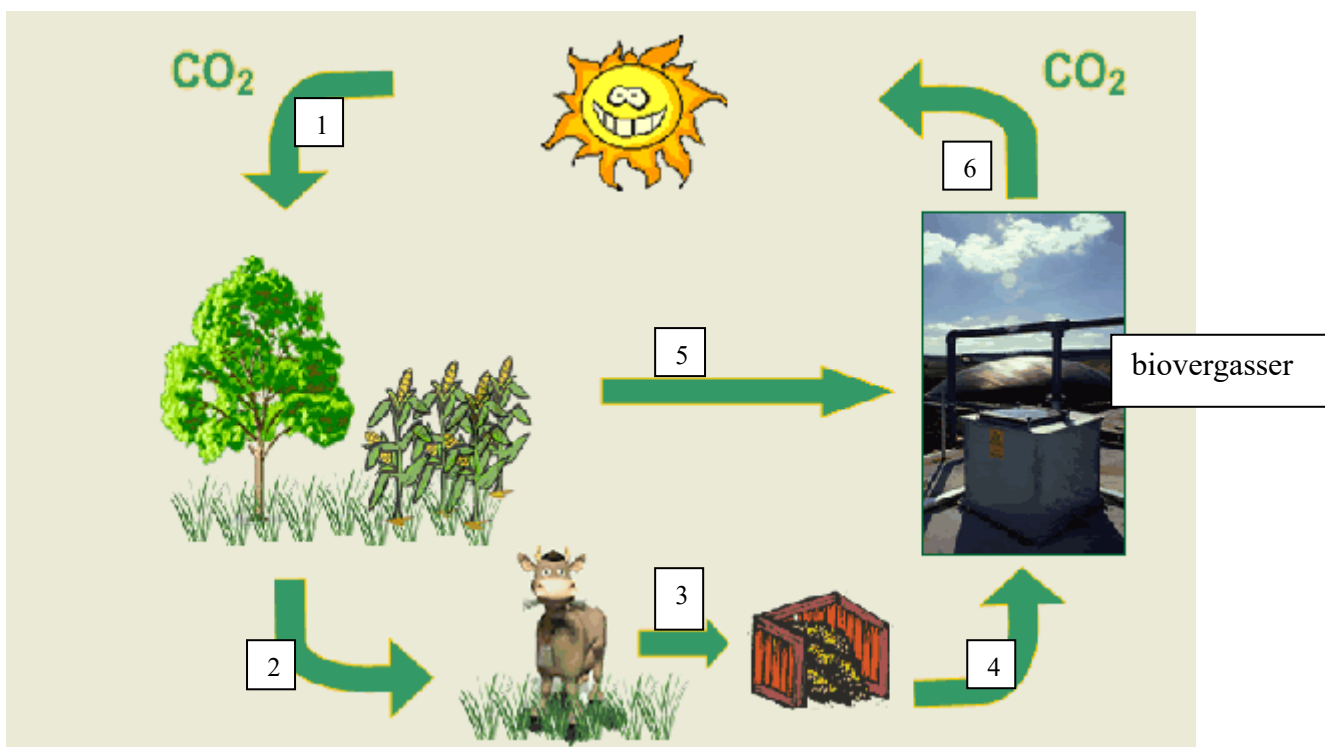
6 Geef de reactievergelijking van de verbranding van methaan

In de tekst staat dat rijden op biogas **klimaatneutraal** is. Er komen dus geen afvalstoffen in het milieu bij. Toch ontstaat bij de verbranding van methaan wel CO_2 .

7 Waarom telt deze CO_2 niet mee?

8 Noem een nadeel van CO_2 voor het milieu

De CO_2 wordt opgenomen in een kringloop. Hieronder is een kringloop van CO_2 getekend. Daarin wordt uitgelegd waarom door CO_2 uit biogas geen extra CO_2 in het milieu komt:



Uit: http://www.biogas.nl/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=37
(site www.biogas.nl, voordelen, broeikaseffect)

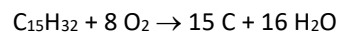
9 Leg uit wat er bij elke pijl gebeurt. Begin bij pijl nummer 1.

10 Leg nu uit waarom er geen afvalstoffen (geen CO_2) in het milieu bijkomen.

Uit 100 000 ton gft produceert men 10 miljoen m³ gas. Daarop rijden 120 stadsbussen

11 Bereken hoeveel gft is nodig om straks 200 stadsbussen op biogas te laten rijden?

Bij de verbranding van diesel (we gebruiken als molecuulformule $C_{15}H_{32}$) ontstaan vaak roetstofdeeltjes (C) en verder waterdamp. Als er alleen maar roetdeeltjes ontstaan is de reactievergelijking:



Je verbrandt 50 kg diesel in een motor, van die 50 kg verbrandt bijvoorbeeld 15% tot roetdeeltjes (fijn stof).

12 Bereken hoeveel roet dan in het milieu terecht komt.

Biogas produceert bij verbranden minder roetdeeltjes dan diesel.

13 Noem nog vier voordelen van het rijden op biogas.

STADSBUSSEN IN LILLE OP BIOGAS

1 Door vergisten van gft en organisch afval.

2 CH_4 en koolstofdioxide.

3 Zodat het voor de bussen niets uitmaakt of ze op aardgas of biogas rijden. Biogas heeft dan dezelfde verbrandingswaarde als aardgas.

4 Adsorberen

5 Groente- fruit en tuinafval.

6 $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

7 Eerder is deze CO_2 uit de lucht gehaald door de planten.

8 Het versterkt het broeikaseffect

9 Pijl 1: de plant neemt CO_2 op (of: fotosynthese); pijl 2: dieren eten planten op; pijl 3: de mest wordt opgeslagen; pijl 4: de mest gaat naar de biovergasser; pijl 5: Afval van planten (gft) wordt direct gebruikt om biogas te maken; pijl 6: CO_2 wordt uit het biogas gehaald en kan weer door planten worden opgenomen.

10 De CO_2 die wordt gevormd wordt opnieuw gebruikt

11 Één bus heeft $100000/120 = 833$ ton gft nodig. 200 bussen dus 200×833 ton = 167000 ton gft

12 7,5 kg diesel verbrandt tot roet: massaverhouding diesel $\equiv$ roet is $212 \equiv 15 \times 12$ ofwel $212 \equiv 180$

Berekening: $7,5 \times 180 : 212 = 6,4$ kg roet

13 Goedkoper, betrouwbaarder, stil en trekken minder plotseling op.

Extra info docent: zie http://www.energie-cites.org/db/lille_113_fr.pdf

Uit http://www.energieprojecten.nl/pr_kompogas.html

Het biogas uit de vergister wordt in Zürich opgewerkt tot aardgaskwaliteit. Het gas wordt gedroogd en gezuiverd met actief kool. Het methaangehalte wordt van 60% naar 96% gebracht. Dit gebeurt in een proces van “pressure swing adsorption” (psa), waarbij CO_2 bij hogere druk opgenomen wordt in het adsorptiemateriaal en bij lage druk weer ontsnapt. Dit proces wordt ook in Nederland toegepast om stortgas op te werken (Wijster en Nuenen).

Intermediair, Knagende Vragen, 14 april 2005

Krijt

Kalk uit de kraan droogt wit op. De verzamelde kalk in de kraan is donkerbruin. Hoe kan dat?

Arno den Ridder, Oosterhout

■ 'Krijt is inderdaad wit, zoals iedereen die ooit naar Dover is gevaren, heeft kunnen constateren', schrijft P. Zijlstra (Amsterdam). 'De kalk die achterblijft bij koken is ook wit, kijk maar naar de aanslag in je ketel. Maar wat achterblijft in de kraan is

niet alleen kalk. Het gaat op die plaats ook niet om het verdampen van water. Ook andere mineralen zetten zich af in de hoekjes van de kraan. De bruine kleur is afkomstig van ijzeroxide.'

Lees het hele artikel door

1 Waardoor is de verzamelde kalk in de kraan donkerbruin?

2 Geef een naam voor ijzeroxide die je in het dagelijks leven gebruikt:.....

Practicum

In het artikel wordt gesproken over "kalk" en "krijt" en "ijzeroxide"

In dit practicum zoeken we uit welke stoffen waarschijnlijk in de kalkaanslag op de kraan zitten.

Je krijgt:

Calciumcarbonaat

Calciumhydroxide

IJzer(II)oxide

IJzer(III)oxide

Een zuur oplossing (bijvoorbeeld azijn)

Kalkaanslag zonder ijzeroxide

A Proefje vooraf:

Onderzoek wat "kalkaanslag zonder ijzeroxide" doet als je het mengt met een zure oplossing.

Schrijf de waarnemingen op:

B De echte proef.

Onderzoeksvraag: Welke stoffen zitten er waarschijnlijk in bruine kalkaanslag?

Schrijf op hoe je dat gaat aanpakken?

Voorspelling: Wat zullen we zien als we de juiste kalkaanslag hebben gevonden:

a. De kleur is

b. Met een zure oplossing

Resultaten: Wat zagen we? (Welke waarnemingen deden we?)

Conclusie:

Je moetmengen met

De andere stoffen zitten waarschijnlijk niet in de bruine kalkaanslag, want.....

Krijt

1 Het is witte kalk gemengd met ijzeroxide

2 Roest

Kalkaanslag zonder ijzeroxide: gebruik CaCO_3 .

Doe het proefje vooraf als demonstratie zodat leerlingen goed waarnemen. Zorg hierbij voor goed zichtbare gasontwikkeling.

Technisch Weekblad, 15 april 2005

Dieselroet en filters

Benno Boeters

Haarlem – Het Landelijke Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM signaleerde afgelopen maandagochtend, acht uur, op het meetpunt Den Haag Veerkade ('de smerigste straat van Nederland') een hoeveelheid fijn stof van 48 microgram per kubieke meter. Dat was net geen overschrijding van de Europese norm voor fijn stof, een dagnorm van maximaal 50 microgram, of een daggemiddelde van 40 microgram. Ter vergelijking: op een ander meetpunt, in De Zilk (Bollenstreek) lag het getal op 23, en in Biddinghuizen (Flevopolder) op 21, ook gemeten in de ochtendspits.

Fijn stof bestaat uit wegestof (2,5 tot 10 micrometer; een micrometer is een duizendste millimeter) dat onder meer veroorzaakt wordt door slijtagedeeltjes uit motoren en remmen. En verder uit dieselroetdeeltjes, kleiner dan 2,5 micrometer, en deeltjes kleiner dan 0,1 micrometer. Ook vloeibare of vaste deeltjes uit emissies van ammoniak, stikstofoxiden en zwaveldioxide dragen bij. En ook 'zeezout aerosol' kan aan de kust de concentratie fijn stof verhogen. Houtkachels of overslagplaatsen van bijvoorbeeld cement, verhogen eveneens de lokale concentraties sterk.

Volgens de Milieubalans 2004 overlijden per jaar 2800 mensen in Nederland vervroegd door fijn stof.

Dit jaar stelde staatssecretaris Van Geel een stimuleringsregeling in waardoor autobezitters ertoe zouden moeten overgaan hun dieselauto te voorzien van een dieselfilter. Daarmee is de uitstoot van roetdeeltjes met negentig procent omlaag te brengen. (De hoeveelheid roetdeeltjes uit de dieseluitlaten is overigens van een gelijke orde van grootte als de partikels die door bandenslijtage in de atmosfeer terecht komen.)

Het RIVM berekent dat die stimuleringsregeling in het beste geval tot een reductie leidt van 35 vervroegde sterftegevallen. Zouden vanaf 2005 alle dieselauto's met roetfilter zijn uitgerust, scheelt dat 125 vervroegde sterftegevallen per jaar. Het gaat hierbij om acute sterfte. Het effect van fijn stof/dieselroet op lange termijn (longkanker) staat hier buiten beschouwing.

Roetfilters in de uitlaten van bestaande stadsbussen zijn een tijd lang succesvol gestimuleerd, maar de Europese Commissie staat geen honderd procent subsidie toe. Bij een niet volledige vergoeding blijken busmaatschappijen minder bereid tot inbouw van roetfilters. 

1 Waardoor is de Veerkade in Den Haag “de smerigste straat van Nederland”?

Fijn stof heeft nadelige gevolgen voor de gezondheid van de mens

2 Hoe hoog ligt de Europese norm voor fijn stof volgens het artikel?

3 Noteer de oorzaken voor fijn stof die in het artikel worden genoemd?

4 Hoeveel mensen overlijden per jaar door fijn stof?

5 Wat wil de staatsecretaris aan het fijne stof doen?

6 Gaan de regelingen volgens het RIVM goed werken?

7 Lees het hele artikel door en vul daarna de tabel in

<i>Plaats, straat, provincie</i>	<i>Hoeveelheid fijn stof</i>	<i>opmerking</i>
		De smerigste straat in Nederland

8 Welke van deze plaatsen zit boven de toegestane norm?

Bij de verbranding van diesel ($C_{15}H_{32}$) ontstaan vaak fijn stof (onverbrande koolstofdeeltjes, C) en verder waterdamp: $C_{15}H_{32} + 8 O_2 \rightarrow 15 C + 16 H_2O$

Ook bij de verbranding van aardgas (hoofdzakelijk methaan, CH_4) en van benzine (C_8H_{18}) kan fijn stof (onverbrande koolstofdeeltjes, C) ontstaan.

9 Geef de reactievergelijking van de verbranding van aardgas en benzine als alle koolstofdeeltjes onverbrand blijven en waterdamp ontstaat.

10 Vergelijk hoeveel koolstofdeeltjes per deeltje brandstof maximaal kunnen ontstaan. Schrijf dat als volgt op:

Uit 1 deeltje diesel ontstaandeeltjes koolstof

Uit 1 deeltje aardgas ontstaandeeltje koolstof

Uit 1 deeltje benzine ontstaandeeltjes koolstof

11 Waarom zou het belangrijk zijn om bussen te laten rijden op aardgas?

12 Wat heeft men gedaan bij de stadsbussen om de hoeveelheid roet te verminderen?

13 Onder welke omstandigheden was dit een succes?

Dieselroet en filters

1 Door grote hoeveelheden fijn stof in de lucht.

2 50 microgram/ m³ lucht

3 slijtagedeeltjes uit remmen en motoren (wegenstof); dieselroetdeeltjes; uitstoot van ammoniak, stikstofoxiden, zwaveldioxide, zeezout in de lucht, houtkachels, overslagplaatsen van cement

4 2800 per jaar

5 Autobezitters stimuleren om een roetfilter te kopen voor hun dieselauto.

6 Nee, het scheelt maar 35 vervroegde sterfgevallen per jaar.

7

Plaats, straat, provincie	Hoeveelheid fijn stof (microgram/ m ³ lucht)	opmerking
Veerkade, Den Haag, Zuid-Holland	48	De smerigste straat in Nederland
De Zilk, Bollenstreek, Zuid-Holland	23	
Biddinghuizen, Flevopolder	21	

8 Geen van drieën

9 $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2 \text{H}_2\text{O}$; $2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 9 \text{O}_2 \rightarrow 16 \text{C} + 18 \text{H}_2\text{O}$

10 Uit 1 deeltje diesel ontstaan 15 deeltjes koolstof; Uit 1 deeltje aardgas ontstaat 1 deeltje koolstof; Uit 1 deeltje benzine ontstaan 8 deeltjes koolstof.

11 Dat geeft minder (roet) koolstof, dus minder fijn stof in de lucht.

12 Roetfilters inbouwen

13 Onder de voorwaarde van 100 % subsidie voor de kosten van het inbouwen.

Opmerking

Bij opgave 11 is geen rekening gehouden met het feit dat je ook mee moet nemen of er evenveel energie vrijkomt bij de verbranding van 1 mol aardgas respectievelijk diesel.

UW DRINKWATER WORDT ZACHTER

Brief van Brabant Water, april 2005



Postbus 1068 • 5200 BC 's-Hertogenbosch

Uw drinkwater wordt zachter

Geachte heer, mevrouw,

In juli 2004 informeerden wij u over de renovatie van het drinkwaterproductiebedrijf Nuland en de gevolgen hiervan voor uw drinkwater. Via deze brief stellen we u op de hoogte van de voortgang.

Stapsgewijs zachter water

In het nieuwe zuiveringssysteem van het gerenoveerde waterproductiebedrijf gaan we centrale hardheidsverlaging toepassen. Het in gang zetten van dit systeem doen we stapsgewijs. Op dit moment testen we de zuiveringsinstallaties. Inmiddels is de eerste stap naar hardheidsverlaging in gang gezet. Hierdoor verandert de hardheid van 14,0 °D naar 11,8 °D. In de zomer 2005 zal de hardheid verder worden verlaagd en de hardheid van 9,5 °D bereiken. Volgens de normen valt uw drinkwater dan in de categorie 'gemiddeld water'. De pH-waarde zal licht stijgen van 7,8 naar 7,9.

Voordelen

Zacht water is voordeliger voor u en voor het milieu. Uw 'nieuwe' drinkwater zorgt voor minder kalkaanslag op leidingen en warmwatertoestellen zoals de waterkoker, de wasmachine en de boiler. Hierdoor hoeven ze niet zo vaak worden schoongemaakt. Apparaten met weinig kalkaanslag hebben ook een langere levensduur. Daarnaast verbruiken verwarmingselementen zonder kalkaanslag minder energie en u hebt minder wasmiddel nodig. Dit is goed voor het milieu en een daling van energie- en wasmiddelengebruik merkt u in uw portemonnee. De lichte stijging van de pH-waarde is voor huishoudelijk gebruik alleen van belang als u een aquarium heeft. Informeer bij uw leverancier of specialist of u iets moet veranderen aan de instellingen.

Informatie

Wanneer u graag actuele informatie over de kwaliteit wilt hebben, kunt u altijd op onze website www.brabantwater.nl terecht. Mocht u nog vragen over de kwaliteit van uw drinkwater hebben dan kunt u terecht bij onze afdeling Klantenservice, telefoonnummer 073 683 80 00.

Met vriendelijke groet,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G.J. van Nuland'.

Algemeen Directeur,
Drs. G.J. van Nuland,

De hardheid van water in Brabant wordt verlaagd. De hardheid wordt aangegeven met °D. Een hardheid van 1 °D komt overeen met 7,1 mg Ca^{2+} per liter water.

Er wordt gesproken over een verlaging van de hardheid in twee stappen.

1 Bereken hoeveel mg Ca^{2+} er per liter minder in het kraanwater zal zitten na de eerste stap

De hardheidsgraden van water zijn:

0 - 4 °D	zeer zacht
4 - 8 °D	zacht
8 - 12 °D	gemiddeld
12 - 18 °D	vrij hard
18 - 30 °D	hard

2 Valt het kraanwater in de zomer van 2005 in de categorie 'gemiddeld water' ?

In de brief wordt ook gesproken over de zuurgraad

3 Wordt het water zuurder of minder zuur? Leg uit waarom.

In het artikel wordt een aantal voordelen genoemd van zachter drinkwater:

a Apparaten hoeft je minder vaak schoon te maken,

b Apparaten hebben langere levensduur,

c Apparaten gebruiken minder energie

d Apparaten gebruiken minder wasmiddelen.

4 Leg bij elk (a,b,c,d) voordeel uit waarom ze beter zijn voor het milieu.

5 Noem ook een voordeel voor de portemonnee van de consument.

Kalkaanslag

Bron: www.lenntech.com

Hard leidingwater gaat kalkaanslag veroorzaken als het boven de 60 °C verwarmd wordt. Dan vormt er zich een onoplosbare neerslag van calciumcarbonaat en magnesiumhydroxyde Dit zorgt voor verstopte leidingen, ketels en verwarmingselementen van (af)wasmachines.

In dit stukje van het Internet worden twee zouten genoemd die hard water veroorzaken

6 Geef van beide de formule.

Je kunt kalkaanslag (calciumcarbonaat) verwijderen door er een zure oplossing, bijvoorbeeld azijn, op te gieten.
vmbo

7 Geef de formules van de stoffen en deeltjes die dan ontstaan.

Havo/vwo

7 Geef de reactievergelijking die optreedt als je een overmaat azijn gebruikt.

8 geef ook de reactievergelijking voor het verwijderen van magnesiumhydroxide met azijn.

Uw drinkwater wordt zachter

1 Verschil in hardheid $14,0 - 11,8 = 2,2$ °D en dat betekent $2,2 \times 7,1 = 15,6$ mg Ca^{2+} per liter minder.

2 Ja, het wordt 9,5 °D

3 Minder zuur, want de pH waarde stijgt

4 a Minder schoonmaken: voor het schoonmaken gebruik je vaak stoffen die schadelijk zijn voor het milieu. b

Langere levensduur: dan hoeven er minder apparaten gemaakt te worden en dat scheelt grondstoffen. c

Minder energie: dan hoeft er ook minder energie gemaakt te worden en ontstaat er minder luchtverontreiniging. d Minder wasmiddelen dus minder vervuiling.

5 Apparaten hebben een langere levensduur/ze gebruiken minder energie / minder wasmiddelen.

6 CaCO_3 en Mg(OH)_2 .

vmbo

7 Ca^{2+} , H_2O en CO_2

Havo/vwo

$7 \text{CaCO}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CH}_3\text{COO}^-$

$8 \text{Mg(OH)}_2 + 2 \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CH}_3\text{COO}^-$

Verdere informatie: www.brabantwater.nl. Kies daar ook eens (of type gewoon de url in):

<http://www.duikinbrabantwater.nl/> een site over water speciaal voor leerlingen met uitleg over waterzuivering, spelletjes, cartoons etc.

Ook interessant: <http://www.lenntech.com>. Een site, die je zeker bij je favorieten moet zetten!

ALLERGISCH VOOR UITLATEN

Chemisch2Weekblad, 26 februari 2005

ALLERGISCH VOOR UITLATEN

Uitlaatgassen van auto's kunnen eiwitten van bijvoorbeeld stuifmeel (pollen) efficiënt nitreren. Allergische reacties worden hierdoor versterkt, zo stellen onderzoekers van de Technische Universität München in *Environmental Science and Technology*.

Stikstofdioxide en ozon uit de uitlaatgassen kunnen het aminozuur tyrosine voorzien van een extra nitraatgroep. Eiwit uit berkenpollen is hier extra gevoelig voor omdat het zeven tyrosine-eenheden bevat. De onderzoekers legden berkenpollen neer langs een drukke weg in München. De nitratie liep op tot tien procent. In het laboratorium lukte het zelfs om met smog een allergeen eiwit voor twintig procent te nitreren. Eerder is aangetoond dat dergelijke genitreeerde eiwitten zich sterker aan antilichamen binden en daardoor sneller allergische reacties veroorzaken.

Dit artikel gaat over het nitreren van eiwitten, in dit geval het aminozuur tyrosine, in stuifmeel.

1 Teken de structuurformule van tyrosine.

2 Wat gebeurt er bij het nitreren van tyrosine?

Vaak wordt voor nitrering salpeterzuur gebruikt. Salpeterzuur kan door een redoxreactie ontstaan tussen stikstofdioxide en ozon.

3 Geef de vergelijking voor deze vorming van salpeterzuur.

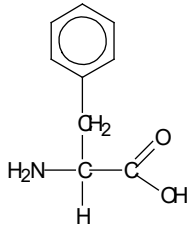
Nitrering is een verestering met een anorganisch zuur, in dit geval salpeterzuur. Salpeterzuur kan met de hydroxylgroep in de zijketen van tyrosine een veresteringsreactie aangaan.

4 Geef de veresteringsreactie tussen salpeterzuur (noteer salpeterzuur als HO-NO_2) en tyrosine in een vergelijking met structuurformules weer.

5 Wat is het effect van nitrering op eiwitten die in stuifmeel voorkomen?

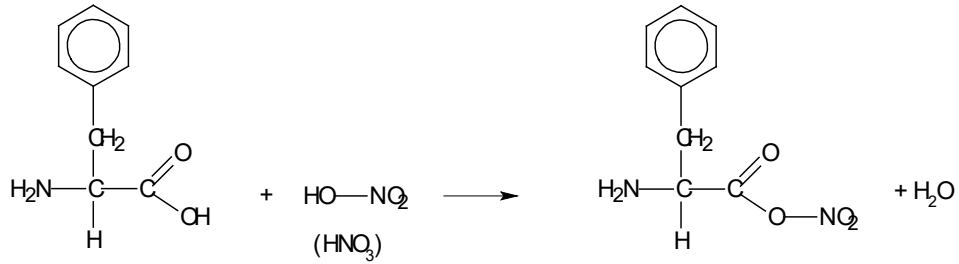
Allergisch voor uitlaten

1



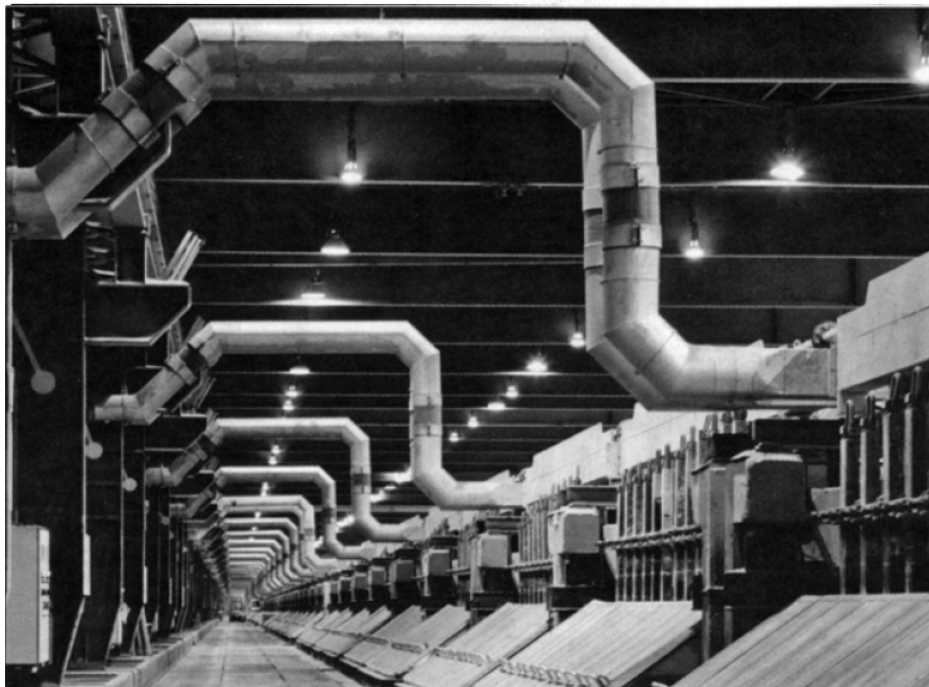
2 Het aminozuur wordt voorzien van een nitraatgroep.

3 $2 \text{ NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow 2 \text{ HNO}_3 + \text{O}_2$



4

5 Dergelijke genitreeerde eiwitten hechten zich sneller aan antilichamen en veroorzaken daardoor sneller allergische reacties.



De elektrolysehal van Aldel in Delfzijl waar aluminium uit aluinaarde wordt gehaald

Aluminium

Patrick Marx

Surinaams bauxiet is de grondstof voor aluminium. Wie dit weet, groeide in de jaren zestig, zeventig of begin tachtig op. De leerstof van de middelbare school klopt nog steeds. Door de hoge prijs van het metaal rendeert bauxietwinning in Suriname weer. Aluminium Delfzijl maakt hieruit aluminium. Snel kunnen inspelen op de wensen van de klant zorgt ervoor dat de productie met dure Nederlandse elektriciteit loont.

Veiligheid gaat bij Aluminium Delfzijl (Aldel) voor alles. Iedere bezoeker ziet een film over de veiligheidsmaatregelen. Daarna volgt een vragenlijst. Minimaal zes goede antwoorden levert een veiligheidspaspoort op. Wie niet slaagt moet de film opnieuw bekijken. 'Mensen zijn niet gewend aan de nabijheid

van grote hoeveelheden vloeibaar metaal en de gevaren die dit met zich meebrengt', zo verklaart hoofd logistiek Daniël Daalmeijer de noodzaak van de film. 'De laatste vijf jaar besteden we extra aandacht aan de veiligheid binnen Aldel. Het aantal ongevallen daalde hierdoor van zo'n veertig naar één à twee gevallen per jaar.'

De aluminiumproductie in Delfzijl startte in 1966 nadat Slochteren begon met de levering van goedkoop aardgas. De aluminiumsmelter diende ook als stimulant voor de werkgelegenheid in Noord-Nederland. In twee hallen van elk zo'n achthonderd meter lang vindt de elektrolyse van aluinaarde, aluminiumoxide gemaakt uit bauxiet, plaats. In elektrolyseovens lost de aluinaarde op in

vloeibaar cryoliet (natriumaluminiumfluoride) van 960 graden Celsius. Een stroom van 140 duizend ampère bij 4,4 volt bevrijdt het aluminium van zijn zuurstofatomen. De zuurstof reageert met koolstof uit de grafietanode. Het vloeibare metaal blijft in de oven achter.

In de elektrolysehallen heerst een opvallende stilte. Af en toe verplaatst een luchtcilinder een breekstang in één van de 304 ovens. De stang maakt een gat in de korst van elektrolyt dat op het vloeibare aluminium drijft. Daalmeijer: 'Door zo'n gat voeren we nieuwe aluinaarde toe. Dit gebeurt volautomatisch via een persluchtsysteem. Tot in de jaren negentig gebruikten we vulmachines. Je zag vulploegen, gehuld in stofwolken, aluinaarde in de ovens spuiten. Nu kun

je de hele hal doorkijken.'

In de verte is een tapploeg bezig. Er na toe lopend, merkt Daalmeijer op dat er aan de stalen neuzen in zijn veiligheidsschoenen getrokken wordt. De hoge stroomsterkte in de ovens veroorzaakt een vernietigend magneetveld. Fietsen zonder slingers is onmogelijk. Bankpasjes worden onherroepelijk gewist. Daalmeijer: 'Aluinaarde bevat een spoor ijzer. Dit slijt op den duur een gat in de vorm van het magneetveld, een acht, in de keramische bekleding van de oven. Het aluminium smelt vervolgens door de gietijzeren bodem heen. Daarmee koelen we de bodem. De ovens gaan ongeveer zes en half jaar mee.'

De vulploeg zuigt vloeibaar aluminium uit de oven in een pan. Deze gaat naar de gietafdeling waar de panneman de pan leeggiert in een mengoven. Hierin maakt Aldel legeringen naar wens van de klant. Aluminium schroot komt erbij om de vloeistof te koelen tot de giettemperatuur. Uiteindelijk verlaat jaarlijks 160 duizend ton aluminium de fabriek in de vorm van walsplakken of extrusiepalen. Aluminium van Aldel komt terecht in ondermeer de bouw, verpakking-, vliegtuig- en automobielenindustrie. Zo is het Delfzijlse metaal een bestanddeel van warmtewisselaars in de airco's van auto's.

Behalve aluinaarde gebruikt Aldel elektriciteit als grondstof. Met 1,6 miljard kWh per jaar is het bedrijf de op één na grootste verbruiker van ons land. Traditioneel wordt aluminium gemaakt waar elektriciteit goedkoop is, zoals in IJsland of in Rusland. Daalmeijer: 'Ons concurrentievoordeel is dat we op hooguit één dag rijden van onze klanten in West-Europa zitten en snel en efficiënt legeringen op maat kunnen leveren.'

www.aldel.nl

Aluminium wordt in Delfzijl gemaakt uit Surinaams bauxiet. Bauxiet is een mineraal. Het belangrijkste chemische bestanddeel van bauxiet is aluinaarde.

1 Geef de rationele naam van aluinaarde en geef de formule.

De aluminium wordt in de elektrolyse-ovens gemaakt uit aluminium.

2 Waarom spreekt men van elektrolyse-ovens?

De aluinaarde wordt opgelost in gesmolten cryoliet.

3 Noteer de rationele naam van cryoliet.

4 Welke ionen verwacht je in gesmolten cryoliet?

5 Waarom elektrolyseert men niet gesmolten aluinaarde in plaats van cryoliet?

Men spreekt in het artikel over een aluminiumsmelter.

6 Leg uit of je de benaming 'aluminiumsmelter' juist vindt.

Tijdens de elektrolyse vinden er twee halfreacties plaats in de elektrolysecel.

7 Geef beide halfreacties.

8 Waarom moet de grafietelektrode na verloop van tijd vervangen worden?

Jaarlijks produceert Aldel 160 duizend ton aluminium.

9 Hoeveel ton bauxiet is hiervoor nodig? Gegeven: bauxiet bestaat voor 50 massa-% uit aluinaarde.

Aldel verbruikt jaarlijks heel veel energie.

10 Zoek in het artikel op hoeveel energie Aldel jaarlijks verbruikt.

11 Bereken hoeveel energie één elektrolysecel jaarlijks verbruikt. Gegeven: een elektrolysecel is 24 uur per dag en 50 weken per jaar in gebruik.

12 Bereken het aantal elektrolysecellen in de fabriek en vergelijk je antwoord met het gegeven in het artikel.

Ga ervan uit dat 1 kWh € 0,05 kost.

13 Bereken wat de bereiding van 1,0 kg aluminium aan elektriciteit kost.

14 Vat het hele proces in een blokschema samen.

Aluminium

1 Aluminiumoxide, Al_2O_3 .

2 Omdat de elektrolyse bij hoge temperatuur (960 °C) plaats vindt.

3 Natriumaluminiumfluoride.

4 Na^+ , Al^{3+} , F^-

5 Aluminiumoxide heeft een veel te hoog smeltpunt: 2345K (2072 °C) en dat kost dus veel meer energie en is dus duurder.

6 Ja en nee: hij produceert gesmolten aluminium; nee: aluminium wordt tijdens de elektrolyse gevormd, niet gesmolten.

7 Positieve pool: $2 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{e}^-$. Negatieve pool: $\text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al}$.

8 De gevormde zuurstof reageert met de aanwezige koolstof (grafielektrode) tot koolstofdioxide. Dus de grafielektrode brandt weg.

9 Aluminiumoxide bevat 50% aluminium, dus 160 duizend ton aluminium is gevormd uit 320 duizend ton aluinaarde. Bauxiet bevat 50% aluinaarde, dus nodig 640 duizend ton bauxiet.

10 Jaarlijks 1,6 miljard kWh.

11 $P = V \times I = 4,4 \times 140000 = 616000 \text{ W} = 616 \text{ kW}$. 50 weken met $7 \times 24 = 168$ uur is totaal 8400 uur. Dus $W = P \times t = 616 \times 8400 = 5,2 \times 10^6 \text{ kWh}$.

12 Jaarlijks $1,6 \times 10^9 \text{ kWh}$, dus dan $1,6 \times 10^9 / 5,2 \times 10^6 = 310$ elektrolysecellen. Dit komt dus redelijk overeen met de gegevens in het artikel: 304 cellen.

13 $1,6 \cdot 10^9 \text{ (kWh/jaar)} / 160.000 \text{ (kg/jaar)} = 10 \text{ kWh/kg} \equiv 10 \times \text{€ } 0,05 \text{ (/kWh)} = \text{€ } 0,50 \text{ per kg Al}$

14 Fig 49A1501

Agrarisch Dagblad, 20 april 2005

Luchtwassers kunnen stuk goedkoper

Wageningen – De toepassing van kleinere en daardoor goedkopere luchtwassers verhoogt de uitstoot van ammoniak slechts minimaal. Dat blijkt uit onderzoek van Agrotechnology & Food Innovations (A&F), onderdeel van Wageningen UR. Volgens onderzoeker Roland Melse is de capaciteit van luchtwassers nu afgestemd op het verwijderen van ammoniak uit de maximale hoeveelheid ventilatielucht. "Het maximale ventilatiedebiet wordt maar enkele dagen per jaar gehaald. De rest van het jaar worden luchtwassers onderbenut."

Door de luchtwasser te voorzien van een by-pass kan een deel van de ventilatielucht de stal ongezuiverd verlaten als de ventilatoren op volle kracht draaien. De onderzoekers hebben berekend dat als de capaciteit van luchtwassers wordt gehalveerd dat bij vleesvarkens dan 7 tot 10 procent minder ammoniak uit de lucht wordt gehaald. Bij vleeskuikens is die daling 4 tot 5 procent.

Om nog te voldoen aan de ammoniakeisen in de AMvB Huisvesting kan de capaciteit bij vleesvarkens met 70 tot 80 procent omlaag. Bij vleeskuikens is dat 80 tot 85 procent. Hierdoor dalen de exploitatiekosten met 40 tot 60 procent voor een biologische luchtwasser en 60 tot 70 procent voor een chemische luchtwasser.



Archieffoto van een stal met luchtwassers. De wassers verwijderen ammoniak uit ventilatielucht. Foto Marcel Bekken

In het artikel is sprake van luchtwassers.

1 Wat is de functie van de luchtwassers?

2 Verklaar de titel van het artikel: leg uit waarom de luchtwassers stukken goedkoper kunnen.

Men spreekt over chemische en biologische luchtwassers. Bij een chemische luchtwasser laat men de stallucht langs een zure oplossing stromen.

3 Geef de vergelijking van de optredende reactie. Gebruik H^+ of H_3O^+ als zuur.

4 Welke toepassing voor het reactieproduct in de landbouw kun je noemen?

Bij een biologische luchtwasser wordt het te verwijderen gas uit de stallucht door bacteriën omgezet. Hierbij ontstaat salpeterzuur.

5 Geef de vergelijking van de optredende reactie.

Men stapt steeds vaker over op kleinere en daardoor goedkopere luchtwassers.

6 Leg uit dat deze overstap geleid op de milieueisen mogelijk is.

7 Waarom moeten de kleinere luchtwassers wel voorzien worden van een by-pass?

Luchtwassers

1 Luchtwassers moeten de aanwezige ammoniak uit de stallucht verwijderen.

2 Luchtwassers kan men kleiner maken omdat ze niet het hele jaar op de maximale capaciteit werken.

3 $2 \text{ NH}_3 + 2 \text{ H}^+ \rightarrow 2 \text{ NH}_4^+$; $2 \text{ NH}_3 + 2 \text{ H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2 \text{ NH}_4^+ + 2 \text{ H}_2\text{O}$

4 Het reactieproduct kan als kunstmest gebruikt worden in de landbouw.

5 $\text{NH}_3 + 2 \text{ O}_2 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$.

6 Ondanks de verkleining van de luchtwasser haalt men nog steeds de ammoniakelisen die in de AmvB Huisvesting genoemd worden. Bij vleesvarkens kan de capaciteit met 70 tot 80% omlaag, bij vleeskuikens met 80 tot 85%.

7 Enkele keren per jaar moet er meer stallucht afgevoerd worden dan de hoeveelheid die de kleinere luchtwassers aankunnen. Een gedeelte van de stallucht moet dan ongezuiverd afgevoerd worden. Dit gebeurt via de by-pass.

"Ik heb een innerlijk goedpraatmechanisme op gang gebracht. Waarom zou Irak geen recht op hebben op dat spul?"



HET GAS DAT GEEN GAS IS

Wat u moet doen als u met mosterdgas te maken krijgt? Afblijven en maken dat u wegkomt.

ARJEN DIJKGRAAF

Zakenman Frans van Anraat, van oorsprong chemisch analist, wordt verdacht van medeplichtigheid aan genocide. In de jaren tachtig verkocht hij 538 ton thiodiglycol aan de Iraakse overheid. Dat Saddam Hoessein daar mosterdgas van wilde maken om te gebruiken tegen zijn eigen onderdanen, besefte Van Anraat achteraf pas. Zegt hij. Om zulke 'vergissingen' in de toekomst te voorkomen, zet C2W voor u de feiten op een rij.

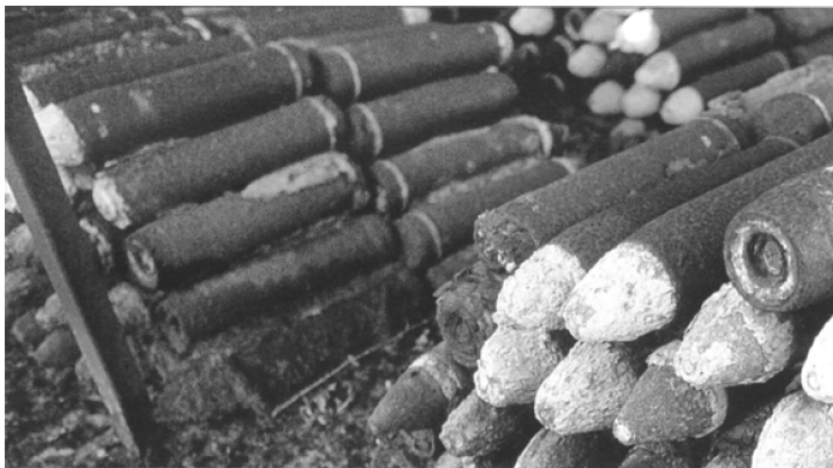
WAT IS MOSTERD GAS?

Bij kamertemperatuur is 'mosterdgas' geen gas maar een dikke bruine vloeistof die slecht oplost in water. Het smeltpunt ligt bij 14 °C, het kookpunt bij 217 °C. Er zijn verschillende chemische benamingen in omloop, zoals 1,1-thiobis (2-chloorethaan) en 2,2'-dichloordiethylsulfide. Met mosterd heeft de verbinding niets te maken, behalve dat hij er volgens sommigen vaag naar ruikt. Mosterdgas is eenvoudig te maken door thiodiglycol (2,2'-dihydroxydiethylsulfide) te laten reageren met zoutzuur. De stof laat zich vervolgens verspreiden door hem mee te geven met een granaat. Ontploft die, dan verspreidt het mosterdgas zich als een nevel of als kleine druppeltjes.

WAT DOET MOSTERD GAS?

Militairen spreken van een 'blaartrekend strijdmiddel'. De druppels trekken in de huid of in de slijmvliezen. Daar leiden ze tot grote blaren, ernstige irritatie van de ogen en zwaarte aangetaste luchtwegen. Sommige slachtoffers gaan dood doordat ze geen adem meer kunnen krijgen, of door infectie van het beschadigde weefsel (met name longontsteking). De meesten overleven het, maar het herstel kan weken duren.

Mosterdgas is verraderlijk. Alleen speciale beschermende kleding houdt de druppels tegen. De nevel is zwaarder dan lucht en verzamelt zich dus in kuilen, bomkraters en andere plekken waar soldaten dekking tegen kogels plegen te zoeken. Bovendien duurt het vaak uren



In België en Frankrijk vinden boeren nog regelmatig onontplofte gifgasgranaten uit de Eerste Wereldoorlog. Ze zijn al die tijd in de modder blijven liggen en komen bij het ploegen weer boven. In speciale fabrieken worden de blindgangers door robots onschadelijk gemaakt. De verwerkingscapaciteit is echter veel te klein. Op de foto een legerdepot in een bos bij Houthulst (West-Vlaanderen), waar duizenden granaten liggen te wachten op demontage. Foto: Piet den Blanken.

voordat de eerste blaren verschijnen, en dan is het al veel te laat om er nog iets tegen te doen.

WIE GEBRUIKT MOSTERD GAS?

De Duitsers zijn ermee begonnen, in juli 1917. Later in de Eerste Wereldoorlog gebruikten beide kampen mosterdgas. Na 1918 zat de angst er goed in. Vrijwel alle grote landen hielden er grote voorraden op na, maar ze durfden er niets mee te doen uit angst dat ze zelf de volle laag zouden terugkrijgen. Wel heeft Italië in de jaren dertig mosterdgas gebruikt in Abessinië (nu Ethiopië) en er zijn berichten dat Saddam Hoessein er Koerden mee heeft bestookt.

BLIJFT HET EEN BEDREIGING?

Volgens een verdrag uit 1997, dat tot nu toe door 167 landen is ondertekend, moeten alle chemische wapens uiterlijk in 2012 zijn opgeruimd. Of dat gaat lukken, is de vraag. Het netjes demonteren van gifgasgranaten kost veel tijd, moeite en geld. Onlangs nog zegde de Nederlandse regering anderhalf miljoen euro toe om een destructiebedrijf in Rusland operationeel te krijgen.

Vroeger deed men die moeite niet. Grote aantallen overtollige gifgasgranaten zijn simpelweg in zee gedumpt. Die liggen daar

nog steeds weg te roesten, terwijl de inhoud nog net zo gevaarlijk is als in 1918. Nu en dan gebeuren er ongelukken doordat vissers ze ophalen in hun netten.

ZAT VAN ANRAAT FOUT?

Thioglycol wordt onder meer verwerkt in textielverven, balpeninkt, kunststoffen en smeermiddelen. De stof is dan ook volkomen legaal. Maar export naar 'verdachte' regimes is dat in de meeste landen niet. En de hoeveelheden die Irak bestelde, waren veel te groot om vreedzame toepassingen waarschijnlijk te maken.

Van Anraat moet het geweten hebben. "Ik heb een innerlijk goedpraatmechanisme op gang gebracht. Als alle landen dat spul hebben, waarom zou Irak er dan geen recht op hebben?", zo bekende hij ooit in de *Haagsche Courant*. Nader commentaar overbodig.

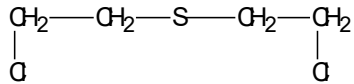
www.pmtag.nl/NL/pmtsecurity/fmosterd.htm
<http://users.pandora.be/blindganger/gasoorlog.htm>
www.geocities.com/~worldwar/default-houthulstn.html
www.nap.edu/books/o30904832X/html/
www.cbwinform.com/General/Proliferation/Thiodiglycol.html

De titel van het artikel roept vragen op.

1 Licht de titel toe aan de hand van de gegeven eigenschappen van mosterdgas.

2 Waarom spreekt men dan nog steeds van mosterd*gas*?

De structuur van mosterdgas is



3 Licht de twee chemische benamingen die in het artikel staan toe aan de hand van deze structuurformule.

Aan de hand van de chemische benaming en structuur van mosterdgas kun je de structuurformule van thiodiglycol ook afleiden.

4 Teken de structuurformule van thiodiglycol.

Uit thiodiglycol kan mosterdgas geproduceerd worden.

5 Geef de vergelijking van deze reactie in structuurformules.

Mosterdgas is verraderlijk.

6 Welke gevolgen heeft mosterdgas op de mens?

Zakenman Frans van Anraat verkocht in de jaren tachtig 538 ton thiodiglycol aan de Iraakse overheid. In het artikel neemt men duidelijk stelling ten opzichte van de handelswijze.

7 Hoe denkt de auteur over deze handelswijze?

8 Wat is jouw mening? Geef argumenten die je mening ondersteunen.

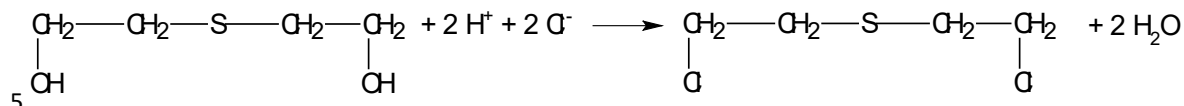
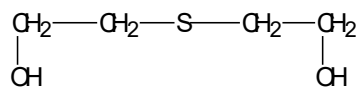
Mosterdgas

1 Mosterdgas is bij kamertemperatuur een vloeistof, geen gas.

2 Bij gebruik werd mosterdgas als een fijne nevel verspreid. Een fijne nevel lijkt op een gas.

3 Thio is zwavel. Aan het zwavel zitten twee ethylgroepen vast. Aan elke ethylgroep zit aan het eind (positie 2) een chlooratoom vast.

4



5

6 De druppels veroorzaken grote blaren op de huid en slijmvliezen. Ogen worden zwaar aangetast, net als de longen.

7 De auteur hekelt de mening van Frans van Anraat: hij zet vergissingen tussen aanhalingstekens, de hoeveelheden zijn veel te groot om vreedzame toepassingen te billijken, en de uitspraken van Van Anraat in de Haagsche Courant worden weergegeven.

8 Eigen beargumenteerde mening leerling.

Opmerking: er zijn verschillende synthesesroutes voor mosterdgas. Een daarvan is de reactie van thiodiglycol met waterstofchloridegas en niet zoals het artikel suggereert met zoutzuur. Er treedt een substitutiereactie op. U kunt hierover of met de leerlingen in discussie gaan of de fout in het artikel verbeteren.

Agrarisch Dagblad, 14 april 2005

Klimaatregeling, schermen en CO₂-dosering houdt paprikatelers bezig

DOOR CLEMENT MOL

ACHTERGROND

Paprikatelers hebben in principe qua installing een normale winter en voorjaar achter de rug. De gewassen zijn volgens Joop Verhoeven, gewasdeskundige bij het veredelingsbedrijf De Ruiter Seeds uit Bergschenhoek vlot weggegroeid.

"Wel hebben enkele paprikatelers door het plotseling invallen van de korte, maar hevige vorstperiode in maart moeite gehad om de gewenste etmaaltemperatuur te halen", stelt Verhoeven op een bijeenkomst van paprikatelers in Bergschenhoek.

"Verder is opvallend dat na de eerste zetting er meer ongelijkheid in stengels wordt waargenomen. Bovendien is de eerste zetting moeizaam gegaan. Telers hebben forse maatregelen moeten nemen om de zetting op gang te krijgen. Op paprikabedrijf Minida in Zevenhuizen is bijvoorbeeld fors minder water gegeven om het gewas tot vruchtzetting te dwingen. Dat verandert de vegetatieve gewasgroei in een generatieve en daar is het de telers om te doen."

Ongeveer 9 weken na de zetting zijn de vruchten oogstrijp. Over de kwaliteit zijn de telers dik tevreden. Een mooie vierkante vorm met een helderrode kleur. Wel hangen er volgens Verhoeven in koude hoeken van de kas iets meer knoopvruchten. Ook bij sterk vegetatief groeien de gewassen ligt het percentage knoopvruchten hoger.



Overdag schermen zorgt voor een groeizaam kasklimaat.

Foto AgD

Vrijwel alle paprikabedrijven maken gebruik van scherminstallaties. Bij de start van de teelt wordt het scherm toegepast om energie en vocht te sparen. Maar met de naderende zomer in het verschiet wordt het scherm meer gebruikt om het klimaat te sturen. "Zeker in de maanden april tot en met juni wordt er geschermd om te hoge gewastemperaturen te voorkomen", zegt Verhoeven. "Bij een deels gesloten scherm stijgt de ruimtetemperatuur weliswaar met 2 graden, maar de gewastemperatuur zakt door de actief blijvende verdamping met 3 tot 4 graden. Een actief gewas is veel belangrijker dan de hogere kastemperatuur. Een actief gewas heeft minder kans op brandvlekken."

Aanhouden van een voldoende

hoge CO₂-concentratie valt in de zomer met geopende luchtramen niet mee. Bij gesloten luchtramen is een concentratie van 800 delen per miljoen (dpm) CO₂ standaard, maar zodra er wordt geventileerd, zakt het niveau naar de buitenwaarde van rond de 300 dpm. "Om CO₂ optimaal te benutten moet gestuurd worden op de branderstand", stelt Verhoeven. "Met een continu lage branderstand wordt meer van deze meststof gebruikt dan bij een hoge branderstand."

Verhoeven waarschuwt onder de 200 dpm CO₂ te komen. Bij een lagere concentratie stopt de assimilatie. Voor het hoogste rendement adviseert Verhoeven 2 uur na zonsopgang met doseren te beginnen en 2 uur voor zonsondergang te stoppen.

Bekijk de titel van het artikel.

1 Leg uit dat de drie genoemde factoren alles met elkaar te maken hebben.

Meerdere factoren beïnvloeden de temperatuur in de kas. Men noemt ondermeer het werken met schermen en verdamping.

2 Leg uit dat door een “actief blijvende verdamping” de temperatuur daalt.

In de zomermaanden heeft men problemen met het aanhouden van een voldoende hoge CO₂-concentratie.

3 Waar is CO₂ voor nodig?

4 Geef de reactievergelijking van de daarbij optredende reactie.

5 Waarom mag de CO₂-concentratie niet onder de 200 dpm dalen?

Verbranding van fossiele brandstoffen in de ketels levert niet alleen warmte maar ook CO₂ op die in de kas gebruikt kan worden.

6 Leg uit dat door verbranding in de ketels CO₂ ontstaat.

Dhr Verhoeven komt met een advies over dosering van CO₂.

7 Licht dit advies toe.



Sojabonen.

POLYETHEEN UIT SOJABONEN

Via een katalytisch proces is biodiesel op basis van sojabonen op redelijk milieuvriendelijke wijze om te zetten in etheen, propeen en andere olefinen. Dat schrijven onderzoekers van de University of Minnosota (Minneapolis/St. Paul, VS) in *Angewandte Chemie International Edition*.

De biodiesel is een mengsel van methyleleaat, methylinoleaat en andere methylesters. De Amerikanen gebruiken een brandstofinspuitsysteem uit een auto om het te vernevelen. Daarna blazen ze de damp, vermengd met lucht, over een katalysator die bestaat uit een paar procent cerium en rhodium op een alumina drager.

Het resultaat blijkt sterk afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof. Bij een C/O-verhouding van 1,3 bestaat de opbrengst voornamelijk uit etheen, propeen, 1-buteen en 1-penteen. Bij een C/O-verhouding van 0,9 komt er vooral koolmonoxide en waterstof (synthesegas) uit. De hoeveelheid kooldioxide blijft in alle gevallen beneden de dertien procent. De oxidatie is exotherm. De onderzoekers gebruiken de vrijkomende warmte om de reactor op temperatuur te houden. Dat maakt het proces minder vervuilend dan een klassieke kraker die energie vreet.

Men kan uit sojabonen biodiesel maken. In de biodiesel zijn methylesters aanwezig.

1 Welke methylesters worden met name genoemd?

2 Geef de structuurformules van de met name genoemde methylesters.

De methylesters worden als grondstof gebruikt voor de productie van alkenen.

3 Hoe vindt deze omzetting plaats?

Men spreekt van het gebruik van een katalysator.

4 Wat is de functie van een katalysator?

Het resultaat blijkt sterk afhankelijk te zijn van de C/O verhouding.

5 Welke C/O verhouding zal men bedoelen?

6 Hoe kan men de C/O verhouding beïnvloeden?

Bij een C/O verhouding van 1,3 ontstaan voornamelijk alkenen.

7 Geef de structuurformules van de gevormde alkenen.

De reactie die optreedt is exotherm.

8 Welk voordeel brengt dat met zich mee vergeleken met de klassieke kraker?

Uit de gevormde alkenen kunnen polymeren gemaakt worden.

9 Geef de reactievergelijking voor de vorming van polyetheen uit etheen.

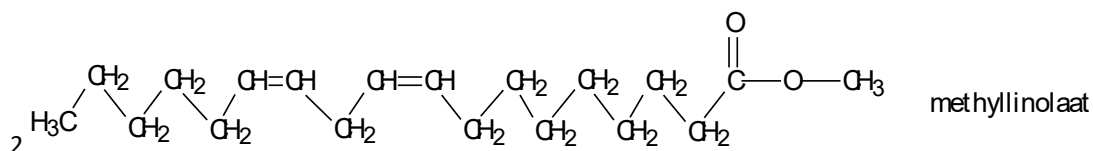
Deze wijze van productie van polyetheen is milieutechnisch op meerdere terreinen gunstig te noemen.

10 Noem twee redenen waarom dit proces goed is voor het milieu.

De titel van een artikel geeft vaak de essentie weer. De titel kan, zoals hier, echter ook erg cryptisch omschreven zijn.

11 Verklaar de titel van het artikel door de stappen door de stappen van het proces te noemen.

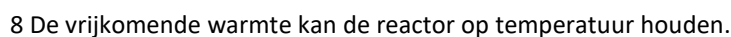
1 Methyloleaat, methyllinoleaat.



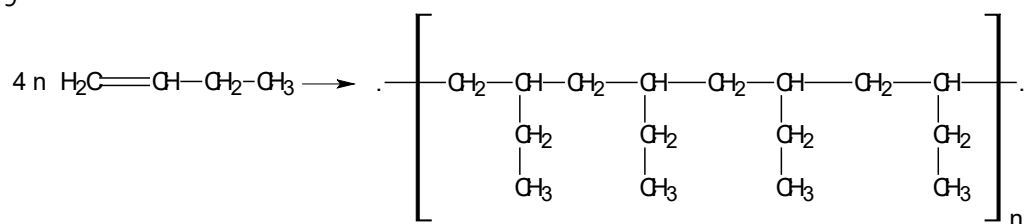
4 Een katalysator versnelt een reactie zonder zelf daarbij verbruikt te worden.

6 Meer of minder lucht (zuurstof) toevoegen aan de vernevelde methylesters.

7



9



11 Uit sojabonen wint men sojaolie. Uit sojaolie wint men olie die verder omgezet wordt in methylesters. Uit methylesters wint men katalytisch alkenen. Uit het alkeen etheen kan polyetheen gemaakt worden.

Opmerking vraag 3 is alleen voor vwo geschikt.

NIEUWE BRANDSTOFCEL DRAAIT LANGDURIG OP BENZINE

Rendementsrace

Een brandstofcel die elektriciteit produceert uit benzine is veel efficiënter dan bestaande brandstofcellen die waterstof gebruiken.

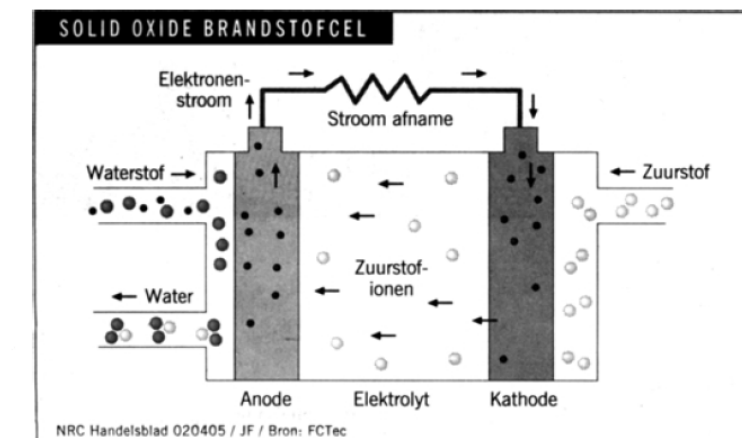
Karel Knip

UITSTEL OF AFSTEL van de waterstof-economie? Verder uitstel op zijn minst. In de online-versie van *Science* (31 maart) melden Amerikaanse onderzoekers de bouw van een experimentele brandstofcel die lange tijd elektriciteit uit benzine produceerde met een energisch rendement van wel 50 procent. Dat is zoveel beter dan gangbare brandstofcellen die waterstof verbruiken dat die laatste wel eens op een zijspoor kunnen raken.

Althans: zolang waterstof, zoals nu het geval is, uit koolwaterstoffen (aardgas of aardolieproducten) wordt bereid. Het beeld kan veranderen als, in een verre toekomst, waterstof grootschalig wordt geproduceerd door inherent veilige kerncentrales of megaparken zonnecellen of giga-vijvers met genetisch gehopen algen of bacteriën. De auteurs Zhongliang Zhan en Scott A. Barnett, beiden verbonden aan de Northwestern University (Chicago), zetten hun resultaten uitdrukkelijk af tegen de nu nog gangbare methoden van waterstofproductie.

De efficiënties in kwestie zijn zogenoemde 'well-to-wheels-efficiënties'. Daarin wordt gemeten en berekend hoeveel procent van de energie-inhoud van de in de natuur ('aan de bron') gewonnen fossiele brandstof uiteindelijk beschikbaar komt voor aandrijving van de assen of wielen van de auto. De well-to-wheels efficiency van de huidige waterstof-brandstofcellen is 29 procent. Dat is vooral zo laag omdat de productie van waterstof uit aardgas maar een rendement heeft van 50 procent. Overigens is de w/w efficiency van een auto met explosiemotor aanmerkelijk lager. En de geavanceerde hybride-auto komt maar op zo'n 32 procent.

RUTHENIUM De hoeveelheid CO₂ en vervuiling die een automotor levert is ruwweg omgekeerd evenredig met zijn rendement. De nieuwe brandstofcellen, die helaas zijn aangewezen op het dure platina-achtige metaal ruthenium, zouden daarom vooral een bijdrage kunnen leveren aan onderdrukking van milieu-



De poreuze anode links absorbeert waterstof dat uiteenvalt en reageert met zuurstofionen afkomstig van de kathode rechts. De anode krijgt een elektronenoverschot dat de kathode opneemt.

vervuiling. Zij zijn niet het antwoord op het opraken van de olievoorraden. Brandstofcellen zijn te vergelijken met batterijen en accu's. Elke cel bevat twee meestal platte en heel poreuze elektroden (de kathode en anode) waarover een spanningsverschil ontstaat met daartussen een ionen-geleidende elektrolyt. Anders dan batterijen en accu's raken brandstofcellen niet 'op' of 'leeg', maar kunnen ze bijna onbeperkt elektriciteit leveren zolang er aanvoer is van brandstof (zoals waterstof, benzine of alcohol) en een oxidator (lucht of zuurstof). Brandstofcellen hebben meestal een typische platte sandwich-structuur waardoor ze zijn te stapelen tot 'stacks'. Brandstofcellen worden ingedeeld in de aard van hun elektrolyt en/of ook wel in hun typische bedrijfstemperatuur. Als veelbelovende optie voor de autoindustrie geldt de 'polymeer elektrolyt brandstofcel' (PEFC), ook wel de 'proton exchange membrane fuel cell' (PEMFC) genoemd. In deze cel worden kathode en anode gescheiden door een heel dunne vaste elektrolyt in de vorm van een plastic membraan. De PEFC verbruikt waterstof die wordt aangevoerd naar de anode die het splitst in protonen en elektronen. De protonen trekken door het membraan naar de kathode waar ze zich verenigen met zuurstof. De optimale werkingstemperatuur van de PEFC ligt beneden honderd graden Celsius. Dat klinkt weliswaar veilig maar wordt toch voornamelijk als een nadeel gezien. De cel raakt snel oververhit en kan zijn afvalwarmte ook niet makkelijk ten nutte maken. Een groter bezwaar van deze PEFC is dat hij is aangewezen op zuiver waterstof dat afzonderlijk in een speciale tank onder hoge druk (of bij zeer lage

temperatuur) moet worden meegevoerd. Er is nog geen distributiesysteem voor waterstof opgezet.

De brandstofcel in het *Science*-artikel is een zogenoemde SOFC, een solid oxide fuel cell. De uiterst dun uitgevoerde keramische elektrolyt bestaat uit zirkonumoxide (ZrO₂) met een kleine toevoeging van yttriumoxide. De anode bestaat daar ook uit maar bevat bovendien veel nikkel, een goede katalysator voor de gewenste elektrochemie. De kathode is een complexe sandwich van heel exotische materialen. Van belang is dat de werkingstemperatuur van de gemiddelde SOFC ruwweg tussen 800 en 1000 graden Celsius ligt. Dat is wel weer erg hoog, waardoor zware eisen aan materialen worden gesteld, maar heeft als groot voordeel dat niet alleen waterstof maar ook koolmonoxide (CO) en methaan (CH₄) als 'brandstof' ter beschikking staan. Dat betekent praktisch gesproken dat de cel benzine en diesel als brandstof kan gebruiken, vooropgesteld dat die voldoende zijn ontzwaveld. De genoemde gassen kunnen in een voorgeschakeld apparaat worden geproduceerd uit een reactie tussen benzine met lucht en stoom onder voldoende hoge temperatuur: 'fuel reforming'.

RENDEMENT Dat biedt niet direct uitzicht op een veel hogere well-to-wheels efficiency dan die van de waterstofcellen, totdat men de hitte die in de brandstofcel ontstaat rechtstreeks en als enige warmtebron voor de reforming inzet. De zogenoemde 'internal reforming' kan de SOFC een schitterend rendement geven, dat is al geruime tijd geleden ingezien. Een grote hindernis was tot dusver dat SOFC-cellen met 'internal

reforming' altijd maar een paar uur goed bleven. Vooral door het gebruik van nikkel in de anode zette zich daar zoveel koolstof af ('coking') dat de cel op den duur al zijn vermogen verliest. Dit probleem lijkt nu opgelost. De onderzoekers plaatsten een poreuze katalysator op basis van ruthenium en ceriumoxide tegen de anode en voegden ex-

tra lucht toe aan hun 'benzine'. Daarna bleef alle koolafzetting op de anode uit (zij het dat hij soms wat verschoof naar de katalysator).

Er is nog een flink voorbehoud: Zhan en Barnett gebruikten niet echte benzine maar iso-oktaan (ter wille van de reproduceerbaarheid van de proeven). Ook werd de 'internal reforming' krachtig

ondersteund met een goed gedoseerde aanvoer van CO₂ en stoom. Daar staat tegenover dat ze het proces op gang wisten te houden bij veel lagere temperatuur dan gangbaar is, niet heel veel hoger dan 700 graden Celsius. Toepassing in auto's komt daardoor in zicht.

1 Noteer de bewering die als uitgangspunt dient voor dit artikel.

Waterstofcellen

Waterstof kan op verschillende manieren geproduceerd worden.

2 Welke manieren noemt Karel Knip in zijn artikel?

Nadat waterstof is geproduceerd kan het in een brandstofcel gebruikt worden als brandstof.

3 Schrijf de halfreacties op die aan beide elektroden plaatsvinden tijdens de stroomlevering van een waterstofbrandstofcel. Geef daarbij tevens aan wat de +pool en de -pool is.

4 Noteer ook de totaalvergelijking.

Men spreekt over de PEFC/PEMFC-brandstofcel en over de SOFC-brandstofcel.

5 Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen deze twee typen brandstofcellen?

Benzine-dieselcellen

De SOFC-brandstofcel kan door 'internal reforming' ook benzine als brandstof gebruiken.

6 Wat versta je onder 'internal reforming'?

De onderzoekers Zhan en Barnett hebben iso-oktaan als brandstof gebruikt.

7 Waarom gebruikten ze niet gewoon benzine?

8 Geef de structuurformule van iso-oktaan.

De molecuulformule van iso-oktaan is C₈H₁₈. Uit iso-oktaan kan waterstof worden gemaakt door een reactie met koolstofdioxide en stoom. Hierbij ontstaan naast waterstof ook koolstofmono-oxide en methaan.

9 Geef de optredende reactie in een vergelijking weer.

De hoge werktemperatuur van de SOFC-brandstofcel brengt ook een voordeel met zich mee.

10 Welk voordeel noemt men?

Een nadeel van de 'fuel reforming' was de afzetting van koolstof (roet).

11 Hoe heeft men dit probleem opgelost?

12 Wat is het grote voordeel van deze nieuwe handelswijze?

Zowel waterstof, koolstofmono-oxide als methaan kunnen als brandstof in de SOFC-brandstofcel gebruikt worden.

13 Geef de halfreactie die optreedt als koolstofmono-oxide met oxide-ionen reageert aan de anode.

14 Geef de halfreactie die optreedt als methaan met oxide-ionen reageert aan de anode.

In het artikel in Science hebben de onderzoekers Zhan en Barnett laten zien dat een SOFC-cel op iso-oktaan een geduchte concurrent is geworden van de waterstofbrandstofcel.

15 Bedenk twee praktische voordelen van de benzinebrandstofcel ten opzichte van de waterstofbrandstofcel.

Rendementsrace

1 Een brandstofcel die elektriciteit maakt uit benzine is veel efficiënter dan een brandstofcel die waterstof gebruikt.

2 Waterstof kan uit fossiele brandstoffen worden gemaakt. Waterstof kan via elektrolyse uit water worden bereid. Waterstof kan door bacteriën worden gemaakt.

3 Anode, + pool: $\text{H}_2 + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$. Kathode, - pool: $\text{O}_2 + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{O}^{2-}$.

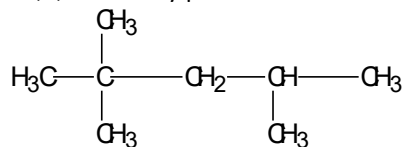
4 Totaal: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

5 De werkzame temperatuur is bij de PEFC veel lager dan bij de SOFC. DE PEFC kan alleen waterstof als brandstof gebruiken, de SOFC kan ook nog koolstofmono-oxide en waterstof als brandstof gebruiken.

6 In het systeem wordt eerst de benzine omgezet in kleinere deeltjes (waterstof, methaan en koolstofmono-oxide).

7 Ter wille van de reproduceerbaarheid van de proeven

8 2,2,4-trimethylpentaan



9 $\text{C}_8\text{H}_{18} + 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 7 \text{H}_2 + 10 \text{CO} + 2 \text{CH}_4$.

10 De vrijkomende warmte kan gebruikt worden om het 'internal reforming'-proces te laten verlopen.

11 Men heeft een nieuwe katalysator ingezet die roetvorming voorkomt.

12 Het grote voordeel is dat de cel nu veel langer operationeel is.

13 Halfreactie: $\text{CO} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{e}^-$.

14 Halfreactie: $\text{CH}_4 + 4 \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 8 \text{e}^-$.

15 Het transport van benzine is makkelijker (voor benzine is geen zware tank met extra dikke wanden nodig zoals bij waterstof). Voor benzine is al een netwerk van pompen aanwezig, voor waterstof niet.

De Gelderlander, 16 februari 2005

'Kyoto is eerste kleine stap'

Door JURRE JOCHEMSEN

NIJMEGEN • „Kyoto heeft geen enkele zin”, zeggen de sceptici. „Het gaat lang niet ver genoeg”, zeggen de alarmisten. Dit tekent de strijd tussen twee kampen over het Kyoto-protocol.

Hans Labohm wijst het verdrag nadrukkelijk af. De econoom, verbonden aan Instituut Clingendael, meent dat 'de voorstanders van Kyoto zich baseren op onderzoeken waar de juiste wetenschappelijke basis voor ontbreekt'. Het ratificeren van het verdrag is volgens hem een grote fout, want het kost te veel en het levert niets op. Volgens het Centraal Planbureau kost het Kyoto-protocol Nederland ongeveer 700 miljoen euro per jaar.

Labohm: „Kyoto heeft geen zin. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) van de Verenigde Naties meent dat het bewijs voor een stijging van de temperatuur op aarde geleverd is en daarbij baseert men zich vooral op de zogeheten hockeystick grafiek. Daaruit blijkt dat de temperatuur eeuwenlang relatief stabiel is, maar pas in de 20ste eeuw omhoog schiet (in de vorm van een hockeystick, JJ). Dat zou voor een belangrijk deel het gevolg

zijn van menselijk handelen. Dat betwijfel ik, want Canadese onderzoekers hebben namelijk aangetoond dat dit bewijs onvoldoende is. Dit maakt de dreiging van een catastrofale opwarming er een stuk kleiner op.”

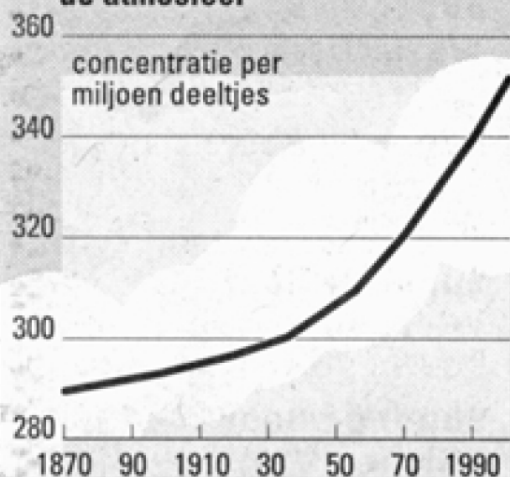
Het KNMI meldt bij monde van Rob van Dorland echter dat de IPCC zich niet zo zeer baseert op de hockeystick-grafiek als wel op wetenschappelijk inzicht in de werking van de atmosfeer en de bewezen invloed van de mens op de hoeveelheid broeikasgassen. Dit inzicht is volgens hem voornamelijk gebaseerd op gegevens uit de 20ste eeuw, die nauwkeuriger zijn dan de cijfers tussen 1000 en 1900 waar Labohm op doelt.

Greenpeace Nederland vindt dat Kyoto reden is voor een klein feestje. „Maar”, zegt woordvoerder Hans Altevogt, „uitbundig is dit feest niet.” Daarvoor is de stap volgens de milieuorganisatie te klein en te bescheiden. „Alle wetenschappelijke rapporten bevestigen dat er veel meer nodig is dan een verminderde CO₂-uitstoot van 5 procent wereldwijd. Volgens vrijwel alle wetenschappers is een reductie van 70 tot 80 procent pas een reden voor tevredenheid. Maar goed, de eerste stap is in ieder geval genomen.”

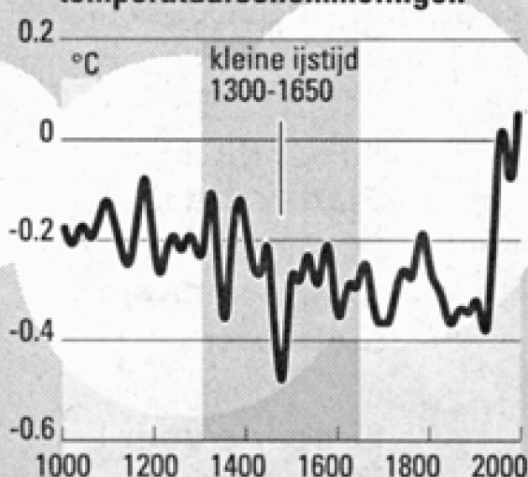
CO₂-uitstoot en klimaatverandering

Het Kyoto-protocol over de klimaatveranderingen schrijft landen voor hun CO₂-uitstoot te beperken. Volgens veel wetenschappers is de CO₂-uitstoot verantwoordelijk voor stijging van de temperatuur, smelten van de ijskappen en stijging van de zeespiegel.

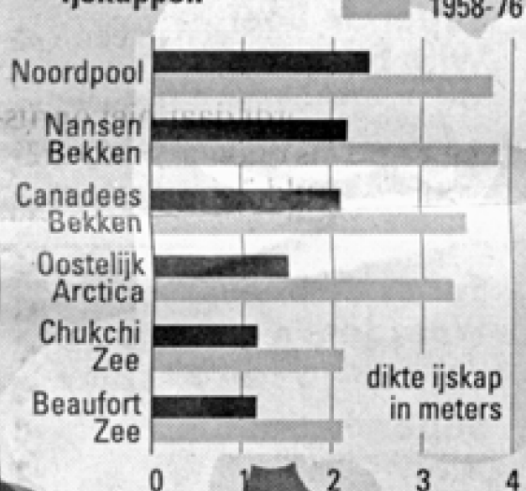
CO₂-concentratie in de atmosfeer



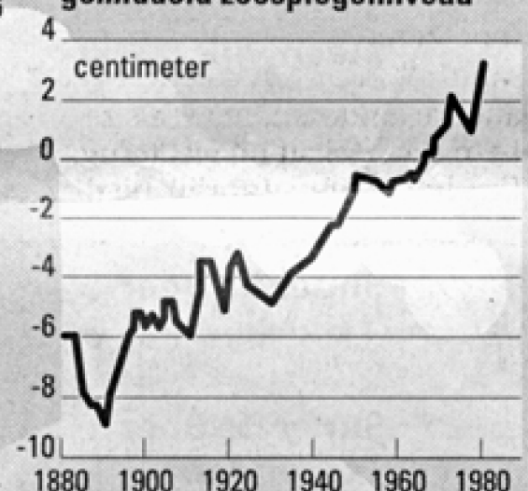
temperatuurschommelingen



smelten van de ijskappen



gemiddeld zeespiegelniveau



In het “Kyoto-protocol” hebben landen afgesproken hun CO₂ –uitstoot te beperken en zo het broeikaseffect tegen te gaan.

Men spreekt in het artikel over twee kampen.

1 Geef de namen van de twee kampen die men beschrijft.

2 Wat zegt elk kamp over het Kyotoprotocol?

In het artikel spreekt men van de hockeystickgrafiek.

3 Wat bedoelt men daarmee?

4 Wat zegt Hans Labohm over het bewijs van het IPCC?

5 Wat brengt het KNMI daar tegen in?

De vier grafieken leveren volgens vele wetenschappers samen het bewijs dat de stijgende CO₂-concentratie de veroorzaker is van het versterkte broeikaseffect.

6 Wat zegt elke van de vier grafieken afzonderlijk?

7 Verklaar dat je hiermee de conclusie kunt trekken die vele wetenschappers ook getrokken hebben.

8 Wat is jouw mening? Ben jij het met de vele wetenschappers eens of met Hans Labohm? Geef je beargumenteerde mening.

Kyoto is eerste kleine stap

1 De sceptici en de alarmisten.

2 De sceptici zeggen dat Kyoto geen enkele zin heeft, je kunt het net zo goed achterwege laten want het levert niets op. De alarmisten zeggen dat Kyoto nog lang niet ver genoeg gaat, er moeten nog veel drastischer maatregelen getroffen worden.

3 Dat de temperatuurstijging in de 20^e eeuw in de vorm van een hockeystick te voorschijn komt in de grafiek.

4 Hij zegt dat men zich baseert op onderzoeken waar de juiste wetenschappelijke basis van ontbreekt.

5 Dat men zich niet zo baseert op alleen de hockeystickgrafiek als wel op wetenschappelijk inzicht in de werking van de atmosfeer en de bewezen invloed van de mens op de hoeveelheid broeikasgassen.

6 CO₂: de concentratie is vanaf het midden van de vorige eeuw sterk gestegen. Temperatuurschommelingen: vooral in de 20^e eeuw een sterke stijging ten opzichte van de afgelopen 9 eeuwen. Smelten ijskappen: de ijskappen zijn de laatste 50 jaar flink in dikte afgenomen. Zeespiegelniveau: in de 20^e eeuw een gestage stijging, vooral in de laatste 50 jaar.

7 De gegevens uit de vier grafieken wijzen erop dat door de toename van de CO₂-concentratie de temperatuur verhoudingsgewijs sterk is gestegen, de ijskappen sterk geslonken en het zeespiegelniveau sterk gestegen is.

Natuurlijk wel in relatie tot het feit dat men weet dat koolstofdioxide een broeikasgas is.

8 Eigen beargumenteerde mening van de leerling.

Agrarisch Dagblad, 28 april 2005

Greenpeace nekte gentech in EU

Gentechnologie wordt al jaren gebruikt bij de productie van medicijnen en enzymen, maar er bestaat veel weerstand tegen. Die weerstand komt voort uit onwetendheid en onkunde, maar is onterecht stelt Popke Miedema.

DOOR POPKE MIEDEMA

OPINIE

Meer inzetten op biotechnologie is het devies van Aalt Dijkhuizen, voorzitter van de raad van bestuur van Wageningen UR (AgD 7 april). Europa heeft een grote achterstand opgelopen op de Verenigde Staten en China. Hoe is dat gekomen?

De malaise begon toen de eerste transgene soja uit de VS naar Europa werd gevoerd. Greenpeace had net de Brent Spar-affaire afgesloten met een overwinning op Shell. Transgene gewassen waren het volgende mikpunt.

In de herfst van 1996 werd het publiek gebombardeerd met onheilstijdingen voor natuur, milieu en volksgezondheid. Het circus is nog steeds niet afgelopen.

In Nederland werden de acties gesteund door de Stichting Natuur en Milieu en Milieudefensie. Het alarm werd overgenomen door de media.

Greenpeace dreigde met een boycot van voedingsmiddelen en winkelketens. Het werkte. Diverse bedrijven verklaarden zich gentech-vrij. In plaats van samen een front te vormen en schadevergoeding te claimen, gaf men toe. De milieubeweging had haar eerste overwinning behaald.

Toen bleek dat transgene producten toch niet tegen te houden waren, kwamen de milieugroepen met de volgende eis: etikettering. De consument moest kunnen kiezen. Bedrijfsleven en overheid hadden aanvankelijk grote bezwaren. Bovendien was de soja door gezondheidsautoriteiten in de VS en Europa goedgekeurd.

Spoedig zwichtte men en werd een etiketteringsregeling van kracht voor de hele EU. De tegen-



Bij de Brent Spar-affaire verklaarde Greenpeace achteraf dat ze het publiek verkeerd had voorgelicht. Foto ANP

standers hadden opnieuw gewonnen. Er moesten gescheiden voedselketens komen en toetsmethoden voor de controle. Deze beslissing heeft geleid tot een prijsverhoging van de grondstoffen van 15 tot 40 procent.

'Met het verdwijnen van Pronk is het tij gekeerd'

Na de soja kwam transgene maïs. Ook hier werd actie tegen gevoerd. De stemming in Europa was al zozeer beïnvloed dat het Europese Parlement de toelating blokkeerde. De parlementariërs negeerden wetenschappelijke gegevens en herhaalden de bezwaren die Greenpeace hen had voorgeschoteld. De Europese Unie stelde van 1998 tot 2004 een moratorium in.

In Nederland werd de situatie helemaal rampzalig toen Jan Pronk, minister van VROM van 1998 tot 2002, botweg weigerde vergunningen af te geven voor alle veldexperimenten. De schade is niet te overzien. Met het verdwijnen van Pronk is in Nederland het tij gekeerd.

Door een ongelukkig toeval is de biologische landbouw ook tegen gentechnologie. Rudolf Steiner, de grondlegger van de bielandbouw, deed rond 1900 allerlei nieuwigheden in de ban. De hele sector zit nu opgescheept met een pseudo-religieus voorschrift dat zo snel mogelijk moet verdwijnen.

Gentechnologie wordt al jaren gebruikt bij de productie van medicijnen en enzymen (in brood bijvoorbeeld), maar toepassing in de plantenveredeling leidde tot hevig protest van de milieubeweging.

Het alarm voor de natuur, milieu en volksgezondheid sluit aan bij bestaand onbehagen. Het geheel werd nog voorzien van een moreel etiket: ongeoorloofd ingrijpen in de natuur. Dat de risico's niet aantoonbaar zijn is geen probleem. Met onbekende risico's op de lange termijn kunnen ze nog jaren vooruit.

Bij de Brent Spar-affaire verklaarde Greenpeace achteraf dat ze het publiek verkeerd had voorgelicht. Bij de acties tegen gentech-gewassen zijn ze, na 9 jaar actievoeren, daartoe niet bereid omdat hun einddoel, volledige uitbanning, nog niet is bereikt.

In de VS hebben de actiegroepen geen invloed gehad. Dat Europa achterloopt is geheel te wijten aan de politiek, die de eisen van de protestgroepen heeft gehonoreerd met overbodige regelgeving en verbodsbepalingen.

Het is te hopen dat de politici gaan inzien dat ze voor een goed beleid betrouwbare informatiebronnen moeten raadplegen. Dat is broodnodig voor de ontwikkeling van de kenniseconomie.

□ **Popke Miedema is bioloog en voormalig medewerker van Wageningen Universiteit en Researchcentrum. Een deels overeenkomstig artikel verscheen in Trouw van 20 april.**

Men spreekt in het artikel over gentechnologie.

1 Wat is gentechnologie?

2 Waarom bestaat er volgens de auteur veel weerstand tegen gentechnologie?

Het offensief van milieuorganisaties tegenover gentechnologie bij soja kende diverse fasen.

3 Welke fasen beschrijft de auteur in het artikel?

4 Welke positieve uitkomsten van de toepassing van gentechnologie noemt de auteur in zijn artikel?

Het is duidelijk uit het artikel hoe de auteur denkt over de invloed van milieuorganisaties met betrekking tot gentechnologie.

5 Geef duidelijk aan hoe dit uit het artikel blijkt.

6 Ben jij het eens met de auteur? Licht je antwoord toe.

Greenpeace nekte gentech in EU

1 Gentechnologie maakt het mogelijk om genetische eigenschappen van planten en dieren aan te passen.

2 Er bestaat veel weerstand uit onwetendheid en onkunde die gevoed wordt door milieuorganisaties. Dat is tenminste de mening van de auteur van het artikel.

3 De eerste fase was de dreiging van een boycot om voedingsmiddelen waar gentechnologie bij gebruikt was. De tweede fase, nadat bleek dat transgene producten niet tegen te houden waren, was de eis tot etikettering.

4 Gentechnologie gebruikt men bij de productie van medicijnen en van enzymen.

5 Hij schrijft dat het circus van onheilstijdingen door milieuorganisaties nog steeds niet is afgelopen. Overheid en bedrijfsleven zwichtten tegenover de eisen van milieuorganisaties in plaats van samen een front te vormen en schadevergoeding te claimen. In Nederland werd het helemaal rampzalig toen Jan Pronk, minister van VROM van 1998 tot 2002, botweg weigerde vergunningen voor proefvelden af te geven. Het geheel werd nog voorzien van een moreel etiket: ongeoorloofd ingrijpen in de natuur. Bij de acties tegen gentech-gewassen zijn ze nog niet bereid om het publiek te vertellen dat ze verkeerde voorlichting hebben gegeven.

6 Eigen mening leerling.

Agrarisch Dagblad, 17 maart 2005

Belonen of bestraffen is de keuze voor tuinders bij CO₂-emissiehandel

DOOR JOKE KRANENBERG

ACHTERGROND

Energiebesparen belonen of energieintensieve teelten afstraffen. Dat is het dilemma waar de tuinbouw een keuze in moet maken bij de CO₂-emissiehandel. Het bleek ook op de tweede informatieavond over dit onderwerp in Berkel-Enschot. "Wat willen we als sector bereiken", stelde een teler de hamvraag.

"Deze vraag stellen we u", kaatste CO₂-handelsdeskundige Hans Warmenhoven de bal terug. "Eigenlijk moet u met z'n allen uzelf overstijgen", vindt Frans Hoogervorst, voorzitter van de LTO-vakgroep Glastuinbouw. "Willen we de structuur in de sector veranderen of zien we het als een milieumaatregel waarmee we zo flexibel en efficiënt mogelijk mee om moeten proberen te gaan. Anders gezegd: gaan we voor sanering of gaan we voor behoudt van de sector in alle verscheidenheid."

Om dit beeld duidelijk te krijgen, moesten de aanwezige tuinders 3 vragen beantwoorden. De

eerste vraag luidde: hoe gaan we de rechten verdelen, moet dit vooraf of achteraf gebeuren. De tweede vraag: moeten we aansluiten bij het Europese handelsstelsel of moet de sector een eigen stelsel opzetten. En als laatste: willen we als collectief of als individuele tuinder handelen.

Hoewel de tuinders over de antwoorden wel een duidelijk en helder beeld hadden, de keuze's werden vrijwel unaniem uitgesproken, blijven er nog veel details bestaan waarover onduidelijkheid is. Over de verdeling bijvoorbeeld. Voor de hele sector is er nu een emissie vastgesteld van 6,5 miljoen ton CO₂ die de glastuinbouw mag uitstoten bij een areaal van 10.500 hectare, maar wie krijgt wat? "Gaan we bijvoorbeeld de hele 6,5 miljoen ton verdelen, of houden we de ruimte die er nu nog inzit als reserve. En wat gaat er met deze reserve gebeuren. Probeer je daarmee collectief geld te maken om daar bijvoorbeeld onkosten van te betalen. Het is een interessant onderwerp waarop we nader te-

rug zullen komen", verzekert Hoogervorst.

Een teler uit de zaal verwoorde een punt van grote zorg. "Er is momenteel een grote uitbreiding in de de intensieve belichte teelten. Wat doe je hiermee?"

Hoogervorst: "Dat is ook een punt van zorg voor ons. Want daardoor is de 6,5 miljoen ton heel snel vol. Toch hangt het er ook vanaf waar de afrekening plaatsvindt. Gebeurt dat voor de hele sector of gebeurt dat op het individuele bedrijf."

Ook kwamen er vragen over de toekomstige waarde van 1 ton kooldioxide. "Dat is de miljoen dollar-vraag", antwoordt Hans Warmenhoven. "Daar is op dit moment weinig zinnigs op zeggen. Dat hangt ook af van de ontwikkelingen in Rusland, Amerika, China of India. Deze landen doen niet mee met de Kyoto afspraken." Warmenhoven heeft uitgerekend dat op dit moment een ton CO₂ ongeveer 10 euro kost. "De afgelopen maanden is er handel ontstaan, maar de prijzen schommelen nog enorm."

Als gevolg van het Kyotoverdrag mag de Nederlandse tuinbouw maximaal 6,5 miljoen ton CO₂ uitstoten.

1 Waarom wil men de uitstoot van koolstofdioxide inperken?

Koolstofdioxide komt vrij in de glastuinbouw maar kan daar ook weer gebruikt worden.

2 Waar en wanneer komt er in de glastuinbouw koolstofdioxide vrij?

3 Leg uit dat koolstofdioxide in de glastuinbouw ook weer nuttig gebruikt kan worden.

Het areaal (= oppervlak) glastuinbouw bepaalt de maximale uitstoot aan koolstofdioxide.

4 Wat is de gemiddelde toegestane uitstoot per hectare?

5 Geef aan hoe de genoemde handel in uitstootrechten kan ontstaan in de glastuinbouw.

Men geeft aan dat door de toename van intensieve belichting de CO₂-emissie voor de tuinder toeneemt.

6 Licht dit toe.

De titel van het artikel is "Belonen of bestraffen is de keuze voor tuinders bij CO₂-emissiehandel"

7 Leg uit of het artikel iets heeft toegelicht over die emissiehandel?

CO₂-emissiehandel

1 Koolstofdioxide veroorzaakt het broeikaseffect. Een hoger percentage koolstofdioxide in de atmosfeer geeft een versterkt broeikaseffect. Hierdoor zou de gemiddelde temperatuur op aarde kunnen stijgen. Gevolgen: stijgende zeespiegel, smeltende poolkappen.

2 Bij de verbranding van brandstoffen voor het opwekken van warmte. Dus als de temperatuur in de kassen te laag is/wordt.

3 Koolstofdioxide heeft de plant nodig tijdens de fotosynthese. Dus veel tuinders gebruiken hun afvalgassen, na reiniging, als koolstofdioxidebron voor de planten.

4 Er mag 6,5 miljoen ton uitgestoten worden bij een areaal van 10500 hectare. Dus gemiddeld $6500000/10500 = 620$ ton per hectare (per jaar).

5 Er zullen tuinbouwbedrijven zijn die minder koolstofdioxide uitstoten dan toegestaan. Zij kunnen dit aanbieden aan bedrijven die meer koolstofdioxide uitstoten dan toegestaan.

6 Intensieve belichting vraagt veel elektriciteit. Elektriciteit betekent dat er energie opgewekt is. Voor elke gebruikte kWh zal de tuinder CO₂-emissie moeten inzetten.

7 De teneur van het artikel is dat er meer gesproken wordt over de inzet van de CO₂-emissierechten dan over het eigenlijke probleem zelf.

ASYMMETRISCHE ADDITIE

Chemisch2Weekblad, 25 september 2004

Asymmetrische additie. Complexen van koperionen zijn in gebruik voor de asymmetrische 1,4-additie van organische zinkverbindingen aan enonen. Tot nu toe kon dit alleen met dialkylzinkverbindingen, maar het is Diego Peña en collega's van de RuG gelukt om een diarylzinkverbinding asymmetrisch te adderen aan cyclohexenon. Het geheim is het gebruikte kopercomplex met fosforamidiet liganden. Dit complex katalyseert de reactie van cyclohexenon met difenylzink tot 3-fenylcyclohexanon. Het gevormde fenylcyclohexanon had een enantiomere overmaat van 94 procent. Koper kan zo dienen als een alternatief voor de dure rhodiumkatalysatoren die tot nu in gebruik waren.

Peña, D., López, F., Harutyunyan, S.R., Minnaard, A.J. & Feringa, B.L. (2004). *Chem. Commun.*, 2004 (16), 1836-1837

Grotere moleculen kun je onder andere maken door een additiereactie van kleinere moleculen. Addities vinden meestal plaats aan dubbele bindingen in moleculen. In het artikel is sprake van de additie van diarylzink aan cyclohexenon.

Men spreekt over dialkylzinkverbindingen en diarylzinkverbindingen. Difenylzink is een diarylverbinding, diethylzink is een dialkylverbinding. Fenyl geeft aan dat een benzeenring als zijgroep aanwezig is, C₆H₅-.

1 Geef de formule van difenylzink en diethylzink.

Het is gelukt om difenylzink asymmetrisch te adderen aan cyclohexenon. Bij deze reactie ontstaat een fenylcyclohexanon.

2 Geef de twee mogelijke structuurformules van cyclohexenon.

3 Geef de structuurformule van het fenylcyclohexanon dat ontstaat bij de reactie.

4 Leg uit dat bij de reactie een additie is opgetreden.

5 Leg uit dat het gevormde fenylcyclohexanon uit beide structuren cyclohexenon (zie vraag 2) ontstaan kan zijn.

Het gevormde fenylcyclohexanon heeft zowel een links- als rechtsdraaiende vorm.

6 Licht dit toe.

Bij de reactie ontstaat één van de twee in een flinke overmaat.

7 Hoe kun je dat uit het artikel afleiden?

Men gebruikt een andere katalysator dan voorheen.

8 Wat is het voordeel van het gebruik van het koperionencomplex vergeleken met de rhodiumkatalysatoren?

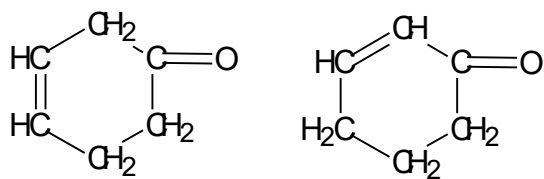
9 Wat doet een katalysator in het algemeen?

10 Wat doet de koperionencomplexkatalysator bij het beschreven proces in het bijzonder?

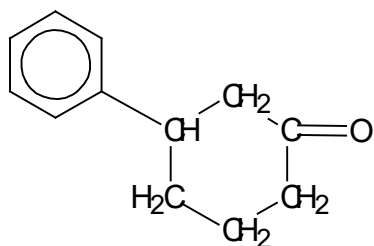
Asymmetrische additie

1 Difenylzink: $\text{Zn}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$; diethylzink: $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$.

2



3



4 De dubbele C=C binding is omgezet in een enkele C-C binding.

5 De naam 3-fenylcyclohexanon geeft aan dat de fenylgroep aan de derde C zit (de C van de C=O groep heeft nummer 1). Bij de ene cyclohexanonstructuur zit de dubbele binding tussen de 2^e en 3^e C, bij de andere tussen de 3^e en 4^e C. In beide gevallen is de 3^e C dus een C met een dubbele binding.

6 Het C-atoom waar de fenylgroep aan vastzit is een asymmetrisch C-atoom, dus er zijn twee mogelijke ruimtelijke structuren.

7 Er staat: een enantiomere overmaat van 94%.

8 Het koperionencomplex is veel goedkoper (en is in staat om arylgroepen te adderen).

9 Een katalysator versnelt een chemische reactie.

10 Hier zal de katalysator een specifieke chemische reactie de voorkeur geven.

Opmerking: Voor de leerlingen zal op basis van de uitgangsstof en het product duidelijk zijn dat het om een additiereactie gaat. Het precieze mechanisme is na literatuuronderzoek en navraag bij de auteurs niet duidelijk geworden.