

CHEMIE AKTUEEL

Tijdschrift voor scheikundeonderwijs

Nummer 11

januari 1993



I

Bestelnummer: 2.453.11

© 1993 Katholiek Pedagogisch Centrum, 's-Hertogenbosch

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Katholiek Pedagogisch Centrum.

Docenten mogen materiaal uit deze uitgave zonder voorafgaande toestemming vermenigvuldigen, echter uitsluitend voor gebruik zonder winstoogmerk binnen de school waaraan zij verbonden zijn en voor toepassing binnen hun eigen onderwijs.



VOORWOORD

Als U onderaan dit stukje tekst kijkt, zult U zien dat daar een andere naam staat dan normaal.

Met ingang van het schooljaar 1992/1993 wordt het eindredacteurschap gedeeld door twee personen, namelijk Miek Scheffers-Sap en Toon de Valk. Laat ik allereerst even iets over mezelf vertellen: ik ben als leraar schei- en natuurkunde verbonden aan het College de Naulande te Drunen. Aan het eind van het schooljaar 1990/1991 ben ik toegetreden tot de redactie van Chemie Aktueel. De reden dat vanaf nu twee personen het eindredactiewerk doen is heel eenvoudig: ervoor zorgen dat het werk voor Chemie Aktueel ten allen tijde door kan gaan, dus ook als één van de eindredactieleden onverhoopt een tijd uit de roulatie zou zijn. Miek noemt dit 'het-gebroken-been-scenario'.

In deze Chemie Aktueel staan een paar opgaven die goed passen in de tijd van het jaar; ik denk daarbij vooral aan de carbid-opgave. De suikerbietenopgave zou ook mooi in de tijd van het jaar gepast hebben, als er maar niet tussen het maken van de opgave (september 1992) en het uitbrengen van Chemie Aktueel (januari 1993) drie tot vier maanden tijd ligt. Daaraan kun je echter als redactie niets veranderen.

Over veranderen gesproken: uit de enquête blijkt dat opgaven voordat ze in de klas gebruikt worden nogal eens verknipt worden. De redactie van Chemie Aktueel probeert de opgaven zo op te stellen dat ze zonder veel knipwerk te gebruiken zijn. We hebben echt niet de pretentie dat we een volmaakt produkt afleveren, wel een (be)werkbaar produkt.

Iets heel anders is de basisvorming en zijn gevolgen voor het scheikunde-onderwijs. Een gedeelte van één van de algemene doelstellingen luidt als volgt: 'het toepassen van de geleerde natuur- en scheikundige kennis in praktijksituaties in het dagelijks leven'.

Als je nu in deze Chemie Aktueel kijkt naar de fosforopgave, dan benader je daarmee deze doelstelling. Een krante-artikel legt op deze manier heel aardig de link tussen de school-scheikunde en de dagelijks-leven-scheikunde.

De redactie van Chemie Aktueel hoopt, nu, maar zeker ook in de toekomst, op deze manier behulpzaam te zijn bij het verwezenlijken van doelstellingen uit de basisvorming.

Verder staat achterin een beschrijving van de losse flodder 'Chemisch rekenen aan experimenten I', geschikt voor 4 havo en 4 vwo. Het is een bundel met een zevental bekende en minder bekende proeven waarbij de leerling gevraagd wordt om aan een experiment te rekenen.

Ook ik hoop dat U aan deze Chemie Aktueel weer evenveel zult hebben als aan alle voorgaande nummers!

Toon de Valk



TIJDSCHRIFT VOOR SCHEIKUNDEONDERWIJS

NUMMER 11

JANUARI 1993

Hoofdredacteur:	Miek Scheffers-Sap, Toon de Valk
Redacteuren:	Godfried Ossenkoppele, Pieter Das, Til Woudenberg
Uitgave in samenwerking met:	leermiddelenontwikkeling scheikunde
Administratie:	KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch
Correspondentie:	Miek Scheffers-Sap, de Moeshof 9, 5258 ER Berlicum

U kunt zich abonneren voor 1992-1993 bij het KPC, Informatiedienst, Postbus 482, 5201 AL 's-Hertogenbosch (bestelnummer 2.453.00). Abonnees krijgen een factuur toegestuurd. Een jaarabonnement (drie nummers in oktober, januari en mei) kost f 10,00. Abonnementen worden stilzwijgend verlengd, tenzij schriftelijk opgezegd, bij het KPC, Informatiedienst, vóór 1 juli van de lopende jaargang.

Nummer Sluitingsdatum voor toezenden artikelen en opgaven

12	1 februari 1993
13	1 juni 1993
14	1 oktober 1993

Chemie Aktueel is een tijdschrift voor het scheikunde-onderwijs dat gebruik maakt van krante-artikelen, tijdschriftartikelen, folders en dergelijke. Bij dat materiaal zijn opdrachten gemaakt, soms ook practica.

De opdrachten zijn bestemd voor onderbouw of bovenbouw mavo/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.

Per nummer probeert de redactie zo gevarieerd mogelijk alle leerstofcategorieën en leerjaren aan bod te laten komen.

Voor *natuurkunde* bestaat een overeenkomstige uitgave. Informatie hierover kunt u verkrijgen bij:

Afdeling Didaktiek Natuurkunde
Katholieke Universiteit
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
Telefoon 080-652819 (van 9.00 - 12.00 uur)

INHOUD

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	ROESTPROCES VERLOOPT NETTER		4
4 MHV	formuletaal	ionen, metalen	
	CRYOGENE CONDENSATIE		6
4 HV	eigenschappen van stoffen	fase-overgang, energie-overdracht	
	AIRBUS OP WATERSTOF		8
4 M, 4 HV	verbranding	reactievergelijkingen, berekeningen	
	METHANOL VOOR SCHOON OPWEKKEN ELECTRICITEIT		10
5/6 V	enthalpie	reactievergelijkingen, berekeningen	
	BIO-ETHANOL		12
4 MHV	reactievergelijkingen	fotosynthese, suikers, vergisting, verbranding	
	GOEDKOPE BIOPLASTIC		14
6 V	biochemie/polymeerchemie	optische isomerie, polyester	
	MELKBUSSCHUTTERS		16
3/4 HV	verbranding	explosie, reactievergelijkingen	
5 V	enthalpie/entropie	reactievergelijkingen, berekening	
	FORMALINE		18
5 HV, 6 V	eigenschappen van stoffen	polymeer, MAC-waarde	
	BIETEN		20
4 HV	biochemie/voedsel	reactievergelijkingen, berekening	
	SUPERZWARE ELEMENTEN		22
6 V	atoombouw	kernreacties	
	SUIKER		24
3 MHV	stoffen	scheidingsmethoden, blokschema	
	RECYCLING VAN AUTO'S		27
3 t/m 6	proeven bedenken en uitvoeren	practicum, scheiden, ontleden, polymeren	

<i>Klas</i>	<i>Leerstof</i>	<i>Kernbegrippen</i>	<i>Pagina</i>
	KORT KORT KORT		
	OMZETTING CELLULOSE IN ETHANOL		33
5 HV	biochemie	hydrolyse, vergisting	
	KWALIJKE GEUREN		34
4 MHV	eigenschappen van stoffen	zuur, structuurformules	
	BADGE BEPAALT DOSIS ZONLICHT		35
4 MHV	zuren en basen	indicator	
	IJZERATOMEN		36
4 M	formuletaal	metalen, ionen	
	AARDGAS IS NIET GIFTIG		37
4 HV	rekenen in de chemie	MAC-waarde	
	FOSFOR		38
3 MHV	verbrandingen	stofeigenschappen, reactieschema	
	NA DE GLASBAK		39
3 MHV	scheidingsmethoden	stoffen, blokschema	
	DOCENTENHANDLEIDING		41
	CHEMISCH REKENEN AAN EXPERIMENTEN		70

ROESTPROCES VERLOOPT NETTER

Poly Technisch Weekblad 23 (15), 3, 1992

Roestproces verloopt veel netter dan altijd aangenomen

De oxidatie van ijzer verloopt veel geordender dan tot nu toe werd aangenomen, maar als dragermateriaal voor platina-katalysatoren in auto's is ijzer ongeschikt. Het promotie-onderzoek van Wouter Leibbrandt aan de Rijksuniversiteit Utrecht heeft goed en slecht nieuws opgeleverd, maar vooral het fundamentele inzicht in het roestproces vergroot.

IJzerionen

Verrassend noemt hij de ontdekking dat ijzer niet maar in het wilde weg roest, maar netjes laag voor laag, de jongste oxidelaag boven op de oudere. IJzerionen 'wandelen' kennelijk door de roestlaag heen en verbinden zich vervolgens met zuurstof uit de lucht.

Met behulp van de Van de Graaff-versneller, is de verhouding tussen ijzer- en zuurstofatomen in de oxidelaag bepaald.

Het aantal ijzeratomen en het aantal zuurstofatomen bleek vrijwel gelijk te zijn. Tot nu toe werd steeds aangenomen dat roest een combinatie was van twee- en driewaardig ijzeroxide, waarbij vier zuurstofatomen tegenover drie ijzeratomen staan.

IJzer deugt niet als drager voor katalysatoren in auto's

Voor de zoekers naar een goedkopere autokatalysator heeft de promovendus echter slecht nieuws. Er wordt wel gedacht aan ijzer als dragermateriaal voor platina dat als katalysator dienst doet. Een dunne laag platina op ijzer blijkt echter niet in staat de roestvorming een halt toe te roepen. 'Inderdaad blijkt in het begin ijzer veel langzamer te oxideren, zeker bij lage temperaturen. Maar het proces stopt niet. Uiteindelijk groeit het ijzeroxide over het platina heen. Het blijkt dat met een laagje platina bedekt ijzer veel minder netjes oxideert dan zonder.'

Het artikel gaat over roesten.

1 Schrijf op wat jij weet over roesten.

Bij roesten spelen metalen en metaalionen een rol.

2a Lees het artikel en onderstreep de namen van de metalen.

2b Schrijf alle genoemde metalen op.

3 Geef de formules van de twee verschillende ijzerionen die in het artikel genoemd worden.

- 4a Wat zegt het artikel over het aantal ijzeratomen en zuurstofatomen in de oxidelaag?
- 4b Welke formule zal het ijzeroxide dus hebben?
- 4c Welke valentie hebben de ijzerionen die door de roestlaag 'wandelen'?
- 4d Hoe weet de onderzoeker dat de ijzerionen door de laag wandelen?

Platina is een edel metaal, dat erg duur is. Het zit in autokatalysatoren.

- 5 Vertel wat een katalysator doet bij een reactie.
- 6 Leg uit waarom men een *dunne* laag platina op het ijzer wil aanbrengen.
- 7 Vertel waarom het maken van een goedkopere autokatalysator niet gelukt is.

CRYOGENE CONDENSATIE

Chemisch Weekblad 88 (7), 45, 1992

Cryogene condensatie voor Solvay Duphar

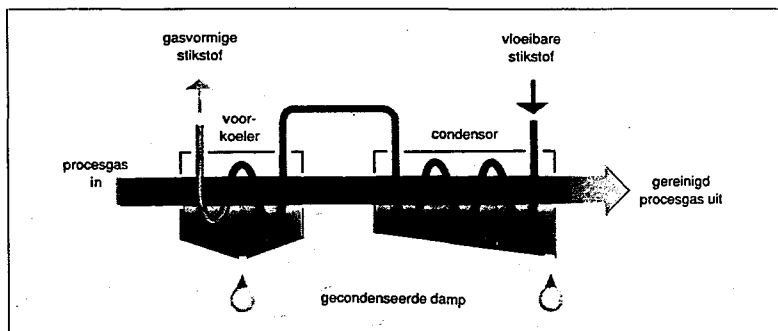
AGA Gas gaat Solvay Duphar een "vapour recovery unit" leveren. De installatie wint, onder extreme koude, oplosmiddelen en andere koolwaterstoffen terug, die nu nog als vluchtige stoffen in de lucht komen. Het is de eerste grote installatie in zijn soort in Nederland.

Het proces is gebaseerd op het principe van warmtewisseling. Vloeibare stikstof met een temperatuur van -170°C wordt in de "vapour recovery unit" geleid. Deze stikstof verdampt, en geeft zijn koude af aan de oplosmiddelendamp zonder hiermee in direct contact te komen. De stikstof blijft daardoor schoon, en is bij voorbeeld te gebruiken voor het inertiseren van opslagtanks. Solvay Duphar gebruikt veel vloeibare stikstof, die nu de buitenlucht in gaat. In de nieuwe

installatie krijgt deze koude een nuttige toepassing.

De oplosmiddelendamp wordt vloeibaar en kan separaat worden afgevoerd. Met de dampcondensatie zal de emissie van oplosmiddelen zoals dichloormethaan en methylethylke-

ton verminderen van enkele kilogrammen tot enkele milligrammen per uur - een rendement van meer dan 99%. De installatie wordt in april gebouwd.



De AGA "vapour recovery unit" is gebaseerd op warmtewisseling. Vloeibare stikstof met een temperatuur van -170°C wordt in de installatie geleid. Deze stikstof verdampt en geeft zijn koude af aan de oplosmiddelendamp zonder hiermee in direct contact te komen. De oplosmiddelendamp wordt vloeibaar en kan separaat worden afgevoerd.

Stikstofgas wordt (in kleine hoeveelheden) meestal geleverd in gascilinders onder een druk van 200 atmosfeer. Bij afname van grote hoeveelheden heeft aflevering van *vloeibare* stikstof de voorkeur.

Het artikel gaat over een nuttig gebruik van de 'koude' van de vloeibaar afgeleverde stikstof.

- 1 Waarvoor wordt bij Solvay Duphar die 'koude' gebruikt?
- 2a Welk principe wordt gebruikt om de 'koude' over te dragen?
- 2b Welk voordeel heeft dit voor de stikstof?
- 3a Lever commentaar op de zinsnede ' (...) geeft zijn koude af aan (...) '.
- 3b Geef zelf een betere formulering.
- 4 Waarom kost het verdampen van vloeibare stikstof energie?

Het artikel spreekt over 'Vloeibare stikstof met een temperatuur van -170°C (...) '.

- 5a Zoek het kookpunt van stikstof op in Binas.
- 5b Onder welke omstandigheid geldt dit kookpunt?
- 5c Is stikstof dan bij -170°C een vloeistof of een gas?
- 5d Onder welke omstandigheid kan stikstof bij -170°C een vloeistof zijn? (Denk aan het principe van de snelkookpan.)

5e Welk voordeel heeft deze omstandigheid voor het verdere gebruik van het stikstofgas?

Het stikstofgas wordt onder andere gebruikt voor '(...) het inertiseren van opslag-tanks'.

6 Wat wordt hier bedoeld met 'inertiseren'?

Solvay-Duphar gebruikt de nieuwe installatie dus voor het terugwinnen van oplosmiddelen. Door het gebruik van vloeibare stikstof daalt de temperatuur van de oplosmiddelendamp zo ver dat onder andere het aanwezige dichloormethaan condenseert.

7 Tot beneden welke temperatuur moet de temperatuur van de oplosmiddelendamp dan tenminste gedaald zijn?
Licht je antwoord toe.

Er wordt gesproken over een reductie van meer dan 99% van de emissie. Stel dat de emissie aanvankelijk 2 kg/uur was.

8 Laat met behulp van een berekening zien dat de emissie-afname, zoals die in het artikel aangegeven is, leidt tot een rendement van veel meer dan 99%.

Men kan het gebruik van de nieuwe installatie vanuit verschillende standpunten beoordelen.

9 Welke *economische* reden kan men voor dit proces hebben?

10 Welk positief gevolg heeft dit proces voor het milieu? Leg uit waarom je dat vindt.

AIRBUS OP WATERSTOF

Leeuwarder Courant, 10 maart 1992

Duitsers bouwen Airbus op waterstof

HAMBURG (GPD) - De vliegtuigfabriek Deutsche Airbus, onderdeel van MBB en Deutsche Aerospace, gaat samen met de Russische fabrikanten Toepolev en Kuznetsov een vliegtuig ontwikkelen dat op waterstof vliegt in plaats van kerosine. De eerste Airbus op waterstof kan volgens de Duitsers binnen vijf jaar vliegen. De waterstofmotor voor vliegtuigen wordt gezien als een geweldige doorbraak, omdat het gebruik volstrekt niet milieuvervuilend is. Een Airbus van het type A-310 stoot nu per ton brandstof drie kilo kooldioxide, 1,2 kilo waterdamp en 15 gram stikstof en andere schadelijke stoffen uit. Bij een vergelijkbare hoeveelheid waterstof komt alleen 3,3 kilo waterdamp vrij en een geringe hoeveelheid stikstofdioxide.

4M

Er worden in het artikel twee soorten brandstof genoemd. De ene is kerosine. Vliegtuigen vliegen normaal op kerosine.

- 1 Met welke brandstof wil men de vliegtuigen, die in het artikel worden genoemd, laten vliegen? Geef de naam en formule van die brandstof.

In het artikel staan gegevens over hoeveelheden stof die vrijkomen bij de verbranding van kerosine. Om die gegevens te kunnen controleren, moeten we voor kerosine een formule opschrijven. In het vervolg van de opgave zullen we voor kerosine de formule $C_{11}H_{24}$ gebruiken.

- 2 Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van kerosine.
- 3 Ga met behulp van een berekening na of bij verbranding van 1 ton (= 1000 kg) kerosine inderdaad de genoemde hoeveelheden vrijkomen. Schrijf je conclusie op!

Ook komt de verbranding van waterstof ter sprake.

- 4 Geef de vergelijking voor de verbranding van waterstof. De stikstofdioxide die ontstaat, moet je buiten beschouwing laten.
- 5 Laat met behulp van een berekening zien hoeveel kg waterstof er verbrand moet zijn.
- 6 Geef je commentaar op de hoeveelheid waterstof die volgens het artikel moet zijn verbrand.

Waterstof heeft voordelen, maar ook nadelen als je het als brandstof gaat gebruiken in plaats van kerosine.

7 Noem één voordeel en één nadeel.

4 HV

Er worden in het artikel twee soorten brandstof genoemd. De ene is kerosine.

1 Geef de naam en formule van de andere brandstof.

Voor kerosine kun je geen formule opschrijven.

2 Leg uit waarom je voor kerosine geen formule op kunt schrijven.

In het artikel staan gegevens over hoeveelheden stof die vrijkomen bij de verbranding van kerosine. Om die gegevens te kunnen controleren, moeten we voor kerosine een formule opschrijven. In het vervolg van de opgave zullen we voor kerosine de formule $C_{11}H_{24}$ gebruiken.

3 Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van kerosine.

4 Ga met behulp van een berekening na of bij verbranding van 1 ton (= 1000 kg) kerosine inderdaad de genoemde hoeveelheden vrijkomen. Wat is je conclusie?

Ook komt de verbranding van waterstof ter sprake.

5 Geef de vergelijking voor de verbranding van waterstof.

6 Laat met behulp van een berekening zien hoeveel kg waterstof er verbrand moet zijn.

7 Geef je commentaar op de hoeveelheid waterstof die volgens het artikel moet zijn verbrand.

Waterstof heeft voordelen, maar ook nadelen als je het als brandstof gaat gebruiken in plaats van kerosine.

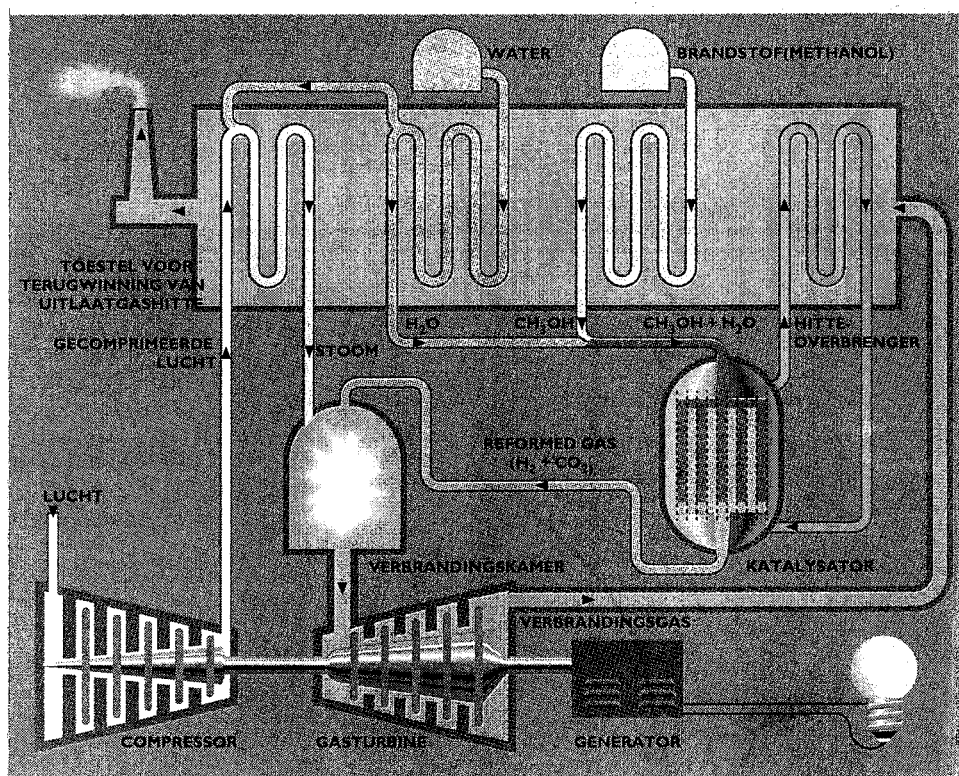
8 Noem minstens twee voordelen en twee nadelen.

METHANOL VOOR SCHOON OPWEKKEN ELEKTRICITEIT

Poly Technisch Weekblad 23 (26), 1, 1992

Methanol voor schoon opwekken van elektriciteit

Eerste Japanse proefcentrale draait



Sinds kort draait in Japan de eerste elektriciteitscentrale ter wereld op methanol. Het gaat om een 1 MW proefcentrale in Osaki, in de buurt van Hiroshima. De Japanners bereiden methanol uit olie. Voordeel is dat bij verbranding van methanol relatief weinig schadelijke stoffen vrijkomen. Verdere voordelen zijn dat methanolcentrales relatief goedkoop zijn te bouwen, en gemakkelijk op te starten en stop te zetten zijn.

Het gaat om een centrale waar methanol eerst katalytisch wordt omgezet in waterstof. Eerst wordt methanol en water verhit tot een temperatuur van 250 tot 350 graden Celsius. Het hete methanol-stoom mengsel wordt daarna in een reactor katalytisch (koper of aluminium) omgezet in CO₂ en calorierijk waterstofgas. Dit gasmengsel gaat, samen met gecomprimeerde lucht, naar een verbrandingskamer. Het hete gas van duizend graden Celsius dat in de verbrandingskamer ontstaat, zet een gasturbine in werking die is aangesloten op een generator.

Verhitting

De effectiviteit van het systeem is relatief hoog doordat de hete uitlaatgassen van de turbine de verhitting van de verschillende processtromen verzorgen. Op die manier worden methanol, water, de reactor en de gecomprimeerde lucht die naar de verbrandingskamer gaat, voorverwarmd. Er is dus geen extra energie nodig voor verhitting. Bovendien verlaagt dit hergebruik van hitte de temperatuur van de gassen die door de schoorsteen naar buiten gaan.

Onderzoek en uitvoering staan onder supervisie van de New Energy and Industrial Technology Development Organization (Nedo).

Volgens de Japanners heeft een methanolcentrale een aantal voordelen boven een elektriciteitscentrale die op olie werkt. Methanol kan uit diverse grondstoffen worden gemaakt. Bijvoorbeeld uit aardgas, kolen en gassen die bij olieraffinage vrijkomen.

In principe draait het in dit artikel geheel om de verbranding van methanol.

- 1 Geef de reactie van de volledige verbranding van methanol in een vergelijking weer.

Toch wordt in de Japanse proefcentrale de methanol niet in één stap omgezet maar in twee stappen.

In de eerste stap wordt een mengsel van methanoldamp en stoom via een evenwichtsreactie katalytisch omgezet in koolstofdioxide en waterstof.

- 2 Geef de reactievergelijking van deze omzetting.
- 3 Laat via een enthalpieberekening zien dat de reactie naar rechts endotherm is.
- 4 Leg met behulp van een energie/enthalpie-diagram uit wat de functie van de katalysator is.

Daarna wordt het gevormde gasmengsel gemengd met (gecomprimeerde) lucht en vindt in de verbrandingskamer de verbranding plaats. Daarbij stijgt de temperatuur tot 1000°C.

- 5 Waarom zal men de lucht in gecomprimeerde toestand toevoegen?
- 6 Geef de reactie van de verbranding in een vergelijking weer.
- 7 Leg uit dat ten gevolge van deze reactie een gasturbine in werking gesteld kan worden.
- 8 Laat zien dat de reactievergelijkingen van 2 en 6 samen de reactievergelijking van 1 oplevert.
- 9 Noem twee redenen waarom men de brandstof methanol omzet in de brandstof waterstof.

Suikerindustrie doet mee aan proef met „bietenbus”

Groningen breidt experiment met milieuvriendelijk autorijden uit

Van onze verslaggever
WIM PHYLIPSEN

GRONINGEN — De provincie Groningen begint een proeftuin voor alternatieve, milieuvriendelijke autobrandstoffen te worden. Het Groningse gemeentelijk vervoerbedrijf experimenteert al een tijd met stadsbussen die op aardgas rijden. Enkele weken geleden besloten de Groningse gedeputeerde van Milieu J. van Dijk en enkele leiders uit de noordelijke landbouworganisaties om in hun eigen auto's op bio-diesel uit koolzaadolie te rijden. Ze doen mee aan een proef op verzoek van landbouwcoöperatie Cebeco-Handelsraad.

En vrijdag reden drie bussen van streekvervoersmaatschappij Gado met aangepaste motoren de eerste kilometers op milieuvriendelijker bio-ethanol in plaats van dieselolie als aanzet voor een driejarig experiment.

Deze proef is een initiatief van onder meer de Nederlandse suikerindustrie. Deze bio-ethanol is een alcoholbrandstof uit suikerbieten of tarwe. TNO zal de wetenschappelijke vergelijkingen maken tussen de prestaties van bio-ethanol en dieselolie. Het rijden op bio-autobrandstoffen zou naast het milieuvriendelijke aspect van groot belang kunnen zijn voor akkerbouwers, die de gevolgen ondervinden van het EG-landbouwsaneringsbeleid.

Accijns

Net als voor bio-diesel geldt voor bio-ethanol dat de brandstof pas concurrerend met benzine en diesel wordt als er een laag accijns voor wordt berekend, bijvoorbeeld 10 procent van het tarief voor fossiele autobrandstoffen. Er is een EG-richtlijn in de maak die bio-brandstoffen dat voordeel moet geven. Daarbij komt dat bio-ethanol in de gangbare benzinemotoren slechts als bijmenging — 90 procent benzine en 10 procent bio-ethanol — kan worden gebruikt.

Maar als die bijmenging in alle auto's zou worden toegepast, levert die volgens de initiatiefnemers wel een reductie met 6,8 tot 8,5 procent van de CO₂-uitstoot op. De kostprijs van een liter bio-ethanol bedraagt bij grootschalig gebruik ongeveer 1,20 gulden tegen 50 cent voor een liter benzine en 45 cent voor een liter dieselolie.

Het grote milieuvoordeel van bio-ethanol en bio-diesel bij verbranding is de volledige „recycling” van CO₂, de veroorzaker van het broeikas-effect. Bij verbranding van bio-ethanol is sprake van een gesloten circuit omdat bieten en tarwe in de groei net zoveel CO₂ uit de lucht opnemen als bij de verbranding van bio-ethanol vrijkomt.

Nederland heeft een potentieel suikerbietenareaal van 160 duizend hectare, waarvan 60 duizend hectare voor bio-ethanolproductie beschikbaar is. Voor bio-ethanol uit tarwe is dat 150 duizend hectare. Het totaal is goed voor 750 duizend kubieke meter bio-ethanol per jaar. Daarvoor zouden vier fabrieken nodig zijn, die te zamen 180 personen werk bieden.

Ingeburgerd

In sommige landen is bio-ethanol al redelijk ingeburgerd. In Brazilië rijdt 80 procent van de auto's op een bijmengsel van alcohol uit rietsuiker. In de Verenigde Staten bestaat ruim 8 procent van de benzineverkoop uit *gasohol*, 90 procent benzine en 10 procent bio-ethanol. In Zweden loopt al sinds 1991 een proef zoals die vrijdag in Groningen begon. Als alle 6500 Nederlandse stads- en streekbussen op onverdunde bio-ethanol zouden gaan rijden, moet er wel een grootscheeps aanpassingsprogramma voor de motoren komen.

Bio-ethanol wordt gemaakt uit suiker die gehaald wordt uit suikerbieten. De suiker is sacharose, $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Een suikeroplossing kan door gist langzaam omgezet worden in een ethanol-oplossing (maximaal 12 volume-% ethanol).

Ethanol = C_2H_6O .

De gevormde ethanol-oplossing kan nog niet als brandstof worden gebruikt.

- 1 Leg uit waarom de gevormde ethanol-oplossing nog niet als brandstof kan worden gebruikt.
- 2 Welke bewerking moet de ethanol-oplossing nog ondergaan om wel als brandstof te kunnen worden gebruikt. Licht je antwoord toe.

De ethanol verbrandt volledig bij gebruik in een motor.

- 3 Geef de kloppende reactievergelijking van deze verbranding.
- 4 Geef de vergelijking voor de omzetting van sacharose in ethanol en koolstofdioxide.
- 5 Geef de vergelijking voor de omzetting door de plant van glucose ($C_6H_{12}O_6$) in sacharose en water.
- 6 Geef de vergelijking voor de omzetting door de plant van koolstofdioxide en water in glucose en zuurstof.

In het artikel wordt als grote milieuvoordeel van bio-ethanol aangegeven de volledige recycling van CO_2 .

- 7 Gebruik je antwoorden op de vragen 3, 4, 5 en 6 om te laten zien dat er inderdaad sprake is van een volledige recycling van CO_2 .

Op dit moment is de kostprijs van bio-ethanol nog te hoog om met bestaande brandstoffen te kunnen concurreren.

- 8 Noem één factor die bio-ethanol tot zo'n dure brandstof maakt.

GOEDKOPE BIOPLASTIC

Chemisch Weekblad 88 (21), 178, 1992.

GOEDKOPE BIOPLASTIC

Onderzoekers van de Purdue University (West Lafayette, VS) hebben een goedkope manier ontdekt om de bioafbreekbare plastic polymelkzuur te maken. Ze kweekten daartoe een *Rhizopus*-schimmel op een ronddraaiend wiel, dat half was ondergedompeld in een voedingsbodem met glucose en ureum. De schimmel zette het glucose om in rechtsdraaiend (L+) melkzuur; de bouwsteen voor het afbreekbare polymelkzuur. De nieuwe methode is een stuk goedkoper dan de standaardisotatie van polymelkzuur uit petroleum, die een moeilijk te scheiden racemaat oplevert. (Chemical Engineering, mei '92, blz 19) ●

De grondstof voor deze goedkope bioplastic is melkzuur. Eigenlijk gaat het artikel over een goedkope(re) manier om het benodigde melkzuur te bereiden.

- 1 Zoek de systematische naam voor melkzuur op in Binas, tabel 102a.
- 2 Leid de molecuulformule voor melkzuur af.

Melkzuur wordt, volgens het artikel, door een schimmel gemaakt uit glucose.

- 3 Schrijf de vergelijking van deze reactie op in molecuulformules.

De schimmel zet het glucose om in rechtsdraaiend L(+) melkzuur.

- 4 Teken de structuurformule van melkzuur.
- 5 Leg uit dat optische activiteit bij melkzuur mogelijk is.
- 6a Wat geeft 'L(+)' aan over het melkzuur?
- 6b Wat is er nu 'rechtsdraaiend' aan het melkzuur?

De tekst zegt: '(...) melkzuur; de bouwsteen voor (...) polymelkzuur'.

- 7a Teken de reactie (in structuurformules) tussen twee melkzuurmoleculen.
- 7b Hoe heet dit *type* reactie?
- 8a Teken een stukje van een polymelkzuur-keten dat *precies* drie eenheden lang is.
- 8b Geef in het getekende stuk de repeterende eenheid aan.

Het artikeltje sluit af met: '(...) standaardisatie van polymelkzuur uit petroleum, die een moeilijk te scheiden racemaat oplevert'. Vermoedelijk wordt bedoeld, dat uit petroleum een moeilijk te scheiden racemaat van *melkzuur* kan worden *gevormd*.

9a Wat is een racemaat?

9b Waarom is een racemaat zo moeilijk te scheiden?

10 Hoe zou het komen dat uit petroleum een racemaat ontstaat en uit glucose optisch actief melkzuur?

11 Waarom is alleen het polymeer, gemaakt uit L(+) melkzuur, biologisch afbreekbaar?

MELKBUSSCHUTTERS VERSIE

Agrarisch Dagblad, 31 december 1991

Melkbusschutters luiden 1992 met doffe knal in

ZWOLLE (AGD) – Vannacht klinkt in tal van plattelandsgemeenten weer de doffe dreun van de melkbus. Een beetje carbid en wat water zorgen voor het nodige explosieve gas. Het uiterst brandbare gas dat zich in de bus ophoopt wordt door een gat in de bodem aangestoken. Met name in Kampen en IJsselmuiden wordt op grote schaal met melkbussen 'geschoten'. Omdat pogingen het schieten in deze plaatsen geheel uit te

bannen vruchteloos zijn gebleken, voert de politie nu een beleid dat er op is gericht calamiteiten te voorkomen. Daardoor is het aantal schutters wel weer toegenomen. Bij de laatste jaarwisseling telde de politie er in totaal driehonderd. Ernstige ongevallen zijn de laatste jaren uitgebleven, maar gevreesd wordt dat dit door de ouderdom van de bussen snel kan veranderen.

3HV

Het moet knallen aan het begin van het nieuwe jaar, maar dan wel veilig! In het artikel wordt gesproken over carbid, een vaste stof met formule CaC_2 , dat met water reageert tot een zeer explosief gas, ethyn met formule C_2H_2 en calciumhydroxide met formule CaO_2H_2 .

- 1 Geef de vergelijking van deze reactie.

Het uiterst brandbare gas dat zich in de melkbus ophoopt, wordt dan aangestoken.

- 2a Wat moet er naast de brandstof nog meer in de melkbus aanwezig zijn? Licht je antwoord toe.
- 2b Spelen de hoeveelheden waarin de brandstof en de andere stof in de melkbus aanwezig zijn nog een rol? Leg uit.
- 3 Geef de reactie van de volledige verbranding van ethyn in een vergelijking weer.

Door de zeer snelle verbranding van ethyn knalt de deksel van de melkbus tientallen meters ver weg.

- 4 Hoe noemen we zo'n zeer snelle verbranding ook wel?

De knal is niet het gevolg van het feit dat er *meer* gas gevormd wordt. Als je de reactievergelijking van vraag 3 bekijkt, dan zie je dat de hoeveelheid gas juist afneemt!

- 5 Hoe komt het dat de deksel dan toch met zo'n geweld wegknalt? Leg duidelijk uit.

5V

Het moet knallen aan het begin van het nieuwe jaar, maar dan wel veilig! In het artikel wordt gesproken over carbid, een vaste stof met formule CaC_2 , dat met water reageert tot een zeer explosief gas, ethyn en calciumhydroxide.

1 Geef de vergelijking van deze reactie.

Het uiterst brandbare gas dat zich in de melkbus ophoopt, wordt dan aangestoken.

- 2a Wat zegt de uitspraak 'uiterst brandbaar' over de energie-inhoud van ethyn?
- 2b Klopt je antwoord bij 2a als je kijkt naar de vormingsenthalpie van ethyn (zie Binas)? Licht kort toe.
- 2c Geef de reactie van de volledige verbranding van ethyn in een vergelijking weer.

Ga er bij de volgende berekening vanuit dat alle reactieproducten gasvormig zijn.

- 3a Bereken de enthalpieverandering van de verbrandingsreactie met behulp van vormingsenthalpieën.
- 3b Bereken de entropieverandering van de verbrandingsreactie.
- 4 Laat via een berekening zien dat de reactie bij 20°C kan verlopen.

Toch moeten we het gas aansteken voordat het gaat branden.

5 Waarom ontbrandt het gas niet uit zichzelf?

Door de zeer snelle verbranding van ethyn knalt de deksel van de melkbus tientallen meters ver weg. De knal is niet het gevolg van het feit dat er *meer* gas gevormd wordt. Als je de reactievergelijking van vraag 2b bekijkt, dan zie je dat de hoeveelheid gas juist afneemt!

6 Hoe komt het dat de deksel dan toch met zo'n geweld wegnalt? Leg duidelijk uit.

Formaline blijft het best

Formaline niet verplicht

De nieuwe verordening zegt niet dat de ontsmetting met formaldehydedamp moet gebeuren. Dit laat dus de weg vrij voor nieuwe ontwikkelingen.

Wetten op het gebied van arbeidsomstandigheden, de zogenaamde ARBO-wetten, sturen tot op zekere hoogte het gebruik van formaline.

Voor formaldehydedamp bestaat een Maximaal Aanvaardbare Concentratie (MAC-waarde) van 1 ppm. Dat komt overeen met 1,25 g formaldehydedamp per m³ lucht. Dit houdt in dat een werknemer niet mag werken in een ruimte, die gemiddeld over 8 uren meer dan 1 ppm formaldehyde bevat. Voor maximaal een kwartier is de grens 2 ppm, maar dan mag de gemiddelde concentratie niet boven 1 ppm komen. Dit zijn strenge eisen, waaraan niet alle bedrijven kunnen voldoen.

Formaldehyde-ontsmetting

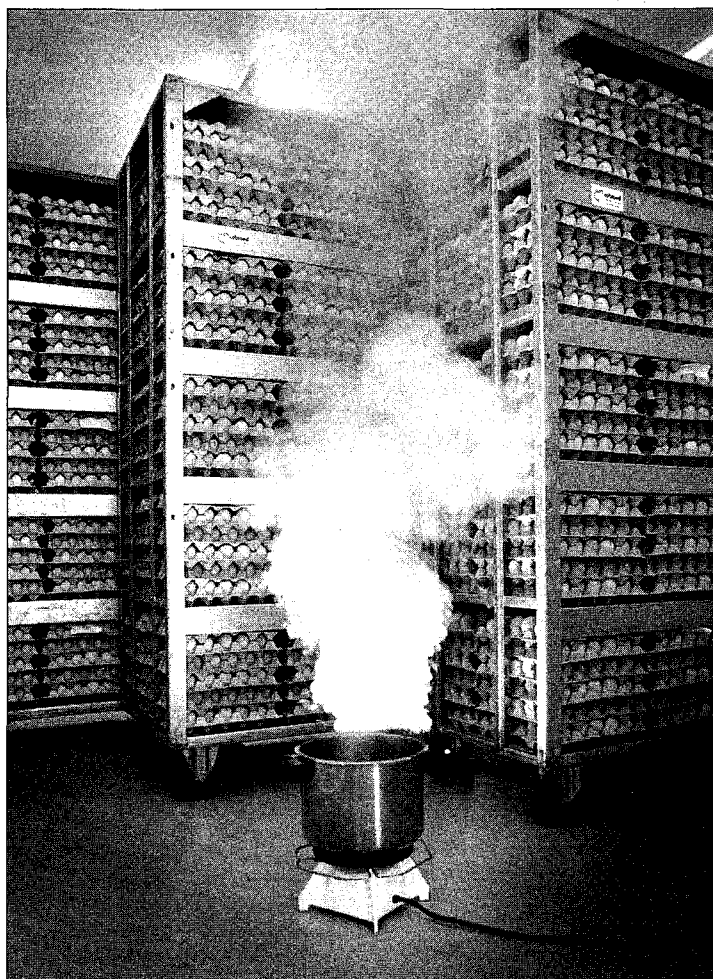
Tot nu toe worden vrijwel alle broedeieren ontsmet met formaldehydedamp. Die damp kunnen we krijgen door formaline en kaliumpermanganaat samen te voegen of door paraformaldehydeschilfers te verhitten.

Mogelijke alternatieven

Er zijn veel ontsmettingsmiddelen in de handel die in staat zijn broedeieren te ontsmetten. De meeste zijn echter minder effectief en lastig in het gebruik. Lastig, omdat ze in water zijn opgelost. De eieren moeten worden gedompeld of besproeid en daarna worden gedroogd. Dit geeft veel problemen.

De laatste tijd wijst de wetenschappelijke literatuur op waterstofperoxyde (H₂O₂) en ozon (O₃) als bruikbare en effectieve ontsmettingsmiddelen, die formaline mogelijk kunnen vervangen.

Ontsmetten van broedeieren



Formaline-ontsmetting op de broederij zal voorlopig nog wel de enige manier van broedei-ontsmetting blijven. Alternatieven zijn minder effectief, lastig in gebruik of te duur (foto: Hans Prinsen)

Waterstofperoxyde wordt als vijfprocentige oplossing op de eieren gesproeid, zodat ze druipt worden. De eieren staan daarbij op plastic trays. Vervolgens worden ze gedurende ongeveer een uur met stromende lucht gedroogd.

Ozon wordt door een speciale ozongenerator geproduceerd en in een ontsmettingssluis gebracht. De ontsmettingsprocedure is vergelijkbaar met die van formaline.

Toch formaldehyde

Waterstofperoxyde is qua prijs vergelijkbaar met formaline. Ozon is duurder, door de kostbare generator.

Voor gebruik op de vermeerderingsbedrijven is waterstofperoxyde ongeschikt, zolang de eieren op pulptrays worden verzameld. Ozon is voorlopig nog veel te duur.

Bij het gebruik van waterstofperoxyde en ozon moeten ook bijzondere maatregelen worden getroffen. Voor beide stoffen geldt een MAC-waarde. Voor waterstofperoxyde is deze 1 ppm en voor ozon 0,1 ppm.

Een voordeel van beide stoffen is dat ze milieuvriendelijk zijn. Als waterstofperoxyde zijn werk heeft gedaan, blijft er water over. Van ozon blijft zuurstof over.

Geen van beide stoffen kan zonder meer als alternatief voor formaline dienen. Wellicht is het beste 'alternatief', een goed gecontroleerd gebruik van formaldehydedamp. Daarbij moeten we onder andere denken aan het neutraliseren van de damp die na het desinfectieproces vrij komt. □

De ARBO-wet stelt onder andere eisen aan de lucht die werknemers inademen. Voor de damp van formaldehyde (= methanal, formule CH_2O) geldt een MAC-waarde van 1 ppm, dat betekent maximaal 1 cm^3 methanal in 1 m^3 lucht. Volgens het artikel komt dit overeen met 1,25 g methanal per m^3 lucht, maar dat klopt niet!

- 1 Laat via een berekening zien dat het niet klopt door de juiste hoeveelheid uit te rekenen. $V_m = 24,0 \text{ dm}^3$.

Broedeieren worden ontsmet door ze in contact te brengen met methanaldamp. Één manier om methanaldamp te krijgen is het verhitten van paraformaldehyde, een vaste stof met formule $-(\text{CH}_2\text{O})_n-$.

- 2 Leg uit, dat uit het gegeven dat paraformaldehyde een vaste stof is, afgeleid kan worden dat het een polymeer is.
- 3 Geef de structuurformule van het monomeer waaruit paraformaldehyde gevormd is. Hint: het produkt is een additiepolymeer.
- 4 Geef nu de reactievergelijking in structuurformules die optreedt bij het verhitten van paraformaldehyde.

In het artikel worden ook alternatieven voor het gebruik van methanal genoemd.

- 5 Welke alternatieven worden er genoemd?
- 6 Welk nadeel ten opzichte van methanal kun je voor elk van de alternatieven noemen?
- 7 Welk belangrijk voordeel bezitten beide alternatieven?

Het 'beste' alternatief dat genoemd wordt, is een gecontroleerd gebruik van methanal, waarbij neutralisatie van de damp een onderdeel is.

- 8 Wat moeten we hier verstaan onder het begrip 'neutralisatie'?
- 9 Ben je het eens met de uitspraak dat een gecontroleerd gebruik het beste alternatief is? Licht je antwoord toe.

BIETEN

OOGST, 4 september 1992

Foto: Twan Wiermans

Niet alleen bomen zorgen voor gezonde lucht, land- en tuinbouwgewassen doen dat ook. Daar staat men veel te weinig bij stil. Daarom liet de Limburgse coöperatieve vereniging van suikerbietentelers COVAS in 50 bietenpercelen borden plaatsen met teksten als: Bieten = suiker + zuurstof, 1 Hectare bieten = 13 miljoen liter zuurstof en 1

Hectare bieten = zuurstof voor 60 mensen.

Naast veel zuurstof produceren de Limburgse bieten dit jaar zeer veel kilo's. Zoals de zaken er nu voor staan wordt de opbrengst 69 à 71 ton per ha. Tot dusverre was 1990 met 66 ton per ha het topjaar. In Limburg staan dit jaar 12.500 ha suikerbieten, ruim 10% van het landelijk areaal.



In bietenvelden staan borden met de tekst: '*Bieten = suiker + zuurstof*'.

1 Leg uit wat men met deze tekst wil benadrukken.

Voor suiker kunnen we de normale kristalsuiker, sacharose, lezen.

2a Geef de molecuulformule van sacharose.

2b Geef nu de reactievergelijking waarmee de tekst '*Bieten = suiker + zuurstof*' overeenkomt.

In tabel 2 staan gegevens over de groei van suikerbieten aangegeven.

Maandblad Suikerunie, augustus 1992

Groeiverloop van suikerbieten

Tabel 2. Resultaten van de groeiverloopmonsternamen d.d. 3 augustus 1992

Gebied	Wortel gewicht (kg/ha)	Suiker gewicht (%)	Suiker gewicht (kg/ha)
Nederland 1992	44.600	14,7	6.470
Nederland 1991	30.200	12,0	3.750
Nederland 1982 t/m 1991	31.800	12,4	4.070

- 3 Reken nu aan de hand van de reactievergelijking uit 2b en tabel 2 uit hoeveel dm^3 zuurstof er per ha gemiddeld in Nederland (1992) geproduceerd zal worden. $V_m = 24,0 \text{ dm}^3$.

Als je goed gerekend hebt dan heb je bij opgave 3 een waarde gevonden die véél lager is dan de genoemde 13 miljoen liter zuurstof per ha in het artikel. Toch is die 13 miljoen liter zuurstof wél de juiste waarde!

- 4 Leg uit dat bij het groeiproces van suikerbieten veel meer zuurstof ontstaat dan de berekende hoeveelheid van opgave 3.

Als we er van uitgaan dat de zuurstof die een mens verbruikt volledig gebruikt wordt voor de verbranding van glucose in het lichaam, dan kunnen we aan de hand van de gegevens in het artikel uitrekenen hoeveel kg glucose er per jaar in ons lichaam verbrand wordt.

- 5 Geef deze berekening.

SUPERZWARE ELEMENTEN

de Volkskrant, 12 september 1992

Duitsers benoemen zwaarste atomen

Het periodiek systeem der elementen is uitgebreid met drie namen. Tijdens een feestelijke bijeenkomst in Darmstadt zijn maandag de drie zwaarste atomen die ooit zijn waargenomen, nielsbohrium, hassium en meitnerium, officieel gedoopt. De namen verwijzen naar respectievelijk de Deense atoomfysicus en Nobelprijs-winnaar Niels Bohr (1885-1962), de Duitse bondsstaat Hessen, en de Oostenrijks-Zweedse fysica Lise Meitner (1878-1968), een van de ontdekkers van kernsplijting. De uiterst instabiele elementen, met de atoomgetallen 107, 108 en 109 werden in het begin van de jaren tachtig gemaakt en aangetoond in de deeltjesversneller van het instituut voor zware-ionen-onderzoek in Darmstadt. In de natuur komen ze niet voor. Ze bestaan slechts gedurende duizendsten of zelfs miljoenste seconden bij botsingen van lichtere atoomkernen die in deeltjesversnellers op elkaar worden geschoten. Na de korte verbintenis tot een zwaar atoom vallen ze weer in brokstukken uiteen.

De Duitse benoemingen van de nieuwe elementen zijn niet geheel zonder touwtrekkerij verlopen. Mogelijk is nielsbohrium in het begin van de jaren tachtig al gemaakt in het kernversnellercentrum Dubna bij Moskou, voordat het in Darmstadt werd gezien. De Russen verzuimden het atoom echter grondig te identificeren. Hassium werd iets later vrijwel gelijktijdig uit beide centra gemeld. Een internationale commissie oordeelde niettemin dat de Duitse experimenten uiteindelijk de doorslag hebben gegeven bij het vaststellen van het bestaan van de superzware kernen.

De nieuwe elementen:

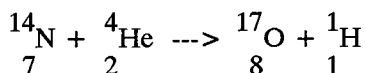
atoom-nummer	symbool	naam
107	Ns	Nielsbohrium
108	Hs	Hassium
109	Mt	Meitnerium

Volgens het artikel zijn de nieuwe elementen instabiel.

1 Leg uit wat dat betekent.

Bij scheikundige reacties spelen de elektronen in de buitenste schil een belangrijke rol, de atoomkernen blijven daarbij onveranderd. Er bestaan echter ook reacties waarbij atoomkernen veranderen. We noemen ze *kernreacties*. Dit soort reactie is van wezenlijk belang voor het maken van de nieuwe elementen: men beschiet atomen met andere kleinere atomen. Daarbij ontstaan nieuwe atomen.

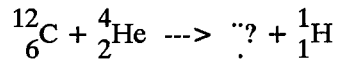
Een voorbeeld van een kunstmatige kernreactie:



In woorden:

stikstofkern + heliumkern $\rightarrow$ zuurstofkern + waterstofkern.

- 2 Leg uit van welk element de kern ontstaat bij de volgende kunstmatige kernreactie:



Deze kunstmatige kernreacties worden uitgevoerd in een deeltjesversneller, omdat de deeltjes die men als projectielen gebruikt (in de twee voorbeelden de heliumkernen), een erg hoge snelheid moeten hebben om een atoomkern te kunnen treffen.

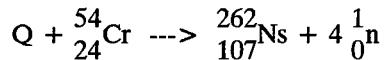
- 3 Leg uit waarom die snelheid zo ontzettend hoog moet zijn.

Hassium is gemaakt door californiumisotopen (atoomnummer 98, massagetal 254) te beschieten met neon (massagetal 22). Hierbij ontstaan naast hassium vijf neutronen.

- 4 Leg uit dat men een neutron als volgt kan noteren: ${}^1_0\text{n}$.

- 5 Geef de vergelijking voor de kernreactie waarbij Hassium gevormd wordt.

Nielsbohrium (massagetal 262) werd gemaakt door op een element Q een bombardement uit te voeren met Cr (massagetal 54):



- 6 Leg uit welk element Q is. Bepaal het atoomnummer, het symbool en het massagetal.

Deze zware elementen kunnen ook spontaan met grote kracht een stukje van zijn kern afstoten, bestaande uit twee protonen en twee neutronen. Dat brokstukje noemt men een alfadeeltje of ook wel een heliumkern. Dit proces kan zich herhalen bij de nieuwe kern: zo ontstaat een vervalreeks.

- 7 Geef de notatie voor een alfadeeltje.

Een stukje van de vervalreeks van de kern van een meitneriumatoom met massagetal 266 gaat als volgt:

- uit Mt ontstaat een element X en een alfadeeltje;
 - X op zijn beurt valt uiteen, waarbij wederom een alfadeeltje ontstaat naast het element Y;
 - element Y neemt een electron op (notatie ${}^0_{-1}\text{e}$) waardoor element Z ontstaat.
- 8 Geef de vervalreeks van de kern van Mt, zoals beschreven in de stappen a tot en met c, in vergelijkingen weer.

SUIKER

Allerhande (Albert Heijn), nr 10, oktober 1992

**Suiker is een van de
basisprodukten die iedereen
wel in huis heeft.**

**Het is zo gewoon om ergens
suiker in te doen dat
we er niet eens bij nadenken.**

suiker EEN ECHTE SMAAKMAKER

Vóór de achttiende eeuw was suiker een kostbaar genotmiddel, dat alleen voor de allerrijksten was weggelegd. Men haalde de suiker toen uit suikerriet, een gewas dat alleen in tropische gebieden groeide. De suikerbiet was al wel bekend bij de Grieken en de Romeinen,

maar alleen als groente. Pas in 1747 ontdekte de Duitse apotheker Marggraf hoe je de suiker uit een suikerbiet kon halen. Zo'n 150 jaar later startte de teelt van suikerbieten in ons land en werd suiker voor een groot

publiek bereikbaar. De suikerconsumptie per persoon is gemiddeld 40 kilo per jaar. Een gedeelte daarvan is verwerkt in zoete produkten bijvoorbeeld snoep, broodbeleg en frisdranken. Ongeveer een kwart gebruiken we in de vorm van pure suiker.

Wat is suiker?

Als we over suiker spreken bedoelen we in het algemeen kristalsuiker, rietsuiker of een van de variaties daarop, zoals basterdsuiker of poedersuiker. Maar suiker is eigenlijk een verzamelnaam voor een grotere groep zoete stoffen. Daar behoren ook de zogenoemde 'enkelvoudige' suikers toe, zoals druivesuiker (glucose) en vruchtensuiker (fructose). Beide soorten komen van nature in veel voedingsmiddelen voor. Kristalsuiker of saccharose is een 'tweevoudige' suiker die uit gelijke hoeveelheden druive- en vruchtensuiker bestaat. Kortom: er zijn veel meer soorten suiker dan we in eerste instantie denken.

Van suikerbiet of suikerriet tot suiker

Bietsuiker komt uit de suikerbiet. In de maanden september tot december vindt de oogst (de 'bieten-' of 'suikercampagne') plaats. Direct na het oogsten ver-

werkt men de bieten, want als ze blijven liggen daalt het suikergehalte. De bieten worden gewassen en in reepjes gesneden, die in brocitroggen worden verhit tot zo'n 70 °C. Daarna voegt men warm water toe, dat een groot deel van de suiker uit de bieten opneemt. Dit suikerwater of 'ruwsap' wordt gereinigd met behulp van kalk en koolzuur. Deze twee stoffen verdwijnen later weer uit het suikerwater.

Na het reinigen filtert men het suikerwater, zodat 'dunsap' ontstaat. Dit sap wordt ingedikd tot suikerstroop of 'diksap'. Dat laat men dan weer inkoken (waardoor het uitkristalliseert) en intussen wordt wat poedersuiker toegevoegd. Op de poedersuiker vormen zich suikerkristallen die in een centrifuge gescheiden worden van de rest van de suikerstroop. De stroop die overblijft heet melasse en wordt gebruikt in de veevoeder-industrie. De suikerkristallen worden met stoom afgesproeid, zodat ze wit worden, en daarna nogmaals gezuiverd (geraffineerd). Verreweg het grootste deel van de suiker die u in de winkel koopt, komt uit suikerbieten. Een klein deel komt uit suikerriet: dat wordt dan op de verpakking vermeld.

Rietsuiker is gemakkelijk te herkennen: het is lichtbruin van kleur en heeft een iets hoger vochtgehalte, waardoor het wat minder makkelijk te strooien is. Rietsuiker wordt uit de stengels van suikerriet gehaald. Met behulp van grote walsen perst men het sap

uit de stengels. Uit het sap wordt op dezelfde manier suiker gemaakt als bij bietsuiker. Rietsuiker wordt alleen niet geraffineerd.

De suikerbiet (plant) is een kleine chemische fabriek, waarin koolzuurgas (uit de lucht) en water met elkaar reageren. Onder invloed van zonlicht wordt suiker gemaakt en komt zuurstof vrij.

1 Hoe wordt dit proces genoemd?

De suikerbiet (wortel) is het 'pakhuis' van de plant. In de cellen wordt de gevormde suiker opgeslagen.

In de suikerfabriek wordt de suiker uit de bieten gehaald.

2 Bedenk waarom de reepjes biet eerst in 'broeitroggen' moeten worden verhit.

3 Welke scheidingsmethode wordt daarna toegepast?

Om in korte tijd zoveel mogelijk suiker uit een hoeveelheid bieten te halen kan men enkele maatregelen nemen.

4 Noem twee maatregelen die in het artikel genoemd worden.

Behalve suiker zijn in het ruwsap ook nog andere stoffen opgelost.

5 Leg uit dat je de suiker niet door filtratie van die andere stoffen kunt scheiden.

Het ruwsap wordt gereinigd met behulp van twee stoffen. Na het reinigen filtert men het 'suikerwater'.

6 Welke twee stoffen gebruikt men om het ruwsap te reinigen?

7 Wat is er tijdens het reinigen gebeurd als er na het reinigen moet worden gefilterd?

8 Waarom wordt het suikerwater 'dunsap' genoemd?

Als dunsap wordt ingedampt ontstaat diksap. Bij nog verder indampen begint er suiker te kristalliseren.

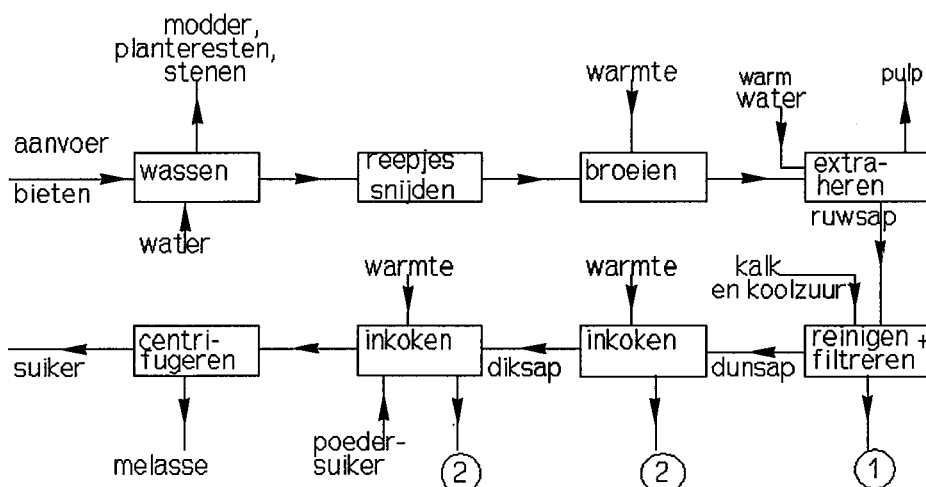
9 Wat kun je afleiden over het suikergehalte in het diksap?

10 Hoe worden de gevormde suikerkristallen gescheiden van de suikerstroop?

Bij scheidingen maak je gebruik van een verschil in een stofeigenschap.

11 Van welk verschil wordt hier gebruik gemaakt?

Het proces 'van biet tot suiker' kan in een schema vereenvoudigd worden weergegeven. Hieronder staat zo'n schema.



12a Wat moet je bij 1 in het schema bij de pijl schrijven?

12b En bij 2?

13 Geef een argument *voor* en een argument *tegen* de naam 'suikerfabricage' voor dit proces.

Suiker kan in ons lichaam veel energie leveren.

14 Waar komt de energie die de suiker kan leveren *oorspronkelijk* vandaan?

RECYCLING VAN AUTO'S

Fabrikanten op zoek naar de 'kringloopauto'

de Volkskrant, 18 juli 1992

NRC, 19 augustus 1992

Renault en Peugeot bouwen fabriek voor recycleren auto's

PARIJS (ANP) — De Franse autofabrikanten Renault en Peugeot gaan samen auto's recyclen. De nog te bouwen recyclingfabriek ten zuiden van Parijs moet straks per dag tweehonderd afgedankte wagens verwerken.

De herwinningsfabriek van Renault en Peugeot wordt de grootste in Frankrijk. Olie, remvloeistoffen, plastics en rubberen onderdelen van de auto's worden als grondstof voor de woningbouw gebruikt. Het schuimplastic uit de zittingen van de verbruikte Renaults en Peugeots komt straks als isolatiemateriaal in spouwmuur.

Ook zijn de twee autofabrikanten overeengekomen verder onderzoek te doen om zo veel mogelijk onderdelen opnieuw te gebruiken. Peugeot zegt in de recyclingfabriek bij Lyon 95 procent van de onderdelen opnieuw te kunnen gebruiken. Peugeot verwerkt hier zestien auto's per dag. In Frankrijk komen jaarlijks twee miljoen wagens op de schroothoop.

Duitse auto's terug naar fabrikant voor hergebruik

BONN, 19 AUG. Duitsland wil autofabrikanten ertoe verplichten oude wagens terug te nemen als die rijp zijn voor de sloop. Een wetsontwerp daartoe is dinsdag gepresenteerd door de minister van milieuzaken, Klaus Töpfer. Het moet nog worden goedgekeurd door het kabinet.

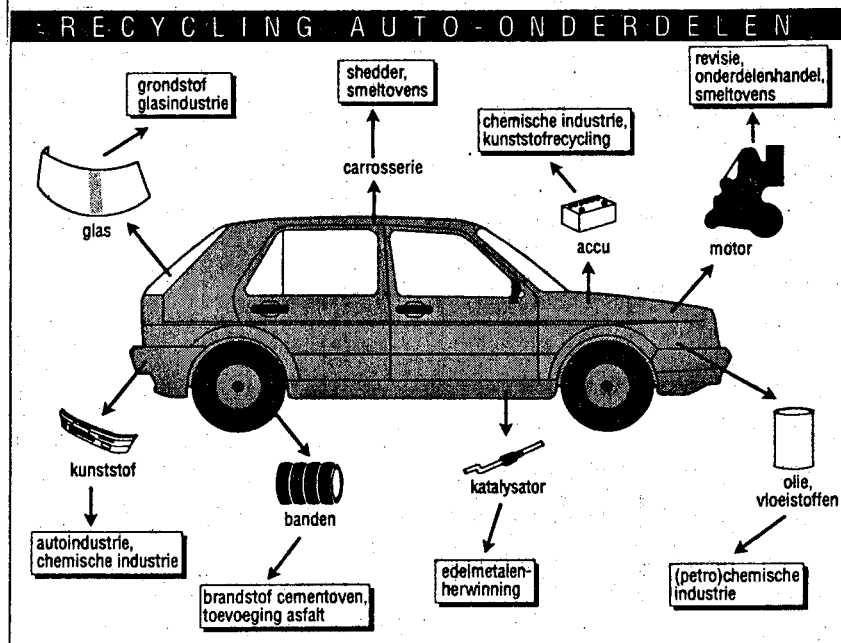
Volgens het plan kunnen automobilisten hun oude personen- of vrachtwagens kosteloos inleveren bij de dealer. Bij auto's van buitenlandse makelij wordt de importeur verantwoordelijk. Volgens minister Töpfer is het de bedoeling de automobiellindustrie bewuster te maken van de noodzaak om materialen in hun auto's te gebruiken die milieuvriendelijk zijn of opnieuw kunnen worden gebruikt. Vooruitlopend op het wetsvoorstel hadden verscheidene Duitse producenten al 'terugneem'

-garanties afgegeven voor hun nieuwste modellen.

De bepaling moet volgend jaar van kracht worden en is in de eerste plaats gericht op nieuwe auto's die daarna worden verkocht. Voor oudere wagens wordt een uitzondering gemaakt als de kosten voor het opruimen daarvan hoger zijn dan de waarde van opnieuw te gebruiken onderdelen. Ook auto's die grote schade hebben opgelopen bij ongelukken vallen niet onder het voorschrift.

Duitsland is de grootste automarkt in Europa. Er zijn ongeveer 36 miljoen wagens geregistreerd en er gaan er jaarlijks 2,6 miljoen naar de schroothoop. Van de metalen onderdelen wordt 75 procent hergebruikt. Plastic en glas (ongeveer 450.000 ton per jaar) wordt gewoonlijk afgevoerd als afval. (Reuter)

Brabants Dagblad, 5 juli 1991



Illustratie: DGS Visueel

De materialen die in auto's verwerkt zijn:

- ijzer en staal (76,5 (massa)%);
- andere metalen (aluminium, lood, koper, zink, totaal 4,6%);
- rubber (5,2%);
- glas (4,0%);
- kunststoffen (2,5%).

In deze opdracht komen voor de verschillende materialen recycling en hergebruik aan bod.

DE METALEN

Bij verwerking van een auto wordt de carrosserie in kleine stukjes gehakt.

Proef 1 Scheiden van metalen

Je krijgt een verzameling stukjes metaal.

Bedenk een manier om het ijzer en staal te scheiden van de andere metalen. Bedenk een werkaanpak en overleg met je docent over de uitvoering.

Proef 2 Hergebruik staal

Houd, met behulp van een tang, een stuk staaldraad (of een stalen spijker) in de blauwe ruisende vlam van een bunsenbrander. Verhit het stuk staaldraad (stalen spijker) totdat het roodgloeiend is. Leg de gloeiende staaldraad (spijker) op een stoeptegels (of een aambeeld) en sla er, terwijl je het vast blijft houden, met een hamer op.

Noteer je waarnemingen.

Proef 3 Hergebruik gietijzer

Houd, met een tang, een stuk gietijzer in de blauwe ruisende vlam van een bunsenbrander. Bewerk het stuk gietijzer op de stoeptegels (of het aambeeld) met de hamer.

Noteer je waarnemingen.

- 1 Leg aan de hand van je waarnemingen uit wat makkelijker bewerkt kan worden: staal of gietijzer?
- 2 Zoek in je Binas-boek de samenstelling op van gietijzer en staal.

DE KUNSTSTOFFEN

De volgende kunststoffen komen veel voor in auto's:

- polyurethanen (32 (massa)%);
- polyvinylchloride (27%);
- polystyreen en copolymeren (19%);
- polypropreen (9%);
- polyesters, polyamides, et cetera (13%).

De aanwezige kunststoffen kan men verwerken door:

- 1 omsmelten;
- 2 ontleding;
- 3 verbranden (energieopbrengst).

1 Omsmelten

Het rode achterlichtkapje van een auto bestaat uit polymethylmethacrylaat (PMMA). Deze stof kan men omsmelten.

Proef 1 Het omsmelten van kunststoffen

Voer de proef uit in de zuurkast!

Leg op een driepoot een gaasje. Neem een stuk dubbelgevouwen aluminiumfolie en vouw hiervan een bakje. Plaats het aluminium bakje op het gaasje. In het aluminium bakje leg je kleine stukjes PMMA. Plaats de bunsenbrander onder de driepoot en verhit het geheel stevig. Als de stukjes PMMA gesmolten zijn zet je de brander uit. Na afkoelen verwijder je de aluminiumfolie.

2 De ontleding van kunststoffen: depolymerisatie en polymerisatie

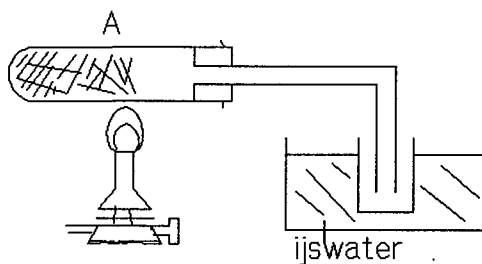
Sommige kunststoffen kan men depolymeriseren. Er ontstaat dan weer het monomeer. Uit het monomeer kan men dan weer het polymeer maken.

Proef 2 Depolymerisatie van polymethylmethacrylaat (PMMA)

Bouw de opstelling zoals in figuur 1 is weergegeven.

Vul de reageerbuis, die verwarmd wordt, voor 2/3 deel met stukjes van een achterlichtkapje. Verwarm de reageerbuis rustig, bovenaan beginnend (= punt A in de opstelling). Na korte tijd ontstaat er een witte nevel en het 'destillaat' is felgeel tot rood gekleurd.

Ga door totdat je ongeveer 5 ml 'destillaat' hebt.



figuur 1

- 1 Geef de formule van het monomeer (MMA = ester van 2-methylpropenozuur en methanol) dat ontstaat bij de depolymerisatie van PMMA.

Proef 3 Aantonen van stoffen met C=C bindingen in het 'destillaat' van proef 2, ofwel het aantonen van het monomeer

Met behulp van broomwater kun je aantonen dat in moleculen van stoffen een dubbele binding aanwezig is. Met behulp van deze proef ga je bekijken of het ontstane monomeer een dubbele binding bevat.

Voer de proef uit in de zuurkast! Breng in een reageerbuis enkele druppels van het destillaat van proef 3. Voeg wat geel broomwater toe. Schud goed. Noteer je waarneming.

- 2 Is je waarneming bij deze proef in overeenstemming met de formule die je voor het monomeer MMA gegeven hebt in vraag 1?
- 3 Geef de vergelijking van de aantonningsreactie.

Proef 4 Polymerisatie van het destillaat van proef 3

Voer de proef uit in de zuurkast!

Voeg aan 5 ml destillaat van proef 3 (in een reageerbuis) een spatelpunt benzoylperoxide toe (benzoylperoxide is een radicaalvormer). Houd de reageerbuis een aantal malen kort in bekerglas met warm water (ongeveer 40°C), schud steeds goed. Hierdoor kan de vaste stof (= radicaalvormer) oplossen in het monomeer. Verwarm vervolgens de reageerbuis met inhoud in kokend water, blijf de buis schudden. Zodra de oplossing in de reageerbuis begint te koken start de polymerisatiereactie. Haal de reageerbuis uit het kokende water zodra er witte nevels gevormd worden en zet hem in een reageerbuisrek. Na afkoelen heeft men weer het polymeer PMMA.

Of dit inderdaad zo is kun je onderzoeken door met het produkt proef 1 nog eens uit te voeren. Je krijgt het polymeer als volgt uit de reageerbuis: wikkel de reageerbuis in een stuk papier of doek en sla hem kapot.

- 4 Via welke type polymerisatiereactie verloopt de polymerisatie van MMA tot PMMA?

3 De verbranding van kunststoffen

Indien men kunststoffen niet kan omsmelten of depolymeriseren kan men ze verbranden. De verbrandingswarmte van kunststoffen is vrij hoog. Bij de verbranding van kunststoffen moet men echter rekening houden met het vrijkomen van schadelijke stoffen.

In de deurbekleding en de stoelbekleding van auto's is vaak PVC aanwezig.

Proef 5 Verbranding van polyvinylchloride (PVC)

Voer de proeven uit in een zuurkast!

a De brandbaarheid van PVC

Electriciteitsbuis is ook van PVC. Je voert de proef daarmee uit.

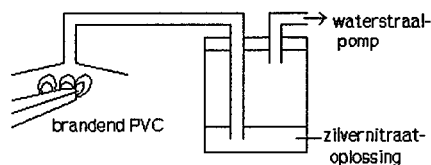
Houd met behulp van een tang een stukje electriciteitsbuis in een vlam van een bunsenbrander.

b Ontstaan van een zuur bij de verbranding

Herhaal proef a. Houd in de verbrandingsgassen van het PVC een vochtig blauw lakmoespapiertje. Noteer je waarneming.

c Het vrijkomen van chloride

Bouw de opstelling die hiernaast staat weergegeven. In de gasdoorleidfles (gaswasfles) is een zilvernitraatoplossing aanwezig. Noteer je waarneming.



- 5 Geef de vergelijking van de verbrandingsreactie van PVC.

DE ACCU

Ongeveer 50% van de wereldproductie van lood wordt gebruikt voor accu's.

De samenstelling van accuschroot:

lood	20-30 (massa)%
loodoxide	15-20%
lood(II)sulfaat	25-30%
kunststoffen	10-15%

Het is dus zinvol om het materiaal van accu's te recyclen. In de volgende opdrachten wordt ingegaan op het recyclen van lood.

Proef 1 De oplosbaarheid van loodzouten

Doe in twee reageerbuizen een spatelpuntje (enkele korrels) lood(II)oxide en 4 ml natronloog (20%, dus opletten!!). Aan één van de reageerbuizen wordt vervolgens drie spatelpunten suiker toegevoegd. Beide reageerbuizen worden twee tot drie minuten verwarmd met behulp van een bunsenbrander. Bekijk de inhoud van de reageerbuizen goed, houd ze eventueel tegen het licht. Noteer je waarnemingen. Herhaal de proef met lood(IV)oxide en lood(II)sulfaat.

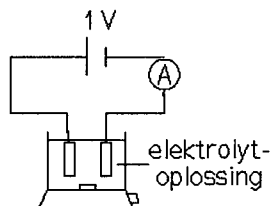
- 1 Wat kun je zeggen aan de hand van je waarnemingen over de oplosbaarheid van loodzouten?

Proef 2 Het verwerkbaar maken van accuschroot

Je gaat nu in principe proef 1 nog een keer doen maar dan met accuschroot. Breng in een erlenmeyer van 500 ml 150 ml water. Voeg hieraan toe 36 g suiker en 26 g vast natriumhydroxide (voorzichtig). Zwenk de erlenmeyer een aantal malen goed om totdat alle vaste stof is opgelost. Voeg aan de oplossing 20 g van de accuschroot toe. Verhit de oplossing tot het kookpunt terwijl regelmatig geroerd wordt. Laat gedurende vijf minuten, al roerend, afkoelen en giet de oplossing over in een bekerglas. Zorg ervoor dat de vaste stof in de erlenmeyer achterblijft.

Proef 3 Het terugwinnen van lood

Bouw een electrolyse-opstelling zoals in onderstaande figuur is weergegeven. De oplossing die je hebt overgehouden bij proef 2 ga je electrolyseren. Gebruik koolstofelectroden en een magneetroerder. Electrolyseer, gedurende tien minuten, de oplossing onder langzaam roeren bij een spanning van ongeveer 1 V. Zorg ervoor dat de stroomsterkte niet hoger wordt dan 500 mA. Nadat je gestopt bent met de electrolyse moet je voorzichtig de met lood bedekte electrode uit de oplossing halen. Schrap het lood van de electrode af en doe het in een porceleinen schaal. Spoel het lood enkele malen met gedestilleerd water. Droog het lood als volgt: leg het tussen filtreerpapier en klop er op met een hamer.



DE AUTOBANDEN

Autobanden worden voor een deel al gerecycled. Maar vaak hebben ze nog een tweede leven voordat ze op de vuilnishoop terecht komen. Je zult ongetwijfeld wel eens gezien hebben dat bij het inkuilen van gras autobanden gebruikt worden als verzwaring van de afdekking. Heb je ze wel eens bij schommels ontdekt of bij een inrit? Ook vinden ze toepassingen in dijkverzwaring. Veel (grote) banden, van bijvoorbeeld vrachtauto's en landbouwtrekkers, worden voorzien van een nieuw loopvlak als ze versleten zijn.

Het materiaal van autobanden is ge vulcaniseerd rubber, een polymeer van 1,3-butadiëen dat door zwavelbruggen tot een netwerk is gevormd.

Hergebruik rubber

Proef 1 Het verwerken van rubber

Leg op een stevige ondergrond een lap neer. Neem een stuk autoband of een stuk van een rode rubberen slang en houd dat met behulp van een tang in koolzuursneeuw (brandblusser). Haal het rubber er weer uit. Leg het op de lap. Vouw de lap dicht en sla flink met een hamer op het materiaal.

Proef 2 Het maken van een rubberen mat

Leg een petrischaal met de bodem naar boven. Smeer met een kwastje de petrischaal in met rubberoplossing. Verdeel de stukjes die zijn ontstaan bij proef 1 over de onderkant van de petrischaal. Druk het geheel stevig aan. Bedek de bovenkant met een laag rubberoplossing. Nadat het geheel gedroogd is kan het rubbermatje los getrokken worden van de ondergrond.

Proef 3 Winning van roet

Voer deze proef uit in de zuurkast!

Bepaal de massa van een leeg (porceleinen) schaaltje.

Houd een stuk rood rubber met een tang in de vlam van een brander. Het stuk rubber zal ontbranden. Het ontstane roet kan men op een glasplaat opvangen. Als de glasplaat goed beroet is maak je hem met een krabbertje schoon en verzamel je het roet in het schaaltje. Bepaal de massa van het schaaltje met roet.

Proef 4 Bereiding van drukkersinkt

Bereken de massa van het roet dat je hebt gewonnen in proef 3. Vul de bij proef 3 ontstane hoeveelheid roet aan met houtskoolpoeder tot 200 mg. Meng 1000 mg arabische gom met 500 mg paraffine-olie in een porceleinen schaal. Verwarm dit mengsel rustig (op een driepoot met gaasje) met een brander tot het mengsel gesmolten is. Voeg onder roeren de 200 mg 'roet' aan de smelt toe. Laat afkoelen. Maak je eigen vingerafdrukken met behulp van je zelf gemaakte drukkersinkt. Je kunt je vingers schoonmaken met bijvoorbeeld wasbenzine of gebruik water, zeep (garagezeep) en een stevige borstel.

KORT KORT KORT KORT KORT KORT

OMZETTING CELLULOSE IN ETHANOL

Mens en Wetenschap, nr 4, 1992

Omzetting van cellulose in ethanol

Onderzoekers van de North Carolina State University hebben een continu-proces voor de omzetting van cellulose in ethanol ontwikkeld. In een demonstratie-opstelling wordt cellulosehoudend hout en papier uit stadsafval met behulp van geconcentreerd zoutzuur bij 50°C gehydro-

lyseerd tot eenvoudige suikers. De HCl wordt voor 90% teruggewonnen via elektrodialyse en een permeabel membraan. De achterblijvende suikeroplossing bevat tussen 50 en 60% glucose en is daardoor geschikt voor continue fermentatie.

In het artikel wordt het hydrolyseproces van cellulose beschreven.

- 1 Wat versta je onder een hydrolyseproces?
- 2 Geef de hydrolyse van cellulose tot glucose in een reactievergelijking met molecuulformules weer.
- 3 Wat is de functie van het zoutzuur? Leg dit uit aan de hand van gegevens uit het artikel!

Men verhit het mengsel tot 50°C ondanks dat daardoor het proces duurder wordt door de energie die men daarvoor nodig heeft.

- 4 Waarom verhit men dan toch tijdens het hydrolyseproces?

Na afloop van het hydrolyseproces heeft men de beschikking over een suikeroplossing. Deze oplossing is te gebruiken voor continue fermentatie (= alcoholische gisting).

- 5 Het artikel geeft aan dat glucose zeer goed oplosbaar in water. Leg uit dat dat niet zo vreemd is.
- 6 Geef de fermentatie in een reactievergelijking met molecuulformules weer.

Kwalijke geuren uit de mondholte

M.A.J. Eijkman

Ranzige luchten, die uit de monden van tandheelkundige patiënten opwellen, kunnen de werkvreugde van tandartsen aanzienlijk verminderen. En niet alleen van tandartsen of mondhygiënisten, maar van iedereen die het genoeg smaakt om iemand in zijn naaste omgeving te hebben met een slechte adem.

Hoewel er veel onbekend is over het verschijnsel zijn de meeste auteurs het er wel over eens dat niet de keel maar de mond de belangrijkste bron is van de onaangename geur. De geuren die in de mondholte ontstaan zijn het gevolg van een rottingsmechanisme. Micro-organismen tieren welig in

voedselresten, tabak, afschilferingen van het mondweefsel, speekselresten en bloed. En wanneer de zuurgraad van het speeksel vrijwel neutraal is (pH 7.2) en er weinig speeksel is zoals tijdens de slaap of vastenperiode, gaat de geur ontstaan.

Men neemt aan dat de vluchtige bestanddelen met de meest onaangename geur twee vluchtige sulfiden zijn, namelijk waterstofsulfide (H_2S) en methylmercaptaan (CH_3SH) die samen 90 procent van de geproduceerde sulfiden uitmaken.

- 1 Waar precies ontstaat de slechte adem volgens het artikel?
- 2 Waardoor ontstaat de slechte adem?
- 3 Noem de twee factoren die het ontstaan van slechte adem bevorderen.
- 4 Leg uit dat het eten van een (zure) appel helpt bij het terugdringen van slechte adem.
- 5 Geef de namen en de molecuulformules van de twee sulfiden die slechte adem veroorzaken.
- 6 Teken de structuurformules van de in vraag 5 genoemde stoffen.

IJZERATOMEN

NRC, 9 april 1992

IJzeratomen bewegen door roestlaag heen tijdens oxydatie

IJzer is 'edeler' dan zink of aluminium. Toch roest ijzer sneller, doordat er tijdens het oxyderen een kruimelige laag ontstaat die het metaal niet afdekt. Aluminium oxydeert nauwelijks door het beschermende huidje van aluminiumoxyde.

Jaarlijks gaan er miljoenen tonnen ijzer door roest verloren. Maar er is weinig bekend over het ontstaan van de allereerste oxydelaagjes. Dit komt doordat de laagjes al snel te dik zijn voor gangbare onderzoeksmethoden.

De Utrechtse fysicus Wouter Leibbrandt promoveert 13 april op de vorming van oxydelaagjes op ijzeroppervlakken. Door een uitgekende combinatie van technieken kon hij het bovengenoemde 'hiaat' opvullen. Belangrijk was het in ultrahog vacuüm beschieten van zeer zuivere, gladde ijzeroppervlakken (zogeneten éénkristallen) met snelle ionen (afkomstig uit de Van de Graaf-versneller van de universiteit van Utrecht). Het bleek dat er ijzeroxyde FeO ontstond en niet Fe_2O_3 zoals tot nu toe werd gedacht.

Ook kon worden vastgesteld dat een oxydelaag aan de *buiten*kant aangroeit en niet op de grens met het ijzer. Kennelijk bewegen de ijzerionen door het oxyde heen naar de 'verse' zuurstof aan de buitenkant.

- 1a Onderstreep de namen van de metalen in het artikel.
- 1b Schrijf alle genoemde metalen op.

- 2 Leg uit wat met 'edeler' wordt bedoeld.

Je kent drie metalen die zichzelf beschermen tegen verdere oxidatie, waarvan er twee in het artikel worden genoemd.

- 3 Geef de formules van de twee metalen die in het artikel staan.
- 4 Geef de naam van het ijzeroxide dat voornamelijk in de oxidelaag voorkomt.

Uit het onderzoek blijkt, dat het aantal ijzeratomen en het aantal zuurstofatomen in dit ijzeroxide in een bepaalde verhouding voorkomen.

- 5 Schrijf de letter op van de keuze die de juiste verhouding weergeeft:

Verhouding aantal ijzeratomen : zuurstofatomen			
A	1	:	1
B	1	:	3
C	2	:	3
D	1	:	2

- 6 Geef de formule van het ijzerion dat door de oxidelaag heen beweegt.
- 7 Hoe weet de onderzoeker dat het ijzerion door de oxidelaag heen beweegt?

AARDGAS IS NIET GIFTIG

Energie en water, nr 76, 3, voorjaar 1992

Aardgas is niet giftig

Aardgas is van zichzelf reukloos en is ongevaarlijk bij inademen. Toch stinkt het, weten we. Dat luchtje is kunstmatig toegevoegd om ons te waarschuwen als de gaskraan open staat of er een lek is. Aan elke m^3 aardgas wordt 18 milligram THT (tetrahydrothiofeen) toegevoegd. Daardoor ruikt men gas in een kamer of keuken al bij een concentratie van 1%, zodat tijdig maatregelen genomen kunnen worden.



Er wordt gesproken over de stof THT, tetrahydrothiofeen met molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$, die een cyclische structuur zonder vertakkingen heeft.

- 1 Geef de structuurformule van THT.
- 2 Bereken aan de hand van de gegevens in het artikel het volume-aandeel THT per m^3 aardgas. Gegeven: $V_m = 24,0 \text{ dm}^3$.

Men spreekt in het artikel ook nog over de zogenaamde geurdrempelwaarde, die bij aardgas neerkomt op een concentratie van 1 volume-procent aardgas in lucht.

- 3 Bereken hoeveel mg THT er dan per m^3 lucht aanwezig is.
Gegeven: $V_m = 24,0 \text{ dm}^3$.

Man gewond door fosfor in broekzak

OOSTBURG, 15 JUNI. De Explosieven Opruimings Dienst (EOD) gaat op het strand van Nieuwvliet-Bad in Zeeuws-Vlaanderen op zoek naar brokjes fosfor. Zaterdag liep een uit het Duitse Bochum afkomstige man derdegraads brandwonden op toen een stukje fosfor in zijn broekzak vlam vatte. De man was volgens een woordvoerder van de politie stenen aan het zoeken in de branding. Hij merkte niet dat tussen de stenen een stukje fosfor zat. De verzamelde spullen stopte hij in zijn broekzak. Onder water kan fosfor, een mooie steen met een gekleurde gloed, geen kwaad. Als het opdroogt en op een bepaalde temperatuur komt, ontvlamt het spontaan. Een zoekactie van de rijkspolitie op het strand naar meer stukjes heeft niets opgeleverd. Het materiaal kan niet met een metaaldetector worden opgespoord.

Fosfor wordt in dit artikel beschreven als een mooie steen die onder water geen kwaad kan.

- 1 Waarom kan fosfor onder water geen kwaad?
- 2 Bij welke temperatuur ontbrandt fosfor spontaan? Licht je antwoord toe!
- 3 Welke twee voorwaarden worden genoemd om fosfor tot ontbranding te brengen?
- 4 Geef het reactieschema in woorden voor de verbranding van fosfor.

Volgens het artikel kan een metaaldetector fosfor niet opsporen.

- 5 Waarom niet?

Fosfor zit ook op strijklakken van luciferdoosjes. De fosfor op strijklakjes is echter niet dezelfde soort fosfor als waarover in dit artikel gesproken wordt.

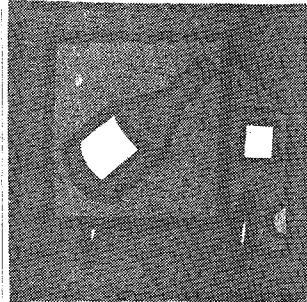
- 6 Leg uit dat het verschillende soorten fosfor moeten zijn.

NA DE GLASBAK

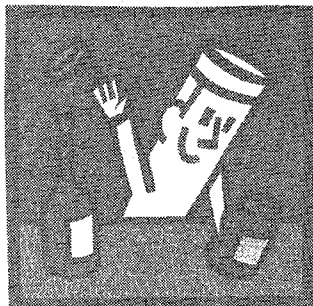
Allerhande (Albert Heijn), nr 10, oktober 1992



Liefst 15% van al ons afval bestaat uit glas, dat via één van de 17.000 glasbakken opnieuw kan worden gebruikt. Maar wat gebeurt er met dat glas ná de glasbak?



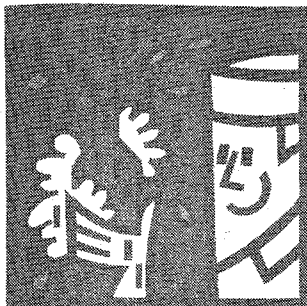
1 Transport. De inhoud van de glasbak wordt opgehaald en naar de fabriek gebracht.



2 Sorteren. In de fabriek gaat het glas op een lopende band, waar alles wat er niet in thuis hoort tussenuit wordt gehaald. Dat gaat sneller als u thuis al doppen en kurken verwijdt.



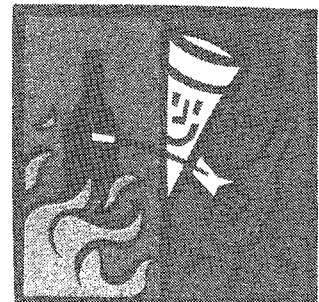
3 Scheiden. Het glas uit gemengde glasbakken wordt hier gescheiden op kleur. Het op kleur gescheiden inzamelen in verschillen glasbakken bespaart dus een extra handeling in de fabriek.



4 Wassen. Vervolgens wordt het glas gewassen en tot scherven gemalen. U kunt dit werk gemakkelijk door thuis uw lege flessen en potten voor te spoelen.



5 Smelten. Het gewassen en gesorteerde glas gaat de smeltoven in. Hier wordt het oude glas toegevoegd aan het zogenaamde 'gemeng', de grondstof voor glas. 'Gemeng' bestaat voor 70% uit zand en verder uit soda, kalksteen, natriumsulfaat en nog wat stoffen. Voor het smelten van gebruikt glas is zo'n 15% minder energie nodig dan voor het smelten van de natuurlijke grondstoffen.



6 Gieten. Als het 'gemeng' tot 1500°C is verhit, smelt het en kan het in mallen tot flessen worden gegoten. Glas kan voor meer dan de helft uit oud glas bestaan. Een doodgewone fles kan op deze manier tientallen keren opnieuw worden omgesmolten. De gebruikelijke grondstoffen voor glas blijven nodig, maar in kleinere hoeveelheden.

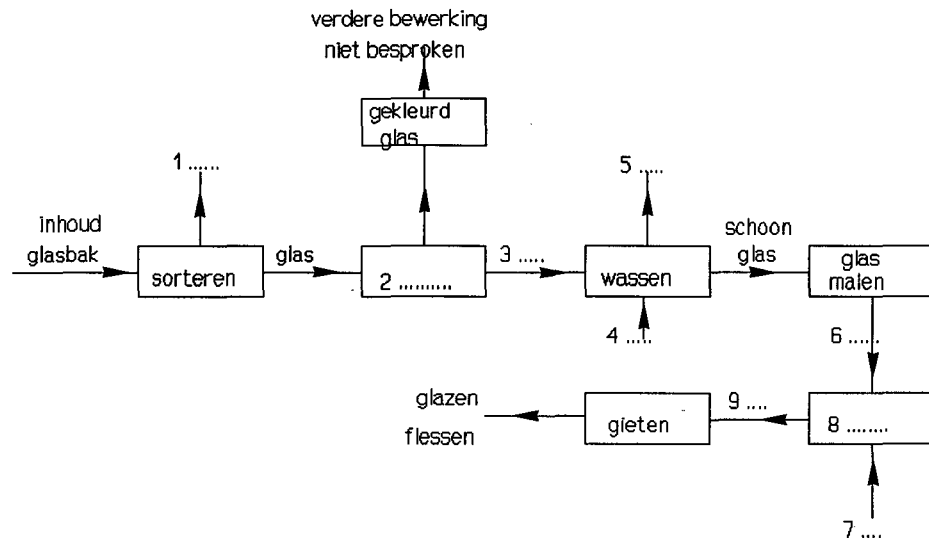


7 Nieuwe fles. De nieuwe flessen gaan naar de bedrijven die ze weer afvullen met hun produkt en ze voorzien van etiketten, doppen, kurken en dergelijke. Als nieuw produkt komt de fles met inhoud weer in de winkel terecht, waar u hem als klant weer kunt kopen. Na gebruik kan de fles weer in de glasbak en begint de hele kringloop opnieuw.

In bovenstaand 'stripverhaal' staat weergegeven wat er met glas gebeurt na de glasbak. Lees de strip aandachtig door.

Het proces in het stripverhaal kan worden weergegeven in een blokschema. In een blokschema moet in de blokken steeds een proces beschreven worden, terwijl

tussen de blokken in steeds stoffen genoemd moeten worden. Het 'lege' blokschema voor het proces 'na de glasbak' ziet er als volgt uit. Vul het schema op de openstaande plaatsen in.



DOCENTENHANDLEIDING

Inhoud

Roestproces verloopt netter	43
Cryogene condensatie	44
Airbus op waterstof	44
Methanol voor schoon opwekken electriciteit	46
Bio-ethanol	49
Goedkope bioplastic	49
Melkbusschutters	51
Formaline	51
Bieten	52
Superzware elementen	52
Suiker	55
Recycling van auto's	59
Omzetting cellulose in ethanol	64
Kwalijke geuren	65
Badge bepaalt dosis zonlicht	66
IJzeratomen	67
Aardgas is niet giftig	67
Fosfor	67
Na de glasbak	68
Chemisch rekenen aan experimenten	70

Roestproces verloopt netter

Antwoorden

- 1 -
- 2a -
- 2b IJzer en platina.
- 3 Dat zijn Fe^{2+} en Fe^{3+}
- 4a De aantallen ijzer- en zuurstofatomen zijn gelijk.
- 4b FeO .
- 4c $2+$.
- 4d Doordat de jongste oxidelaag bovenop (= aan de buitenkant) zit.
- 5 Een katalysator versnelt een reactie.
- 6 Platina is erg duur en schaars, ijzer niet.
- 7 Het ijzeroxide groeit over de platinalaag heen.

Opmerking

Onder de kop krantemateriaal staat het volledige artikel weergegeven. Alleen die tekst is gebruikt die nodig is voor het beantwoorden van de opgave.

Krantemateriaal

Poly Technisch Weekblad 23 (15), 3, 1992

Roestproces verloopt veel netter dan altijd aangenomen

IJzer deugt niet als drager voor katalysatoren in auto's

De oxidatie van ijzer verloopt veel geordender dan tot nu toe werd aangenomen, maar als dragermateriaal voor platina-katalysatoren in auto's is ijzer ongeschikt. Het promotie-onderzoek van Wouter Leibbrandt aan de Rijksuniversiteit Utrecht heeft goed en slecht nieuws opgeleverd, maar vooral het fundamentele inzicht in het roestproces vergroot.

Volgens de promovendus, die op 13 april de doctorsgraad hoopt te verkrijgen, is met name de 'unieke' combinatie van ionenbundeltechnieken en oppervlaktegevoelige analysetechnieken credit geweest aan de verrassende ontdekkingen aan zoiets alledaags als het roestproces. Bestudering aan oppervlakken van materialen dieper dan 1 nm (één miljoenste millimeter) en minder dan zo'n 20 nm (we praten dan over enkele atoomlagen) is met de gangbare technieken niet goed mogelijk. Leibbrandt had een Van de Graaf-versneller tot zijn beschikking waarmee ionen in het oppervlak kunnen worden geschoten. Daarnaast heeft hij bij zijn onderzoek oppervlaktege-

voelige technieken gebruikt als ellipsometrie (waarbij de reflectie van gepolariseerd laserlicht wordt gemeten), elektronendiffractie en dergelijke. De hele opstelling was ondergebracht in een hoogvacuumsysteem, om haar gelijkenis met een inktvis ook wel de Octopus genoemd.

IJzerionen

Verrassend noemt hij de ontdekking dat ijzer niet maar in het wilde weg roest, maar netjes laag voor laag, de jongste oxidelaag bovenop de oudere. IJzerionen 'wandelen' kennelijk door de roestlaag heen en verbinden zich vervolgens met zuurstof uit de lucht. Leibbrandt: 'IJzer-ionen blijken heel beweeglijk te zijn en uiteindelijk zijn het de achterblijvende elektronen die moeite hebben door de oxidelaag heen te komen en die de oxidatiesnelheid gaan bepalen.'

Met behulp van alfadeeltjes uit de Van de Graaff-versneller, gecombineerd met oppervlaktegevoelige technieken, is de verhouding tussen ijzer- en zuurstofatomen in de oxidelaag bepaald. Door de alfadeeltjes onder een bepaalde hoek op het oxide-oppervlak in te stralen, kan alleen informatie over de eerste laag worden verkregen en kunnen de

atomen worden 'geteld'. 'Dat is alleen te doen als je tegelijk oppervlaktegevoelige technieken gebruikt.'

Het aantal ijzeratomen en het aantal zuurstofatomen bleek vrijwel gelijk te zijn. Tot nu toe werd steeds aangenomen dat roest een combinatie was van twee- en driewaardig ijzeroxide, waarbij vier zuurstofatomen tegenover drie ijzeratomen staan. Beide bevindingen lopen synchroon met de voorspellingen uit het model dat A. Fromhold al aan het eind van de jaren zestig had opgesteld. 'Dat is het rare', zegt Leibbrandt. 'Iedereen liep altijd met een grote boog om ijzer heen. Dat was veel te reactief. Maar de oxidatie van ijzer blijkt nu een modelsysteem te zijn.'

Stapelen

Voor de zoekers naar een goedkopere autokatalysator heeft de promovendus echter slecht nieuws. Er wordt wel gedacht aan ijzer als dragermateriaal voor platina dat als katalysator dienst doet (platina is overigens een veelgebruikte industriële katalysator). Een dunne laag platina op ijzer blijkt echter niet in staat de roestvorming een halt toe te roepen. 'Inderdaad blijkt in het begin ijzer veel langzamer

te oxideren, zeker bij lage temperaturen. Maar het proces stopt niet. Uiteindelijk groeit het ijzeroxide over het platina heen. Het blijkt dat met een laagje platina bedekt ijzer veel minder netjes oxideert dan zonder.'

Dat resultaat is voor de promovendus beslist geen domper. 'Dat ijzer door het platina wordt heengetrokken, is op zich interessant uit fundamenteel oogpunt, maar heeft ook praktische punten. Iedereen is driftig op zoek naar stapelprocessen voor informatie-opslagsystemen. Dit is een leuke manier om platina te begraven met ijzeroxide en die oxide met behulp van waterstof weer om te zetten in ijzer. Zo kun je magnetisch en niet-magnetisch materiaal stapelen.'

Leibbrandt heeft niet de illusie het roestprobleem te hebben opgelost. Ook de katalyseprocessen waarbij platina en/of ijzer worden gebruikt, zullen na 13 april geen grote sprong voorwaarts maken. 'Maar deze kennis helpt bij het maken en bedenken van legeringen en geeft handvatten voor onderzoek aan platina- en platina/ijzerkatalysatoren. Wat kan wel, wat kan niet. Dit onderzoek is een stap op weg naar beter begrip van die processen.'

PArno Schraauwers

Cryogene condensatie

Antwoorden

- 1 Voor het terugwinnen van (vluchtige) oplosmiddelen en andere koolwaterstoffen.
- 2a Warmtewisseling.
- 2b De stikstof komt niet in contact met de oplosmiddelendamp.
- 3a Dit is een foute formulering: er wordt door vloeibare stikstof geen koude *afgestaan* maar warmte *opgenomen*.
- 3b Bijvoorbeeld: er wordt door de oplosmiddelendamp bij het afkoelen en condenseren energie (in de vorm van warmte) afgestaan aan de vloeibare stikstof. (Deze warmte wordt door de vloeibare stikstof opgenomen en gebruikt voor het verdampingsproces.)
- 4 De binding tussen de stikstofmoleculen in de vloeibare fase moet worden verbroken en dat kost energie.
- 5a Binas-tabel 39B: Kookpunt stikstof = 77 K (= -196°C).
- 5b Atmosferische druk.
- 5c Onder atmosferische druk een gas.
- 5d Onder een hogere druk. (In een snelkookpan is de druk hoger dan die van de atmosfeer. Water kookt dan bij een temperatuur *boven* 100°C. Er is dan bijvoorbeeld *vloeibaar* water bij 110°C.)
- 5e Het stikstofgas heeft dan ook een hogere druk dan de atmosfeer. Het stroomt daardoor gemakkelijk naar de plaats waar het moet worden gebruikt.
- 6 Het lucht vrij maken van de tanks om explosiegevaar te voorkomen.
- 7 Tenminste tot beneden 313K. Het kookpunt van dichloormethaan is 313K. Zuivere damp van dichloormethaan condenseert dus onder atmosferische druk bij deze temperatuur. Lucht met dichloormethaandamp moet (ver) onder deze temperatuur worden gekoeld om het grootste deel van het dichloormethaan te laten condenseren.
- 8 Stel, de afname is van 2 kg/uur tot 2 mg/uur, dat wil zeggen een afname van $2 \cdot 10^6$ mg tot 2 mg.
 $\% \text{ afname} = \{(2 \cdot 10^6 - 2) / 2 \cdot 10^6\} \cdot 100 \% = 99,9999 \%$. Gezien de significantie moet je als antwoord 100 % opgeven.
- 9 Er worden oplosmiddelen teruggewonnen die opnieuw gebruikt kunnen worden.
- 10 Er komen minder organische oplosmiddelen en andere koolwaterstoffen in de atmosfeer, die mede verantwoordelijk zijn voor de vorming van smog en afbraak van de ozonlaag.

Opmerking

Cryogeen betekent letterlijk ijsmakend. Een cryogeen laboratorium is een laboratorium waar het gedrag van stoffen bij zeer lage temperaturen wordt onderzocht. Cryogene condensatie is dus condensatie bij een zeer lage temperatuur.

Airbus

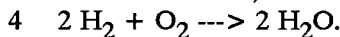
Antwoorden

4M

- 1 Waterstof, H₂.
- 2 $C_{11}H_{24} + 17 O_2 \rightarrow 11 CO_2 + 12 H_2O$.
- 3 Massaverhouding die uit de reactie volgt is: 156 g kerosine $\equiv$ 484 g CO₂, ofwel 156 ton kerosine $\equiv$ 484 ton CO₂. Dus 1 ton kerosine $\equiv$ $(484/156) \cdot 1 =$

3,1 ton CO₂. Evenzo volgt uit de reactie dat 156 g kerosine $\equiv$ 216 g water, ofwel 156 ton kerosine $\equiv$ 216 ton water. Dus 1 ton kerosine $\equiv$ $(216/156) \cdot 1 = 1,38$ ton water.

Conclusie: er is een fout in de eenheid gemaakt, de drie *kilo* en 1,2 *kilo* moeten drie *ton* en 1,2 *ton* zijn.



5 Massaverhouding die uit de reactie volgt is: 4 g waterstof $\equiv$ 36 g water, ofwel 4 kg waterstof $\equiv$ 36 kg water. Dus 3,3 kg water $\equiv$ $(4/36) \cdot 3,3 = 0,37$ kg waterstof.

6 Gezien de eerder gemaakte fout in de eenheid mogen we hier 0,37 ton waterstof lezen. Maar dit is nog niet gelijk aan de hoeveelheid gebruikt bij kerosine: 1 ton.

7 Voordeel:

- geen uitstoot koolstofdioxide (broeikaseffect).

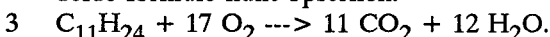
Nadeel:

- waterstof is veel brandbaarder dan kerosine, dus bij tanken een groter risico.

4HV

1 Waterstof, H₂.

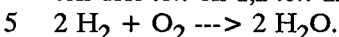
2 Kerosine is een mengsel van koolwaterstoffen waarvoor je alleen een gemiddelde formule kunt opstellen.



4 1 ton = 1000 kg $\equiv$ $1000/156 = 6,41$ kmol C₁₁H₂₄
 $6,41 \text{ kmol C}_{11}\text{H}_{24} \equiv 11 \cdot 6,41 = 70,5 \text{ kmol CO}_2 \equiv 70,5 \cdot 44,0 = 3,10 \cdot 10^3 \text{ kg} = 3,1$ ton CO₂.

$6,41 \text{ kmol C}_{11}\text{H}_{24} \equiv 12 \cdot 6,41 = 76,9 \text{ kmol H}_2\text{O} \equiv 76,9 \cdot 18,0 = 1,38 \cdot 10^3 \text{ kg} = 1,38$ ton H₂O.

Conclusie: er is een fout in de eenheid gemaakt, de drie *kilo* en 1,2 *kilo* moeten drie *ton* en 1,2 *ton* zijn.



6 $3,3 \text{ kg} \equiv 3,3/18,0 = 0,18 \text{ kmol H}_2\text{O} \equiv 0,18 \text{ kmol H}_2 \equiv 0,18 \cdot 2,0 = 0,37 \text{ kg H}_2$.

7 Gezien de eerder gemaakte fout in de eenheid mogen we hier 0,37 ton waterstof lezen. Maar dit is nog niet gelijk aan de hoeveelheid gebruikt bij kerosine: 1 ton.

8 Voordelen:

- minder uitstoot schadelijke stoffen zoals stikstof- en zwaveloxiden;
- geen uitstoot koolstofdioxide.

Nadelen:

- waterstof is een gas, kerosine een vloeistof. Voor het opslaan van het waterstof is dus veel meer ruimte nodig;
- waterstof is veel brandbaarder dan kerosine, dus bij tanken een groter risico.

Opmerkingen

Bij de 4HV opgave zou U, behalve de foute eenheid, ook nog iets kunnen vragen over *a* de overeenkomst/afwijking in de getallen en *b* over de herkomst/hoedanigheid van de 'stikstof'.

a Tekst

Voor waterdamp levert een goede berekening een relatief grote afwijking van de getalwaarde uit het artikel.

Vraag

Welke fout kan er in de berekening zitten?

Antwoord

De gebruikte formule voor kerosine bevat teveel H's. Kennelijk bevat kerosine nogal wat cyclische en/of onverzadigde verbindingen.

b Tekst

In het artikel wordt ook 'stikstof' genoemd als verbrandingsprodukt van de kerosine.

Vraag

Wat zal er in plaats van 'stikstof' bedoeld zijn?

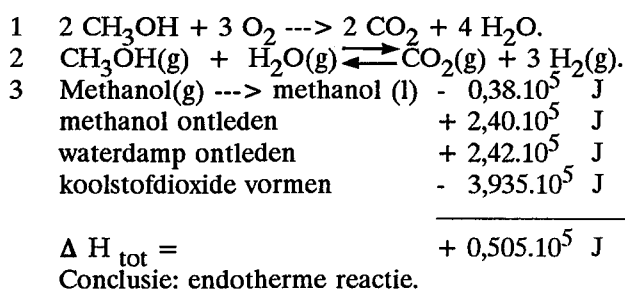
Antwoord

Stikstofoxideverbindingen, zoals NO en NO₂, die bij de hoge verbrandingstemperatuur gevormd worden.

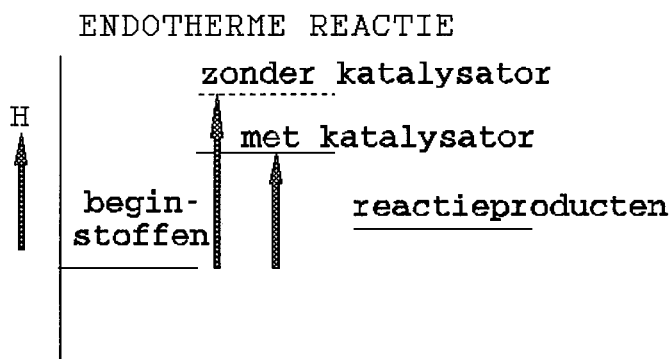
Bij de vraag over 'een vergelijkbare hoeveelheid waterstof' zou U ook kunnen denken aan de hoeveelheid opgeslagen energie in de stoffen. Als U voor kerosine gebruik maakt van de dichtheid van petroleum (Binas-tabel 11) en de verbrandingswarmte van gasolie (Binas-tabel 28) komt U, uitgaande van 1 ton kerosine, uit op een hoeveelheid energie van $2,8 \cdot 10^{10}$ J. Met behulp van Binas-tabel 57 kunt U dan uitrekenen dat dat overeenkomt met de verbranding van $1,9 \cdot 10^5$ mol waterstof tot waterdamp. En in massa uitgedrukt dan 3,4 ton waterdamp. Dit komt aardig overeen met de waarde uit het artikel. Slaat U echter deze weg in dan kunt U de opgave niet meer voor 4HV gebruiken, maar alleen nog voor 5V en 6V. Met dit gegeven kunt U natuurlijk altijd zelf nog de opgave omwerken naar een opgave voor 5V/6V.

Methanol voor schoon opwekken electriciteit

Antwoorden



- 4 Bij gebruik van een katalysator wordt de activeringsenergie verlaagd. Hierdoor zal de reactie sneller verlopen.



- 5 Als lucht in samengeperste toestand toegevoegd wordt, zal de reactie sneller verlopen. Verhoogde druk komt overeen met een hogere zuurstofconcentratie.
- 6 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 7 De temperatuur stijgt zo sterk bij de verbranding dat de verbrandingsgassen flink uitzetten en er als gevolg hiervan een hoge druk ontstaat in het gasmengsel. Hiermee kan een turbine in werking worden gesteld.
- 8 rvg 2: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2$ x 2
 rvg 6: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ x 3
-
- rvg 1: $2 \text{CH}_3\text{OH} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$
- 9 De verbrandingswarmte van waterstof is groter dan van methanol zodat bij verbranding van waterstof er in korte tijd meer energie vrijkomt dan bij de verbranding van methanol.
 Waterstof verbrandt sneller dan methanol zodat de energie sneller vrijkomt en zodoende de druk sneller voldoende hoog is.

Opmerking

Onder de kop krantemateriaal staat het volledige artikel weergegeven. Zoals u kunt zien is alleen het eerste gedeelte van het artikel gebruikt.

Eerste Japanse proefcentrale draait

Methanol voor schoon opwekken van elektriciteit

Sinds kort draait in Japan de eerste elektriciteitscentrale ter wereld op methanol. Het gaat om een 1 MW proefcentrale in Osaki, in de buurt van Hiroshima. De Japanners bereiden methanol uit olie. Voordeel is dat bij verbranding van methanol relatief weinig schadelijke stoffen vrijkomen. Verdere voordelen zijn dat methanolcentrales relatief goedkoop zijn te bouwen, en gemakkelijk op te starten en stop te zetten zijn.

Het gaat om een centrale waar methanol eerst katalytisch wordt omgezet in waterstof. Eerst wordt methanol en water verhit tot een temperatuur van 250 tot 350 graden Celsius. Het hete methanol-stoom mengsel wordt daarna in een reactor katalytisch (koper of aluminium) omgezet in CO₂ en calorierijk waterstofgas. Dit gasmengsel gaat, samen met gecompriëerde lucht, naar een verbrandingskamer. Het hete gas van duizend graden Celsius dat in de verbrandingskamer ontstaat, zet een gasturbine in werking die is aangesloten op een generator.

Verhitting

De effectiviteit van het systeem is relatief hoog doordat de hete uitlaatgassen van de turbine de verhitting van de verschillende processtromen verzorgen. Op die manier worden methanol, water, de reactor en de gecompriëerde lucht die naar de verbrandingskamer gaat, voorverwarmd. Er is dus geen extra energie nodig voor verhitting. Bovendien verlaagt dit hergebruik van hitte de temperatuur van de gassen die door de schoorsteen naar buiten gaan. Onderzoek en uitvoering staan onder supervisie van de New Energy and Industrial Technology Development Organization (Nedo).

Volgens de Japanners heeft een methanolcentrale een aantal

voordelen boven een elektriciteitscentrale die op olie werkt. Methanol kan uit diverse grondstoffen worden gemaakt. Bijvoorbeeld uit aardgas, kolen en gassen die bij olieraffinage vrijkomen.

Hoewel de kosten van de Osaki-proefcentrale twee miljard yen (zo'n 28 miljoen gulden) bedragen, is een elektriciteitscentrale op methanol relatief goedkoop te bouwen. In tegenstelling tot een oliecentrale is er geen dure stoomturbine en water/stoomhuishouding nodig. Een ander voordeel is dat methanolcentrales gemakkelijk op te starten en stop te zetten zijn. Hierdoor hoeven ze niet per se 24 uur per dag in bedrijf te zijn.

Dat laatste maakt volgens Nedo de belangstelling voor methanolcentrales bij elektriciteitsbedrijven groot. Nu kunnen bedrijven de stroomlevering overdag tijdens piekuren nauwelijks aan. In Tokio dreigt bijvoorbeeld komende zomer in de namiddag een elektriciteitstekort, wanneer bedrijven op volle toeren draaien en ook in privéhuizen de airconditioners aangaan. Methanolcentrales zouden elektriciteitsbedrijven de mogelijkheid bieden tijdens piekuren extra elektriciteit te leveren zonder een systeem continu op hoge capaciteit te hoeven laten draaien.

Samenwerking

Nedo, een onderdeel van het Mi-

nisterie van Internationale Handel en Industrie (Miti), is in 1988 begonnen met het onderzoek naar methanolcentrales. Dit in samenwerking met vijf bedrijven waaronder de Chugoku Electric Power Corporation, dat uiteindelijk de opgewekte stroom krijgt.

De centrale in Osaki zal twee jaar proefdraaien om technische problemen in het praktisch gebruik te achterhalen. Na die twee jaar is de technologie beschikbaar voor een ieder die er gebruik van wil maken. Nedo zelf zal dan geen nieuwe of grotere centrales bouwen. Het rendement van de 1 MW centrale is 31 procent, maar Nedo verwacht dat in de toekomst grotere centrales met 100 MW vermogen een rendement van 42 procent of hoger halen.

Het is overigens de vraag of methanolcentrales een zodanige capaciteit kunnen halen dat ze oliecentrales geheel kunnen vervangen. De basisenergievoorziening in Japan zal naar verwachting vooralsnog van conventionele olie- en kerncentrales komen. Nedo verwacht echter wel dat de kostenefficiënte en milieuvriendelijke methanolcentrales voor een deel verouderde oliecentrales zullen vervangen.

ECN en Novem

Volgens deskundigen van ECN (Energie-onderzoek Centrum Nederland) en Novem (Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu) is de Japanse methode voor Nederland niet zo interessant vanwege de aanwezigheid van het relatief schone aardgas. Gebruik van aardgas voor methanol leidt tot energieverlies.

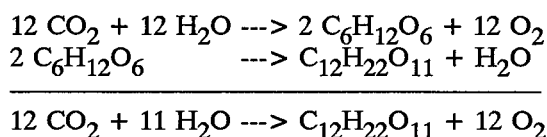
PJudith Stalpers (Tokio)

Bio-ethanol

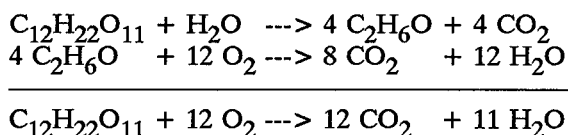
Antwoorden

- 1 De oplossing bevat nog teveel water om als brandstof te fungeren.
- 2 Destillatie: alcohol verdampt gemakkelijker dan water vanwege het lagere kookpunt. De damp wordt dus rijker aan alcohol dan de vloeistof. Na enkele destillatiestappen bevat het destillaat vrijwel alleen alcohol en kan dan wel als brandstof gaan dienen.
- 3 $C_2H_6O + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$.
- 4 $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 4 C_2H_6O + 4 CO_2$.
- 5 $2 C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$.
- 6 $6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$.
- 7 12 deeltjes koolstofdioxide leveren twee deeltjes glucose. Twee deeltjes glucose leveren één deeltje sacharose. Één deeltje sacharose levert vier deeltjes ethanol en vier deeltjes koolstofdioxide. Vier deeltjes ethanol leveren acht deeltjes koolstofdioxide. Netto dus geen toe- of afname van deeltjes koolstofdioxide.

In reactievergelijkingen 'de weg heen':



'De weg terug':



- 8 Het destillatieproces is een duur proces.

Opmerking

Eventueel kunnen de formules voor sacharose en ethanol bij de vragen weggelaten worden.

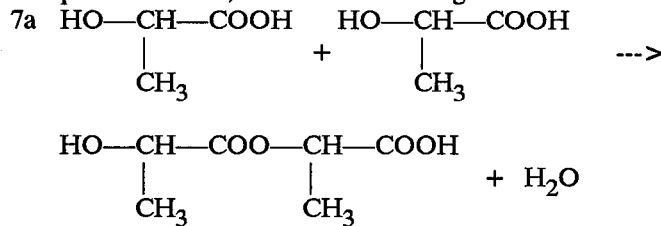
Goedkope bioplastic

Antwoorden

- 1 Binas-tabel 102A: 2-hydroxypropaanzuur.
- 2 $C_3H_6O_3$.
- 3 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_3H_6O_3$.
- 4
$$\begin{array}{c} CH_3-CH-COOH \\ | \\ OH \end{array}$$
- 5 Het tweede C-atoom is een a-symmetrisch C-atoom.
- 6a De aanduiding '+' geeft aan dat een oplossing van deze stof het trillingsvlak van gepolariseerd licht rechtsom verdraait (draairichting als het licht op je toe komt). Dit is een *experimentele* waarneming.
De aanduiding 'L' geeft aan dat in de Fischer-projectie de OH-groep aan de linkerkant (L van leavus) van het a-symmetrische koolstofatoom is geplaatst. Dit is een *theoretische* afspraak.

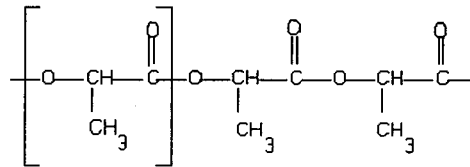
De eenduidige notatie is dan L(+)-melkzuur.

- 6b De aanduiding 'rechtsdraaiend' is het *spraakgebruik* voor de draaiing van het polarisatievlak, die in de eenduidige notatie al met (+) aangegeven is.



- 7b Estervorming/verestering.

8a



- 8b Hierboven is één manier aangegeven. Elke manier die als repeterende eenheid $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ aangeeft is in principe juist.
- 9a Een racemisch mengsel: van de twee spiegelbeeldisomeren is van elk 50% aanwezig.
- 9b Twee spiegelbeeldisomeren verschillen maar in één fysische eigenschap: de richting van de draaiing van het polarisatievlak.
- 10 Bij de synthese uit petroleum is er een even grote kans op vorming van elk van de beide spiegelbeeldisomeren; er ontstaat dus een mengsel met 50% van elk.
- Met de schimmel verloopt de reactie *stereospecifiek*: de schimmel vormt slechts de éne spiegelbeeldisomeer.
- 11 Meestal vormen micro-organismen slechts één van de mogelijke spiegelbeeldisomeren van een stof. De enzymen die hierbij betrokken zijn kunnen ook slechts *die* isomeer weer helpen afbreken.
- Bij melkzuur is dit het geval: Alleen de L(+) vorm wordt biologisch gemaakt en weer afgebroken.
- (We laten hier in het midden of de biologische afbraak van polymelkzuur al begint bij het verbreken van de keten of dat een (niet-biologische?) hydrolyse-stap wordt gevolgd door de biologische afbraak van het melkzuur.)

Opmerking

Van poly-L(+)-melkzuur kunnen draden worden gesponnen. Deze worden onder andere in de chirurgie als hechtgaren toegepast op plaatsen waar de hechtingen moeilijk kunnen worden verwijderd. De hechtingen verdwijnen dan in de loop van enkele maanden.

In het lichaam wordt het polymeer namelijk langzaam gehydrolyseerd. Het vrijkomende L(+)-melkzuur wordt daarna door het lichaam omgezet in CO_2 en H_2O . Het lichaam is hiertoe in staat omdat het dezelfde spiegelbeeldisomeer betreft die ook bij zuurstoftekort in de spieren uit glucose wordt gevormd tijdens inspanning (de 'zure benen' van de lange-afstandsschaatsers).

Melkbusschutters

Antwoorden 3HV

- 1 $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{CaO}_2\text{H}_2$.
- 2a Zuurstof: bij een verbranding nodig naast brandstof en minimaal ontbrandingstemperatuur.
- 2b Een bepaalde verhouding brandstof/zuurstof (brandstof/lucht) binnen de explosiegrenzen van dit mengsel.
- 3 $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 4 Explosie.
- 5 In zeer korte tijd komt er zeer veel energie vrij waardoor de temperatuur zeer sterk stijgt en je dus een geweldige uitzetting van het aanwezige gas krijgt in de melkbus. Dit gaat zo snel dat het gas niet door de aansteekopening kan ontsnappen. Door de zeer hoge druk die dan ontstaat wordt de deksel weggeschoten.

Opmerking

U kunt deze opgave ook in 4HV gebruiken. Hierbij kunt U de formules voor ethyn en calciumhydroxide weglaten. Als U de formules laat staan is het beter voor calciumhydroxide de formule $\text{Ca}(\text{OH})_2$ te gebruiken in plaats van CaO_2H_2 . Indien U dat wenst, kunt U dat ook voor de 3HV-versie doen. De haalbaarheid van vraag 5 is ook besproken: indien U dit niet haalbaar acht in klas 3 of 4 kunt U deze vraag weglaten.

5V

- 1 $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$.
- 2a Ethyn heeft een hoge energie-inhoud, dus kan bij verbranding veel energie leveren.
- 2b Dat volgt ook uit de vormingsenthalpie: een positieve waarde, dus ethyn neemt energie op bij de vorming uit de elementen. Ook hieruit volgt dat ethyn een hoge energie-inhoud heeft.
- 2c $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.
- 3a $\Delta H = 4 \cdot -393,5 + 2 \cdot -242 + 2 \cdot -226 = -2510 \text{ kJ}$.
- 3b $\Delta S = 4 \cdot 214 + 2 \cdot 189 + 2 \cdot -201 + 5 \cdot -205 = -193 \text{ J/K}$.
- 4 $\Delta S_{\text{tot}} = \Delta S - \Delta H/T = -193 + 2510 \cdot 10^3 / 293 = 8,37 \cdot 10^3 \text{ J/K} > 0$. Als de totale entropieverandering groter dan nul is, kan de reactie verlopen.
- 5 Je moet in eerste instantie de activeringsenergie overwinnen en daarom eerst een (kleine) portie energie er in stoppen.
- 6 In zeer korte tijd komt er zeer veel energie vrij waardoor de temperatuur zeer sterk stijgt en je dus een geweldige expansie van het aanwezige gas krijgt in de melkbus. Dit gaat zo snel dat het gas niet door de aansteekopening kan ontsnappen. Door de zeer hoge druk die dan ontstaat wordt de deksel weggeschoten.

Formaline

Antwoorden

- 1 1 ppm in 1 m^3 lucht is 1 cm^3 methanal. 1 cm^3 methanal = $1/24,0 = 0,042 \text{ mmol} = 0,042 \cdot 30,0 = 1,25 \text{ mg}$ methanal. Er is dus een eenheidsfout gemaakt.

- 2 Het is een moleculaire stof. De stof is vast, dus moet de binding sterk zijn. De binding is sterk als het een groot molecuul is. Dus moet paraformaldehyde een groot molecuul zijn en dus is 'n' groot. En als 'n' groot is hebben we een polymeer.
- 3 $\text{CH}_2=\text{O}$ of $\text{H}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{O}$
- 4 $-(\text{CH}_2-\text{O})_n- \rightarrow n \text{CH}_2=\text{O}$.
- 5 Waterstofperoxide en ozon.
- 6 Waterstofperoxide: niet te gebruiken als de eieren op pulp trays staan, er moeten dan plastic trays gebruikt worden die veel duurder zijn.
Ozon: veel te duur door de kostbare generator die nodig is.
- 7 Het zijn milieuvriendelijke stoffen en dat kun je van methanal niet zeggen.
- 8 Er voor zorgen dat methanal omgezet wordt in een stof die niet meer gevaarlijk is.
- 9 Niet helemaal: waterstofperoxide is een prima alternatief. Dat er dan plastic trays aangeschaft moeten worden is maar een éénmalige uitgave, deze kunnen keer op keer opnieuw gebruikt worden.

Opmerking

Het antwoord bij vraag 9 suggereert dat de plastic trays nooit vervangen hoeven te worden. Dat is niet juist, maar het antwoord zou ons inziens te uitgebreid worden als dit ook nog verwerkt zou moeten worden.

Bieten

Antwoorden

- 1 Dat bij de groei van bieten naast suiker ook zuurstof wordt geproduceerd. De reactie die hier bedoeld wordt is de fotosynthesereactie waarbij met behulp van zonlicht koolstofdioxide en water omgezet wordt in suiker en zuurstof.
- 2a $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.
- 2b $12 \text{CO}_2 + 11 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + 12 \text{O}_2$.
- 3 Tabel 2: $6470 \text{ kg suiker per ha} = 6470/342 = 18,9 \text{ kmol}$; $18,9 \text{ kmol sacharose}$ betekent $12 \cdot 18,9 \text{ kmol zuurstof} = 227 \text{ kmol zuurstof} = 227 \cdot 24 = 5,45 \cdot 10^3 \text{ m}^3 = 5,45 \cdot 10^6 \text{ dm}^3$.
- 4 Naast de vorming van sacharose ($\pm 15\%$ van de suikerbiet) groeit de hele plant via de fotosynthesereactie. Hierbij wordt ook zuurstof gevormd.
- 5 De reactievergelijking die optreedt bij de verbranding van glucose:
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$.
Per persoon $13 \cdot 10^6 \text{ dm}^3 / 60 = 2,2 \cdot 10^5 \text{ dm}^3$ zuurstof $= 2,2 \cdot 10^5 / 24,0 = 9,0 \cdot 10^3$ mol zuurstof. Hiermee kun je $9,0 \cdot 10^3 / 6 = 1,5 \cdot 10^3$ mol glucose volledig verbranden.
 $1,5 \cdot 10^3 \text{ mol} = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 180,0 = 2,7 \cdot 10^5 \text{ g} = 2,7 \cdot 10^2 \text{ kg}$.

Superzware elementen

Antwoorden

- 1 Ze bestaan slechts zeer kort, vallen weer uiteen.
- 2 $^{15}_7\text{N}$.
- 3 Kernen zijn positief, twee positieve deeltjes stoten elkaar af.

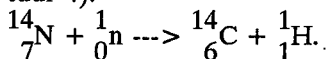
- 4 Het getal bovenaan geeft het massagetal weer = de som van het aantal protonen en neutronen = 1; het getal onderaan geeft het atoomnummer weer = het aantal protonen = 0.
- 5 ${}_{98}^{254}\text{Cf} + {}_{10}^{22}\text{Ne} \rightarrow {}_{108}^{271}\text{Hs} + 5 {}_0^1\text{n}.$
- 6 ${}_{83}^{212}\text{Bi}.$
- 7 ${}_2^4\text{He}.$
- 8a ${}_{109}^{266}\text{Mt} \rightarrow {}_{107}^{262}\text{Ns} + {}_2^4\text{He};$
- b ${}_{107}^{262}\text{Ns} \rightarrow {}_{105}^{258}\text{Unp} + {}_2^4\text{He};$
- c ${}_{105}^{258}\text{Unp} + {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}_{104}^{258}\text{Unq}.$

Literatuur

- 1 H. Das; Aan de grenzen van het periodiek systeem; Chemisch Magazine, oktober 1991, p. 594-597.
- 2 P. Ambruster, 108, Het eind van het periodiek systeem? Natuur en Techniek 53(2), 1985, p. 130-137.
- 3 R. van Helden, Het ontstaan van de elementen; Natuur en Techniek 50(1), 1982, p. 18-33.
- 4 Prof. dr. J.D. Fast, Energie uit atoomkernen, 1980, uitgave door Natuur en Techniek, p. 176-179.

Opmerking

Een 'natuurlijk' voorbeeld van een kernreactie is de kosmische straling (neutronen) die in de hogere atmosfeer C-14 vormt (van de dateringbepaling; zie literatuur 4):



Onder de kop krantemateriaal staat een artikel die ook betrekking heeft op zware atoomkernen.

Officiële ontdekkers en nieuwe namen voor superzware elementen

Het ziet er naar uit dat het periodiek systeem der elementen eindelijk binnen afzienbare tijd zal kunnen worden uitgebreid met de officiële namen voor de zwaarste, kunstmatig gemaakte elementen. Het gaat om de zogeheten *transfermium elementen* met atoomnummers 101 en hoger (Fermium heeft atoomnummer 100). Een in 1988 ingestelde Transfermium Werkgroep van de International Union for Pure and Applied Chemistry (IUPAC) en haar zusterorganisatie de International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP) heeft de afgelopen week de resultaten gepubliceerd van een uitvoerig prioriteitsonderzoek. Daarmee komt voor sommige elementen een eind aan een decennialang voortdurende prioriteitsstrijd tussen laboratoria uit diverse landen. Er zijn in de wereld drie gespecialiseerde laboratoria met claims voor de ontdekking van de transfermium elementen: in het Amerikaanse Berkeley, het Russische Dubna en het Duitse Darmstadt.

De transfermium elementen zijn zo instabiel dat ze niet natuurlijk voorkomen. Ze moeten in complexe experimenten worden gesynthetiseerd. Ontdekken betekent dus in dit geval ook maken. Wie een nieuw element heeft gemaakt, heeft het recht een naam voor te stellen. Zo'n voorstel wordt vervolgens vrijwel zeker door de IUPAC overgenomen. Probleem is echter, dat sommige elementen vrijwel tegelijkertijd door twee concurrerende laboratoria worden gemaakt. Dat laatste houdt bovendien nog niet noodzakelijkerwijs ontdekking in, want om zich ontdekker te noemen moet men het element niet alleen als eerste hebben waargenomen, maar ook onomstotelijk hebben aangetoond dat het het vermeende element is.

Over element 101, Mendelevium (afgekort Md) bestaat geen twijfel: dat is in 1958 door onderzoekers in Berkeley aangetoond en ruimhartig naar de Russische schepper van het periodiek systeem Dmitri Mendelejev vernoemd. Maar over de elementen 102 tot en met 105 hebben decennialang conflicterende claims bestaan van Berkeley en Dubna.

Het in 1966 ontdekte element 102 heeft al een officiële naam: Nobellium (No, naar Alfred Nobel), voorgesteld door de Amerikanen, die daarmee een eerdere ongerechtvaardigde Zweedse claim overnamen. Maar de Transfermium Werkgroep, waarvan de Nederlandse fysicus A.H. Wapstra overigens secretaris was, concludeert dat die naamgeving overhaast was omdat in werkelijkheid de Russen eerder waren. Eigenlijk had het element dus de naam moeten hebben die zij hadden voorgesteld: Iolotium. De Amerikanen hebben op deze conclusie van de werkgroep verontwaardigd gereageerd. Zij hebben dan ook wel pech, want ze blijken element 102 destijds weliswaar te hebben gezien maar naar nu blijkt door een onverwachte complicatie niet onduidelijkzinnig te hebben aangetoond.

Over element 103 is geen onenigheid. Dit in 1971 zowel in Dubna als Berkeley ontdekte element heeft ook al een officiële naam, Lawrencium (Lr, ge-

noemd naar de Amerikaanse uitvinder van het cyclotron Ernest Lawrence), destijds voorgesteld door de Amerikanen. Het Russische tegenvoorstel, Rutherfordium (naar de Britse 'vader' van de atoomfysica Ernest Rutherford), heeft het dus niet gehaald.

Voor de elementen vanaf atoomnummer 104 en verder bestaan nog geen officiële namen. Ze worden zo lang aangeduid met een overbruggings-systeem: unnilquadium (Unq) voor 104, unnilpentium (Unp) voor 105, unnilhexium voor 106, enz.

De prioriteit voor de ontdekking van de elementen 104 en 105 moet volgens de commissie tussen Dubna en Berkeley worden gedeeld. Het zal er dus om spannen welke namen deze uiteindelijk zullen krijgen. Wordt het in 1969 ontdekte element 104 Rutherfordium (Ru) zoals de Amerikanen voorstellen, of Kurchatovium (Kv, genoemd naar de 'vader' van het atoomwapen van de Sovjets, Igor Kurchatov) zoals de Russen het willen? De Amerikanen zijn het zeer oneens met de gedeelde eer en overeenstemming over een naam is, evenals bij element 102, nog ver te zoeken. Wel lijkt het denkbaar dat het in 1970 ontdekte element 105 de Amerikaanse naam Hahnium (Ha, naar de Duitse ontdekker van de kernsplijting Otto Hahn) zal krijgen, omdat de Russen inmiddels hun voorstel Nielsbohrium (Ns, genoemd naar de Deense quantumfysicus Niels Bohr) hebben ingetrokken.

Over het in 1974 ontdekte element 106 concludeert de werkgroep dat de gedeelde prioriteit toekomt aan Berkeley. Een voorstel voor de naamgeving is echter bij de werkgroep nog niet bekend.

Voor de elementen 107 tot en met 109 waren de Amerikanen niet in de race, maar ging het dispuut tussen Dubna en Darmstadt. De Transfermium Werkgroep concludeert echter dat de prioriteit van ontdekking geheel toekomt aan Darmstadt, in weerwil van het feit dat in Dubna voor de elementen 107 en 108 al aanwijzingen waren gevonden en sommige van de technieken werden ontwikkeld die uiteindelijk in Darmstadt werden gebruikt. Vorige week werden in Darmstadt op een plechtige ceremonie door de ontdekkers de namen voor de drie tot nu toe zwaarste elementen voorgesteld. Voor het in 1981 ontdekte element met atoomnummer 107 is dat Nielsbohrium (Ns), voor element 108 Hassium (Hs, genoemd naar het Duitse Bundesland Hessen) en voor element 109 Meitnerium (Mt, genoemd naar de Duitse fysica Lise Meitner die samen met Otto Hahn de kernsplijting ontdekte, maar daar nooit een Nobelprijs voor kreeg). Het is vrijwel zeker dat deze namen zullen worden overgenomen en voortaan op het periodiek systeem zullen prijken.

Voor nog zwaardere elementen honoreert de werkgroep geen claims. Voor element 110 heet het dat er in Dubna 'interessant voorbereidend werk' is gedaan, maar dat de productie ervan niet is aangetoond. Voor de vorming van element 111 zijn 'geen gegevens' bekend en voor element 112 zijn de tot dusverre gerapporteerde gegevens 'onvoldoende om aan te geven dat een nieuw element is gevormd'. (Chemistry in Britain, 14 sept; Ned. Tijdschrift voor Natuurkunde, in prep.; Transfermium Werkgroep, Gesellschaft für Schwerionenforschung MBH Darmstadt).

Suiker

Antwoorden

- 1 Fotosynthese.
- 2 Om de celwanden kapot (= doorlatend) te maken zodat de suiker eruit kan.
- 3 Extractie.
- 4 De bieten worden in reepjes gesneden. Er wordt warm water gebruikt.
- 5 Alle stoffen zijn opgelost. Bij filtratie scheid je een *vaste, niet opgeloste stof* van een vloeistof.
- 6 Kalk en koolzuur.
- 7 Dan is er een vaste, niet opgeloste stof gevormd.
- 8 Omdat het suikergehalte nog betrekkelijk laag is.
- 9 Hoger dan in dunsap. De oplossing is bijna verzadigd, want bij nog verder indampen begint er suiker te kristalliseren.
- 10 Door centrifugeren.
- 11 Verschil in dichtheid.
- 12a Residu/neerslag/vaste stof/verontreinigingen.
- 12b Water(damp).
- 13 Voor: de fabriek produceert suiker.
Tegen: de stof suiker is al door de suikerbiet (plant) gemaakt.
- 14 Van de zon.

Opmerkingen

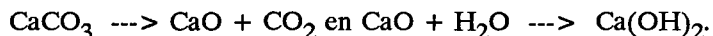
In het celvocht van de suikerbiet zijn circa 17,5% saccharose en circa 2,5% andere stoffen (de niet-suikers) opgelost. Na het snijden van de biet (reepjes van circa $75 \times 6 \times 3 \text{ mm}^3$) moet de structuur van de celwanden worden verbroken om diffusie van de suiker door de wand mogelijk te maken. De hiervoor toegepaste temperatuur (70-80°C) zorgt tevens voor het doden van veel micro-organismen en denaturatie van enzymen (die afbraak van de suiker zouden kunnen versnellen). Van de niet-suikers wordt minder Na^+ en K^+ geëxtraheerd dan verwacht mag worden (een gedeelte blijft in de cel, gebonden aan achterblijvende polymere anionen). Ook veel Ca^{2+} blijft in de cel achter (als slecht oplosbaar zout).

Bij het inkoken wordt vaak een tripel- of quadrupel-effect toegepast. De stoom uit de eerste indampketel verwarmt de tweede ketel (die onder verminderde druk wordt gehouden). Ook een derde ketel (en soms een vierde) kan zo (onder nog lagere druk) aan de kook worden gehouden. Dit levert een aanzienlijke energiebesparing op.

Het reinigen van het ruwsap met kalk en koolzuur wordt *carbonatatie* genoemd. Daarbij worden ongewenste stoffen verwijderd door neerslaan als calciumzout, als hydroxide of als carbonaat en ten gevolge van adsorptie aan en/of insluiting door de gevormde neerslagen.

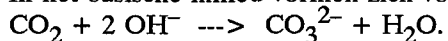
Oxalaat-, citraat-, tartraat-, fosfaat- en sulfaat-ionen worden als calciumzouten neergeslagen. IJzer-, aluminium- en magnesium-ionen slaan neer als hydroxide. Uit koolzuurgas gevormde carbonaat-ionen slaan de in overmaat toegevoegde calcium-ionen neer. Aan de fijn-verdeelde neerslag van calciumcarbonaat adsorberen colloïdaal aanwezige verontreinigingen. Bij het aaneengroeien van neerslagdeeltjes worden gecoaguleerde organische verontreinigingen ingesloten. De carbonatatie levert zo een grondige zuivering van het ruwsap. De hierbij gevormde vaste stof wordt *schuimaarde* genoemd, deze wordt vaak gebruikt voor kalkbemesting.

Van oudsher werden de kalk en het koolzuur geleverd door het branden van krijt:



De Ca(OH)_2 wordt als suspensie (*kalkmelk*) toegevoerd, wat later wordt dan de CO_2 ingeleid.

In het basische milieu vormen zich voornamelijk carbonaat-ionen:



Vaak wordt de CO_2 in twee 'rondes' toegevoegd (met bezinking/filtratie tussentijds en aan het eind).

Het deel van de suikerstroop dat niet meer wilde kristalliseren (de *melasse*) werd vaak gebruikt als grondstof voor de alcoholbereiding.

In het havo-examen eerste tijdvak 1986 is een onderdeel van de suikerwinning terug te vinden.

Literatuur

Brochures van de suikerindustrie, chemisch-technische leerboeken en (algemene/technische) encyclopedieën bieden heel wat informatie over het suikerproces. Extra informatie is te halen uit:

- 1 Kirk-Othmer - Encyclopedea of Chemical Technology Second Edition, Volume 19, p. 151-242: 'Sugar'. Interscience, New York, et cetera, 1969.
- 2 Materials and Technology Volume VII, Chapter 8, p. 559-628: 'Sugars'. Longman/De Bussy, London/Amsterdam, 1975.

Suggestie

U kunt de opgave uitbreiden als U de opgave in 4HV wilt gebruiken als herhaling. De uitbreiding (met nieuw stukje krantemateriaal) kan er dan als volgt uitzien:

De smaak en de voedingswaarde van suiker

Suiker is een echte smaakmaker. U kunt er meer of minder van gebruiken, afhankelijk van de zoete smaak waaraan u gewend bent. Een kleine hoeveelheid suiker kan de eigen smaak van bijvoorbeeld aardbeien of grapefruit versterken. Als u veel suiker toevoegt, drukt dat de smaak juist weg. In heel koude gerechten (zoals ijs en milkshakes) heeft u meer suiker nodig voor een zoete smaak dan in warme desserts of dranken. Het aantal Calorieën in de verschillende soorten suiker is hetzelfde: 400 Calorieën per 100 gram of circa 40 Calorieën per eetlepel.

- 15 Hoeveel energie (in J) bevat een suikerklontje van 5 g?
De vermelde Calorie (hoofdletter) is een kcal (= $4,18 \cdot 10^3$ J).

Je lichaam kan ongeveer een kwart van die energie omzetten in (spier)arbeid.

- 16 Stel je 'weegt' 50 kg. Hoe vaak kun je dan op één suikerklontje een trap oplopen die je 2,5 m omhoog brengt?

Antwoorden

15 $5 / 100 \cdot 400 \text{ Cal} = 20 \cdot 4,18 \cdot 10^3 \text{ J} = 8,4 \cdot 10^4 \text{ J}.$

16 Beschikbaar is $0,25 \cdot 8,4 \cdot 10^4 = 2,1 \cdot 10^4 \text{ J}.$

Éénmaal de trap op vergt $50 \cdot 9,8 \cdot 2,5 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-2} (= \text{J}).$

Na 17 maal is de beschikbare energie verbruikt.

Opmerking

Onder de kop krantemateriaal staat een artikel met informatie over het assortiment suiker van Albert Heijn.

Soorten suiker

Albert Heijn heeft een groot aantal suikersoorten in het assortiment.

Kristal- en tafelsuiker Kristalsuiker is de gewone suiker uit de suikerpot. Het bestaat uit kleine glanzende witte kristalletjes. Tafelsuiker is gezeefde kristalsuiker. De suikerkristallen zijn kleiner en tafelsuiker lost daardoor sneller op dan kristalsuiker. Tafelsuiker kunt u gebruiken in koffie en thee, maar ook in koude dranken en vruchtensalades of u kunt het als garnering over een taart strooien.

Rietsuiker Rietsuiker is in feite ook kristalsuiker, maar dan niet gewonnen uit suikerbieten maar uit suikerriet. Rietsuiker wordt niet geraffineerd. Daardoor bevat het nog resten melasse en is het lichtbruin van kleur, enigszins vochtig en iets pittiger van smaak dan bietsuiker.

Basterdsuiker Er zijn drie kleuren basterdsuiker: wit, geel en donkerbruin. Basterdsuiker wordt gemaakt door aan suikerkristallen een suikerstroop toe te voegen. Het heeft een hoger vochtgehalte dan kristalsuiker en lost gemakkelijker op. De kleur van basterdsuiker ontstaat door er meer of minder karamel aan toe te voegen. Dat geeft bruine basterdsuiker ook zijn typerende karamelachtige smaak. Basterdsuiker is lekker in de pap of yoghurt en is geschikt voor het maken van allerlei soorten gebak.

Poedersuiker Poedersuiker is zeer fijn gemalen suiker. Het trekt snel vocht aan. Daarom wordt er een anti-klontermiddel aan toegevoegd. Poedersuiker lost zeer snel op en is daarom geschikt voor het zouten van koude dranken en vruchtenmoes. Het wordt het meest gebruikt als garneringsuiker op bijvoorbeeld desserts, gebak of poffertjes.

Kandij De ouderwetse suikervariant kandij is tegenwoordig weer populair. Geen wonder, want kandij ziet er mooi uit en het is nog lekker ook. Om kandij te maken laat men suikerkristallen 'groeien' in een oververzadigde suikerstroop. Doordat er zich steeds meer suiker op de kristallen afzet, worden ze steeds groter. Bruine kandij ontstaat door aan suiker karamel toe te voegen. Er is grove witte, fijne en grove bruine kandij en bruine kruimelkandij. Deze laatste soort is nog wat fijner dan fijne kandij en lost daardoor beter op. U kunt kandij zo eten als snoepje of oplossen in thee, koffie of chocolademelk.

Suikerklontjes Door kristalsuiker iets vochtig te maken, kan men het samenpersen en er klontjes uitpersen. Suikerklontjes zijn er in twee maten: gewone klontjes en mini-klontjes. Handig in koffie en thee: u weet precies hoeveel u neemt en het deelt gemakkelijk uit. Er zijn ook rietsuikerklontjes. Deze zijn lichtbruin van kleur. Sinds kort is er een nieuw soort suikerklontje met minder Calorieën:

het Slimmetje. Slimmetjes bevatten naast gewone suiker een kleine hoeveelheid van de zoetstof aspartaam. Daardoor bevatten ze maar de helft van het aantal Calorieën van een gewoon suikerklontje, maar ze zijn toch net zo zoet.

Geleisuiker Geleisuiker is tafelsuiker waaraan het geleermiddel pectine en citroenzuur is toegevoegd. Als u zelf jam of gelei wilt maken, zorgt geleisuiker ervoor dat de jam of gelei snel de juiste dikte krijgt. Er zijn twee soorten geleisuiker: gewone geleisuiker en geleisuiker speciaal. Geleisuiker speciaal bevat meer geleermiddel, zodat u maar de helft van de hoeveelheid suiker nodig heeft en toch jam of gelei met de goede dikte krijgt. Omdat jam met minder suiker sneller bederft, is aan deze geleisuiker een conserveermiddel toegevoegd.

Vanillesuiker De kleine zakjes geurige vanillesuiker gebruikt u in gebak en desserts, maar vanillesuiker is ook heel lekker in bijvoorbeeld vruchtensalades of milkshakes. Vanillesuiker is tafelsuiker waaraan kunstmatige vanille-aroma of natuurlijke Bourbon-vanille is toegevoegd.

Recycling van auto's

Deze opdracht is een serie proeven die betrekking hebben op het recyclen van auto's.

In deze handleiding staan per recyclingonderdeel (metalen, kunststoffen, accu en autobanden) de benodigdheden en opmerkingen bij de proeven aangegeven. Tevens treft U een leerstoftypering en de leerjaren waar de proeven gebruikt kunnen worden aan. In de opdracht is gekozen voor een nummering van de proeven *per* recyclingonderdeel. U kunt de verschillende recyclingonderdelen op deze manier makkelijker apart gebruiken. De proeven staan daarom per onderdeel op een ander bladzijde.

De metalen

Leerstoftypering

Aan bod komt scheiding van metalen. Tevens verschil in een stoffeigenschap van staal en gietijzer.

Te gebruiken in klas 3 (tot en met 6).

Tijd

Om de proeven 1 tot en met 3 uit te voeren is 10 minuten nodig.

Benodigdheden

Proef 1 Scheiden van metalen:

- kleine stukjes verschillende metalen waaronder ijzer en staal (let op: nikkel is ook magnetisch);
- magneet.

Proef 2 Hergebruik staal:

- staaldraad;
- (kroezen)tang;
- stoeptegels of aambeelden;
- hamer;
- brander, lucifers.

Proef 3 Hergebruik gietijzer:

- stuk gietijzer;
- (kroezen)tang;
- stoeptegels of aambeelden;
- hamer;
- brander, lucifers.

Opmerking

Bij proef 2 en 3 voldoet een stoeptegels in plaats van een aambeeld ook.

Als men bij proef 3 de stoeptegels gebruikt breekt het gietijzer in tweeën bij bewerking met een hamer. Bij het aambeeld verpulvert het gietijzer.

De bewerkbaarheid van staal en gietijzer verschilt (dit verschil wordt bepaald door het verschil in gehalte koolstof). Het verschil in bewerkbaarheid is relevant om materiaal al of niet te kunnen smeden. Herverwerking telt alleen als er van een stuk staal iets anders gemaakt kan worden.

IJzerafval wordt als schroot (ongeacht het koolstofgehalte) in de route van ruw-ijzer naar staal gebruikt.

Antwoorden

- 1 Staal kan men makkelijker opnieuw vormgeven.
- 2 Binas-tabel 9: gietijzer 94% ijzer, 3-4% koolstof en 2,5% silicium; staal (koolstof) 99% ijzer en 0,8% koolstof.

De kunststoffen

Leerstoftypering

Eigenschappen thermoplasten, monomeereenheden, additiepolymerisatie, verbranding polymeren.

Te gebruiken in klas 5 en 6.

Tijd

De benodigde tijd:

- Proef 1 5 minuten
- Proef 2 10 minuten
- Proef 3 5 minuten
- Proef 4 10 - 15 minuten
- Proef 5 15 minuten

Benodigdheden

Proef 1 Omsmelten:

- bunsenbrander, lucifers;
- driepoot, gaasje;
- aluminiumfolie;
- rood achterlicht 'glas' (te verkrijgen bij een rijwielhandel) (fijn maken) of fijnkorrelig polymethylmetacrylaat (PMMA).

Proef 2 Depolymerisatie:

- twee reageerbuizen;
- doorboorde stop;
- gebogen glazen buis;
- bekerglas;
- brander;
- klem;
- polymethylmetacrylaat (PMMA), fijn korrelig;
- ijswater.

Proef 3 C=C binding:

- reageerbuis;
- destillaat proef 2 (MMA);
- broomwater.

Proef 4 Polymerisatie MMA tot PMMA:

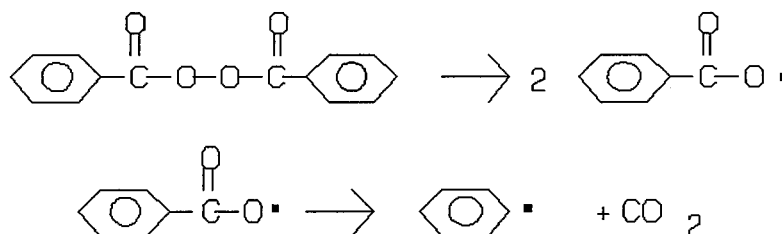
- reageerbuis;
- reageerbuisknijper;
- bekerglas;
- bunsenbrander, lucifers;
- driepoot, gaasje;
- destillaat proef 2 (MMA);
- benzoylperoxide (moet tamelijk 'vers' en droog zijn).

Proef 5 Verbranding PVC:

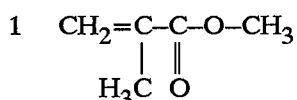
- kroezentang;
- trechter;
- slang;
- brander, lucifers;
- waterstraalpomp;
- gaswasfles;
- PVC, electriciteitsbuis;
- zilvernitraatoplossing (5%);
- blauw lakmoespapier.

Opmerking

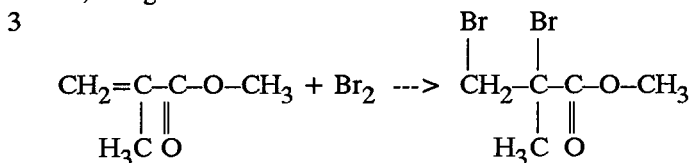
De radicaalvorming:



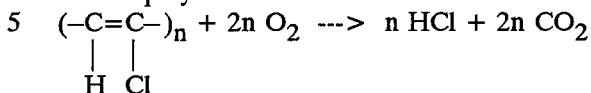
Antwoorden



2 Ja, het gele broomwater ontkleurt.



4 Additiepolymerisatie



De accu

Leerstoftypering

Aan bod komt oplosbaarheid van loodzouten en electrolyse.

Te gebruiken in klas 4 tot en met 6.

Tijd

Voor het uitvoeren van elk der proeven 1 tot en met 3 is twintig minuten nodig.

Benodigdheden

Proef 1 De oplosbaarheid van loodzouten:

- twee reageerbuizen;
- reageerbuishouder;
- bunsenbrander, lucifers;
- spatel;
- natronloog (20 massaprocent);
- suiker;
- lood(IV)oxide (PbO_2);
- lood(II)oxide (PbO);
- lood(II)sulfaat (PbSO_4).

Proef 2 Verwerkbaar maken accuschroot:

- erlenmeyer 500 ml;
- bunsenbrander, lucifers;
- driepoot, gaasje;
- glasstaaf;
- bekerglas 500 ml;
- 20 g accuschroot of een mengsel van 6 g lood, 5 g lood(II)oxide, 6 g lood(II)sulfaat en 3 g kunststofkorrels.

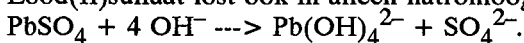
Proef 3 Het terugwinnen van lood:

- bekerglas 500 ml;
- magneetroerder, roervlo;
- spanningsbron (gelijkspanning);
- twee koolstofelectroden;
- electriciteitssnoertjes en krokodillenklemmen;
- bekerglas 100 ml;
- spatel;
- oplossing proef 2;
- eventueel borax, exsiccator, porceleinen schaalkje, bunsenbrander.

Opmerkingen

Loodzouten lossen op in alkalische polyglycol- of suikeroplossingen. Hierdoor kan men dus het 'lood' scheiden van de overige bestanddelen van een accu.

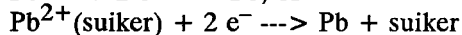
Lood(II)sulfaat lost ook in alleen natronloog op:



De beide loodoxiden zijn slecht oplosbaar in natronloog. Voegt men echter complexvormende suikers of andere polyhydroxyverbindingen toe, dan neemt de oplosbaarheid sterk toe. Hoe meer OH-groepen het polyolmolecuul bevat, des te beter is de oplossende werking. De lood(IV)-zouten worden eerst omgezet naar lood(II)zouten.

Tijdens de electrolyse treden de volgende halfreacties op:

minpool: $\text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$, of



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

Verzamel accuschroot en het geproduceerde afval bij deze proeven in de tank voor zware metalen afval.

Bij proef 1: er treedt wel eens wat verkleuring op waardoor eventueel oplossen minder goed zichtbaar wordt.

De autobanden

Leerstoftypering

Eigenschappen elastomeren en roetvorming.

Te gebruiken in klas 3 tot en met 6.

Tijd

Benodigde tijd:

Proef 1 5 minuten

Proef 2 10 minuten

Proef 3 en 4 15 minuten.

Benodigdheden

Proef 1 Het verwerken van rubber:

- lap stof;
- hamer;
- koolzuursneeuw (brandblusser) of vloeibare stikstof (zie opmerking);
- hamer;
- stukje rood rubberen slang.

Proef 2 Het maken van een rubberen mat:

- petrischaal;
- kwastje;
- stukjes rubber uit proef 1;
- rubberoplossing (bijvoorbeeld Jutex van merk Bison).

Proef 3 Winning van roet:

- porceleinen schaalte;
- (kroezen)tang;
- glasplaat;
- (ijs)krabbertje of rechte spatelkant;
- bunsenbrander, lucifers;
- rood rubberen slang.

Proef 4 Bereiding drukkersinkt:

- porceleinen schaalte;
- spatel;
- bunsenbrander, lucifers;
- driepoot, gaasje;
- roet uit proef 3;
- houtskool;
- arabische gom;
- paraffine-olie;
- wasbenzine of (garage)zeep.

Opmerking

Proef 1: de afkoeling van stukjes rubber verloopt soms traag door het slechte contact. Als men beschikt over voldoende koolzuursneeuw: doe wat aceton in een klein Dewarvat of een geïsoleerd bekglas. Voeg koolzuursneeuw toe met *kleine* schepjes tot het bruisen is opgehouden. Stukjes rubber die je in deze aceton houdt worden snel koud. Af en toe aan de aceton nieuw koolzuursneeuw toevoegen.

Onder de kop krantemateriaal vindt U een artikel dat ook over recycling van auto's gaat. Dit kunt U eventueel ook nog gebruiken.

Fare is Italiaans antwoord op uitdaging Volkswagen

Fiat start groot recyclingproject

Fiat gaat op de ecologische toer. Niet alleen met schone woorden, zoals in het verleden soms het geval was, maar ook met daden. Het project Fare -Fiat Auto Recycling, maar ook het werkwoord 'doen'- zal materiaal uit oude Fiats, Alfa Romeo's en Lancia's terugwinnen en zo bewerkstelligen dat het in een 'armere' vorm kan worden gebruikt in nieuwe auto's.

Het project heeft een experimentele fase van een jaar, maar Fiat verwacht al over enkele maanden belangwekkende resultaten te kunnen overleggen. Volgens een woordvoerder is de laboratoriumfase met succes afgesloten en kan men nu de overstap maken naar de markt. 'Misschien is er met Fare voor het eerst sprake van een voorbeeld van reële recycling op autogebied', aldus de woordvoerder. Wat houdt Fare, ontdaan van de mediterrane retoriek, precies in? Fiat heeft een akkoord gesloten met Himont en Falck, bedrijven die respectievelijk plastic en staal produceren en de Ada, de nationale organisatie van auto-

sloperijen. Verder zijn twee recyclingbedrijven ingeschakeld: de Strapazzini uit Pesaro en de Emiliana Rotami uit Bologna, die respectievelijk plastic en glas verwerken. Deze bedrijven vormen een 'experimenteel recyclingcircuit'.

Fiat heeft een handleiding verschaft voor de te slopen auto's. Van elk model zijn lijsten opgesteld met materiaalsoorten die moeten worden verzameld en vervolgens verzonden naar de recyclingsbedrijven.

'Armere' toepassing

Fiat zal, in tegenstelling tot wat Volkswagen en andere concerns doen, de teruggewonnen materialen niet zodanig behandelen dat ze dezelfde functie kunnen vervullen als in de auto waar ze vandaan komen. Gekozen is voor een 'armere' toepassing: bumpers worden bijvoorbeeld luchtkokers en de wattering van de stoelen ondertapijt.

Volgens Paolo Scolari van de afdeling milieu en industriële politiek van Fiat, is het onmogelijk een hele nieuwe auto te maken met recycled materiaal. 'Het staal van de carrosserie moet eerste kwaliteit zijn, hetgeen tien jaar oude sloopauto's die aan

alle mogelijke weersinvloeden zijn blootgesteld, nooit kunnen garanderen. Hetzelfde geldt voor glas. Een oude voorruit kun je niet plaatsen in een nieuwe auto. Staal zal daarom worden verwerkt tot rasters voor gewa-

pend beton en glas tot wijnflessen.' De volstrekt onbruikbare materialen, zullen, aldus Scolari, 'als brandstof dienen voor de ovens van het bedrijf Falck'.

Pelco van der Linden (Rome)

Literatuur

- Blume, R., Umweltchemie im Experiment, ein praktischer Leitfaden, 1989 Cornelsen Verlag, ISBN 3-589-21011-7.
- Bader, H.J., Recycling Naturwissenschaften im Unterricht 30(6), 207-218, 1982.

Omzetting cellulose in ethanol

Antwoorden

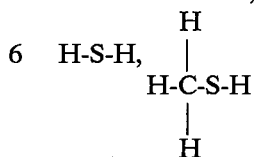
- 1 Een proces waarbij door reactie met water een groot molecuul wordt afgebroken tot kleinere moleculen.
- 2
$$(C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O \xrightarrow{HCl} n C_6H_{12}O_6$$

- 3 Zoutzuur is een katalysator voor het hydrolyseproces: er staat dat de zoutzuur voor 90% weer wordt teruggewonnen, dus wordt niet verbruikt, alleen maar gebruikt.
- 4 Door te verhitten verloopt het proces veel sneller, zodat er per tijdseenheid veel meer cellulose wordt omgezet en dat weegt op tegen de hogere energiekosten.
- 5 Glucose bevat per molecuul 5 OH-groepen die elk met watermoleculen H-bruggen kunnen vormen.
- 6 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CO_2 + 2 C_2H_5OH$.

Kwalijke geuren

Antwoorden

- 1 In de mondholte.
- 2 Micro-organismen tieren welig in voedselresten, tabak, afschilferingen van het mondweefsel, bloedresten.
- 3 Een pH van ongeveer 7 en weinig speeksel.
- 4 Een zure appel verlaagt de pH, dus neemt een factor weg.
- 5 Waterstofsulfide, H_2S en methylmercaptaan, CH_3SH .



Opmerking

Onder de kop krantemateriaal vindt u het volledige artikel weergegeven. Bij de opgave is slechts van enkele passages gebruik gemaakt.

M.A.J. Eijkman

Ranzige luchten, die uit de monden van tandheelkundige patiënten opwellen, kunnen de werkvreugde van tandartsen aanzienlijk verminderen. En niet alleen van tandartsen of mondhygiënist, maar van iedereen die het genoegen smaakt om iemand in zijn naaste omgeving te hebben met een slechte adem. Slechte vormen kan een sociaal probleem vormen. In de tandheelkundige literatuur worden gevallen beschreven waarin de kwalijke mondlucht een reden kan zijn voor echtscheiding of zelfs de aanleiding vormt van een poging tot zelfmoord. Het verschijnsel, in vaktermen *halitosis* genaamd, blijkt complex van aard te zijn en heeft, merkwaardig genoeg, in het verleden weinig aandacht gekregen van tandheelkundige onderzoekers. Dit ondanks het feit dat het veel voorkomt en tandartsen regelmatig worden gevraagd of er een remedie is voor het probleem. Vorig jaar werd in Acapulco een symposium gehouden waarin slechte adem centraal stond — voor zover bekend voor de eerste keer. Er blijken verschillende kernvragen over slechte adem te bestaan die grotendeels onbeantwoord zijn. Enige daarvan zijn de volgende. Waarom zijn mensen zich in het algemeen slecht bewust van hun eigen slechte adem, terwijl zij geen probleem hebben het bij anderen op te merken? Hoe is slechte adem te bepalen, zowel in de laboratorium als in de klinische situatie? Wat is de rol van de verschillende mondonstekingen bij het ontstaan van de geur? Varieert slechte adem van cultuur tot cultuur? Kan halitosis gebruikt worden als diagnostisch hulpmiddel voor de aanwezigheid van tandvleesziekten? Zijn snel vervliegende zwavelmoleculen de enige oorzaak van slechte adem, of zijn er ook andere geurstoffen die een rol spelen?

Hoewel er dus veel onbekend is over het verschijnsel zijn de meeste auteurs het er wel over eens dat niet de keel maar de mond de belangrijkste bron is van de onaangename geur. De geuren die in de mondholte ontstaan zijn het gevolg van een rottingsmechanisme. Micro-organismen tieren welig in endogene en exogene eiwitsubstraten, zoals bijvoorbeeld voedselresten, tabak, afschilferingen van het mondweefsel, speekselresten en bloed. En wanneer de zuurgraad van het speeksel vrijwel neutraal is (pH 7.2) en er weinig speeksel is zoals tijdens de slaap of vastenperiode, gaat de geur ontstaan.

Men neemt aan dat de vluchtige bestanddelen met de meest onaangename geur twee vluchtige sulfiden zijn, namelijk waterstofsulfide (H_2S) en methylercaptan (CH_3SH) die samen 90 procent van de geproduceerde sulfiden uitmaken.

Een belangrijke hinderpaal bij de bepaling van de aanwezigheid van de onaangename geur was de afwezigheid van adequate meetmethoden. Men werkte in het verleden veel met panelen van geurdeskundigen. Maar tegenwoordig maakt men gebruik van de gaschromatografie waarbij men op een zeer geavanceerde manier de aanwezigheid van de geurstoffen kan opsporen. Ook worden wat minder ingewikkelde meettechnieken gebruikt die bij voorbeeld gemakkelijk aan een tandartsstoel kunnen worden toegepast.

Klinieken

Deze ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat op verschillende plaatsen in het buitenland klinieken zijn ontstaan waar men zich uitsluitend richt op de behandeling van slechte adem en het onderzoek naar het ontstaan ervan. In Acapulco kwam naar voren dat deze klinieken een gunstige functie kunnen vervullen.

Allereerst om mensen van het vervelende probleem af te helpen en te adviseren. De ervaring was dat sommige patiënten bereid zijn duizen-

den kilometers te vliegen om van hun slechte adem te worden verlost. Daarnaast worden vanuit deze klinieken postacademische cursussen georganiseerd om tandartsen de noodzakelijke kennis bij te brengen. En een derde activiteit is het opstellen van protocollen, nieuwe behandelingsmethoden en meettechnieken om het fenomeen in de toekomst beter te kunnen bestrijden.

Interessant is de constatering dat grote tandpastafabrikanten hun belangstelling hebben getoond voor het onderzoek op dit gebied en dat een ervan zelfs de Nare Mondgeur Kliniek in het Canadese Toronto financieel ondersteunt bij het onderzoek naar het verschijnsel.

De mondholte is de belangrijkste bron van mondgeuren. Maar bekend is dat halitosis ook een teken kan zijn van aandoeningen elders in het lichaam: infecties van neusholten, de luchtwegen, de maag en de slokdarm. Ook lever-dysfuncties kunnen geuren veroorzaken die doen denken aan de lucht van rotte vruchten of van urine, zelfs pancreas- en nieraan- doeningen kunnen de oorzaak zijn. Verder is bekend dat de menstruatie soms gepaard gaat met een fysiologische, muffe mondgeur.

Voeding

Zoals waarschijnlijk wel bekend speelt de voeding ook een rol. De verklaring van deze reden van mondgeuren is de volgende. Van een reeks voedingsmiddelen wordt de moleculen opgenomen ter hoogte van het spierweefsel van de maag en de dunne darm. Deze moleculen komen in de bloedstroom terecht en worden dan vrijgemaakt in de longen. Omdat deze, bij hun tocht, veel van hun aromatische kenmerken behouden zijn voeding en dranken, zoals uien, knoflook en alcoholica zo berucht. De mondgeur van rokers is genoegzaam bekend. Tabak camoufleert de meeste andere geuren. Tenslotte vermelden we nog dat ook geneesmiddelen, via diverse mechanismen, halitosis kunnen veroorzaken.

Omdat toch de mond meestal de oorprong is van de geuren zal dus eerst moeten worden onderzocht of daar de oorzaak van het probleem kan worden gevonden. In de klinieken krijgen patiënten een buitengewoon grondig mondonderzoek, waar vooral gekeken wordt naar tandbederf en de diepten van de tandvleespockets, de ruimten tussen de gebitsselementen en tandvlees en kaakbot, waar het dikwijls wemelt van allerlei bacteriën en andere micro-organismen.

Van sommige plaatsen in de mond, in het bijzonder de tong, worden uitstrijkjes gemaakt die door microbiologen worden onderzocht. Nadat zou blijken dat dit mondonderzoek niets heeft opgeleverd begint men dan met de neus-, keel- en oorslag en daarna met de spijsvertering en de ademhaling.

Het zal duidelijk zijn dat mensen die last hebben van het verschijnsel er verstandig aan doen optimale mondhygiënische maatregelen te praktiseren en daarbij niet moeten vergeten de bovenkant van de tong en de tongrug dagelijks te reinigen. Dit gebied is immers de belangrijkste bron van de vluchtige sulfiden. Mondspoelingen zijn weinig effectief — een ideaal mondwatertje schijnt nog niet te bestaan.

Afsluitend kunnen we vaststellen dat, ondanks de vele problemen er genoeg van slechte adem bekend is om mensen te helpen. Maar wel is in ons land duidelijk behoefte aan een concentratie van kennis op dit gebied. Een samenwerkingsverband tussen de tandheelkundige faculteiten en de industrie zou een goed initiatief kunnen zijn.

Courtois, J. Halitose. Ned. Tijdschr. Tandheelk. 1987; 94: 56-62. Rosenberg, M. Guest Editorial: Halitosis — The Need for Further Research and Education. J. Dent. Res. 71 (2): 424 February, 1992.

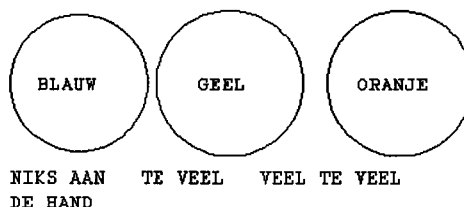
Badge bepaalt dosis zonlicht

Antwoorden

- 1 Een (rond) plaatje, dat je op kunt spelen.
- 2 UV-licht is schadelijk voor onze huid; teveel UV-licht kan huidkanker veroorzaken.
- 3 Chemicaliën in de badge reageren op de UV-straling.

4 Het zuur kleurt de badge van blauw naar oranje.

5



6a Blauw lakmoes.

6b Alleen H^{1+} ionen kleuren lakmoes en die ionen heb je alleen in oplossing.

IJzeratomen

Antwoorden

1b IJzer, zink en aluminium.

2 Stoffen zijn edeler naarmate ze minder goed met stoffen uit de lucht en/of met water reageren.

3 Zn en Al.

4 IJzer(II)oxide.

5 A.

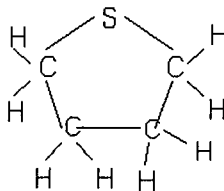
6 Fe^{2+} .

7 De jongste oxidering vindt steeds aan de buitenkant plaats.

Aardgas is niet giftig

Antwoorden

1



2 $18 \text{ mg THT} = 18/88,1 = 0,204 \text{ mmol} = 0,204 \cdot 24,0 = 4,9 \text{ cm}^3$.

3 1 volume-procent aardgas in lucht = 10 dm^3 aardgas per m^3 lucht (=1000 dm^3 lucht). 1 m^3 aardgas bevat 18 mg THT, dus 10 dm^3 aardgas bevat 0,18 mg THT.

Fosfor

Antwoorden

1 Alleen als fosfor met zuurstof/lucht in contact komt, kan het ontbranden.

- 2 Tussen 20 en 30°C. In een broekzak nadert de temperatuur de lichaamstemperatuur van 37°C.
- 3 Zuurstof(lucht) + overschrijding ontbrandingstemperatuur.
- 4 fosfor + zuurstof ---> fosforoxide.
- 5 Fosfor is geen metaal.
- 6 De fosfor op een luciferdoosje ontbrandt niet bij een lage temperatuur, de fosfor uit het artikel juist wel.

Opmerking

De aanwezigheid van fosfor op het strand is waarschijnlijk het gevolg van de aanwezigheid van fosforbommen op de zeebodem. De fosforbommen zullen in de tweede wereldoorlog op de zeebodem terecht gekomen zijn.

Na de glasbak

Antwoorden

- 1 Afval zoals kurken en doppen van flessen.
- 2 Scheiding op kleur.
- 3 Kleurloos glas.
- 4 Water.
- 5 Vuil water.
- 6 Fijngemalen glas.
- 7 Gemeng dat aan het glas toegevoegd wordt.
- 8 Smelten.
- 9 Gesmolten glas.

Opmerking

Onder de kop krantemateriaal staat extra informatie uit Allerhande inzake inzameling glasafval in glasbakken.



INZAMELING VIA GLASBAK NU MEER DAN 70 PROCENT

Op dit moment kunnen consumenten en bedrijven hun eenmalig glas kwijt in meer dan 17.000 glascontainers, verspreid over heel Nederland. Daarbij is er een duidelijke toename van 'gescheiden' glasbakken voor 'wit' en 'gekleurd' glas. Doordat steeds meer gemeenten

overgaan tot de kleurscheiding bij de glaszameling, steeg de opbrengst van de 'gescheiden' glasbakken in het eerste kwartaal van dit jaar met 100% naar 7.000 ton (ca. 8% van het totaal). Het streven is om 1995 tenminste de helft van het eenmalig glas gescheiden in te zamelen.