

Chemie

IN DIT NUMMER:

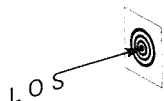
- * DRINKWATER
- * OPLOSMIDDELEN
- * LUCHT SCHONER DOOR.....
- * ZWAVELBACTERIE
- * OZONGATREPARATIE
- * ROOD LICHT GROENE VLAM
- * MAGNETRON
- * COEVORDEN IN DE STANK
- * NATRIUMZWAVELACCU
- * IJZIGE BRUG

Praktijk

REDAKTIE: Miek Scheffers-Sap
Jos Bierman
Leo Zelissen

CORRESPONDENTEN: Ton van Berkel
Geeske van Hoeve-Brouwer

UITGAVE in samenwerking met:



leermiddelenontwikkeling
scheikunde:
Margriet van Helvoort
Ab Ypma

ADMINISTRATIE: KPC
Postbus 482
5201 AL 's Hertogenbosch

DRUK: Ons Middelbaar Onderwijs
Tilburg

CORRESPONDENTIE: Miek Scheffers-Sap
de Moeshof 9
5258 ER Berlicum

U kunt zich abonneren door f 10,- (per jaar, 3 nrs) over te maken op girorekening 3566646 t.n.v. LOS te Arnhem.

Als U op een zaterdagavond rustig de krant zit te lezen, kan het gebeuren dat U een artikel tegen komt dat goed bruikbaar is in de klas. Maar misschien heeft U dan net geen zin om te gaan knippen en vragen te bedenken. Meestal komt U er dan helemaal niet meer aan toe. Veel scheikundedocenten vinden het toch belangrijk dat de aktualiteit in hun lessen aan bod komt. Voor die docenten wordt nu Chemie Aktueel uitgebracht. Want het is een tijdschrift voor het scheikunde-onderwijs dat gebruik maakt van kranteartikelen, tijdschriftartikelen, folders en dergelijke. Bij dat materiaal zijn opdrachten gemaakt, soms ook practica.

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

Voor natuurkunde bestaat een overeenkomstige uitgave.

INHOUD	PAG.
DRINKWATER	1
klas: 4 HV	
stof: zouten, berekeningen	
kernbegrippen: ionenvergelijkingen, molberekening	
OPLOSMIDDELEN	2
klas: 5, 6 HV	
stof: organische chemie	
kernbegrip: veiligheid	
LUCHT SCHONER DOOR.....	4
klas: 3 HV	
stof: milieuchemie	
kernbegrip: verbranding	
ZWAVELBACTERIE	6
klas: 4 HV	
stof: berekeningen	
kernbegrip: verbrandingen	
OZONGATREPARATIE	8
klas: 5, 6 HV	
stof: reactiemechanisme	
kernbegrippen: enthalpieën, katalysator, elektronen, structuurformules	
ROOD LICHT VOOR GROENE VLAM	10
klas: 5,6 HV	
stof: kunststoffen	
kernbegrippen: PVC, milieu	
MAGNETRON	13
klas: 5 HV	
stof: chemische binding, reactiesnelheid	
kernbegrip: polaire stof	
COEVORDEN IN DE STANK	15
klas: 4 HV	
stof: milieuchemie	
NATRIUMZWAVELACCU	17
klas: 5 HV	
stof: electrochemie	
kernbegrippen: Na/S-accu	
literatuur: Dahlke: Die Natrium-Schwefel-Batterie Praxis der Naturw. Chemie 38,14,1989	
IJZIGE BRUG	20
klas: 4 HV	
stof: practicum	
kernbegrip: vriespuntdeling, oplosbaarheid, oplossnelheid	
DOCENTENHANDLEIDING	23
ANTWOORDEN	25

DRINKWATER

Lees onderstaand artikeltje (NRC-Handelsblad, 14 september 1989):

Noordhollands drinkwater bevat te veel natrium

NRC 14 sept. 1989

BLOEMENDAAL, 14 sept. — Door de langdurige droogte dreigt het zoutbestanddeel natrium in een deel van het drinkwater voor Noord-Holland de norm van 120 miligram per liter te overschrijden. Het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN) ziet zich daarom genoodzaakt bij het ministerie van milieu ontheffing voor de natriumnorm aan te vragen. Behalve de droogte is ook de lozing van zout (bestaande uit natrium en chloride) in de Rijn door Franse kalimijnen in de Elzas een oorzaak. Jaarlijks komt uit de Rijn via de IJssel drie miljoen ton zout in het IJsselmeer terecht. Het chloride-gehalte in dat drinkwater gaat 'reeds geruime tijd' de norm van 150 mg/l te boven.

1. Geef de formule van 'natrium' in drinkwater.
2. Bereken het aantal mmol 'natrium' dat geldt als norm voor het drinkwater (per liter).
3. Leg uit hoe droogte overschrijding van deze norm kan veroorzaken.
4. Geef de formule van het zout dat volgens het artikeltje door de Franse Kalimijnen wordt geloosd.
5. Bereken hoeveel mmol 'chloride' overeenkomt met de norm van 150 mg/l.
6. Neem aan dat het zoutgehalte 400 mg/l is. Bereken hoeveel liter water er dan tenminste in het IJsselmeer stroomt.

Oplosmiddelen bedreigen duizenden werknemers

TOLUEEN, trichloorethyleen, thinner, wasbenzine, hexaan. Enkele namen van organische oplosmiddelen die direct de associatie met milieuvervuiling en afgebroken woonwijken oproepen. Maar terwijl kosten noch moeite worden gespaard als het milieu in het geding is, lijkt het omgekeerde te gelden als het om de werknemers gaat die met dezelfde stoffen werken.

Onderzoek naar de gevolgen van blootstelling aan organische oplosmiddelen is beperkt. Slachtoffers krijgen geen erkenning. En dagelijks staan vele duizenden werknemers bloot aan te hoge concentraties giftige stoffen. Met de zegen van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

„Het is soms alsof m'n hersenen nog op m'n nachtkastje staan.” De 28-jarige Rotterdammer Sjaak van Toledo is ex-dakdekker. Hij lijdt aan het 'organopsychosyndroom' (OPS): aantasting van het centraal zenuwstelsel door blootstelling aan organische oplosmiddelen. Vergeetachtigheid, concentratieproblemen, depressies, verlamingsverschijnselen.

Duizenden Nederlanders staan dagelijks bloot aan organische oplosmiddelen die hersenen en zenuwstelsel kunnen beschadigen.

Gevolgen: vergeetachtigheid, concentratieproblemen, depressies, verlamingsverschijnselen.

De medische wetenschap geeft niet thuis.

Volkscrant 29 aug. 1989



Op basis van onderzoek stelt de overheid, in dit geval het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, een MAC-waarde vast: de Maximaal Aanvaardbare Concentratie. Middels de Arbeidsinspectie kan het ministerie controle uitoefenen op de naleving van een dergelijk voorschrift.

Over de vraag of de Arbeidsinspectie de bestaande normen kan handhaven,

bestaan twijfels. De Algemene Rekenkamer zal in haar rapport over de inspectie, dat in september verschijnt, in dit verband menig ambtelijk oortje wasen. De weinige ambtenaren van de Arbeidsinspectie zijn vaak dermate verstrikt in de bureaucratie dat in sommige districten bedrijven slechts één keer in de twintig jaar een inspecteur op visite krijgen. Een keer in de vier jaar is een goede score. Slechts zelden grijpt een inspecteur tijdens die bezoeken naar zijn meetinstrumenten.

Vervelend is dat — als ze al metingen moeten verrichten — de inspecteurs slechts een serie bijzonder dubieuze normen tot hun beschikking hebben waar het gaat om blootstelling aan giftige stoffen. Verder heeft de Arbeidsinspectie geen zeggenschap over de arbeidsomstandigheden in de detailhandel en bij de overheid zelf. Daar is de Arbeidsomstandighedenwet nog niet van toepassing.

Van de veertigduizend bekende chemicaliën zijn er slechts zevenhonderd voorzien van een MAC-waarde. Van die zevenhonderd zijn er slechts zestig goed onderzocht en daarvan is inmiddels bekend dat een aantal MAC-waarden toch te hoog is.

Terwille van de duidelijkheid moeten vragen over de werkelijke waarde van de MAC-waarde blijven rusten. Ook prof. dr J. Kolk, hoogleraar arbeidstoxicologie aan de Katholieke Universiteit in Nijmegen zegt hier niets over. Als

voorzitter van de Werkgroep van Deskundigen houdt hij zich wel bezig met de vraag welke garantie de MAC-waarde biedt aan werknemers. De Werkgroep van Deskundigen adviseert over de MAC-waarde en nadat de sociale partners zich hier nogmaals over hebben gebogen, stelt het ministerie die norm vast. Meestal nemen alle andere partijen het advies van de werkgroep van Kolk ongewijzigd over. Kolk geeft geen garanties.

„De Maximaal Aanvaardbare Concentratie is de concentratie waaraan mensen tijdens hun werk blootgesteld kunnen worden en waardoor ze over het algemeen geen problemen met hun gezondheid krijgen”, aldus Kolk. „Daar zitten twee beperkingen aan. Allereerst heeft die norm betrekking op de huidige kennis en in de tweede plaats staat in de definitie van de MAC-waarde ook „in het algemeen”. Dat betekent dat 95 procent van de werknemers geen last van zijn gezondheid krijgt zolang de MAC-waarde niet wordt overschreden.”

Zo'n vijf procent kan dus wel schade oplopen? Kolk: „Dat betekent dat we rekening moeten houden met het feit dat een aantal mensen verhoogd gevoelig kan zijn voor zo'n bepaalde stof. Een garantie dat het de gezondheid van de mensen niet schaadt, kunnen we dan ook niet geven.”

De MAC-waarden blijken ook nog relatief weinig met de werkelijke arbeidsomstandigheden te maken te hebben.

Al die waarden zijn verzameld voor een enkelvoudige stof. In de praktijk staan werknemers bloot aan hele series verschillende organische oplosmiddelen die op elkaar kunnen inwerken. Met die extra risico's houden de normen geen rekening. „Er zijn situaties denkbaar waarbij het wel degelijk om een enkele stof gaat”, voert prof. Kolk aan, „maar inderdaad, bijvoorbeeld bij schilders gaat het om een aantal verschillende oplosmiddelen. Daar gaat het echt om een pot met pieren. Over dat probleem hebben we twaalf jaar geleden, bij het instellen van de MAC-waarde, uitvoerig gediscussieerd. We hebben toen moeten concluderen dat het al zo moeilijk is om voor een enkelvoudige stof een MAC-waarde vast te stellen, dat we dat als uitgangspunt hebben genomen.”

In de praktijk bereiken werknemers die om informatie aankloppen bij bijvoorbeeld de Arbeidsinspectie slechts via het kastje de muur. Freek Smit, tapijtlegger uit Amstelveen, kreeg na jarenlang met oplosmiddelhoudende lijmen te hebben gewerkt, last van ernstige vergiftigingsverschijnselen. „Ik ging naar de Arbeidsinspectie om eens te zien of daar niets aan kon gebeuren”, zegt hij. „Maar daar kreeg ik te horen dat ze de vooruitgang niet wilden tegenhouden. Alsof mijn vergiftiging vooruitgang was.”

FONS TUINSTRA
MARCO ZUILHOF

OPLOSMIDDELEN

Huiswerk

Lees het bijgaande artikel door.

1. Ga thuis na welke organische oplosmiddelen in voorraad zijn en hoe daarmee wordt omgegaan. Let daarbij op: de plaats waar deze oplosmiddelen bewaard worden (brand- en kinderveilig?), de verpakking (kan er niets verdampen? Zit het nog in de originele verpakking, is het etiket volledig?)
2. Kies een van de oplosmiddelen (uit het artikel of die je thuis hebt aangetroffen) als studie-object en probeer daarover zoveel mogelijk informatie te verzamelen. Denk daarbij aan: Binas, veiligheidskaarten op school, Chemische Feitelikheden, encyclopedie, winkels (vraag informatie en lees etiketten), experts (bijvoorbeeld de milieudienst van de gemeente).
3. Schrijf op grond van je studie een aantal adviezen over de manier waarop met dit oplosmiddel moet worden bewaard en hoe ermee moet worden omgegaan. Mogelijk kun je voor bepaalde oplosmiddelen minder schadelijke alternatieven vermelden.

In de klas zullen de adviezen verzameld en besproken worden. Je kunt daarna ervoor zorgen dat de adviezen die besproken zijn thuis ook zo goed mogelijk worden uitgevoerd.

Lucht schoner door nieuwe katalysator aardgasverbranders

Trouw 13 mei 1989

Van een onzer verslaggevers

AMSTERDAM – Onderzoekers van de Utrechtse universiteit hebben een katalysator ontwikkeld, waarmee bij verbranding van aardgas geen schadelijke stikstofoxiden ontstaan. Daardoor zou de totale uitstoot in ons land van een half miljoen ton per jaar met 60 000 ton kunnen worden teruggebracht.

De nieuwe katalysator, resultaat van een promotie-onderzoek van de chemicus Ivo Tijburg, maakt dat aardgas effectief verbrandt bij temperaturen tussen 600 en 800 graden. Tot nu toe is voor een optimale verbranding van aardgas een temperatuur van meer dan 1 200 graden nodig. Juist bij deze hoge temperaturen ontstaan de schadelijke stikstofoxiden.

Volgens Tijburg bevatten de afvalgassen van een 150 KW ketel (gangbaar bij verwarming van gebouwen en kassen) thans nog 100 deeltjes stikstofoxide op een miljoen deeltjes afvalgas. Met de katalysator kan dat worden teruggebracht tot een tiende deeltje. Daarmee behoort luchtvervuiling door stikstofoxide bij verbranding van aardgas tot het verleden, constateert hij.

Vooraf voor de kasverwarming biedt de katalysator perspectief, zegt Tijburg. Wellicht is het straks mogelijk de van stikstofoxide ontane afvalgassen in plaats van in de lucht rechtstreeks in de kassen te pompen, wat de stookkosten sterk zal verlagen. Omdat bij verbranding van het gezuiverde gas dan alleen nog kooldioxide en water vrijkomen, is het volgens de onderzoekers wel noodzakelijk dat de kassen regelmatig worden gelucht.

In de tekst wordt over aardgas en stikstofoxiden geschreven. Aardgas bestaat voor het grootste deel uit CH_4 . Bij stikstofoxiden mag je aan stikstofmonoxide denken.

1. Geef de naam van het CH_4 molecuul.
2. Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van CH_4 -gas.
3. Noem twee redenen voor het streven naar een optimale verbranding.

De optimale verbranding van aardgas levert bij 1200 graden problemen op door de vorming van schadelijke stikstofoxiden.

- 4.a. Uit welke stoffen wordt in dit geval stikstofmonoxide gevormd?
- 4.b. Geef een verklaring voor de aanwezigheid van de stoffen waaruit stikstofmonoxide wordt gevormd?
- 4.c. Geef de reactievergelijking.
5. Wat is de functie van de hier gebruikte katalysator?
6. Leg uit dat de stookkosten lager worden als je afvalgassen rechtstreeks in de kassen pompt.

In het artikel staat dat het noodzakelijk is dat de kassen regelmatig worden gelucht.

- 7.a. Het beluchten van kassen is echter niet noodzakelijk, dat van kantoorgebouwen zal wel noodzakelijk zijn. Leg uit.
- 7.b. Leg uit dat het juist gunstig is als in kassen de afvalgassen niet verwijderd worden (zonder naar de stookkosten te kijken).
- 8. Laat met een berekening zien dat de totale uitstoot van stikstof-oxiden slechts voor een klein deel door de verbranding van aardgas bij 1200 graden wordt veroorzaakt (Maar ja, alle beetjes helpen).

Bacterie haalt zwavel uit steenkool

Volkskrant 16 sept. 1989

AL ONGEVEER acht jaar werken biotechnologen van de Technische Universiteit in Delft aan een proces om steenkool met bacteriën te ontzwavelen. Dit fundamenteel gericht onderzoek krijgt nu een vervolg met de bouw van een proefinstallatie op het Italiaanse eiland Sardinië. Drie jaar gaat dit door de Europese Gemeenschap gefinancierde onderzoek duren. Dan moet duidelijk zijn of zo'n ontzwavelingsproces technologisch en commercieel haalbaar is.

Ontzwaveling achteraf

In steenkool, veelal nog gezien als een van de belangrijkste energiedragers voor de jaren negentig, zit zwavel. De hoeveelheid varieert van enkele tienden van procenten tot 5 procent, afhankelijk van de winplaats. De zwavel wordt bij de verbranding van steenkool in elektriciteitscentrales of in ketels bij de industrie, omgezet in zwaveldioxyde dat via de schoorsteen in de atmosfeer terechtkomt. Zwaveldioxyde is een van de stoffen die het milieu verzuren.

dat deze norm de komende jaren nog zal worden aangescherpt.

In grote elektriciteitscentrales, die jaarlijks een kleine miljoen ton steenkool gebruiken, worden de rookgassen door een kalkoplossing gestuurd, waar er gips van wordt gemaakt.

Elektriciteitscentrales die op kolen worden gestookt, zijn in Nederland — en ook in de meeste Europese landen — verplicht zwaveldioxyde uit de rookgassen te halen. Minimaal 90 procent moet worden verwijderd. De verwachting is

1. Geef de vergelijking voor de verbranding van zwavel tot zwaveldioxyde.
2. Ga er vanuit dat er 5,0 massaprocent zwavel in steenkool aanwezig is. Bereken hoeveel kg zwaveldioxyde er vrijkomt bij de verbranding van 1000 kg (1 ton) steenkool.
3. Leg met een reactievergelijking uit waarom SO_2 een stof is die het milieu verzuurt.

Om de verzuring tegen te gaan zet men het zwaveldioxydegas om in gips.

4. Geef de vergelijking voor de reactie die optreedt als het zwaveldioxyde-houdende rookgas door een kalkoplossing wordt geleid en er gips (CaSO_4) ontstaat.
5. Bereken hoeveel kg gips op deze manier maximaal verkregen wordt na de verbranding van 1000 kg steenkool.

Veel toepassingsmogelijkheden zijn er niet voor het gips. Dus hoewel men met deze manier van werken de verzuring te lijf gaat heeft men een ander probleem gecreëerd.

Dit is een reden waarom men naar alternatieven zoekt:

- stap a: zuurstofmoleculen worden onder invloed van licht gesplitst in zuurstofatomen.
- stap b: monofluortrichloormethaan (een CFK) splitst onder invloed van licht in een chlooratoom en een monofluordichloormethaanradikaal.
- stap c: een chlooratoom reageert met een ozonmolecuul tot een chloormono-oxideradikaal en zuurstofmoleculen.
- stap d: een chloormono-oxideradikaal reageert vervolgens met een zuurstofatoom tot een chlooratoom en een zuurstofmolecuul.
5. Geef de stappen a t/m d in vergelijkingen weer.
 6. Leg uit dat, zoals in het artikel vermeld is, "één chlooratoom in staat is duizenden ozonmoleculen af te breken".
 7. Teken de elektronenstructuurformule van monofluordichloormethaanradikaal en het chloormono-oxideradikaal.
 8. Leg met behulp van je antwoord op vraag 7 uit dat deze deeltjes inderdaad radicalen zijn.
 9. Leg uit waarom het niet waarschijnlijk is dat in stap b een fluoratoom wordt afgesplitst in plaats van een chlooratoom.

Reparatie ozongat

De opzet van Wong is chlooratomen om te zetten in chloorionen:



Hij maakt gebruik van radiogolven met een frequentie van 1,5 Hz.

10. Zoek in je Binas boek (elektromagnetisch spectrum) op of radiogolven een frequentie hebben van 1,5 Hz. Licht je antwoord toe.
11. Zoek in je Binas boek het enthalpie effect van deze reactie op.
12. Is je antwoord op vraag 11 niet in tegenspraak met het feit dat Wong energie toevoert (in de vorm van radiogolven)? Licht je antwoord toe.

Ontzwaveling vooraf

Volgens Tjiburg zijn de kosten van de katalystor laag, omdat in plaats van met platina met het 3 000 maal goedkopere koper wordt gewerkt. Op de katalysator zijn twee internationale octrooien aangevraagd, waarbij de universiteit samenwerkt met de katalysator-producent Engelhardt in De Meern en het Vegas-instituut (het centraal technisch instituut van de gasbedrijven) in Apeldoorn. Het gasinstituut dat het universitaire onderzoek betaalt, gaat de katalysator nu verder ontwikkelen. Ook zal een aangapaste ketel worden gebouwd.

Zwavel zit op twee manieren in steenkool: aan ijzer in de vorm van het zogenaamde pyriet, en gebonden aan ingewikkelde organische moleculen. In de jaren veertig zijn in een kolenmijn bacteriën ontdekt die in staat zijn pyriet, ijzersulfide, te oxyderen en om te zetten in ijzersulfaat. Ze doen dit bij een temperatuur van 20 tot 40 graden Celsius in een extreem zuur milieu. De best bestudeerde bacteriesoort is de *Thiobacillus ferrooxidans*.

Sulfaat is oplosbaar in water en kan makkelijk uit de steenkoolbrij worden gespoeld. De energie die bij de omzetting van pyriet vrijkomt, gebruiken de micro-organismen voor hun stofwisseling, waarbij kooldioxyde uit de lucht wordt omgezet in biomassa.

Bij de oxidatie van pyriet (FeS_2) ontstaat ijzer(II)sulfaat.

6. Waarom spreekt men hier van de oxidatie van pyriet en niet van verbranding zoals bij de verbranding van steenkool?

Bij de ontzwaveling vooraf ontstaat dus geen gips.

7. Leg uit of ontzwaveling vooraf minder belastend is voor het milieu.

OZONGATREPARATIE

Ozongat-reparatie

De afbraak van de ons omringende ozonlaag kan worden afgeremd door de atmosfeer met radiogolven elektrisch op te laden. Dit is volgens een bericht in *New Scientist* van 16 september de visie van de natuurkundige Alfred Wong van de Universiteit van Californië in Los Angeles.

Volgens onderzoekers zorgen chlooratomen, afkomstig van fluorchloorkoolwaterstoffen (cfk's), voor de afbraak van de ozonlaag op vijftig kilometer hoogte. Cfk's worden gebruikt als drijfgas in een deel van de spuitbussen, als koelmiddel in ijskasten of blaasmiddel voor de productie van schuimplastics.

De niet-geladen chlooratomen katalyseren de afbraak van de ozonmoleculen in de ozonlaag, die het leven op aarde beschermt tegen al te veel instralend ultraviolet zonlicht. Een chlooratoom is in staat duizenden ozonmoleculen af te breken.

Een chlooratoom neemt nogal snel een elektron op en vormt dan een stabiel ion, dat geen ozon-moleculen meer te lijf zal gaan. Wong denkt met radiogolven vanaf de aarde deze elektronen op een hoogte van 50 tot 80 kilometer los te kunnen maken, daar waar de grootste schade ontstaat. Deze 'neutraliseren' de daar aanwezige chlooratomen, waardoor de afbraak van de ozonlaag beperkt zal blijven, zo redeneert Wong. Op een hoogte van 50 tot 80 kilometer bevinden zich al een aantal vrije elektronen die door invallend ultraviolet zonlicht zijn losgemaakt.

Deze elektronen recombineren continu met de daar ook voorkomende positieve ionen. Wong wil nu met radiogolven de elektronen van veel energie voorzien waardoor het recombineren moeilijker wordt. De elektronen kunnen dan makkelijker reageren met chlooratomen.

Wong wil gebruik maken van een installatie die radiogolven uitzendt met een frequentie van 1,5 Hertz. Daarmee kunnen volgens Wong tien- tot honderdduizend elektronen per kubieke centimeter worden gemaakt. Wong denkt vervolgens de verminderde ozonafbraak met een laserradar in kaart te kunnen brengen. Wong simuleert op dit moment deze afbraak- en recombinatie-processen in een speciaal daarvoor gebouwde reactiekamer.

Volkskrant 23 sept. 1989

Vorming van ozon (O₃)

In de stratosfeer wordt ozon (O₃) gevormd door fotolyse van zuurstof volgens de volgende deelstappen:

- stap 1: zuurstofmoleculen worden onder invloed van licht gesplitst in zuurstofatomen
- stap 2: zuurstofatomen reageren met zuurstofmoleculen tot ozon
1. Geef de vergelijking van stap 1 weer.
 2. Geef de vergelijking van stap 2 weer.
 3. Leg uit of een zuurstofatoom een radikaal is.
 4. Bereken welke golflengte licht minimaal moet hebben om de zuurstof-zuurstof binding in O₂-molecuul te verbreken. Maak hierbij gebruik van de formule $E = h \cdot c / \lambda$.

Afbraak ozon

Ozon wordt onder andere afgebroken door fluorchloorkoolwaterstoffen (CFK 's).

De deelreacties die optreden bij de afbraak van ozon tot zuurstof met chlooratomen (afkomstig uit een fluorchloorkoolwaterstof) als katalysator zijn:

ROOD LICHT VOOR GROENE VLAM

TV-magazine Vara
juni 1989 (week 25)

Kies Exact nummer 1
1989-1990



Uitzending 18 juni,
Vroege vogels, zondag,
Radio 2, 8.02-10.00 uur

Rood licht voor groene vlam

U koopt elk jaar 12 kilo polyvinylchloride (=pvc). Onbewust en vaak ongewild, want de fabrikanten vertellen zelden wat voor soort plastic zij verkopen. Met heel veel van die kunststoffen valt te leven, maar de pvc's moeten zo spoedig mogelijk worden uitgeroeid. Toch verbruikt Nederland ook in 1989 ruim 150.000.000 kilo pvc. In kozijnen, rioleringsbuizen, meubels, elektriciteitskabels, verpakkingsmateriaal, vloerbedekking en grammofonplaten. En in nog enkele honderden andere produkten. Polyvinylchloride is zo populair bij fabrikanten, omdat het goedkoop is. Dat er allerlei milieu-problemen door worden veroorzaakt, zien zij niet terug in de winsteijfers. Bij de produktie wordt veel energie verbruikt en de grondstoffen bevatten chloor, broom, antitoom, weekmakers (o.a. dehp, dat bekend staat als kankerverwekkend) en zware metalen. Ook in de afvalfase is pvc berucht. Bij verbranding ontstaan grote hoeveelheden zoutzuur en zelfs het levensgevaarlijke dioxine (bekend van de Seveso-ramp). Op de belt is pvc ook ongewenst. Zelfs de meest milieuvriendelijke consument koopt soms een stukje pvc. Om dat echt te kunnen voorkomen, gaan de milieu- en consumentenorganisaties in september actie voeren. Wie nu al wat wil doen, kan in de Consumentengids van juni lezen welke verpakkingen pvc bevatten. Vraag steeds in de winkel of een bepaalde verpakking van pvc is en koop 'em dan niet. Omdat winkeliers geen chemici zijn en ook weleens smoesjes verkopen, volgt nu de pvc-proef. Knip een stukje van de verpakking en leg het in een bakje met water. Als het blijft drijven is het géén pvc. Zinkt het, houdt het pvc dan samen met een stukje koperdraad in een vlammetje. Als die vlam nu groen wordt, dan hebben we met pvc te doen.

Veel plastic verpakkingen voor bijvoorbeeld haargel, doucheschuim of mineraalwater zijn gemaakt van PVC, polyvinylchloride. Als deze stof wordt blootgesteld aan zeer hoge temperaturen - zoals in een vuilverbrandingsoven gebeurt - is zoutzuur een van de verbrandingsprodukten. Verder worden daarbij soms chloor en chloorverbindingen als dioxines gevormd. Geen prettige stoffen; sommige dioxines - van de in totaal 75 soorten - behoren tot de zwaarste vergiften die er bestaan. Een vervanging voor een dikker soort PVC is gevonden in een laminaat (dat zijn verschillende lagen op elkaar) van karton en polyester met polystyreen. Bij verbranding van deze stoffen komen er geen gevaarlijke chloorprodukten vrij. Hetzelfde is het geval bij de zogeheten PET-flessen voor verpakking van frisdranken: in het hiervoor gebruikte plastic zitten ook geen chloorbestanddelen. Maar deze flessen zijn eigenlijk helemaal niet bedoeld om te worden verbrand. Het bijzondere is namelijk, dat er nieuwe worden gemaakt van ingeleverde gebruikte flessen. Een goed voorbeeld van *recycling* dus.

Test: is dit PVC of PET?

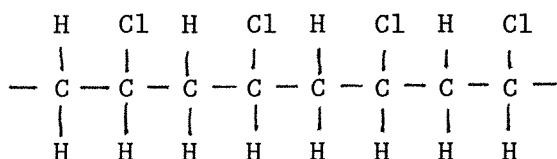
Knip een stukje uit een fles en leg dat in een kopje water. Blijft het na onderdompeling drijven dan is het geen PVC. Als het stukje zinkt, *kan* het PVC zijn. Om dat zeker te weten testen we verder met een zogenaamde vlamtest: maak een stukje koperdraad met een tang in een gasvlam gloeiend heet. Houd het hete koperdraad tegen het stuk plastic en daarna weer in de gasvlam. Wordt de vlam bij de koperdraad groen, dan bestaat de fles uit PVC.

Al zijn veel flessen bij verbranding niet meer schadelijk, op de vuilnisstort verteren ze nooit. Dat oranje, blauwe en roze afval zullen je achterkleinkinderen nog in de bosjes zien liggen! Om de flessen meerdere malen te kunnen gebruiken en zo de afvalproduktie te verminderen, zijn er nu navulverpakkingen, bijvoorbeeld voor vloeibare wasmiddelen.

Naast de producent werkt ook de chemie hard aan de verlenging van de levensduur van gebruiksartikelen. Zo gaan de banden op je fiets of brommer tegenwoor-

ROOD LICHT VOOR GROENE VLAM

Beide artikelen handelen over de kunststof PVC. De structuur van deze kunststof kan als volgt worden weergegeven:



1. Geef de formule van het monomeer van PVC.

De belangrijkste grondstoffen voor PVC zijn twee delfstoffen, namelijk aardolie en steenzout (hoofdzakelijk natriumchloride).

2. Licht dit toe.

In beide artikelen staat de zogenoemde PVC-proef.

Je hebt twee stukjes kunststof gekregen. Voer met beide stukjes kunststof de PVC-proef uit.

3. Vermeld je waarnemingen.
4. Leg de titel "rood licht voor groene vlam" uit.
5. Kun je met deze proef met zekerheid vaststellen of een stukje plastic wel of niet PVC is?
6. Geef een opsomming van de nadelen van het gebruik van PVC die in de artikelen vermeld staan.

Gebleken is dat PVC gerecycled kan worden. In de toekomst zal dat waarschijnlijk ook gebeuren met het PVC dat in rioolbuizen en andere technische materialen wordt toegepast. De recycling van huisvuil-PVC lijkt nog niet zo gauw te gebeuren.

7. Welke factoren bemoeilijken het recyclen van huisvuil-PVC?

Op de volgende pagina staat een stukje uit het artikel van de consumentengids over PVC. Hierin wordt een nadeel beschreven van het gebruik van PVC-verpakkingsmiddelen voor voedingsstoffen.

Een extra probleem van PVC gebruikt als verpakkingsmateriaal van voedingsmiddelen is, dat kleine vinylchloride-deeltjes (waaruit PVC is opgebouwd) vanuit de verpakking naar de inhoud kunnen verhuizen. Die vinylchloride-deeltjes, VC-monomenen genaamd, staan als kankerverwekkend te boek.

Consumentengids juni 1989

Verhuizing (of migratie) van VC-monomenen is in de Warenwet aan banden gelegd. Het Verpakkingen- en Gebruiksartikelenbesluit schrijft voor, overeenkomstig een EG-richtlijn, dat in een kilo voedingsmiddel niet méér dan 0,01 milligram VC-monomeer mag zitten. Gelukkig treft de Rijkskeuringsdienst van Waren op dit punt zelden overtredingen aan, al bestaat de controle slechts uit een beperkt aantal steekproeven.

8. Leg uit wat men bedoelt met "kleine vinylchloridedeeltjes".
9. Waarom kunnen er VC-monomenen in PVC voorkomen?

Versnelt magnetron chemische reacties?

In onderstaand fragment wordt het principe van de verwarming van voedsel e.d. in een magnetron uitgelegd:

Het watermolecuul is in feite een klein „magneetje” (dipool). In het elektromagnetische veld in de magnetron worden de watermoleculen voortdurend van richting veranderd waardoor ze gaan rondtollen. Op die manier wordt de energie in het magneetveld omgezet in rotatie-energie

van de watermoleculen. Daardoor stijgt de temperatuur van het water. Zo worden gerechten verwarmd, stoffen gedroogd en warmte aan een mengsel van chemische stoffen overgedragen, waardoor de reactie op gang wordt gebracht.

- 1.a. Leg aan de hand van het fragment uit of methanol in een werkende magnetron in temperatuur zal stijgen.
- 1.b. Leg uit of hexaan in een werkende magnetron in temperatuur zal stijgen.

Lees onderstaande fragmenten uit het artikel 'Versnelt magnetron chemische reacties?' (Volkskrant 23 september 1989)

In 1986 baarde een aantal Canadese onderzoekers opzien met een artikel over het gebruik van de magnetron bij de synthese van organische verbindingen. Hun experimenten voerden ze uit in een keuken-magnetron. Ze ontdekten dat de reacties gemiddeld tien tot honderd maal sneller verliepen dan via conventionele verwarming van het reactievat, bijvoorbeeld door een elektrisch verhitte mantel.

Bij één van die chemische reacties — de synthese van 4-cyanofenylbenzylether — werd zelfs een versnelling gemeten van 1200 maal: 65 procent van de stof werd binnen 35 seconden gevormd, in plaats van de benodigde twaalf uur bij conventionele verwarming.

De toename van de reactiesnelheid werd in eerste instantie toegeschreven aan een extra activering van de moleculen door de microgolven. De versnelling blijkt echter grotendeels anders te kunnen worden verklaard zonder dat daar mysterieuze krachten zoals een soort 'magnetron-effect' aan te pas komt.

De Canadese onderzoekers voerden hun reacties uit in kleine afgesloten teflonbuisjes om te voorkomen dat het oplosmiddel methanol, dat tijdens het opwarmen verdampt, in brand gaat. In zo'n teflonbuisje kan de methanoldamp niet weg waardoor tijdens opwarming de druk in het buisje toeneemt. De vloeibare methanol wordt zo boven het kookpunt verhit. Dat versnelt de synthesereactie, in feite een soort 'snelskookpan'-effect.

*Volkskrant
23 sept. 1989*

In het linker fragment wordt gesproken over de synthese van 4-cyanofenylbenzylether.

2. Ga door berekening na dat de gerapporteerde 'versnelling' juist is.
3. Het is niet helemaal duidelijk waarop de '65 procent van de stof' slaat of wat daarmee bedoeld wordt. Probeer een of meer mogelijke betekenissen van de '65 procent' aan te geven.
- 4.a. Welke factoren beïnvloeden in het algemeen de reactiesnelheid?
- 4.b. Breng onder woorden wat men aan dit lijstje meende te kunnen toevoegen.
5. Vat de beide fragmenten in maximaal 25 woorden samen.

Coevorden in de stank

Fabriek moet dicht als overlast voortduurt

door Joop Bouma

COEVORDEN – Het bedrijf Forbo-Novilon in Coevorden, producent van kunststof vloerbedekking (140 werknemers), wordt op last van b en w van Coevorden gesloten als niet voor woensdag maatregelen zijn genomen ter vermindering van de stankoverlast.

Het bedrijf moet verder zo spoedig mogelijk de uitstoot van koolwaterstoffen drastisch verminderen. Forbo-Novilon mag volgens de Hinderwetvergunning per dag 250 kilo koolwaterstoffen in de lucht blazen. Uit een tot dusver zorgvuldig geheim gehouden onderzoek, uitgevoerd in opdracht van het bedrijf zelf, blijkt dat de emissie meer dan het 50-voudige is: ongeveer 550 kilo koolwaterstoffen per uur. Forbo-Novilon wil het rapport geheim houden, omdat er vertrouwelijke bedrijfsgegevens in zouden staan. Omwonenden van het bedrijf, dat aan de rand van de Coevorder woonwijk Ballast-Zuid ligt, klagen al geruime tijd over stankoverlast. Het aantal klachten nam toe nadat enige tijd geleden op ongeveer 300 meter van het bedrijfscomplex een woonwagencentrum voor vijftien wagens werd ingericht.

Buurtbewoners zeggen dat zij ook gezondheidsproblemen ondervinden door het bedrijf. Uit een eerste onderzoek door de Districts geneeskundige dienst in Emmen bleek dat het aantal klachten over irritaties aan de ogen en het aantal carpatiënten in de woonwijk hoger zijn dan gemiddeld. De DGD legt een direct verband tussen Forbo-Novilon en de gezondheidsklachten.

Volgens de inspectie voor de milieuhygiëne in Groningen is een relatie tussen de klachten en het bedrijf nog niet aangetoond, maar niettemin is er volgens toegevoegd inspecteur ir. N. Tilstra sprake van een 'vrij ernstige situatie'.

Hoorzitting

De inspectie en de gemeente hebben omwonenden deze week op de hoogte gesteld van de problemen. De directie van Forbo-Novilon bleef weg bij deze bijeenkomst. Volgens het bedrijf was deelname aan de hoorzitting niet zinvol vanwege 'de formele en juridische' opstelling van b en w van Coevorden.

Het college heeft het bedrijf gesommeerd voor woensdag in ieder geval de schoorsteen voor de afvoer



De fabriek van Forbo-Novilon.

FOTO BENTING

van oplosmiddelen te verlengen en de temperatuur van de naverbranders van fabrieksafval te verhogen tot meer dan 800 graden Celcius, zoals voorgeschreven in de Hinderwetvergunning.

Gebleken is dat de oventemperatuur te laag was, als gevolg waarvan er mogelijk uiterst giftige stoffen in de atmosfeer zijn gekomen. Het bedrijf zal op korte termijn een nieuwe aanvraag moeten indienen voor een Hinderwetvergunning.

B en w hebben op dringend advies van de milieu-inspectie besloten bestuursdwang toe te passen tegen Forbo-Novilon. De inspectie liet op voorhand weten in beroep te zullen gaan bij de Raad van State als de gemeente niet zou optreden tegen het bedrijf.

Forbo-Novilon heeft volgens de milieu-inspectie tot dusver nauwelijks enige bereidheid getoond tot medewerking. Volgens mr. L. Bomhof, jurist bij de inspectie, had de Hinderwetvergunning al veel eerder moeten worden herzien, maar „het bedrijf had weinig haast en was niet bereid tot enig overleg”.

Overigens wil Forbo-Novilon nu voor het eerst met de gemeente overleggen over de problemen. Volgens J. de Vries, milieu-ambtenaar in Coevorden, is er gisteren een uitnodiging binnengekomen van het

bedrijf voor een gesprek op 2 mei. De Vries bevestigt dat de gemeente Coevorden de naleving van de in 1978 afgegeven hinderwetvergunning in al die jaren niet één keer heeft gecontroleerd. Het bedrijf is in 1981, 1983 en 1985 telkens verder uitgebreid, zonder dat er sprake was van de afgifte van een nieuwe, gewijzigde vergunning.

Schrikbarend

Bij de inspectie voor de milieuhygiëne bestond al jaren ernstige zorg over het milieubeleid in Coevorden, zegt Bomhof. „Er is een schrikbarende achterstand in het verlenen van hinderwetvergunningen en de controle. Er was daar werkelijk een ontzettend slechte situatie op het milieugebied, terwijl het bedrijfsbestand in deze gemeente vrij complex en gevarieerd is.”

Maar volgens Bomhof gaat het de goede kant uit sinds de gemeente is begonnen aan een inhaalprogramma voor de Hinderwet. Ook worden er drie extra ambtenaren aangetrokken voor de controle.

Forbo-Novilon ontkent enig verband tussen de overlast en de uitstoot van verbrandingsgassen en oplosmiddelen uit het bedrijf. Desondanks zegt het bedrijf „de nodige inspanningen te zullen en moeten doen, die passen in het milieubeleid

van onze onderneming”.

Het bedrijf zegt dat de uitstoot van stoffen uit de naverbranders niet boven de (Westduitse) milieunormen komt. De uitstoot van vluchtige stoffen kan volgens het bedrijf alleen tot stankoverlast aanleiding geven, als er sprake is van zeer hoge concentraties. Forbo-Novilon ontkent dat er dergelijke concentraties zouden vrij komen. Gesteld wordt dat de overige bedrijven in de nabije omgeving met name verantwoordelijk zijn voor de overlast. Forbo-Novilon toont zich in de verklaringen echter toch bereid de afvoerpijp voor vluchtige stoffen te verlengen. Het bedrijf zegt dat het al geruime tijd mogelijkheden zoekt om te voldoen aan de door minister Nijpels nagestreefde algemene verlaging van de uitstoot van koolwaterstoffen in het jaar 2 000 tot de helft van het niveau van 1981. De koolwaterstoffen dragen bij aan het zogenoemde broeikas effect. Forbo-Novilon zou al voor 1992 aan de nieuwe norm willen voldoen.

Het bedrijf wilde gisteren niet ingaan op nadere vragen. „We hebben een verklaring uitgegeven om het proces onder controle te krijgen. We voelen er absoluut niet voor om nog meer informatie te geven”, aldus technisch directeur Van der Berge.

COEVORDEN IN DE STANK

Lees de tekst door en beantwoord daarna de volgende vragen.

1. Noem minstens drie nadelige gevolgen ontstaan door de uitstoot van koolwaterstoffen, die in de tekst worden genoemd.

Het college van B. en W. (de gemeente) heeft het bedrijf gesommeerd om twee zaken te veranderen.

- 2.a. Welk probleem wordt 'opgelost' door de schoorsteen te verlengen? Leg uit.
- 2.b. Welk probleem wordt 'opgelost' door de temperatuur tot 800°C te verhogen?
- 2.c. Leg uit welke van de twee genoemde zaken voor het milieu als geheel géén wezenlijke verbetering oplevert.
- 3.a. Noem twee functies waarvoor koolwaterstoffen in deze fabriek gebruikt worden.
- 3.b. Leg uit dat bij elke functie hoogstwaarschijnlijk een andere soort koolwaterstoffen wordt gebruikt.
4. Laat met een berekening zien of het juist is dat de fabriek de eis van 250 kilo koolwaterstoffen uitstoot, meer dan 50x overschrijdt.
5. Hoeveel liter damp van 25°C en 1 atmosfeer komt er per dag door de fabriek in de lucht? Neem voor de berekening cyclohexaan als verdampte koolwaterstof.

Natriumzwavelaccu brengt elektrische auto dichterbij

Door KAREL KNIP

Milieubeschermers opgelet! Het einde van de explosiemotor is in zicht. Na een ongelijke strijd van 120 jaar gaat de elektrische tractie het toch nog winnen van de vermaledijde Otto-, Diesel- en Wankelmotoren. In stilte is hard gewerkt aan de ontwikkeling van batterijen die dit mogelijk moeten maken en nu zijn ze af.

Volgend jaar begint op verschillende plaatsen de serieproductie van de spectaculaire natriumzwavelbatterij. De Chloride Industrial Batteries Group in Manchester, Asea Brown Boveri in Heidelberg en vermoedelijk ook Ford Aerospace in de VS schijnen praktisch tegelijk het stadium van semi-commerciële fabricage bereikt te hebben. ABB heeft zijn nieuwe 'Hochenergiebatterie' deze zomer getoond aan geïnteresseerde vertegenwoordigers van de Nederlandse elektriciteitsproductiebedrijven in Arnhem.

Tot nu toe was elektrische tractie (trein en tram daargelaten) overwegend aangewezen op de lood-zwavelzuur batterij. Daardoor bleef zij beperkt tot de NS-perronwagentjes van Spijkstaal en toepassing in vorktrucks. Vorktruckbestuurders zijn wel te spreken over het aangename contragewicht dat een loodzwavelzuurbatterij oplevert maar voor anderen is het hoge gewicht van de batterij juist het voornaamste bezwaar. De personenauto die met 220 kilogram loodbatterij is uitgerust heeft nog geen actieradius van 70 kilometer want de energiedichtheid van een loodbatterij die in een uur wordt leeggereden is maar 0,11 megajoule per kilogram. Benzine heeft een verbrandingswaarde van 43 megajoule per kilo, dat is 400 keer zoveel.

De loodzwavelzuurbatterij heeft meer bezwaren. Zo duurt het opladen van de batterij per keer zeker zo'n zes à zeven uur en treedt bij felle kou een hinderlijk vermogensverlies op. Bovendien is elektrisch rijden tamelijk duur, niet alleen doordat elektriciteit als energiebron duur is maar ook, nee: vooral doordat loodbatterijen die voor tractie worden aangewend maar een beperkte levensduur hebben. Tijdens ontladen en weer opladen treden binnen de batterij onomkeerbare veranderingen op die de capaciteit van lieverlee flink aantasten. Bij gemiddeld gebruik zal een loodbatterij al na zo'n 250 cycli van laden en ontladen moeten worden afgeschreven. De *cycleerbaarheid* van

de loodplatenbatterij is niet best, zegt de vakman.

Elektrische tractie, ook die met lood, heeft natuurlijk ook voordelen. Meest in het oog springend is dat ook bij een erg laag toerental direct al het volle koppel beschikbaar is, elektrische aandrijving staat in principe een heel sportieve rijstijl toe, men kent dat van de kermisbotsautootjes. De topsnelheden zijn vaak wat aan de lage kant. Andere voordelen: elektromotoren zijn klein en licht en praktisch onverslijtbaar. Een versnellingsbak is niet of nauwelijks nodig. Ook een katalysator kan achterwege blijven want de elektrische auto is zeer milieuvriendelijk. Hij maakt geen lawaai en zijn *emissie* is slechts de emissie van de elektriciteitscentrale die de laadstroom levert.

Aan de milieuvriendelijkheid van elektrische tractie wordt vandaag de dag veel waarde toegekend. Juist daarom is de komst van de nieuwe natriumzwavelbatterij zo interessant want deze mist veel van de bezwaren van de loodplatenbatterij. De energiedichtheid is volgens opgave van ABB bij een ontlading waarvoor men twee uur uittrekt ongeveer 0,43 megajoule per kilo, dat is dus vier keer zoveel als van een loodbatterij. De oplaadtijd is maar anderhalf à twee uur en wat de *cyclelife* betreft: proefcellen hebben al meer dan duizend cycli van laden en ontladen achter de rug zonder krimp te geven.

De natriumzwavelbatterij die ABB in serie gaat produceren bestaat uit 384 cellen, elk met een EMK van ongeveer 2 volt, die zó parallel en in serie zijn geschakeld dat het geheel een spanning van ongeveer 200 volt afgeeft. De batterij weegt 265 kilo en kan door twee man in een auto worden geschoven.

In zekere zin is de natriumzwavelbatterij het omgekeerde van een loodbatterij. Bezit die laatste vaste elektroden die in een vloeibare elektrolyt zijn gestoken, de natriumzwavelcel bezit vloeibare elektroden (van gesmolten natrium en zwavel) ter weerszijden van een vaste elektrolyt: het intrigerende β -*alumina* dat uit aluminium- en natriumoxide bestaat. Het is een wit, bros, vuurvast keramisch materiaal dat eigenaardig genoeg doorlaatbaar is voor natriumionen maar elektronen niet geleid. De natriumionen die door de elektrolyt heentrekken (en het gesmolten natrium als negatieve pool achterlaten) verenigen zich onder opname van elektronen met

het gesmolten zwavel tot natriumpolysulfide. Het mengsel van zwavel en natriumpolysulfide is dus de pluspool. De praktische uitvoering van de cel oogt wat complex door de aangebrachte veiligheidsmaatregelen. Verhindert moest worden dat zich bij catastrofes grote hoeveelheden gesmolten natrium en zwavel konden mengen. (Daarbij zou veel hitte vrijkomen). De bulk van het natrium bevindt zich daarom binnen een crashproof stalen cilinder van waaruit het slechts langzaam naar de elektrolyt kan lopen. Het gesmolten zwavel is om dezelfde reden geabsorbeerd in grafietvilt dat tegelijk de elektrische geleidbaarheid verzorgt.

De natriumzwavelcel doorstaat probleemloos vele honderden cycli van laden en ontladen omdat deze processen zeer precies elkaars tegenovergestelde zijn: er ontstaan geen ongewenste nevenproducten. Omdat de cel uit onschuldige, algemeen voorkomende elementen is opgetrokken zou ze op den duur erg goedkoop kunnen worden. Als afval levert ze geen probleem op.

De grote handicap van de natriumzwavelcel is de hoge bedrijfstemperatuur die zij nodig heeft. Om alle reactanten vloeibaar te houden (in het bijzonder het natriumpolysulfide) is een temperatuur van minstens 280 graden vereist. Bij voorkeur stelt men de bedrijfstemperatuur op 350 graden. Een tot kamertemperatuur afgekoelde cel is pas na vele uren opwarmen weer op verhaal en heeft aanzienlijke schade opgelopen. (Het aantal smelt-stolt cycli mag niet boven de 30 komen). Het is dus zaak de batterij warm te houden: de vacuümisolatie bewijst daarbij goede diensten maar op den duur moet een niet in bedrijf zijnde batterij worden bijverwarmd. Daartoe zijn weerstanddraden aangebracht die door een externe spanningsbron maar ook door de batterij zelf verhit kunnen worden. Het energieverbruik voor het 'warmhouden' is nog geen 100 watt.

De actieradius van een auto met de beschreven ABB-batterij is ongeveer 200 kilometer. Dat is te weinig voor normaal interlokaal verkeer maar voldoende voor *fleetowners* als wasserijen en waterleidingbedrijven die bestelauto's binnen grote steden laten rijden, laat staan voor de perronwagentjes van Spijkstaal. Spijkstaal laat zich door Chloride nauwgezet van de vorderingen op de hoogte houden.

NATRIUMZWAVELACCU

Lees het artikel "Natriumzwavelaccu brengt elektrische auto dichterbij".

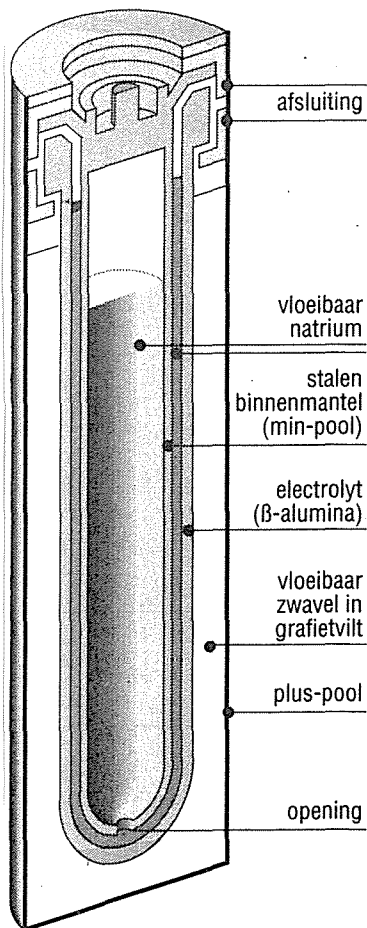
De elektrische auto dichterbij?

1. Noem de voordelen die een natriumzwavelaccu heeft ten opzichte van de nu gebruikelijke accu (loodzwavelzuurbatterij).
2. Leg uit of het wel reëel is om te stellen dat een elektrische auto milieuvriendelijk is.

De energiedichtheid van een natriumzwavelaccu is vier maal zo groot als van een loodzwavelzuurbatterij. Ten opzichte van benzine is de energiedichtheid nog steeds klein.

3. Waarom is op basis van dit gegeven een natriumzwavelaccu heel wat aantrekkelijker dan een loodzwavelzuuraccu?
4. Leg uit hoe jij aankijkt tegen de titel van dit artikel.

De chemische kant van de natriumzwavelaccu



figuur 1

Een natriumzwavelcel (figuur 1) is opgebouwd uit een natriumelektrode en een zwavelelektrode. Als elektrolyt wordt gebruik gemaakt van materiaal dat opgebouwd is uit voornamelijk Al_2O_3 en daarnaast wat MgO en Na_2O . In het artikel is vermeld dat de accu pas werkzaam is bij 350°C .

5. Zoek de smeltpunten op van aluminiumoxide en magnesiumoxide.

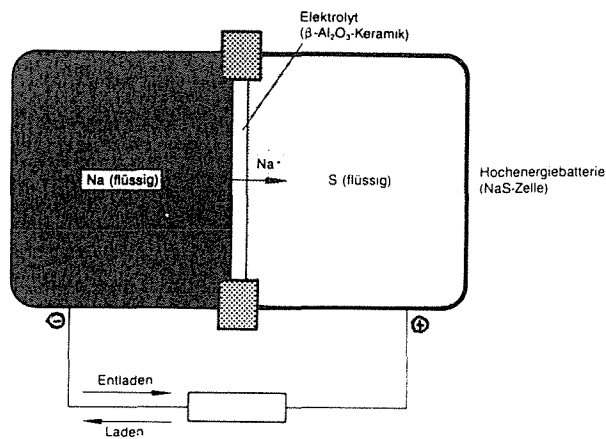
Na_2O sublimeert bij 1548 K.

6. Leg uit dat bij een temperatuur van 350°C geen vloeibaar elektrolyt aanwezig is.

Hoe vindt dan ladingtransport plaats? In onderstaande figuur 2 is schematisch een Na/S cel weergegeven. Bij 350°C zijn beide elektrodematerialen Na en S vloeibaar.

(NRC 30 sept. 1989)

Doorsnede van een cel van de veelbelovende natriumzwavelbatterij die volgend jaar in productie wordt genomen. De batterij heeft een werkt temperatuur van 350°C .

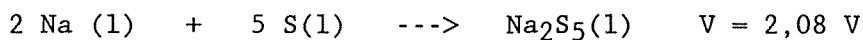


figuur 2

7. Geef de reacties die optreden aan de positieve en negatieve elektrode bij stroomlevering.

Het natriumion dat bij stroomlevering ontstaat diffundeert door het elektrolyt naar de zwavelelektroderuimte waar het dan reageert met de daar gevormde polysulfide-ionen via een exotherme reactie.

De totaalreactie is:



Een van de voorwaarden waaraan het elektrolyt moet voldoen is dat het breukvast is.

8. Leg uit waarom het elektrolyt breukvast moet zijn.
9. Leg uit waarom een Na/S accu oplaadbaar is.

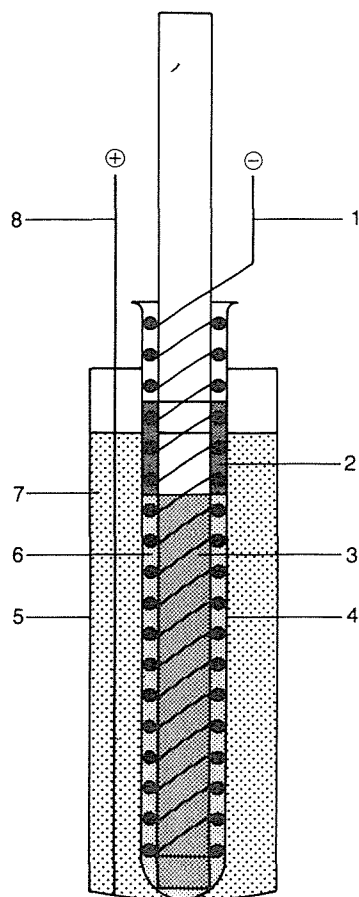
In figuur 1 staat de afbeelding van een Na/S cel. Zoals aan gegeven is hierin aan het zwavel grafiet toegevoegd.

10. Leg uit waarom zwavel zelf geen goed elektrodemateriaal is.
11. Leg met behulp van een tekening van het rooster van grafiet uit dat grafiet wel goed elektrodemateriaal is.

Zelf een Na/S cel maken

Benodigdheden:

- * 1 reageerbuis (Fiolax) 10 x 100 mm
- * 1 reageerbuis (Fiolax) 16 x 160 mm, ingekort tot 90 mm
- * 1 glasstaaf
- * bloemendraad ontdaan van plastic omhulsel
- * lange potloodstift
- * zwavelbloem
- * natrium
- * grafietpoeder
- * krokodillenklemmen
- * paraffine
- * verwarming: porceleinen kroes met zand
- * statief, klemmen
- * brander



figuur 3

1 bloemendraad; 2 paraffine afdekking; 3 glasstaaf; 4 fiolaxbuisje; 5 ingekorte buis; 6 natrium; 7 zwavel-grafiet mengsel; 8 potloodstift

Uitvoering.

Het kleine fiolaxbuisje vult men voor 1/5 deel met paraffine. In de nog niet gestolde paraffine brengt men kleine stukjes natrium. Afdekken met paraffine en de natrium smelten. De glasstaaf omwikkelen met bloemendraad (elektrode) en in de gesmolten natrium plaatsen. De reageerbuis in de ingekorte reageerbuis plaatsen. De tussenruimte vullen met zwavel-grafiet mengsel (in de verhouding 2:1) tot een hoogte, dat als de zwavel gesmolten is deze nog hoger staat als het natrium. In het zwavel-grafiet mengsel een potloodstift als elektrode plaatsen.

Verwarming.

Plaats de natrium-zwavel batterij in een met zand gevulde kroes en verhit tot 400°C. Meet hierbij de spanning als functie van de temperatuur.

Opmerking: Bij het opruimen van de batterij resten natrium brengen in 96 % ethanol.

IJzige brug wordt automatisch ontdooid

BRUGGEN en viaducten zijn veranderlijke stukjes weg als de temperatuur naar het vriespunt neigt. Dat geldt zeker voor bruggen met een stalen onderdek. Staal reageert zeer snel op temperatuurschommelingen, veel sneller dan bijvoorbeeld beton. Een stalen brugdek zakt daardoor sneller in temperatuur als het koud is dan een betonnen wegdek.

Het gevolg is duidelijk. Het wegdek op het stalen onderdek wordt bij winterse omstandigheden sneller en vaker glad dan de aansluitende weggedeelten. Behoren die ook tot de overspanning, dan liggen deze vaak op een betonnen onderdek. Zo niet, dan is de ondergrond een aarden wal.

Stalen bruggen behoren tot wat Rijkswaterstaat noemt de 'kleine elementen' in de wegenstructuur. Die kleine elementen eisen onevenredig veel aandacht, in de vorm van personeelsinzet en geld. De beheerder van de rijkswegen wil daar wel van af. Op een stalen brug als die bij Kampen in de verbinding tussen de A50 en de N50 moet, leert de ervaring, per jaar honderd keer worden gestrooid. Op de aansluitende wegvakken is dat slechts vijftig keer per jaar nodig.

Vroeger voelde een kantonier (een man van Rijkswaterstaat die de zorg heeft voor een bepaald wegvak) met zijn klomp of de weg zo glad was dat er gestrooid moest worden. Het tegenwoordige verkeer wordt niet meer op klompen beveiligd. Naar buitenlands voorbeeld is de IJsselbrug nu voorzien van een automatisch sproeisysteem voor gladheidsbestrijding. Dergelijke systemen bestaan al in landen als West-Duitsland, Zwitserland en Italië. Waterstaat ging daar kijken, maar kwam tot de conclusie dat deze systemen voor Nederland te duur zijn. Daarna werd besloten dat de afdeling gladheidsbestrijding van de dienst Weg- en Waterbouw zelf een systeem zou ontwikkelen.

De brug over de IJssel zuidelijk van Kampen is als eerste in Nederland voorzien van een automatisch, computergestuurd systeem voor gladheidsbestrijding. Dat kost nogal wat geld, maar er staan voordelen tegenover. De verkeersveiligheid is vergroot en er hoeft minder zout te worden gestrooid dan voorheen.

Dat gebeurde in samenwerking met Nido Universal Machines te Holten. Het kwam daarbij goed uit dat de tui-brug bij Kampen al was voorzien van gladheidsmelders in het brugdek. Dat maakte het automatiseren van het ontwikkelde systeem wat eenvoudiger.

Gladheidsmelders zijn niet nieuw. Ze zijn op diverse plaatsen aangebracht in het Nederlandse wegennet. De automatische sproei-installatie voor gladheidsbestrijding op de brug bij Kampen is wel een unicum in Nederland. Onder de brug is een betonnen tank gebouwd voor 39 duizend liter sproeimiddel. Naast deze tank staat een pomphuis met vloeistofpomp en stuurkast. Van het pomphuis uit loopt een leiding langs een brugpijler omhoog naar de brug. Op de brug is deze drukleiding aangebracht in de middelste vangrail.

In de leiding zijn 79 sproeikoppen aangebracht, telkens acht meter van elkaar. Elke sproeikop heeft tien sproeiers. De totale sproeiengte bedraagt 629 meter. Het sproeimiddel gaat door de leiding van sproeikop naar sproeikop. De sproeikoppen worden bediend door elektro-magnetische kleppen. De sproeitijd per kop en de tijd die verloopt totdat de volgende sproeikop in werking treedt, zijn instelbaar op de sturingseenheid in het pomphuis.

De Kamper brug heeft twee rijbanen. Naast de hoofdrijbaan ligt aan de zuidkant nog een parallelweg. De sproeikoppen bestrijken zowel hoofdrijbaan als

parallelweg. Vijf sproeiers spuiten op de hoofdweg, de andere vijf op de parallelweg. Deze weg wordt ook gebruikt door fietsers.

De gladheidsmelders in het brugdek meten de temperatuur van lucht en wegdek en het dauwpunt (met het oog op condensvorming). Ze meten ook de hoeveelheden neerslag en eventueel nog op het wegdek aanwezig sproeimiddel. Een computer verwerkt de metingen en geeft de gladheidskans aan bij vooraf ingestelde grenswaarden.

Bestaat kans op gladheid, dan gaat een signaal naar de automatische sproei-installatie. Is het signaal ontvangen, dan treden via de sturingseenheid pomp en sproeikoppen automatisch in werking en komt een vooraf bepaalde hoeveelheid sproeimiddel terecht op hoofd- en parallelweg.

De weggebruiker is niet helemaal overgeleverd aan de techniek. Storingen in het systeem plus de aard van de storing worden direct gemeld aan de dienstdoende opzichter. Deze heeft op afstand doorlopend inzicht in de situatie op de brug, want hij heeft via een modem continu verbinding met de centrale computer. Als er niets anders op zit, kan hij de ouderwetse strooiwagen op pad sturen.

Als sproeimiddel, eigenlijk dooimiddel, wordt een oplossing gebruikt van water met calciumchloride, in een concentratie van 25 procent, geschikt voor temperaturen tot 25 graden onder nul.

Calciumchloride lost in water sneller en beter op dan strooizout. Het is sterk vocht aantrekkend en minder schadelijk voor het milieu dan wegzout.

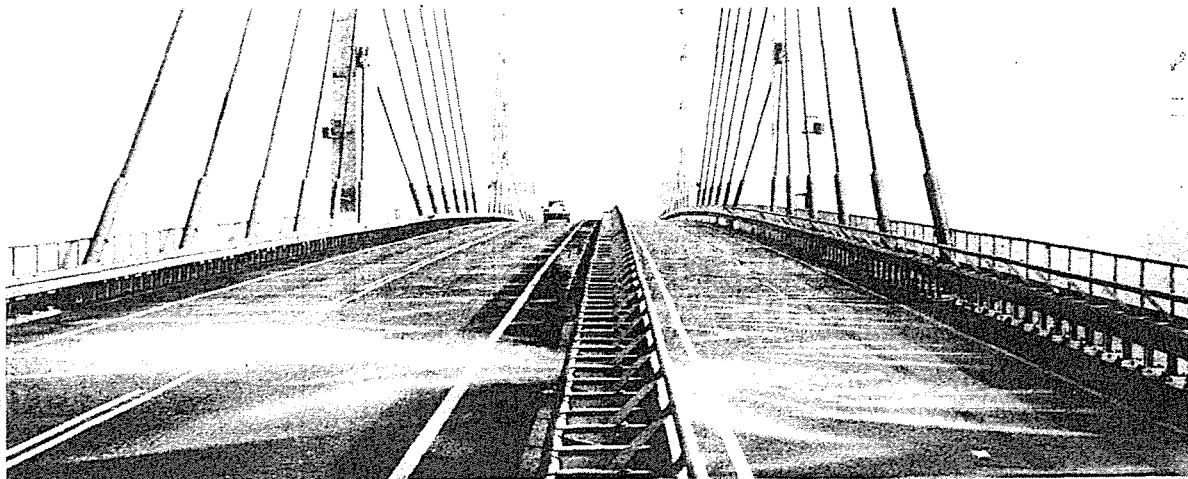
Het voor de sproeioplossing gebruikte water is technisch zuiver. Leidingwater is ongeschikt, omdat dit onder meer kalk afzet in leiding en sproeikoppen. Het sproeimiddel wordt met tankwagens aangevoerd. Bij de Kamper brug door een Westduits bedrijf, maar er zijn ook Nederlandse leveranciers. Per sproei-actie wordt 160 tot 200 liter dooimiddel gebruikt.

Volgens J. Jansen, hoofd van de dienst Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat, wordt met het systeem een vrijwel optimale verkeersveiligheid benaderd. Dat is één voordeel. Een ander belangrijk voordeel is dat minder dooimiddel nodig is dan bij het strooien van wegzout. Het systeem vereist ongeveer veertig kilo calciumchloride per actie. Voorheen werd per keer 150 tot 200 kilo wegzout gebruikt.

Hoeveel de installatie heeft gekost, wil Jansen niet kwijt. Enkele tonnen. Maar het project biedt voordelen die niet in geld zijn uit te drukken, zoals de gegevens die eruit beschikbaar komen. Het gaat zoals gezegd om een proefproject. Waterstaat heeft een contract met fabrikant Nido. De wegbeheerder levert de brug, de fabrikant de installatie. Voldeet deze na twee winters, dan wordt ze betaald.

De proef is belangrijk, want er zijn nog tenminste veertien brugdekken die ook in aanmerking komen voor automatische gladheidsbestrijding. De Midachtenbrug (in de autosnelweg Arnhem-Dieren) staat bovenaan op het lijstje, dat onder meer ook de brug bij Heteren in de A50, de Galecopperbrug bij Utrecht, de Van Brienenoordbrug en de Moerdijkbrug vermeldt.

HANS KOPS



De IJsselbrug bij Kampen met sproeileidingen in de vangrails.

FOTO HANS VAN DOOT

IJZIGE BRUG

Lees het krante-artikel "ijzige brug wordt automatisch ontdooit" door. Een aantal experimenten waarin onderzocht wordt of een zoutoplossing niet bevriest bij 0°C en of calciumchloride sneller en beter oplost in water dan keukenzout.

Het stollen van een zoutoplossing.

Proef 1a

Je hebt nodig een (wegwerpkoffie)bekertje met ijs en 5,8 gram keukenzout (NaCl). Haal het blok ijs uit het bekertje en sla het in kleine stukjes (dit kun je het beste doen door het blok in een doek te leggen en er met een hamer op te slaan). Breng 100 gram ijs in een bekeerglas, voeg 25 ml water toe en zet er een thermometer in. Roer goed en lees de temperatuur af. Voeg vervolgens het keukenzout toe, roer goed en lees de temperatuur af.

Proef 1b

We herhalen experiment 1, maar in plaats van keukenzout gebruik je nu calciumchloride. Je hebt nodig of 11,1 g CaCl_2 of g 14,7 $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Proef 2a

Weeg in een reageerbuis 0,15 gram NaCl af en voeg 5 ml water toe. Doe een stop op de reageerbuis en schud totdat de vaste stof is opgelost. (Of je krijgt 5 ml van een oplossing die 3 gram NaCl per 100 ml water bevat) Het mengsel gaan we afkoelen en daarvoor hebben we een koudmakend mengsel nodig dat fungeert als vrieskast. Het koudmakend mengsel maak je als volgt: breng in een bekeerglas van 250 ml 100 gram gestampt ijs, 12,5 ml water en voeg er 25 gram natriumchloride aan toe. Zet het bekeerglas van 250 ml in een bekeerglas van 400 ml (voor isolatie). De reageerbuis met het te bevriezen mengsel plaats je nu in dit koudmakende mengsel. Plaats een thermometer in de reageerbuis en bepaal de temperatuur waarbij het keukenzoutmengsel bevriest.

Proef 2b

Herhaal proef 2a, maar gebruik in plaats van keukenzout nu 0,38 gram $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. (Of 5 ml van een oplossing die 7,6 gram per 100 ml water bevat)

1. Leg aan de hand van proef 1 en 2 uit dat het mogelijk is water bij een lagere temperatuur te laten bevriezen als er zout gestrooid is.

Calciumchloride lost beter en sneller op in water?

Proef 3

Doe in een reageerbuis 1 gram fijngevreven keukenzout (NaCl) en in een andere reageerbuis 1 gram fijngevreven calciumchloride. Voeg aan beide reageerbuizen ongeveer 5 ml water toe en schud. Bepaal welke stof sneller oplost.

Proef 4

Doe in twee reageerbuizen ieder 3 ml water. Voeg aan de ene buis steeds 0,5 gram calciumchloride toe en aan de andere steeds 0,5 gram keukenzout totdat de stof niet meer oplost. Schud steeds na het toevoegen. Noteer hoeveel gram je van elk der stoffen kunt toevoegen totdat het niet meer oploste.

2. Het krante-artikel meldt dat calciumchloride in water sneller en beter oplost dan in strooizout. Zijn je waarnemingen van proef 3 en 4 hiermee in overeenstemming?

DOCENTENHANDLEIDING

Oplosmiddelen

Deze opdracht kan in een periode dat organische chemie aan de orde is als huiswerk meegegeven worden. Zorg dat de leerlingen minstens een week de tijd hebben om de informatie te verzamelen.

De les kunt u beginnen met het indelen van de leerlingen in groepen, gebaseerd op het oplosmiddel dat zij hebben onderzocht. Geef elke groep een of meer grote vellen papier waarop zij de adviezen kunnen opschrijven.

Hang vervolgens alle vellen aan het bord en bespreek met de klas welke maatregelen men in het algemeen moet nemen bij het bewaren van en omgaan met deze oplosmiddelen. Vervolgens kunt u ingaan op eventuele bijzonderheden.

Gooi de vellen niet weg, maar hang ze bijvoorbeeld in de gang. Denk ook eens aan het gebruik van dit soort materiaal bij een open dag, of een demonstratie voor ouders.

Rood licht voor groene vlam

PVC-proef

- Het verdient aanbeveling twee stukjes verpakkingsmateriaal te nemen. Het volgende stukje uit de consumentengids geeft u voldoende mogelijkheden:

Verpakkingen van PVC

De verpakkingen van de volgende producten uit onze steekproef van circa 130 voedingsmiddelen zijn van PVC (of PVDC) vervaardigd:

Banket: Adeko, Akwarius, Albert Heijn, Avita, Bachman, Banket Gilde, Beuk, Bolletje, Boom, Boterling, Van der Breggen, Brilliant, Buys, Daelmans, Deneve, Doorn, Driehoek, Van Dijk, Enkhuizer Banket, Fertilia, Frijling, Gouden Aar, Goudkern, de Gulden Krakeling, Hellema, Helva, Hoppe, Jac. de Boer, Jacques Hermans, Kelderman, Konmar, Maarnse Banket Centrale, Manna, Merba, Meeteren,

Miléna, Molenaartje, De Molen's, Nipius, Nobo, Noordermeer, Ravensbergen, Reforma, Roelant, S.K.S., Smarius, Smelik, Super, Taverne, Vanderheul, Vego, Vegter, Versteeg's, Van Welzen, Zeldenrust, Zonnatura.

Margarine/Halvarine-deksel: Albert Heijn, Becel, Blue Band, Bona, Butella, Dieetella, Eden, Eigen Merk, Lätta, Leeuwezegel, Linera, d'Oude Waag, Planta, Sense, Spar, Stabilac Halfvolle Boter, Super, Superunie, T.S.N., Voorkeurmerk, Zeeuws Meisje.

Saladedeksels: Elroy, Fremato, Homann, Jaé. de Boer,

Veldfris, Super.

Vleeswaardeset: Kips, Unox

Aardbeienbakje: Nespak.
Bronwater: Bar-le-Duc, Chaudfontaine, Evian, Juwel, Mont Roucous, Mijn Merk, Luceux, Luso, Spa, Top, Vitel, Volvic.

Azijn: Albert Heijn, Breda, Burg, Dukaat, Groenmerk, Luycks, Spar, Super, TSN.

Olie: Albert Heijn, Co-op, Golden Wonder, Gouda's Glorie, Goudmerk, M, De Oliehoorn, Spar, Voorkeurmerk/Hermans, Ziko.

Siroop: Raak.

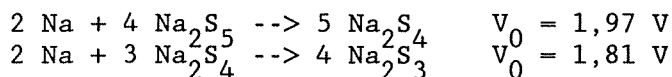
- In verband met storende factoren (vulstoffen, weekmakers) is het wenselijk de kunststoffen zelf vooraf te onderzoeken.
- Stel het gebruik van een beschermplaat verplicht (vallend brandend plastic).
- Als koperdraad kan een draadje uit een electriciteitssnoer dienen (ze kunnen daarmee ook thuis de proef uitvoeren!)
- Kunststoffen die in water zinken, zijn (behalve PVC):
 nylon: brandt moeilijk, blauw-gele vlam
 polyester: brandt goed, gele rokende vlam
 polystyreen: brandt goed, geel-oranje vlam
 perspex: brandt goed, gele vlam met heldere rand

Natriumzwavelaccu

Meetgegevens:

t (°c)	spanning (v)	t (°c)	spanning (v)
25	0,03	269	2,35
60	0,12	300	2,24
100	0,23	342	2,23
160	0,72	358	2,21
196	1,37	370	2,21
231	2,05	400	2,21
		405	2,21

Andere mogelijke reacties:



IJzige brug

- Proef 1.a.: temperatuurdaling 4°C
 Proef 1.b.: temperatuurdaling 6,5°C
 Proef 2.b.: stolt bij ongeveer -10°C
 Proef 2.b.: stolt bij ongeveer -10°C
 Proef 3: CaCl_2 lost het eerste op
 Proef 4:
 - NaCl , als men 1,5 g probeert op te lossen lukt het niet meer
 - CaCl_2 , pas bij 6,0 g

Zie: Feis Scheikunde voor vwo deel 2.

ANTWOORDEN

Drinkwater

1. $\text{Na}^+(\text{aq})$
2. $(120 : 23,0) \text{ mmol} = 5,22 \text{ mmol}$
3. Bij droogte neemt de waterstand af en worden concentraties groter
4. NaCl
5. $(150 : 35,5) \text{ mmol} = 4,23 \text{ mmol}$
6. $3 \cdot 10^6 \text{ ton zout} = 3 \cdot 10^9 \text{ kg zout}$
Per liter is er 400 mg zout aanwezig

Deling levert: $7,5 \cdot 10^{12} \text{ liter water}$

Oplosmiddelen

--

Lucht schoner door.....

1. Methaan.
2. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
3. Minder aardgas nodig; minder schadelijke onverbrande reactieproducten.
- 4.a. Stikstof en zuurstof.
- 4.b. Lucht bevat naast zuurstof ook veel stikstof. Lucht is bij de verbranding van aardgas nodig. Een klein gedeelte van de zuurstof reageert met stikstof bij die temperatuur.
- 4.c. $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}(\text{g})$
5. Effectieve verbranding bij een lagere temperatuur (waardoor stikstof niet met zuurstof kan reageren).
6. De afvalgassen zijn dragers van de warmteenergie. Deze warmte energie kan zo direct worden over gedragen aan de lucht in de kassen. Minder (geen) energieverlies dus minder aardgasverbranding nodig.
- 7.a. Zuurstof te kort schadelijk voor mensen niet zo voor planten.
- 7.b. Kooldioxide goed voor plantengroei.
8. Aardgas gaat van 100 deeltjes N_2O naar 1/10 deeltje dus nog maar 0,1%. Totale uitstoot van 500.000 ton naar 440.000 ton dus nog steeds 88%.

Zwavelbacterie

1. $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$
2. $1000 \text{ kg steenkool} \approx 50 \text{ kg S} \approx (50 \cdot 10^3 / 32,0) = 1,6 \cdot 10^3 \text{ mol S} \approx$
 $1,6 \cdot 10^3 \text{ mol SO}_2 \approx 1,6 \cdot 10^3 \times 64,0 = 100 \text{ kg SO}_2$
3. $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{SO}_3(\text{g})$
 $\text{SO}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

4. $2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 2\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 4\text{OH}^- (\text{aq}) \rightarrow 2\text{CaSO}_4 (\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} (1)^{20}$
5. $1 \text{ mol S} \hat{=} 1 \text{ mol SO}_2 \hat{=} 1 \text{ mol CaSO}_4$
 $1,6 \cdot 10^3 \text{ mol S} \hat{=} 1,6 \cdot 10^3 \text{ mol CaSO}_4 \hat{=} 1,6 \cdot 10^3 \times 136,1 = 21 \cdot 10^1 \text{ kg CaSO}_4$. (per 1000 kg steenkool!)
6. Verbranding: reactie met zuurstof, waarbij vuurverschijnselen optreden.
 Oxidatie: reactie met zuurstof, zonder vuurverschijnselen.
7. Er ontstaat nu FeSO_4 . De vraag is dus: Is FeSO_4 belastender voor het milieu of niet.

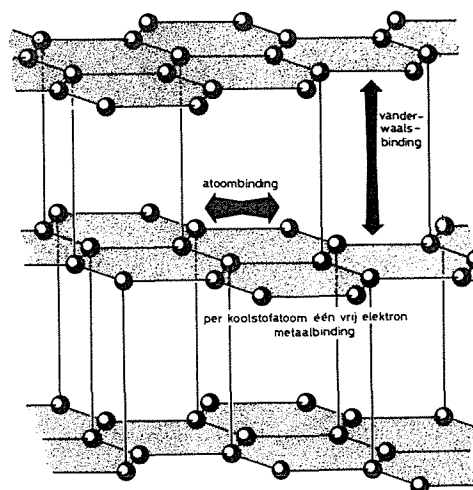
Ozongatreatie

1. $\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}$
2. $\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$
3. Radikaal bezit een ongepaard elektron. Elektronenverdeling O: $1s(2), 2s(2), 2p(6), 3s(2), 3p_x(2), 3p_y(1), 3p_z(1)$. Wordt in literatuur wel biradikaal genoemd.
4. Bindingsenthalpie $\text{O} = \text{O} : -4,98 \cdot 10^5 \text{ J/mol} \hat{=} (-4,98 \cdot 10^5 / 6,0 \cdot 10^{23})$
 $\text{J}/(\text{O}=\text{O}) \hat{=} 0,83 \cdot 10^{-18} \text{ J}/(\text{O}=\text{O}); E = hc/\lambda ;$
 $0,83 \cdot 10^{-18} = 6,6 \cdot 10^{-34} \times 3,0 \cdot 10^8 / \lambda ; \lambda = 24 \cdot 10^{-8} \text{ m} \hat{=} 24 \cdot 10^1 \text{ nm}$
5. $\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}$ (a)
 $\text{CCl}_3\text{F} \rightarrow \text{Cl} + \text{CCl}_2\text{F}$ (b)
 $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ (c)
 $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$ (d)
6. Het Cl-radikaal dat in stap c wegreageert wordt teruggevormd in stap d.
7. $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} - \text{C} - \text{F} \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} - \text{O} \end{array}$
8. Beide deeltjes bezitten ongepaard elektron.
9. Voor het verbreken van C-Cl-binding ($3,3 \cdot 10^5 \text{ J/mol}$) is minder energie nodig dan van een C-F-binding ($4,4 \cdot 10^5 \text{ J/mol}$)
10. Tabel 19b: frequentie radiogolven tussen 10^5 en 10^9 Hz .
11. Elektronenaffiniteit: $-3,6 \cdot 10^5 \text{ J/mol}$
12. Neen, de energie van de radiogolven wordt niet voor deze reactie gebruikt, maar om de elektronen voldoende energie te geven zodat ze niet reageren met positieve ionen.

- 2.b. Het voorkomen van uiterst giftige stoffen die anders door de fabriek in de lucht worden gebracht.
- 2.c. De schoorsteen: de schadelijke stoffen komen toch in de lucht terecht.
- 3.a. Oplosmiddel en als stof om kunststoffen te maken.
- 3.b. - Het oplosmiddel: verzadigde koolwaterstoffen niet zo reactief.
- Grondstof: alkenen kunnen polymeren vormen.
- Brandstof hoeft geen koolwaterstof te zijn.
4. 550 kilo per uur is 550×24 per dag. Toegestaan 250 kilo, dus 53 x.
5. $550 \times 24 \times 1000 \text{ gram} \times (1/84) \times 24,5 = 3,85 \times 10^6$ liter.

Natriumzwavelaccu

1. - grotere energiedichtheid
- kortere oplaadtijd
- minder vermogensverlies bij grote koude
- vaker oplaadbaar
2. De auto op zich is wel milieuvriendelijk. Echter om de accu te laden heeft men energie nodig die wordt opgewekt in elektriciteitscentrales, die wel milieuvervuילend zijn.
3. De auto met een natriumzwavelaccu heeft een vier maal grotere actieradius. Kan in plaats van 70 km (loodzwavelzuuraccu), 280 km ver rijden.
4. --
5. Al_2O_3 : 2310 K ; MgO : 3200 K
6. $T = 350 + 273 = 623\text{K}$. Alle stoffen verkeren nog in vaste fase. Het zijn zouten. Geen stroomgeleiding in vaste fase.
7. Positieve pool: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$
Negatieve pool: $\text{S} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$
8. Als elektrolyt breekt is direct contact mogelijk tussen natrium en zwavel waarbij dan exotherme reactie optreedt.
9. Het gevormde natriumpolysulfide blijft aanwezig bij de elektrode.
10. Zwavel heeft molekuulrooster: isolator.
11. Ieder C-atoom wordt slechts door drie andere C-atomen omgeven. Daardoor heeft ieder C-atoom één vrij elektron over. Dit kan zich min of meer vrij bewegen.



• Een model van het grafietrooster

Rood licht voor groene vlam

1.
$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{Cl} \end{array}$$
2. De uitgangsstoffen voor de (belangrijkste) bereidingswijze van vinylchloride zijn etheen en chloor (volgens etheen + chloor ---> dichloorethaan ---> vinylchloride + waterstofchloride). Etheen wordt uit aardolie gemaakt (kraken), chloor wordt (voornamelijk) verkregen door elektrolyse van natriumchloride-oplossing.
3. ---
4. Rood licht staat voor "gevaar", voor "stop ermee"; de groene vlam heeft betrekking op de PVC-proef.
5. Nee. Andere chloorhoudende kunststoffen geven waarschijnlijk ook een groene vlam. (Bovendien kunnen er andere storende factoren optreden, bijv. vulstoffen en weekmakers in de kunststof.)
6. Nadelen:
 - bij de produktie wordt veel energie gebruikt
 - de grondstoffen bevatten schadelijke bestanddelen (kankerverwekkend)
 - bij verbranding ontstaat veel zoutzuur en dioxines
 - op de vuilnisstort verteert het niet.
7. Om een bestanddeel van huisvuil te kunnen recyclen, moet je dat bestanddeel kunnen afzonderen. Dit kan door het bestanddeel uit het gemengde huisvuil te halen (bijv. blikjes m.b.v. een magneet) of door het bestanddeel gescheiden in te zamelen (bijv. glas). PVC uit het gemengde huisvuil halen kan (nog) niet, gescheiden inzameling is vrijwel onmogelijk omdat PVC nauwelijks van andere kunststoffen is te onderscheiden.
8. Daar bedoelt men het monomeer van PVC mee.
9. Bij de produktie van PVC is het mogelijk dat een kleine hoeveelheid mono-vinylchloride niet is gepolymeriseerd en 'ingevangen' in het rooster van PVC. Het is niet zo dat er monomeren 'loslaten' van de PVC-ketens.

Magnetron

- 1.a. Methanol is (net als water) polair en zal dus blijkens het fragment in temperatuur stijgen.
- 1.b. Hexaan is apolair en zal niet in temperatuur stijgen.
2. Twaalf uur is 12×3600 seconden. de 'versnelling' van 1200 maal betekent dat de meting moet zijn gedaan in $(12 \times 3600) : 1200$ seconden. Dus: juist.
3. Er zijn een aantal mogelijke antwoorden:
 - er is een evenwichtsinstelling met maximaal 65% omzetting;
 - men stopte bij de 'niet versnelde' meting maar bij 65% omzetting (na twaalf uur).
- 4.b. Een magnetron-effect: verhoging van de reactiesnelheid door microgolven.

Coevorden in de stank

1. Stankoverlast, irritaties aan de ogen, toename aantal carpatiënten, broeikaseffect.
- 2.a. Zie vraag 1. minus het broeikaseffect. Verdunning stoffen voordat ze op de grond komen.