

NR	Titel	klas	leerstof	kernbegrippen
1	New catalyst	5 v	energie	energiediagrammen, katalyse
2	Bar-Le-Duc	4 mhv	formuletaal	drinkwater, milieuproblemen
3	Broeikasgassen fors minder	4 mhv	organische chemie	milieu
4	Kalkaanslag	4 mhv	zuur-base	reactievergelijkingen, notaties
5	Slapende paprika	3,4 mhv	milieu	anw, informatieverwerking, mening
6	Metaal in de Andes	4 mhv	redoxreacties	metalen
7	Zonnen	3-4 mhv	practicum	zonnebrandolie, verkoopfolder
14	Trekvogels	4 hv	atoombouw	isotopen, onderzoeksvraag
8	Variabele absorptie	4 hv	chemische binding	waterstofbrugvorming
9	Spijkerbroekenblauw	5h, 5,6 v	industriële chemie	processen, blokschema's
10	Cola-ijs	3-6 mhv	practicum	open onderzoek, onderzoeksvraag

NR	Titel	klas	leerstof	kernbegrippen
12	Klok wasmiddel	bavo	rekenen in de chemie	omrekenen
13	Blussen	bavo	verbrandingen	blussen, berekeningen

16	Zwaar gewond	4 hv	formuletaal	verbrandingen
17	Doofdeken	3 hv	verbrandingen	blussen
18	Helium-3	4 hv	atoombouw	isotopen
19	De mestweg	5,6 v	redoxreacties	processchema, berekeningen
20	Adipinezuur	6 v	organische chemie	polymeren

NR	Titel	klas	leerstof	kernbegrippen
21	Treinverkeer stil	4,5 hv	milieu	gevaaren, formuletaal
22	Fotokatalytische afbraak	5,6 hv	organische chemie	polymeren
23	Zelfreinigende ruiten	4hv	formuletaal	informatieverwerking
24	Zuivering afvalwater en grond	6v	organische chemie	structuurformules, zouten
25	Fotochemische smog	6V	organische chemie	mesomerie

Will New Catalyst Finally Tame Methane?

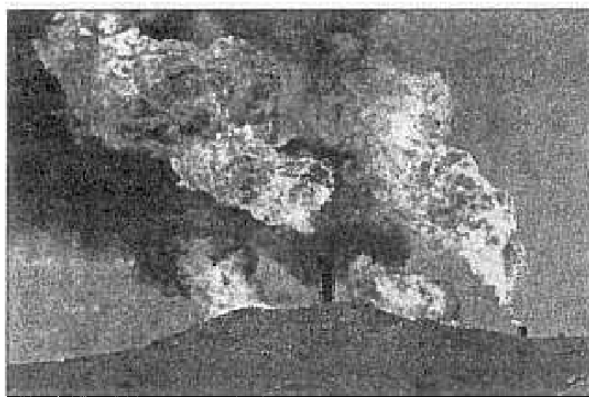
The bright orange flares of natural gas burning near oil wells are a dramatic sight. But they illuminate a paradox: Natural gas is a vast and valuable natural resource, but it's often cheaper to burn than to use. Unless pipelines are already in place, carting natural gas from remote sites such as the north slope of Alaska or Siberia costs more than the gas is worth. As a result, the gas is either flared off or pumped back into the ground. Now, on page 560, a team of researchers in California reports developing a new catalyst that may change all that.

The compound efficiently converts methane, the primary component of natural gas, to a derivative of methanol, a liquid fuel that can easily be transported in trucks and tankers, much like petroleum. As such, if used in plants near remote wellheads, the new catalyst could make use of vast remote natural gas reserves around the world. "This is a major breakthrough in terms of doing something with methane," says Jay Labinger, a chemist at the California Institute of Technology in Pasadena who has worked on similar catalysts.

The oil industry has for years been grappling with the problem of methane. Occasionally, companies use energy-intensive schemes to either liquefy natural gas or convert methane to methanol with high-temperature steam. But in the mid-1980s, researchers first discovered that some metal-containing organic compounds could catalyze the conversion of methane to methanol without adding extra energy. The problem was that less than 2% of the methane was converted, making such catalysts commercially worthless. The new catalysts, developed by researchers at Catalytica Advanced Technologies in Mountain View, California, transform 70% of methane to a final compound known as methyl bisulfate, which itself is easily transformed to methanol. And that yield is "a big deal," says Labinger.

SCIENCE, 24 april 1998

Converting methane to methanol is actually extremely easy: All it takes is a match. At about 625 degrees Celsius, molecules of methane, each made up of a carbon atom bound to four hydrogens (CH_4), begin to burn, with oxygen displacing the hydrogens. Methanol (CH_3OH) is one of the first byproducts. But the trouble is that once methane begins to burn, "you can't stop that reaction," says Roy Periana, who led the Catalytica team. In no time, oxygen atoms oust all the hydrogens, leaving only everyday carbon dioxide. The trick is to stop the process in midburn.



Up in smoke. Converting methane to methanol could end the wasteful flaring of natural gas.

Periana likens the challenge to rolling a ball down a hill and getting it to stop in the shallow valley at the bottom rather than continuing up and over the small incline on the other side and then off a cliff. What's needed, says Periana, is a way to lower the height of the first hill—the amount of energy needed to start methane burning—or raise the second hill—the barrier to methanol or any other product reacting. Periana and his colleagues have managed to do both.

They first accomplished these tasks in 1993 with a catalyst of mercury-based salts. In a bath of sulfuric acid, this catalyst converts 43% of methane to methanol in a single pass (*Science*, 15 January 1993, p. 340). But because mercury is toxic, the researchers

kept searching for a better alternative. Now, Periana and his colleagues have developed a

new catalyst based on platinum—an expensive but nontoxic metal—that also contains a small, nitrogen-rich organic group called a bipyrimidine, which helps control the metal's reactivity. When the catalyst is dissolved in a bath of sulfuric acid, it encourages methane to shake loose one hydrogen—transforming methane to methyl—and form a bond with the platinum. But it does so at just 200 degrees, which means that the ball in this case starts atop a much smaller hill. Next, the sulfuric acid solvent swipes a pair of electrons from the platinum. That frees the methyl to grab a bisulfate group (OSO_3H) from the surrounding solvent, creating the final methyl bisulfate ($\text{CH}_3\text{OSO}_3\text{H}$), which then drops off the catalyst.

The reaction stops at that point. "The catalyst doesn't like the bisulfate," says Periana, so rather than pulling another hydrogen off the methyl bisulfate, the catalyst grabs a fresh methane molecule and works on that. In effect the second hill—the barrier to the methyl bisulfate reacting—is pushed higher. The outcome is that more than two-thirds of the methane molecules that pass through the catalyst-loaded solution are converted to methyl bisulfate and then left alone.

The hitch is that the end product is methyl bisulfate rather than methanol. To finish the job, the researchers must separate out the sulfuric acid and add water to convert the methyl bisulfate to methanol. Those extra steps currently make it difficult to say whether the process will be economical on an industrial scale, says Labinger. Consequently, Periana and his Catalytica colleagues plan to continue their efforts to find catalysts capable of making methanol directly at high yields, as well as operating in more benign solvents than sulfuric acid. But even without these advances, the current catalyst may open the door to making use of some of the world's vast untapped reserves of natural gas.

—Robert F. Service

Bij veel oliebronnen wordt vrijkomend 'natural gas' (aardgas) verbrand. Dit 'verbranden van vrijkomend 'natural gas' levert een paradox (schijnbare tegenstelling) op.

1 Vertaal de paradox, die in het artikel staat, in het Nederlands.

2 Geef de toelichting op de paradox in je eigen woorden weer.

3 Beschrijf puntsgewijs hoe het werk van een team onderzoekers in California, geleid door Roy Periana, hierin verandering kan brengen.

4 Leid uit het commentaar van de chemicus Jay Labinger af of het onderzoekteam een belangrijke ontdekking heeft gedaan.

Methaan is al lang een probleem voor de olie-industrie.

5 Noem twee manieren waarop bedrijven het 'methaanprobleem' aanpakken.

6 Wat is het bezwaar van deze manieren?

De nieuwe ontwikkeling komt niet zomaar uit de lucht vallen.

7 Door welke uitvinding kon de omzetting zonder energietoevoer verlopen?

8 Welk bezwaar had deze aanvankelijk?

9 Geef de naam van het product dat hierbij ontstaat.

De omzetting van methaan in methanol wordt 'actually extremely easy' genoemd.

10 Noem een argument voor en een argument tegen deze uitspraak.

11 Wat is de truc om het proces op de gewenste manier te laten verlopen?

Het onderweg laten stoppen van de reactie wordt toegelicht met een analogie: "Periana likens the challenge to ... and then off a cliff."

12 Geef de beschreven analogie weer in een doorsneden-tekening. Zet daarin de woorden 'hill', 'valley', 'incline' en 'cliff' op de juiste plaats.

13 Wat is de vakterm in de natuurwetenschappen voor zo'n analogie?

Als Periana de analogie toepast op het chemische proces, spreekt hij over een 'first hill' en een 'second hill'. Hij onderscheidt daarmee twee stappen in de reactie.

14 Schrijf voor beide stappen de reactievergelijking op; vermeld ook de fasen van alle stoffen.

15 Maak een *enthalpie-diagram* voor de omzetting van methaan en zuurstof in koolstofdioxide en water met methanol als tussenproduct. Gebruik de enthalpie-waarden uit Binas, werk (enigszins) op schaal.

16 Geef voor beide processen in het diagram de reactie-enthalpie aan. Laat ook zien waar activeringsenergie moet worden overwonnen.

17 Verklaar met behulp van de enthalpie-veranderingen waarom methanol zo gemakkelijk verder reageert.

Om het proces te beheersen onderscheidt Periana twee manieren (die beide gelukt zijn).

18 Beschrijf deze beide manieren.

Aanvankelijk koos de groep van Periana voor 'mercury-based salts' als katalysator.

19 Geef een Nederlandse omschrijving van deze katalysatoren.

20 Beschrijf de uitvoering van de reactie.

21 Waarom zochten de onderzoekers verder naar een andere katalysator?

22 Geef de samenstelling van de nieuwe katalysator.

23 Wat is het voordeel van de laatste?

24 Beschrijf de opeenvolgende gebeurtenissen die aan de katalysator verlopen.

25 Welke omzettingsgraad wordt bereikt met de nieuwe katalysator?

26 Hoe kun je het nieuwe reactieverloop aflezen uit de activeringsenergieën?

Het gekatalyseerde proces maakt geen methanol, maar methylbisulfaat.

27 Welke stappen moeten daarna nog verlopen?

28 Schrijf voor de omzetting van methylbisulfaat de reactievergelijking op.

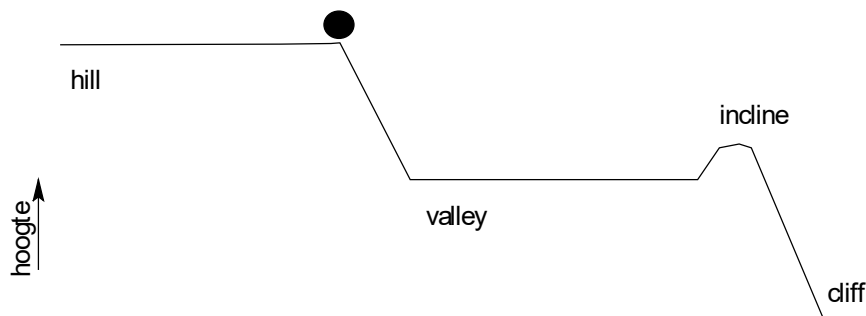
29 Zal het proces volgens het nieuwe reactieverloop op grote schaal lonend zijn?

30 Op welke twee onderzoekdoelen willen Periana en diens collega's zich nu verder richten?

31 Vat het *gehele* nieuwe proces samen in een blokschema (elke omzetting in een blokje; namen van de stoffen bij de in- en uitgaande lijnen). Geef hierbij ook de mogelijke recirculaties aan.

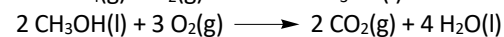
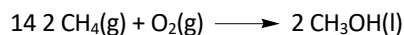
Will New Catalyst Finally Tame Methane? ANTWOORDEN

- 1 Aardgas is een veel voorkomende en waardevolle natuurlijke hulpbron, maar het is vaak goedkoper om het te verbranden dan om het te gebruiken.
- 2 Tenzij er al pijpleidingen liggen kost het vervoer van aardgas vanuit afgelegen plaatsen meer dan het gas waard is. Daarom wordt het gas afgefakkeld (nutteloos verbrand) of teruggepompt in de grond.
- 3 Het onderzoeksteam heeft een nieuwe katalysator ontwikkeld. Deze zet methaan om in een verbinding die afgeleid is van methanol. Dit is een vloeibare brandstof die gemakkelijk kan worden vervoerd. Nu kunnen de uitgebreide, afgelegen aardgasreserves bij de bron benut worden.
- 4 Hij vindt dat dit werk een grote doorbraak vormt om 'iets te kunnen doen met methaan'. Ja, dus.
- 5 Het aardgas vloeibaar maken en methaan omzetten in methanol door middel van hete stoom.
- 6 Ze kosten veel energie.
- 7 Van enkele metaal-organische verbindingen als katalysator.
- 8 Er werd maar 2% van het methaan omgezet.
- 9 Methylbisulfaat.
- 10 Voor: "You only need a match", je hoeft het alleen maar aan te steken.
Tegen: "You can't stop that reaction", de reactie stopt niet bij (het tussenproduct) methanol maar gaat verder tot het eindproduct CO₂ (en natuurlijk water).
- 11 "To stop the process in midburn", het proces halverwege te laten eindigen.



12

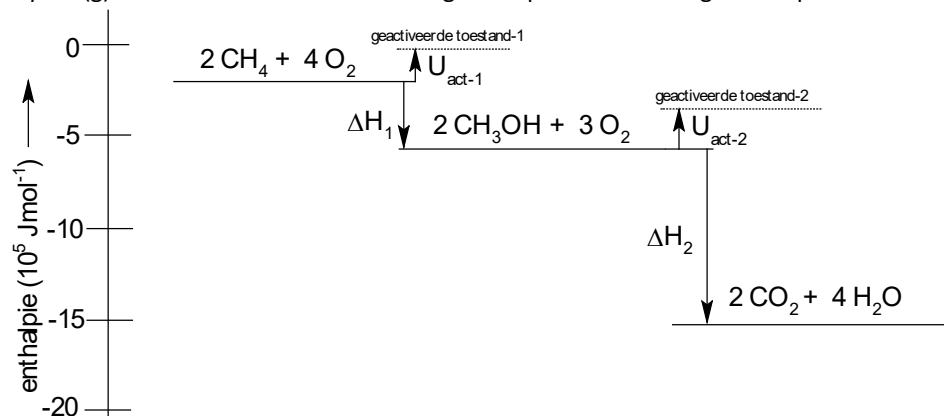
13 Een model.



15 Binas geeft de volgende waarden voor de vormings-enthalpie:

CH ₄ (g)	- 0,76 · 10 ⁵ J·mol ⁻¹	dus:	2 mol CH ₄ (g)	- 1,52 · 10 ⁵ J
CH ₃ OH(l)	- 2,40 · 10 ⁵ J·mol ⁻¹		2 mol CH ₃ OH(l)	- 4,80 · 10 ⁵ J
CO ₂ (g)	- 3,935 · 10 ⁵ J·mol ⁻¹		2 mol CO ₂ (g)	- 7,87 · 10 ⁵ J
H ₂ O(l)	- 1,88 · 10 ⁵ J·mol ⁻¹		4 mol H ₂ O(l)	- 7,52 · 10 ⁵ J
				beide laatste samen
				-15,39 · 10 ⁵ J

let op: O₂(g) is een element en heeft dus volgens afspraak als vormings-enthalpie nul.



16 Zie 15.

17 Bij de omzetting van methaan in methanol komt zoveel warmte vrij dat de activeringsenergie van de tweede stap gemakkelijk wordt overwonnen en deze stap daardoor ook gaat verlopen.

18 Het verlagen van de 'first hill', de activeringsenergie E_1 voor de (start van de) verbrandingsreactie van methaan; óf het verhogen van de 'second hill', de 'barrier' (de activeringsenergie E_2) voor het verder reageren van methanol.

19 Kwik-bevattende zouten.

20 De kwik-zout katalysator werd opgelost in zwavelzuur; methaan werd éénmaal door dit 'zwavelzuur-bad' geleid; de katalysator zette 43% van het doorgeleide methaan om in methanol.

21 Omdat kwik giftig is.

22 De katalysator bevat een combinatie van *platina* en een *bipyrimidine*-groep

23 De bipyrimidine groep beheerst de reactiviteit van het platina.

24 De katalysator (in zwavelzuur) bevordert de vorming van een methyl-groep uit methaan. De methylgroep bindt zich aan het platina. Het zwavelzuur neemt een elektronenpaar van het platina op. De methylgroep komt beschikbaar en reageert met een bisulfaat-ion. Het gevormde methylbisulfaat verlaat de katalysator.

25 Van het methaan dat de oplossing passeert wordt 70% omgezet in methylbisulfaat.

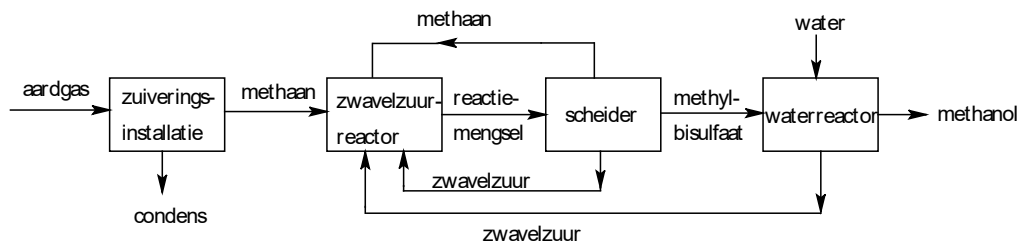
26 De reactie komt gemakkelijker op gang en stopt bij methylbisulfaat. De eerste 'heuveltop' is nu lager: de activeringsenergie voor de eerste reactiestap is kleiner geworden. De tweede top (de barrière tegen het verder reageren van het methylbisulfaat) is nu hoger, dus de activeringsenergie voor de tweede reactiestap is groter geworden.

27 Het zwavelzuur verwijderen en met water het methylbisulfaat omzetten in methanol.

28 $\text{CH}_3\text{-O-SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-OH} + \text{H-O-SO}_3\text{H} \quad (\text{H}_2\text{SO}_4)$

29 Dat is nog de vraag. Het is (door de extra stappen) momenteel nog moeilijk te zeggen of het totale proces lonend zal zijn.

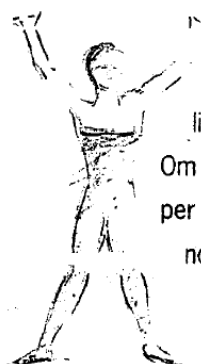
30 Op het zoeken naar katalysatoren die direct methanol maken en het werken in mildere oplosmiddelen dan zwavelzuur.



BAR-LE-DUC MINERAALWATER OPGAVEN

Allerhande (Albert Heijn), advertentie

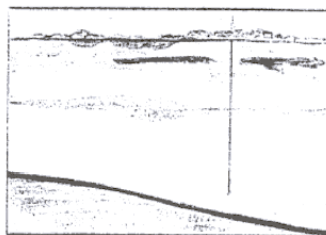
Bar-le-Duc zuivert je lichaam



Het grootste deel van je lichaam bestaat uit water. Om je lichaam te zuiveren heb je per dag minimaal 2 liter water nodig. Zo blijft je lichaam in balans.

Daarom is het belangrijk dat je weet wat je drinkt: het water moet zuiver zijn en stoffen bevatten die je gezondheid positief beïnvloeden. Dus kies je Bar-le-Duc.

Bar-le-Duc is regen die ver vóór onze jaartelling is gevallen en op zijn eeuwenlange ondergrondse tocht naar de Bar-le-Duc bronnen een aantal waardevolle mineralen uit de aardlagen heeft opgenomen. Door 2 ondoordringbare kleilagen werd het water tijdens deze tocht beschermd tegen elke invloed van buitenaf.



Nu wordt dit zuivere mineraalwater uit de bronnen op 200 meter diepte onttrokken en zonder toevoeging of behandeling in flessen en pakken afgevuld.

Bar-le-Duc is zwak mineraalhoudend en kan onbeperkt gedronken worden. Door het lage natriumgehalte is het tevens geschikt voor een zoutarm dieet en de

bereiding van babyvoeding.

Natuurlijk bevat

Bar-le-Duc géén calorieën.



Water is van levensbelang voor je, dus kies het beste: Bar-le-Duc.

Gemiddelde samenstelling in mg per liter

chloride	Cl-	23
nitriet	NO2-	<0.01
sulfaat	SO4-	28.3
hydrocarbonaat	HCO3	220
fluoride	F-	0.13
ammonium	NH4+	<0.03
ijzer	Fe++	<0.1
mangaan	Mn++	<0.01
calcium	Ca++	75.0
magnesium	Mg++	6.5
natrium	Na+	11.5
kalium	K+	2.6

residu 180°C 280

residu 260°C 280

De Bar-le-Duc bronnen zijn gelegen in de dubbelgemeente Baarle-Nassau / Baarle-Hertog en sinds 1987 erkend door het Ministerie van WVC.

Ph waarde van Bar-le-Duc
koolzuurvrij: 7,3
Ph waarde van Bar-le-Duc
koolzuurhoudend: 4,9
Gezondheid schadende
bacteriën: niet aanwezig
Gezondheid schadende
chemische stoffen:
niet aanwezig
Radio-activiteit:
niet aanwezig

Met deze waarden voldoet het Bar-le-Duc natuurlijk mineraalwater ruimschoots aan de strengste EC normen.



Extra Informatie

Samenstelling drinkwater

<i>in Nijmegen in mg/liter</i>		<i>Norm Waterleidingbesluit in mg/liter</i>	
chloride	23		150
nitriet	<0,02		0,1
sulfaat	34		150
hydrocarbonaat	84		- (niet van belang)
ammonium	0,05		0,2
ijzer	0,08		0,2
mangaan	0,01		0,05
calcium	34		150
magnesium	9,2		50
natrium	16		120
kalium	2,6		12

De norm van het Waterleidingbesluit geeft aan hoeveel van elke stof er maximaal in het drinkwater mag in zitten.

1 Voldoet Bar-le-Duc aan de norm van het waterleidingbesluit?

2 Hydrocarbonaat wordt meestal waterstofcarbonaat genoemd. Geef hiervan de formule.

Er zijn een aantal bestanddelen waarvan de hoeveelheid per liter van Bar-le-Duc sterk afwijkt van de hoeveelheden die volgens de norm in kraanwater zitten.

3 Geef van deze bestanddelen de naam en de formule

In je lichaam zit in botten en tanden calciumfosfaat.

4 Welk water levert hiervoor de meeste ionen per liter?

5 Geef de formule van calciumfosfaat

Kraanwater wordt vaak uit bronnen gepompt die honderden meters diep liggen onder een aantal zand-en/of kleilagen en daarna gezuiverd. Na het zuiveren wordt het door leidingen naar de huizen gepompt. Flessenwater wordt uit bronnen gepompt die honderden meters diep liggen onder een aantal zand- en/of kleilagen, daarna in flessen gedaan en met vrachtauto's vervoerd naar groothandels en winkelbedrijven. Daarna neem je het mee naar huis. De flessen breng je terug. Ze worden naar een glasfabriek getransporteerd voor recycling. De nieuwe flessen moeten weer naar de bron.

6 Maak een milieubalans. Zet links de problemen die flessenwater voor het milieu geeft en rechts de problemen die kraanwater geeft.

Flessenwater	Kraanwater

7 Welke milieuvervuilende gassen komen in het milieu (in de lucht) terecht door transport van flessenwaters?

Kraanwater is zwak mineraalhoudend. Als je alles optelt wat hier wordt genoemd, dan zit er 203 mg opgeloste stoffen per liter in.

8 Bereken of Bar-le-Duc meer of minder opgeloste stoffen dan kraanwater bevat.

Sterk mineraalhoudende flessenwaters bevatten wel 1000 mg opgeloste stoffen per liter.

9 Is Bar-le-Duc zwak mineraalhoudend vergeleken met kraanwater?

10 En met sterk mineraalhoudende flessenwaters?

11 Is Bar-le-Duc geschikt voor een zoutarm dieet volgens de tekst?

12 Hoeveel mg natrium bevat het per liter?

13 Bereken hoeveel keukenzout, NaCl, uit een liter Bar-le-Duc overblijft na indampen.

14 Zitten er dan nog natriumionen of chloride-ionen in de andere ingedampte zouten?

Flessenwaters kosten ongeveer 1000 x zoveel als kraanwater. Er zitten ongeveer dezelfde stoffen in opgelost en kraanwater wordt meestal ook uit bronnen gepompt. Soms wordt gezuiverd oppervlaktewater uit rivieren gebruikt om kraanwater van te maken.

15 Waarom zou je dan toch water in flessen kopen? Noem een aantal argumenten om toch flessenwater te kopen.

Bar-le-Duc ANTWOORDEN

1 Ja. Dat er te weinig inzit is niet erg.

2 HCO_3^-

3 Calcium, Ca^{2+} en hydrocarbonaat, HCO_3^-

4 Bar-le-Duc.

5 $\text{Ca}^{2+}_3(\text{PO}_4^{3-})_2$

6

Flessenwater	Kraanwater
Maken van flessen. Transport van de flessen naar de bron. Transport van flessen naar de groothandel. Transport van flessen naar de winkels. Transport van flessen naar huis. Transport van lege flessen naar de winkel. Transport van lege flessen naar de groothandel. Transport van lege flessen naar de bron of naar de recyclingfabriek. Reinigen van de flessen. Afvoer spoelwater.	Maken van koperen leidingen en kranen. Aanleg van leidingen.

7 Koolstofdioxide, zwaveldioxide, stikstofoxiden, koolstofmono-oxide, roetdeeltjes.

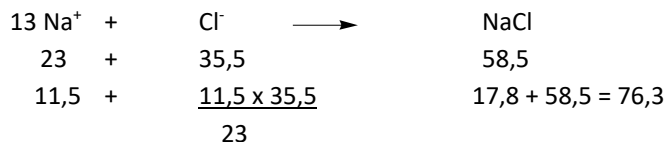
8 Er zit 367 mg per liter opgeloste stof in, dus er zit meer opgeloste stof in.

9 Met kraanwater vergeleken is het niet zwak mineraalhoudend.

10 Vergeleken met sterk mineraalhoudende flessenwaters wel.

11 Ja.

12 11,5 mg/l



Er ontstaat 76,3 mg NaCl.

14 Er is maar 17,8 mg Cl^- nodig, dus $23 - 17,8 = 5,2$ mg Cl^- over.

15 Lekkerder. Koolzuur maakt het water lekkerder van smaak. Kraanwater soms teveel nitraat. Kraanwater komt niet altijd uit bronnen.

Broeikasgassen fors minder

MILIEUBELEID Nederland kan de emissie van broeikasgassen tot 2010 met 73 miljoen ton verminderen, zo blijkt uit een studie van ECN en RIVM.

BART STAM

PETTEN - Terwijl in Buenos Aires de industrie- en ontwikkelingslanden met elkaar in de clinch lagen over de aanpak van de broeikasgassen, presenteerden ECN en RIVM een rapport over mogelijkheden voor een nationale emissiereductie in 2010. Opdrachtgever was het ministerie van Vrom.

Uit de studie blijkt dat zonder extra maatregelen de Nederlandse uitstoot over twaalf jaar 260 miljoen ton bedraagt, 15 procent meer dan nu. Met 61 technische en bestuurlijke maatregelen in zes sectoren is een verminde-

ring met 73 miljoen ton mogelijk, waarmee ons land ruimschoots voldoet aan de akkoorden van Kyoto en de Europese Milieuraad (-50 miljoen ton). Van alle broeikasgassen bestaat 75 procent uit CO₂, de rest uit lachgas (N₂O), methaan (CH₄) en fluorverbindingen (hfk's, pfk's en SF₆).

'We hebben de beschikbare technieken in 2010 als uitgangspunt genomen', meldt ir. M. Beeldman, wetenschappelijk onderzoeker van ECN Beleidstudies. 'Daarom hebben we bijvoorbeeld CO₂-opslag bij raffinaderijen en kunstmestfabrieken als volwaardige optie meegenomen.'

In de sector verkeer moeten vooral overheidsmaatregelen voor een emissiereductie zorgen, zoals rekeningrijden, accijns- en belastingverhogingen, verlaging van de maximumsnel-

heid en invoering van econometer, boordcomputer en *cruise control*.

Naast duurzame energie en het verkeer (beide -6 miljoen ton) moeten vooral de elektriciteitsproductie (-10 Mton), CO₂-opslag en verwijdering (-17 Mton) en de aanpak van overige broeikasgassen (-18%) voor de milieuwinst zorgen.

Opvallend is dat bij de salpeterzuurproductie jaarlijks een vermindering van de lachgasuitstoot mogelijk is van 8,5 miljoen ton. Dit kan door bij DSM, Hydro Agri en Kemira katalysatoren te plaatsen die nu in ontwikkeling zijn.

In de productie van elektriciteit levert de ombouw van kolen- naar aardgascentrales een winst op van 3,9 miljoen ton, evenals de vroegere sluiting van kolengestookte eenheden (2,8 Mton).

Een paar moeilijke woorden en hun verklaring:

- emissie: gassen die de lucht ingaan,
- reductie: afname.

De kop van het artikel is misleidend.

1 Waarom?

2 Welk gas is de voornaamste oorzaak van het (versterkte) broeikaseffect?

3 We moeten eerst maar eens een overzicht maken van alle getallen in het artikel. Doe dat hier onder.

Sommige getallen moet je nog uitrekenen!

Uitstoot broeikasgassen in miljoen ton in NL	
- In 1998 (15% minder dan in 2010)	
- In 2010 zonder maatregelen:	260 Mton
- Met 61 maatregelen vermindering met.....	dit hoeft maar te zijn, dus we doen meer dan Kyoto nodig vindt.
- De 73 miljoen ton minder bereiken we, door	
duurzame energie+verkeer	:Mton
electriciteitsproductie	:Mton
CO ₂ opslag en verwijdering	:Mton
Aanpak overige gassen	:Mton
Totaal	:Mton

4 Overzicht broeikasgassen. Vul de stippelijntjes in de tabel in:

Namen broeikasgassen	Formules broeikasgassen
.....	CO ₂
..... ook wel lachgas genoemd	N ₂ O
.....	CH ₄
.....	SF ₆
.....verbindingen	H,F,K's P,F,K's

Broeikasgassen ontstaan door verbranding thuis voor verwarming en koken van aardgas, dat hoofdzakelijk bestaat uit methaan, CH₄ en verder nog stikstof N₂ bevat; autogas, dat veel propaan C₃H₈ bevat, benzine die veel octaan C₈H₁₈ bevat en diesel die veel pentadecaan, C₁₅H₃₂ bevat. Door verbranding van benzine en diesel ontstaan ook stikstofoxiden zoals lachgas. In een elektriciteitscentrale worden veel kolen verbrand waarbij koolstofdioxide en zwaveldioxide ontstaan. Diesel bevat ook een beetje zwavel.

5 Lees bovenstaande en vul daarna onderstaande tabel in. Schrijf voor stikstofoxiden: NO_x

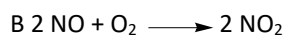
Brandstof	Broeikasgassen die ontstaan (formules)	Wat gaan we er volgens de ECN en de RIVM aan doen?
Aardgas		(Staat niet in de tekst) Aardgas duurder maken, meer HR-ketels.
Autogas		
Benzine		
Diesel		
Kolen		Electriciteitsverbruik kun je verlagen door (staat niet in de tekst, zelf bedenken):

Koolstofdioxide wordt in kassen gebruikt om planten harder te laten groeien. Dit gebeurt bij de fotosynthese.

6 Geef hiervan de reactievergelijking.

De vier stappen (A tot en met D) van de productie van salpeterzuur, HNO₃. Salpeterzuur wordt gebruikt voor het maken van explosieven en kunstmest.

Vergelijking D is nog niet kloppend gemaakt.



7 Bij welke stappen ontstaan stikstofoxiden?

8 Neem vergelijking D over en maak deze kloppend

9 Geef de namen van alle stoffen in de vier stappen.

10 Met hoeveel ton denkt men de hoeveelheid lachgas terug te brengen?

N₂O kan worden afgebroken tot stikstof en zuurstof.

11 Geef hiervan de vergelijking.

12 Hoe gaat men in de toekomst dit gas verminderen?

Broeikasgassen fors minder ANTWOORDEN

1 Er zou moeten staan: broeikasgassen *kunnen* fors verminderd worden.

2 Koolstofdioxide

3

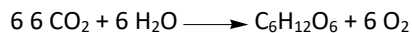
Uitstoot broeikasgassen in miljoenen tonnen in NL	
- In 1998 (15% minder dan in 2010)	226
- In 2010 zonder maatregelen:	260
- Met 61 maatregelen vermindering met ...73.. dit hoeft maar50.. te zijn, dus we doen...23....meer dan Kyoto nodig vindt.	
- De 73 miljoen ton minder bereiken we, door	
duurzame energie+verkeer	:6....Mton
electriciteitsproductie	:10...Mton
CO ₂ opslag en verwijdering	:17...Mton
Aanpak overige gassen	:40...Mton
Totaal	: 83 Mton

4

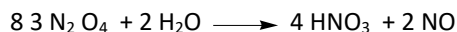
Namen broeikasgassen	Formules broeikasgassen
Koolstofdioxide	CO ₂
Distikstofmono-oxide ook wel lachgas genoemd	N ₂ O
Methaan	CH ₄
Zwavelhexafluoride	SF ₆
Fluorverbindingen	H,F,K's P,F,K's

5

Brandstof	Broeikasgassen die ontstaan (formules)	Wat gaan we er volgens de ECN en de RIVM aan doen?
Aardgas	CO ₂ en NO _x	(Staat niet in de tekst) Aardgas duurder maken, meer HR-ketels.
Autogas	CO ₂ , NO _x	Rekeningrijden, accijns- en belastingverhoging, verlaging maximumsnelheden, econometer, boordcomputer en cruise control.
Benzine	CO ₂ , NO _x	
Diesel	CO ₂ , NO _x , SO ₂	
Kolen	CO ₂ , SO ₂ , NO _x	Spaarlampen, zuiniger apparaten

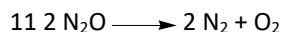


7 Alle vier



9 Ammoniak, zuurstof, stikstofmono-oxide, water, stikstofdioxide, distikstoftetra-oxide, salpeterzuur.

10 Met 8,5 miljoen ton.



12 Met behulp van katalysatoren.

KALKAANSLAG OPGAVEN

de Brug, 5 november 1998

Een reinigingstablet voor kunstgebitten bevat vaak een zwak zuur zoals citroenzuur.



(...)

Kalkaanslag

Kalkaanslag in een glazen vaas verdwijnt, als u het glas vult met water, waarin u een reinigingstablet voor kunstgebitten oplost. Waterstofperoxyde 3% helpt ook goed als u deze toevallig in huis heeft. Goed naspoelen met schoon water.

(...)

Een reinigingstablet voor kunstgebitten bevat vaak een zwak zuur zoals citroenzuur.

- 1 Geef de formule van het deeltje dat kunstgebittenreiniger zuur maakt.
- 2 Geef de reactievergelijking tussen calciumcarbonaat (kalkaanslag) en het zuur uit de kunstgebittenreiniger.
- 3 Geef de formule van waterstofperoxide.

Het glazuur op je tanden bevat vaak calciumcarbonaat.

- 4 Waarom moet je je tanden niet schoonmaken met kunstgebittenreiniger?

Vloeibare kunstgebittenreiniger bevat vaak zoutzuur.

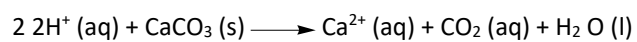
- 5 Geef de notatie van zoutzuur.

Zuren die worden gebruikt om kalkaanslag te verwijderen hebben vaak een waarschuwing op de verpakking: 'niet gebruiken op metalen voorwerpen'.

- 6 Neem als metaal zink en leg met behulp van een reactievergelijking uit wat er gebeurt als een metaal met een zuur reageert.
- 7 Waarom moet na het verwijderen van de kalkaanslag met een zuur steeds goed worden nagespoeld?

Kalkaanslag OPGAVEN

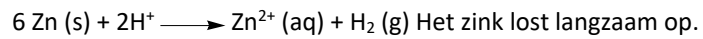
1 H^+



3 $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{l})$

4 De glazuurlaag zou oplossen

5 $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$



7 Anders reageert het zuur door en tast het materiaal waarvan wasbakken e.d. van gemaakt zijn.

De Volkskrant, 5 december 1998

Een slapende paprika neemt liever de boot

Het gaat niet goed met de naleving van het Verpakkingsconvenant, dat in 2001 10 procent minder pakafval eist. Toch zitten de inpakkers niet stil. Eindelijk beginnen ze de kinderziekten uit de eerste generatie milieuvriendelijke verpakkingen te halen.

WAT HEBBEN verpakingsdozen met Schiphol te maken? Bij Kappa Packaging heel veel. Het bedrijf voor transportverpakkingen kan de paprika's tegenwoordig 'slapend' houden in een doos waardoor ze veertien dagen langer houdbaar blijven. Dat is precies lang genoeg om de groente per schip in plaats van per vliegtuig naar de VS te vervoeren. Dat scheelt milieuvervuiling én transportkosten.

Dit pronkstuk van Kappa is het resultaat van denken over transport én product én verpakking, in een drieslag. Het is onder meer voortgekomen uit het Verpakkingsconvenant, waarin overheid en bedrijven hebben geregeld dat ze hun verpakkingen inperken en recyclen. In 2001 moet dit leiden tot 10 procent minder verpakkingen ten opzichte van 1986. De verpakking moeten daarom dunner, uniformer en na afdanking herbruikbaar zijn.

Het doel is 30 procent minder verpakingsafval (papier, karton, glas, kunststof, metaal) in 2001, ofwel een vermindering van 1,3 miljard kilo in 1995 naar 940 miljoen kilo begin volgende eeuw.

Maar in het jaarverslag dat de Commissie Verpakkingen in oktober uitbracht, betwijfelt ze of die cijfers worden gehaald. Deze commissie controleert of de 325 duizend deelnemende

bedrijven zich aan de afspraken houden. Met name hergebruik van kunststof komt bijna niet van de grond. Volgend jaar wordt beoordeeld welke maatregelen nodig zijn om daar meer beweging in te krijgen.

Intussen legt de Hema het bestek van eigen merk los in een grote verzamelbak waaruit de klant kan kiezen. Niks geen dozen meer met pvc-kunststofvensters. Uit zorg voor het milieu is monomateriaal veruit te verkiezen; dus geen karton én folie.

Daarin kunnen bedrijven ook te ver gaan. Zo bleek bij de kaarsen van de Hema dat de klant de kleur net kon zien door een klein gaatje in de kartonnen verpakking. Gevolg: veel opengescheurde, dus onverkoopbare dozen.

Het verpakkingenconvenant heeft bedrijven aangezet tot onderzoek en dat heeft nieuwe verpakkingstechnologie opgeleverd. Zo kan de verpakkingendoos van Kappa het begin zijn van een geheel nieuwe ontwikkeling op verpakking- en transportgebied.

(...)



Quama paprikadozen. FOTO KAPPA PACKAGING

Paprika is gevoelig voor temperatuurschommelingen en vocht. De kwaliteit loopt snel terug. Maar door de atmosfeer in de doos te optimaliseren kan het product na twee weken als vers op tafel komen. De kneep zit hem in de juiste verhouding van zuurstof, koolzuurgas en vocht in de doos.

De paprika gebruikt zuurstof, stoot koolzuurgas uit en veroudert daardoor. Door de atmosfeer in de doos zo te maken dat de paprika minder snel ademt, wordt de veroudering afgeremd. De coating om de doos schept een soort barrière, slechts kleine gaatjes laten de gewenste hoeveelheden zuurstof toe.

Bij Albert Heijn in Zaandam zwaaait verpakkingstechnoloog John Roos al 28 jaar de scepter. Hij zag jarenlang de irritatie groeien in de filialen over de kunststofverpakking die slechts met grof geweld van de 24 pakken koffie getrokken kon worden. 'Men had ongeveer een beitels nodig om er een opening in te krijgen, maar dan scheurden er meteen vier pakken koffie open.'

Roos heeft daar wat op gevonden: scheurbare krimpfolie uit gerecycled materiaal die slechts in één richting, de dwarsrichting, opengaat. Als we de proef op de som nemen, scheurt en rafelt het in lengterichting naar alle kanten. Maar bij de tweede poging komen prachtig rechte banen in de juiste richting onder de handen te voorschijn.

Met de scheurbare krimpfolie kunnen gaandeweg grote delen van het supermarktwezen worden bediend. Zo had je, voor flessen bijvoorbeeld, dozen met tussenschotten. Die zogeheten vlakverdelers zijn weg. Toen kwam de doos van dunner karton, vervolgens werd de bovenklep verwijderd. Wat overbleef, was een bodem met opstaande randen en krimpfolie. De opstaande rand is nu ook weg: zodoende kan de folie strak om de flessen worden getrokken. Dat laatste scheelt 25 procent karton en 15 procent folie.

Marieke Aarden

Lees het artikel door.

1 Wat is, volgens het artikel, beter voor het milieu: transport per schip of per vliegtuig?

2 Is dat transport duurder of goedkoper?

Een schip stookt stookolie, dat is een koolwaterstof. Een vliegtuig vliegt op kerosine, dat is ook een koolwaterstof; C₈H₁₈.

3 Geef de namen van de gassen die bij een schip door de schoorsteen en bij een vliegtuig door de uitlaat gaan.

4 Welke gevolgen heeft varen van schepen en het vliegen van vliegtuigen voor het milieu?

A toename zure regen

B toename broeikaseffect

C hogere afvalbergen

D toename zure regen en broeikaseffect

E toename zure regen en broeikaseffect en hogere afvalbergen

5 Is er verschil in gevolgen voor het milieu bij varen of vliegen?

Toch zegt het artikel dat er verschil is.

6 Waardoor zou dat verschil kunnen ontstaan?

7 Noem vijf materialen die voor verpakkingen worden gebruikt.

8 Hoeveel kilo(gram) verpakkingsafval hadden we in 1995?

9 Hoeveel kilo(gram) wil men begin 2000 hebben? Hoeveel procent is dat ongeveer minder?

In het artikel staat: "De verpakking moet dunner, uniformer en na afdanking herbruikbaar zijn".

Deze drie veranderingen zullen de milieuverontreiniging verminderen.

10 Welke verandering zal *transport* en welke zal de hoeveelheid *afval* verminderen? Welke gevolgen zoals het broeikaseffect en zure regen zullen afnemen? Noteer als volgt:

<i>Verandering</i>	<i>Oorzaak milieuverontreiniging</i>	<i>Gevolgen voor het milieu</i>
<i>die wordt verminderd:</i>	<i>die minder worden:</i>	
Dunner		
Uniformer		
Herbruikbaar		

Papier, metaal en glas inzamelen en opnieuw gebruiken gaat redelijk goed.

11 Wat gaat volgens het artikel niet goed?

12 Wat is "monomateriaal"?

13 Noem twee maatregelen die de HEMA heeft genomen om de hoeveelheid verpakking af te laten nemen.

14 Waarom is Albert Heijn scheurbare krimpfolie gaan gebruiken?

De "slapende paprika"

15 Noem twee oorzaken voor de vermindering van de kwaliteit van paprika's die in een gewone doos zitten.

Belangrijk voor een goed transport in dozen is de verhouding tussen drie stoffen.

16 Geef de namen en formules van deze drie stoffen. Koolzuurgas = koolstofdioxide.

17 Geef de naam van het proces waarbij een paprika zuurstof gebruikt en koolstofdioxide uitstoot.

18 Wat heeft men precies met de doos gedaan om de veroudering van de paprika tegen te gaan?

19 Wordt een 'coating' van papier, kunststof of metaal of van twee of drie van deze stoffen gemaakt? Denk aan de 'coatings' die in melkpakken of pakken sap aan de binnenkant zitten.

Een voorstel van de Commissie Verpakkingen (in Duitsland) was om de verpakking van gemalen koffie te veranderen. Gemalen koffie wordt verpakt in een niet te recyclen aluminium/kunststof verpakking. Deze

verpakking moet worden weggegooid op vuilnisbelten of worden verbrand. Dat is niet erg milieuvriendelijk. Deze verpakking levert ongeveer 1000 ton afval per jaar op. Een voorstel om het milieuvriendelijker te doen:

Koffie in blik: 100.000 ton afval per jaar, dat wel gerecycled kan worden. Blik is zwaarder dus transport kost veel meer brandstof dan aluminium/kunststof-verpakking

Koffie in glas: 500.000 ton afval per jaar, dat wel gerecycled kan worden. Glas kost nog veel meer aan brandstoffen voor transport doordat het veel zwaarder is.

Na inzamelen, sorteren en recyclen blijkt van blik en glas meer restafval over te blijven. Restafval is meer dan 1000 ton.

20 Lees bovenstaande door. Welke verpakking zou jij aanbevelen? Geef de argumenten waarom je die verpakking aanbeveelt. Vertel ook waarom je tegen de andere bent.

Slapende paprika ANTWOORDEN

1 Per schip

2 Goedkoper

3 Koolstofdioxide, (waterdamp, zwaveldioxide, stikstofoxiden)

4 D

5 Nee

6 Waarschijnlijk gebruikt een vliegtuig meer brandstof dan een schip.

7 Papier, karton, glas, kunststof, metaal.

8 1,3 miljard kilo(gram).

9 940 miljoen kilo(gram). 30%

<i>Verandering</i>	<i>Oorzaak milieuverontreiniging</i>	<i>Gevolgen voor het milieu</i>
<i>die wordt verminderd:</i>	<i>die minder worden:</i>	
Dunner	transport	Broeikaseffect, zure regen
Uniformer	transport	Broeikaseffect, zure regen
Herbruikbaar	afval	Afvalbergen

11 Hergebruik van kunststoffen.

12 Materiaal dat maar uit een soort stof bestaat, bijvoorbeeld alleen papier.

13 Bestek los in bakken, kaarsen verpakken in alleen maar karton.

14 De kunststofverpakking om pakken koffie was alleen maar met grof geweld te verwijderen.

15 Paprika is gevoelig voor temperatuurschommelingen en vocht.

16 Zuurstof, O₂ ; koolzuurgas, CO₂ en vocht, H₂ O.

17 Verbranding.

18 De coating heeft men zo gemaakt dat precies de goede hoeveelheid zuurstof bij de paprika's komt.

19 Van kunststof of metaal.

20 De kunststofverpakking houden is het best voor het milieu. Glas en metaal leveren meer problemen op voor het milieu, want het restafval is meer dan de hoeveelheid afval die ontstaat door gebruik van kunststof.

NRC Handelsblad, 7 november 1998

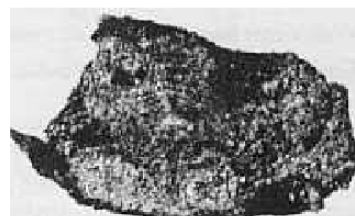
IN DE ANDES BEWERKTE MEN METAAL 1000 JAAR EERDER DAN GEDACHT

Onderzoekers van Yale University hebben aangetoond dat metaalbewerking in het Andesgebergte al rond 1400 voor Christus plaatsvond (*Science*, 6 november). Bladmetaal van koper en goud, aangetroffen in het Peruaanse tempelcomplex Mina Perdida op 25 kilometer ten zuiden van Lima, laten zien dat de bewoners toen al experimenteerden met folies op kleine voorwerpen en wellicht textiel. Ook vergulden kwam voor. Tot nu toe waren er slechts be-

wijzen voor metaalbewerking in de Andes voor de culturen van Chavin en Cupisnique, uit de periode 600-200 voor Christus. (...)

Het metaal is door de toenmalige edelsmeden niet gesmolten maar met hamers geplet. Wel bestaan er aanwijzingen, afgeleid uit de samenstelling van het metaal, dat verhitting is toegepast om het metaal soepeler te maken en zo scheuren of breuken te voorkomen. De folies hebben afmetingen ter grootte van een postzegel, te klein om uit te maken hoe de oorspronkelijke voorwerpen er uit hebben gezien. Maar de vindplaatsen op de top en op de terrassen van het tempelcomplex duiden er op dat ze figureerden in religieuze en burgerlijke ceremonieën. (...)

Koperfolie, aan de randen gebogen, dat tekenen van corrosie vertoont. De afmetingen zijn 9 bij 17 mm, de dikte is 0,12 mm.



- 1 Geef de formules van de metalen die men in de Andes al ver voor het jaar 0 bewerkte.
- 2 Hoeveel jaar eerder dan men dacht was men al bezig met metaalbewerking in de Andes?
- 3 Wat is een folie? Is dat dikker of dunner dan een verguld laagje?
- 4 Hoe wordt een folie gemaakt?
- 5 Waarom moest verhitting worden toegepast?

Met behulp van zuurstof uit de lucht kan koper(I)sulfide, dat als erts in de bodem voorkomt, bij ongeveer 1200 °C worden omgezet in koper en zwaveldioxide.

- 6 Geef van deze reactie de vergelijking.
- 7 Wat moesten de Peruanen rond 1400 voor Christus allemaal doen om koper(I)sulfide om te zetten in koper?
- 8 Waarom hoeft goud meestal niet uit ertsen gehaald te worden.
- 9 Hoe komt het dat koperen en gouden voorwerpen zo goed zo lang bewaard zijn gebleven, terwijl dat bij voorwerpen van ijzer heel vaak niet het geval is?

Metaal in de Andes ANTWOORDEN

1 Au en Cu

2 1200 tot 800 jaar vroeger

3 Een dun laagje metaal. Een verguld laagje is waarschijnlijk dunner.

4 Je moet een stukje metaal met een hamer plat slaan.

5 Het metaal moest soepeler gemaakt worden om zo scheuren of breuken te voorkomen

6 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$

7 Hete vuren stoken en lucht erbij blazen.

8 Goud is een edel metaal dat als element in de bodem voorkomt.

9 Goud en koper corroderen niet of nauwelijks, ijzer corrodeert veel sneller.



Ook op bewolkte dagen is bescherming van belang

De invloed van de zon

's-HERTOGENBOSCH - De vakantie staat voor de deur. De zon heeft zich nog niet echt uitbundig laten zien. Voor velen een extra aanleiding om de zon op te zoeken. Maar ook voor thuisblijvers zal de zon waarschijnlijk in de komende tijd wat vaker schijnen.

De zon geeft energie, maakt vrolijk, zorgt bij veel mensen voor een betere nachtrust en geeft een mooi kleurtje. Maar: we moeten wel oppassen voor onze huid. Overigens wordt ook op bewolkte dagen de huid blootgesteld aan UV-stralen. Huidveroudering door deze UV-stralen heeft een veel grotere invloed op ons uiterlijk dan het natuurlijke verouderingsproces van de huid. Wat kunt u doen om die invloed te verkleinen?

1. Gebruik altijd verzorgingscrèmes met beschermingsfactor. Los van het zonnebaden, waarbij specialistische zonnebrandproducten moeten worden gebruikt, is het in het dagelijks leven het beste om altijd een gezichtscrème te gebruiken met een zonnefilter. UV-stralen dringen immers door wolken, ramen en worden gereflecteerd door water, sneeuw, zon en gras.

2. Help de huid van binnen uit. Drink minstens twee liter water per dag om de huid van binnen uit te hydrateren. Eet zo veel mogelijk verse groenten en fruit, de vitaminen hierin (vooral vitamine C) gaan de schadelijke invloeden van zonlicht, luchtvervuiling en stress tegen. Vitamine C zit onder andere in citrusvruchten, rozenbottels, bessen, bloemkool, aardappels en groene bladgroenten.

3. Let op zonkracht. Als de weerman of -vrouw aangeeft hoeveel de zonkracht of UV-index is (dit is de sterkte van de UV-straling), kan iedereen voor zichzelf uitrekenen hoelang hij onbeschermd in de zon kan zitten. Het enige getal dat moet worden onthouden, is het zonkrachtgetal dat bij de verschillende huidtypes hoort. Voor huidtype 1 (verbrandt zeer snel) is dat 60, voor type 2 (verbrandt ook snel maar wordt wel bruin) 100, type 3 (wordt makkelijk bruin) 200 en type 4 (verbrandt nooit) 300. Door dit zonkrachtgetal te delen door de UV-index (varieert van 1 tot 10) weet je hoelang je onbeschermd in de zon kan zitten.

4. Smeer ook handen en decolleté in. Handen worden bijna nooit ingesmeerd met een crème die een UV-filter bevat. Terwijl handen gezien kunnen worden als een visitekaartje. Handen drogen snel uit en verouderen dus ook snel. Een crème met een UV-filter is belangrijk. Dat geldt ook voor het decolleté. De huid is hier erg dun, dus kwetsbaar.

5. Pas op met alcohol en medicijnen in combinatie met zon. Sommige medicijnen kunnen de huid overgevoelig maken voor de zon. Lees goed de bijsluiter van uw medicijnen en neem eventueel contact op met uw huisarts. Alcohol verwijdert de bloedvaten, wat zonnebrand kan verergeren.

En dan nog een tip voor wie achter het stuur gaat: Dat medicijnen de rijvaardigheid kunnen beïnvloeden, is algemeen bekend. Daarbij wordt vaak gedacht aan zwaardere medicijnen. Maar ook onschuldige medicijnen, bijvoorbeeld tegen hooikoorts, kunnen maken dat u minder helder achter het stuur zit. Voor wie met de auto op vakantie gaat, is het dus van belang het medicijngebruik kritisch onder de loep te nemen. Laat u bij twijfel adviseren door uw huisarts of apotheker.

OP MAAT ZONNEN

Jarenlang waarschuwen tegen de gevolgen van overmatig zonnen heeft er niet toe geleid dat mensen en masse de zon mijden. Bruin worden tijdens de vakantie is nog steeds belangrijk. Maar er wordt wel bewuster gesmeerd. Vorig jaar steeg de verkoop van zonnecrèmes met ruim elf procent. Vooral de vraag naar crèmes met een hoge beschermingsfactor was hoog.

Door Jetty Ferwerda

ichamelijk gezien heeft een mens genoeg aan twee minuten zon per dag, maar voor sommigen mag de zomer het hele jaar duren. Bewuster en veiliger bakken, daar draait het om. Met behulp van de UV-computer bijvoorbeeld, die waarschuwt wanneer de tijd van een verantwoord zonnebad voorbij is. Of met badpakken en kleding die UV-straling weren. Of door high tech zonnecrèmes met micropigmenten en fysische UV-filters die de UV-A en UV-B-straling weerkaatsen.

Een hoge beschermingsfactor (SPF) is wel het minste waar wij bleekneuzen ons tijdens het eerste zonnebad mee insmeren. De laatste jaren hebben verschillende wetenschappers de werking van zonnecrème onderzocht. Daaruit blijkt dat het gebruik van een crème met SPF 20 de schade aan de huidcellen beperkt en het risico op huidkanker aanzienlijk vermindert. Maar dan moeten wij zuinige Nederlanders wel wat royaler smeren...

Nu is gebleken dat UV-A-straling mogelijk een rol speelt bij het ontstaan van melanomen, een kwaadaardige vorm van huidkanker, stoppen cosmeticamerken UV-A-filters in hun crèmes. Als dat volgens Australische normen – de strengste ter wereld – gebeurt, betekent het dat negentig procent van deze UV-straling wordt geweerd. Australiërs staan aan de hoogste UV-A-straling ter wereld bloot en zodoende stelt de overheid strenge eisen aan een anti-zonnebrandmiddel. Het zijn de enige, wereldwijd vastgelegde normen.

De meeste producten die nu in de schappen staan, blinken vooral uit in gebruiksgemak. Ze zijn extra water- en zweetproof, hypoallergeen, voorzien van Vitamine E, hydraterend en olievrij. Bovendien zijn veel verpakkingen aangepast, opdat de consument in een oogopslag ziet welk product hij koopt.

Het aanbod zonnecrèmes voor kinderen breidt zich verder uit. Deze zomer introduceren Biotherm, Lutsine en Lancaster speciale peuter- en baby-crèmes. Allen met een zeer hoge beschermingsfactor en met natuurlijke UV-filters, waardoor de kans op een allergische reactie klein is. Een kinderhuid is erg gevoelig voor de zon, tot na de puberteit. Remedie: niet (te lang) in de zon, smeren met minstens SPF 20, een hoedje op, T-shirts met lange mouwen aan.

Op maat zonnen

Zorgvuldig en 'op maat' zonnen, is het advies van deskundigen. Want op maat zonnen betekent rekening houden met huidtype, vakantiebestemming, de bezigheden aldaar en de plaatselijke intensiteit van de UV-straling (zonkracht). Op basis hiervan wordt de beschermingsfactor van de zonnecrème bepaald en de maximale tijd waarin de huid aan de zon mag worden blootgesteld. Sommige merken zonnecrème, zoals Nivea, en de Nederlandse Kankerbestrijding geven speciale zonwijzers uit waarop de zelfbeschermingstijd van de huid, de geadviseerde SPF en de maximale zontijd afhankelijk van de zonkracht is af te lezen.

De Nederlandse Kankerbestrijding/KWF geeft informatie over zonnen, zonnebanken en huidkankerpreventie. Schrijf een briefje naar: Nederlandse Kankerbestrijding, Sophialaan 8, 1075 BR Amsterdam.

Over zonnen

Karel van Koppen, woordvoerder van de Nederlandse Kankerbestrijding/KWF:

„Veel Nederlanders zijn bewuster gaan zonnen. De helft van de bevolking houdt rekening met de 'zonkrachtberichten' van het KNMI. Op dit moment worden in ons land per jaar totaal zo'n 20.000 gevallen van huidkanker geconstateerd. De oorzaak is meestal overmatige blootstelling aan UV-straling. Onze campagne richt zich dit jaar op kinderen. Immers: hoe meer UV je voor je zestiende oploopt, hoe groter de kans dat je na je zestigste huidkanker krijgt.”

Ineke Stevenson (39) uit Canberra, Australië

„In Australië ziet men zonnen als een ongezonde en levensgevaarlijke bezigheid. De UV-straling is hier erg sterk. De overheid voert uitgebreide campagnes om mensen bewust te maken van de gevaren van de zon en huidkanker. Op scholen heerst de regel 'Geen pet op/Niet buiten spelen'. Er worden hier alleen zonnecrèmes vanaf SPF 15 verkocht en in speciale winkels kun je UV-werende (bad)kleding kopen. Echt bakken doen vooral de West-Europese toeristen. Mijn dochttertje van 1 jaar zit bijna altijd

aangekleed in de schaduw.”

Gudrun van Engelen (42), moeder van Alexia (16) en Evert (10)

„Ik ga de laatste jaren bewuster om met de zon dan vroeger. Door alle informatie over veilig zonnen ga je toch nadenken. Vijftien jaar geleden was het nog helemaal geen item. Ik woonde destijds op Tenerife en zette mijn dochttertje gewoon in de zon, over de eventuele gevolgen maak ik me nu wel eens zorgen. Ik smeerm mezelf en de kinderen tegenwoordig in met een hoge beschermingsfactor. Ik probeer ze bewust te maken van de gevaren van de zon en dat lukt aardig. Al doet een bruin tintje het onder de jeugd nog steeds goed.”

Peter Koolen, marketing manager van Nivea Sun

„Met de ontwikkeling van onze zonproducten hebben wij maar één doel voor ogen: de beste bescherming bieden. En dus hebben we speciale producten voor kinderen, voor de gevoelige huid en met extreem hoge beschermingsfactoren. Ons nieuwste product is Sensitive Sunbalsam SPF 16, die de kans op zonneallergie vermindert en de natuurlijke zelfbescherming van de huid stimuleert. Je kunt best van de zon genieten, maar luister wel naar je huid en bouw het aantal zonuren langzaam op. Sinds ik voor Nivea werk,

zon ik echt volgens het boekje.”

Zeiler Bert van der Veer (44) uit Willemstad

„Ik heb een verweerde kop, dat kun je wel zeggen. Twintig jaar lang elk vrij moment op het water eist op den duur zijn tol. Ik ben pas eigenlijk de laatste jaren zonnecrèmes met een hoge SPF gaan gebruiken. Over de gevaren van zon werd vijftien jaar terug nauwelijks gesproken. Ik smeerm op aandringen van mijn vrouw, dat wel ja. Ze koopt het ook altijd. Het is dat zij zich druk maakt over huidkanker, anders had ik nu nog niets op m'n gezicht gesmeerd.”

Koos de Bont (35) uit Den Bosch, stratenmaker

„Er zijn bedrijven die hun personeel op zonnige dagen gratis zonnecrèmes geven. Maar smeren is niet verplicht. Ik werk dagelijks buiten en heb eigenlijk nooit bewust aan bescherming tegen de zon gedacht. Ja, een petje op m'n kalende hoofd. Als ik het warm krijg, trek ik m'n T-shirt uit. Ik smeerm me nooit in, ja dat levert weleens een verbrande neus of schouder op. Nee, ik maak me geen zorgen over huidkanker. M'n huid is al zo lang gewend aan de zon, die blijft het hele jaar door bruin.”

Je maakt eerst je eigen zonnebrandolie en daarna een folder waarin je je zonnebrandolie aanprijst.

Practicum: Maak je eigen zonnebrandolie.

Je gaat je eigen zonnebrandolie maken:

- | | |
|-----------|--------------------------------|
| Nummer 1: | Beschermingsfactor: Ongeveer 5 |
| | Houdbaarheid: 6 weken. |
| Nummer 2: | Beschermingsfactor: Ongeveer 6 |
| | Houdbaarheid: 6 weken. |

Uitvoering bereiding nummer 1

- 1 Doe een laag water in een pan (of groot bekglas 1000/2000 ml) en breng dit aan de kook.
- 2 Zet in de pan een klein bekglas (van 100 ml) met daarin 60 ml gedestilleerd water en 3 ml sorbiet. Verwarm de inhoud van het kleine bekglas tot 80 °C. Dit heet verwarmen 'au bain marie'
- 3 Doe 10 druppels conserveermiddel bij het gedestilleerde water en roer voorzichtig tot alles is opgelost. Roer met plastic roerstaven, niet met glazen.
- 4 Haal het kleine bekglas uit de pan en laat de inhoud afkoelen tot 60-70 °C.
- 5 Doe in een bekglas van 200 ml nu 10 ml sesamololie, 1,5 gram emulgator (saccharose-ester - Grilloten PSE 141 GP), 4 gram sheanutboter en 30 gram titaandioxide (gemiconiseerd in sesamololie) Doe er ongeveer 15 kleine glazen knikkertjes bij en verwarm het geheel au bain marie tot 60 – 70 °C. Roer heel erg goed!
- 6 Bepaal of de inhoud van het kleine bekglas inderdaad 60 - 70 °C is en giet de inhoud bij het vetgedeelte in het bekglas van 200 ml. Twee minuten krachtig roeren. Roer daarna langzamer tot de emulsie is afgekoeld tot ongeveer 25 °C. Haal de glazen knikkers er uit. Afkoelen mag ook in een bak met koud water.
- 7 Doe er ongeveer 7 druppels etherische olie bij, en 4 druppels vitamine E.
- 8 Je kunt er nog een plantenextract aan toevoegen.

Je hebt nu zonnebrandolie nummer I: met een beschermingsfactor van ongeveer 5 en houdbaarheid van 6 weken.

Uitvoering bereiding zonnebrandolie nummer 2

Een ander recept, waarbij je eerst bodylotion maakt:

Doe stap 1 tot en met 4 van de bereiding van zonnebrandolie nummer I. Daarna:

5 Zet een bekeerglas van 200 ml in heet water en meng 20 ml jojoba-olie met 0,25 gram cethylalcohol, 3 gram emulgator (zie 5 hierboven) en 4 gram lanoline. Zorg dat de temperatuur van het mengsel 60 –70 °C is.

6 Meng nu de inhoud van het kleine bekeerglas (100 ml) met de inhoud van het bekeerglas (van 200 ml). Blijf daarna roeren tot de temperatuur gezakt is tot ongeveer 25 °C.

Maak van de bodylotion nu een zonnebrandolie:

7 Meng de lotion met 5 gram Parsun.

Je hebt nu zonnebrandolie nummer II met beschermingsfactor 6 en houdbaarheid 6 weken.

Het maken van de folder

De zonnebrandolie die je hebt gemaakt, moet worden verkocht. Daarvoor moet je een folder maken van drie kantjes A4 met als onderwerp: Zonnen is dat gevaarlijk?

Gebruik de artikelen: 'De invloed van de zon' uit de Bossche Omroep en 'Op maat zonnen' en 'Over zonnen' uit het Brabants Dagblad. Daarnaast mag je uiteraard gebruik maken van artikelen uit allerlei andere tijdschriften (denk aan de Consumentengids) en Internet-pagina's.

Groepsgrootte: Een groep van vier leerlingen.

Wanneer moet het af zijn:.....

Wat moet er in staan en werkverdeling.

Gebruik steeds zoveel mogelijk plaatjes en tekeningen.

Één leerling beschrijft welke goede en slechte invloeden de zon heeft op je huid. Deze leerling vertelt ook iets over jullie zonnebrandolie, bijvoorbeeld de prijs, beschermingsfactor, waar het naar ruikt en wat je zelf nog meer kunt bedenken.

Een andere leerling beschrijft wat je kunt doen om de slechte invloed te verminderen.

Een derde leerling beschrijft wat er wordt bedoeld met een beschermingsfactor en hoe je kunt uitzoeken welke beschermingsfactor je hebt.

De vierde leerling beschrijft eisen die je allemaal aan zonnebrandolie kunt stellen (bijvoorbeeld zweetproof, proefdiervrij enzovoorts) en welke zonnebrandmiddelen heel goed uit de test komen.

Overleg in de klas met elkaar wie wat doet. Bespreek wanneer wat af moet zijn en lees dan elkaars werk. Geef ook kritiek als je het niet goed vindt! Laat de ander rustig zijn werk overdoen. Dat hoort bij goed samenwerken.

Geef je groepje alvast punten voor de zelfde onderdelen als waar de manager op let (zie hieronder).

Bied de folder en een monster aan de manager (de docent) van het bedrijf aan met het verzoek om een beoordeling van jullie produkt en de bijbehorende folder. De hele groep krijgt één gemiddeld cijfer.

Hij let op:

Cijfer:

Of jullie goed hebben samengewerkt

.....

Of de inhoud van de folder klopt, dus waar is

.....

Of er originele en nieuwe interessante dingen in staan

.....

Of de zonnebrandolie goed gelukt is

.....

Of het geheel er netjes en verzorgd uit ziet

.....

Gemiddeld:

.....

Opmerking van de manager:

Zonnen ANTWOORDEN

Ingrediënten te bestellen bij Pura Natura Cosmetics, Krom Boomssloot 4A 1011 GV Amsterdam, 020 6206319, fax 6265345.

Voor 100 leerlingen kost een pakket f200.

Achtergrondinformatie: Consumentengids juni 1998, Zonnebrandmiddelen, test.

Intermediair, 10 december 1998

Variabele absorptie

Mijn koffiezetapparaat lekt. Het al gekookte water dat hierbij op het aanrecht druppelt, is veel moeilijker op te vegen met een vaatdoekje dan wanneer druppels direct uit de kraan op het aanrecht zijn gekomen. Hoe komt dat?

■ Het verschil in opneembaarheid ligt deels aan een verschil in temperatuur. Koude waterdruppels hebben een sterke bolvorm, die zoveel mogelijk wordt gehandhaafd op het aanrecht. Water trekt namelijk water aan. Dat verandert bij hoge temperatuur. Watermoleculen ontsnappen

dan gemakkelijker aan de aantrekkingskracht van hun soortgenoten, waardoor het water zich meer spreidt over het aanrecht en er bovendien minder makkelijk van loslaat.



*Michel Mellema, Levensmiddelen-
natuurkunde, Landbouwwuniversiteit
Wageningen*

‘Water trekt water aan’

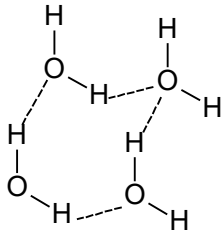
- 1 Geef aan hoe je deze uitspraak die Michel Mellema gebruikt in zijn antwoord kunt aanscherpen.
- 2 Welke kracht(en) speelt (spelen) een rol tussen watermoleculen?
- 3 Geef in een tekening de sterkste aantrekkende kracht tussen watermoleculen (minimaal vier) weer
- 4 Leg uit of je het eens bent met het antwoord van Michel Melleman.

Variabele absorptie ANTWOORDEN

1 Je kunt beter spreken over 'watermoleculen 'binden' zich met andere watermoleculen'.

2 Waterstofbruggen en in mindere mate de dipoolkracht en vanderWaalskracht.

3



4 Ja, want naarmate de temperatuur hoger is zullen de watermoleculen meer bewegen en is de mogelijkheid tot waterstofbrugvorming kleiner.

Middeleeuwer verfde milieuvriendelijk

Spijkerbroekenblauw (indigo) kan op een heel wat milieuvriendelijker manier worden vervaardigd dan nu gebeurt door terug te grijpen op het middeleeuwse recept voor indigo-bereiding. Dat schrijven Engelse plantkundigen en microbiologen van de Universiteit van Reading in een brief aan het tijdschrift *Nature* van 19 november.

Zij ontdekten dat bij de traditionele indigobereiding uit de bladeren van de wede (*Isatis tinctoria*) een essentiële stap in het proces wordt verzorgd door een nog onbekende bacterie uit het geslacht *Clostridium*. De bacterie, die de onderzoekers *Clostridium isatidis* willen dopen, zet de onoplosbare kleurstof in een reductiestap om in zijn oplosbare vorm, waarna de stof gebruikt kan worden om weefsels te verven.

De middeleeuwse indigo-bereiders waren onbewust goed op de hoogte van de procescondities die de bacterie nodig heeft om haar werk te doen. De bacterie is namelijk warmteminnend (thermofiel), wat de kleurstofmakers ook al wisten, doordat ze het fermentatievat op 50 graden Celsius hielden. Ook voegden ze zemelen toe, waaruit de bacterie polysacchariden betreft om te kunnen blijven groeien. Verder gebruikten ze alkalische houtas, om de zuurproductie in het fermentatievat tegen te gaan.

De Engelse onderzoekers merken op dat bij de huidige productie van denim natriumdithioniet wordt gebruikt om de indigo-kleurstof te reduceren; twee kilo op iedere drie kilo indigo. De bijproducten van het reactieproces zijn milieubelastend, wat kan worden tegengegaan door voortaan met *Clostridium*-bacteriën te werken, aldus de onderzoekers.

de Volkskrant, 21 november 1998

SPIJKERBROEK KAN OP MIDDELEEUEWSE MANIER WORDEN GEVERFD

Elk jaar worden honderdduizenden tonnen pigment geproduceerd voor het kleuren van textiel. Hiervoor zijn enorme hoeveelheden chemicaliën nodig, die een grote milieubelasting veroorzaken. Vooral de blauwe indigo — van de spijkerbroek — neemt hiervan een flink deel voor zijn rekening. Engelse biologen laten in *Nature* (19 november) zien dat het in principe ook anders kan. Zij bestudeerden de techniek waarmee in de Middeleeuwen stoffen werden geverfd en wisten een bacterie te isoleren, die bij dit proces een grote rol speelt.

Eeuwenlang werd indigo bereid uit de bladeren van de wede (*isatis tinctoria*). Deze werden gemalen en gedroogd en vervolgens in grote houten vaten gefermenteerd. Hierbij wordt de indigo gereduceerd, waardoor het oplosbaar wordt in water. Alleen in die vorm kan het de textielvezels binnendringen, waarna het aan de lucht wordt gedroogd en weer wordt omgezet in het gewenste blauwe pigment. Naar nu blijkt is een bacterie van de familie *Clostridium*

verantwoordelijk voor de omzetting in de wateroplosbare vorm. Er ontstaat hierbij een vrij zure oplossing en naast het onschadelijke waterstof en koolzuur komen ook veel schadelijker gassen als *dimethylsulfide* vrij, bekende bijproducten van de afbraak van plantenmateriaal onder *anaerobe* omstandigheden. Ze veroorzaken een ook vroeger al beruchte stank.

De middeleeuwse ambachtsman wist heel goed wat nodig was voor een optimaal verloop van de reactie. Door as toe te voegen werd de zuurgraad van de oplossing binnen de perken gehouden. Bovendien werden zemelen toegevoegd — een goede voedingsbodem voor de bacterie — en werd de temperatuur rond de 50 °C gehouden, wat voor de *thermofiele Clostridium* ideaal is. In het huidige industriële proces wordt voor elke drie kilo indigo twee kilo *natriumdithioniet* gebruikt, en het is niet eenvoudig om daar op een schone manier van af te komen. Hoewel het bacteriële alternatief niet helemaal milieuvriendelijk genoemd mag worden, kan een verbeterde uitvoering van dat in oorsprong middeleeuwse proces over een paar jaar wellicht uitkomst bieden. (ROB VAN DEN BERG)

NRC Handelsblad, 21 november 1998

Versie I

1 Wat hebben de Engelse onderzoekers ontdekt?

2 Waarom zijn de Engelse onderzoekers op zoek gegaan naar een alternatieve bereiding voor het industriële proces.

In beide artikelen staan gegevens over de aangepaste traditionele bereiding van het blauwe pigment indigo.

3 Geef deze bereiding weer in een blokschema.

Het industriële proces verschilt in één onderdeel essentieel van de (aangepaste) traditionele bereiding.

4 Omcirkel met een andere kleur het onderdeel waarin het traditionele proces anders is dan het industriële proces.

Versie II

Naar aanleiding van deze artikelen moet je een lesbrief voor leerlingen in de bovenbouw van havo-vwo maken over indigo. Hierin kunnen de volgende onderwerpen aan bod komen:

- de geschiedenis van de bereiding van indigo,
- de traditionele en de industriële bereiding van indigo, denk hierbij ook aan overeenkomsten en verschillen,
- economische aspecten van indigo,
- de verschillende syntheseschappen in reactievergelijkingen met structuurformules,
- de omzetting van de in water oplosbare vorm van indigo naar de blauwe kleurstof,
- een voorschrift voor de bereiding van indigo (bij voorkeur microschaal) en het kleuren van stof met indigo (de proeven moet je natuurlijk zelf ook uitvoeren).

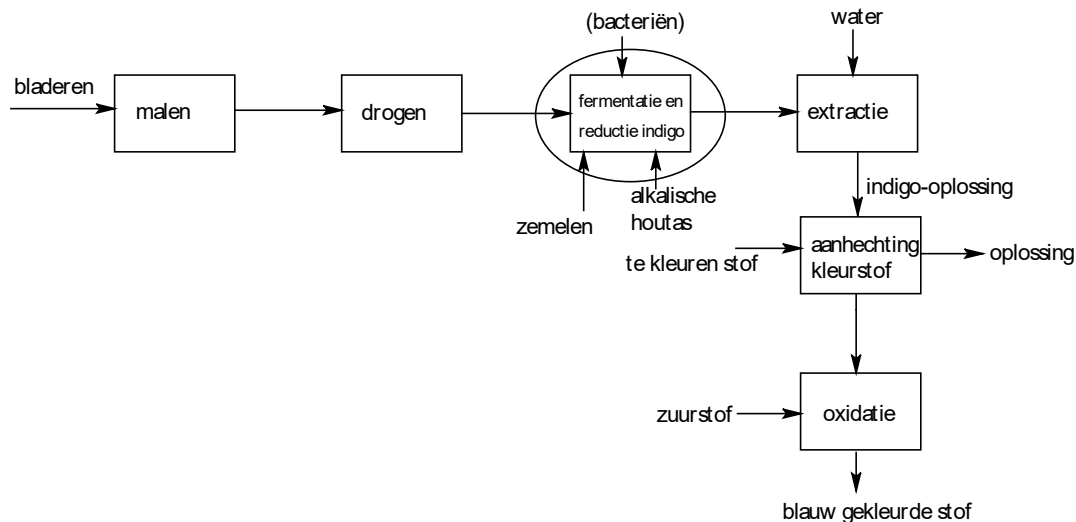
Spijkerbroekenblauw ANTWOORDEN

Versie I

1 Bij de traditionele indigobereiding speelt een bacterie een essentiële rol.

2 De bijproducten van het gebruik van natriumdithioniet zijn milieubelastend.

3/4



Versie II

Veel informatie levert de Cd-rom 'Chemie en samenleving, van kleurstof tot kunstmest' van Natuur en Techniek. Zo ook het boek 'Chemie en samenleving' van L. Molenaar en P. Kooimans, uitgeverij Natuur en Techniek. Verder Lesbrief 'Indigo', Technische Faculteit, Hogeschool Gelderland, Arnhem, 1990.

In de bundel Microschaalexperimenten (MicroChem, UvA) staat een proef beschreven over de synthese van indigo op microschaal.

Interessante Internet-sites:

http://www.shs.hd.bw.schule.de/klassen/f_arbeit/farbe/farbe.htm

<http://educeth.ethz.ch/chemie/labor>

<http://www.basf.de/basf/html/d/datfakt/station/1901.htm>

<http://medsun08.uni-muenster.de/~bultel/Geschi/Chemiege.html>

<http://www.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/lmolgen/lernprogramm/biographie>

<http://bgbm3.bgbm.fu-berlin.de/bgbm/pr/zurzeit/papers/faerbepf.htm>

http://132.187.96.115/PROJEKTE/BIOTECH/UMWELT/ROHSTOFF/WWW_2/NR1/schule/schule1.htm

<http://dec2.uni-bielefeld.de/dc2/farben/experim.htm>

COLA-IJS OPGAVEN

Intermediair, 19 november 1998

Uit de rubriek 'Knagende vragen', eindredactie Bram Vermeer

Cola-ijs

**Als ik mijn koelkast te koud instel,
bevriest steeds als eerste de cola.
Hoe kan dat?**

Hans Lip. Zaandam

In 'Cola-ijs' staat een waarneming en een vraag

Het antwoord op de vraag 'Hoe kan dat?' kun je niet zomaar geven omdat je nogal wat informatie mist.

1 Welke informatie mis je? Noem minstens drie zaken.

De waarneming in het artikel vraagt om nader onderzoek.

2 Stel zelf een onderzoeksvragen op om de vraag van Hans Lip te kunnen beantwoorden. Kijk hiervoor goed naar je antwoord bij vraag 1.

3 Maak een werkplan voor je onderzoek. Bespreek dit met je docent.

4 Voer je onderzoek uit.

5 Verzorg een presentatie van je onderzoek. De presentatievorm mag je zelf kiezen.

Cola-ijs ANTWOORDEN

1 Wat staat er nog meer in de koelkast dat blijkbaar niet befrist? Is het een volle fles of een aangebroken fles?
Bevriezen andere zaken ook of alleen cola? Staat de fles met cola bevroren in de koelkast of befrist de inhoud zodra je de fles (vol) opendraait?

2 Wat befrist eerder: een volle fles cola, 7-Up, sinas of spa?

Wat befrist eerder: als je een te koude volle fles open draait?

Wat befrist eerder: een volle fles cola of een volle fles vruchtensap (koolzuurvrij)?

Wat befrist eerder: een volle fles Cola of een volle fles Cola-Light?

3/4/5 Aandachtspunten: bij de aanpak rekening houden met vaste tijd in vriesvak en in verband met de veiligheid alleen met plastic flessen werken.

KLOK WASMIDDEL OPGAVEN

KLOK HOOFD WAS

TIJDELIJK MET
MAATSCHEPJE



WAST NET ZOVEEL ALS 2 KG

1,25 kg e

DOSERING			
Aantal maatschepjes/dosering in ml			
Hardheid van het water*	laag tot 10° DH	gemiddeld 10° - 16° DH	hoog boven 16° DH
TROMMELWASMACHINES (laadvermogen 4-5 kg droog wasgoed)			
Hoofdwas zonder voorwas	2 120 ml	2 ½ 150 ml	3 180 ml
Voorwas en hoofdwas	1+1 ½ 60+90 ml	1+2 60+120 ml	1+2 ½ 60+150 ml
OVERIGE WASMACHINES + HANDWAS			
1  = 60 ml per 10 l water.			
1  = 1 maatschepje = 60 ml = 40 g			
Bij weinig of sterk bevuild wasgoed dosering aanpassen.			
* Informatie over waterhardheid is verkrijgbaar bij het waterleidingbedrijf			
DROOG EN KOEL BEWAREN. DOOSJE NA GEBRUIK SLUITEN.			



Hierbij staat een gedeelte van de verpakking van een wasmiddel weergegeven. Daarop kin je lezen hoeveel er totaal in het pak zit.

1 Wat betekent **e** achter die hoeveelheid?

Je kunt ook aflezen wat het volume is van een schepje waspoeder en hoeveel dat weegt.

2 Bereken het volume van 1 gram wasmiddel.

3 Bereken het volume van het wasmiddel in het pak.

Volgens de tekst op het pak moet je meer wasmiddel gebruiken naarmate het water 'harder' is. Water wordt hard genoemd als er bij het koken van water veel ketelsteen uit te voorschijn komt. Misschien ken je ketelsteen wel van jullie fluitketel of van het pannetje waarin eieren gekookt worden.

De hardheid van water wordt uitgedrukt in graden. Om een onderscheid te kunnen maken ten opzichte van andere graden spreekt men van Duitse hardheidsgraden: °D.

4 Welke andere soorten graden ken je? Noem er minstens twee.

Als de hardheid van kraanwater 1 °D is dan kan er uit kraanwater 17,9 mg ketelsteen te voorschijn komen.

5 Hoeveel gram is 17,9 mg?

6 Bereken hoeveel mg ketelsteen te voorschijn kan komen uit 25 liter kraanwater met een hardheid van 7,3 °D.

7 Hoeveel schepjes waspoeder moet je aan de was (alleen hoofdwass) toevoegen als je kraanwater gebruikt van 7,3 °D.

8 Bereken hoeveel schepjes je aan de was moet toevoegen (voorwas en hoofdwass) als je kraanwater gebruikt van 7,3 °D.

KLOK wasmiddel ANTWOORDEN

1 De aanduiding e betekent dat in de pakken gemiddeld de vermelde hoeveelheid zit, maar in het ene pak kan dus wel wat meer zitten dan in het andere.

2 60 ml is (plusminus) 40 gram, dus 1 gram is $40/60 = 0,67$ ml.

3 In het pak zit 1,25 kg, dat is 1250 gram, dat is dus (zie 2) $1250 \times 0,67 = 837,5$ ml.

4 Graden waarin de grootte van een hoek wordt uitgedrukt en graden waarin de hoogte van de temperatuur wordt uitgedrukt. Andere antwoorden zoals "graad van perfectie", "eerste graad bij turnen" zijn ook goed.

5 $17,9 \text{ mg} = 0,0179 \text{ gram}$

6 $7,3 \text{ }^{\circ}\text{D}$ betekent $7,3 \times 17,9 = 130,67$ mg ketelsteen per liter dus $25 \times 130,67 = 3267$ mg per 25 liter

7 Twee schepjes.

8 $1 + 1\frac{1}{2} = 2\frac{1}{2}$ schepjes.

Eindhoven's Dagblad, 5 september 1994

Nieuwe brandblusser bespaart water

DEN HAAG (ANP) – Een Duits bedrijf heeft een nieuw blussysteem voor de brandweer op de markt gebracht, waarmee per jaar miljoenen liters water te besparen zijn. Het nieuwe systeem zou bovendien waterschade tot een minimum beperken.

Het nu al wereldwijd geprezen wonderkind heet IFEX 3000, genoemd naar het gelijknamige Duitse bedrijf dat brandweersystemen ontwikkelt en produceert. Het systeem bestaat simpel gezegd uit lucht onder hoge druk, water en een soort pistool. Het is eigenlijk een supervernevelaar. De geperste lucht schiet minuscule waterdruppeltjes met een snelheid van ruim 400 kilometer per uur in de vuurhaard.

De kleine druppeltjes verdampen. Er ontstaat zo een soort stoomdeken die verhindert dat

er zuurstof bij de vlammen komt. Daardoor dooft de brand. Per schot schiet het systeem een liter water weg. Een van de meest opvallende eigenschappen van IFEX 3000 is dat maar heel weinig water nodig is om een brand te blussen.

Marketingmanager F. Steur van IFEX: „Voor elke 90 liter water die de brandweer met de huidige middelen nodig heeft, heeft dit systeem maar één liter nodig. Voor het blussen van een flinke autobrand bijvoorbeeld heeft de brandweer nu al gauw 1000 liter water nodig. Met dit systeem kan dat met vijf tot tien liter.”

Doordat maar zo weinig water nodig is, is het systeem ook zeer milieuvriendelijk. Het probleem van het giftige afvalwater, dat normaal bij een flinke brand ontstaat, is daarmee (grotendeels) uit de wereld. En ook

waterschade, die meestal veel groter is dan de echte brandschade, treedt niet of nauwelijks meer op.

De nieuwe blusser is daarom zeer geschikt voor het bestrijden van branden of brandjes op plaatsen waar waterschade catastrofaal zou zijn, zoals historische gebouwen en musea.

Volgens Steur is de supervernevelaar voor alle soorten branden te gebruiken. Omdat het waterkanon in verschillende groottes leverbaar is, is het niet alleen op een gewone brandweerauto te monteren, maar ook op een motorfiets en zelfs op de rug van een brandweerman.

Sinds de presentatie van de nieuwe blusser in juni op de toonaangevende brandweerbeurs Interschutz in het Duitse Hannover heeft Steur al 18.000 bestellingen binnengekregen.

In het artikel uit het Eindhoven's Dagblad staat 'miniscule waterdruppels'

1 Wat betekent miniscuul?

2 Noem twee voordelen van het nieuwe systeem.

Het nieuwe blussysteem wordt nu ook in helikopters toegepast, zoals blijkt uit het artikel in Trouw.

3 Bereken hoeveel liter de helikopter vroeger mee moest nemen om bij blussen hetzelfde effect te bereiken als met dit nieuwe systeem. Vermeld bij de gegevens, die je bij de berekening gebruikt, uit welk artikel je ze haalt.

4 Bereken hoeveel 'schoten' er met één bluskanon afgevuurd kunnen worden.

5 Bereken hoeveel tijd het kost om de schoten van vraag 4 na elkaar af te vuren.

Trouw, 27 oktober 1998



SPUITEN PER HELI

Volgend jaar zomer begint een proef met blussen per helikopter. Bij moeilijk bereikbare branden wordt voorlopig gedurende anderhalf jaar een heli ingezet. De helikopter staat op Schiphol en het proefgebied is beperkt tot Noord- en Zuid-Holland, Utrecht, Flevoland en West-Brabant, zodat hij snel bij de brandhaard kan zijn. De blusheli is uitgevoerd met twee bluskanonnen met elk een capaciteit van 155 liter water, die per schot in tweetiende seconde achttien liter naar de brandhaard schieten. Het effect is gelijk aan 3000 liter bij 'normaal' blusgebruik.

FOTO WERRY CRONE, TROUW

Blussen ANTWOORDEN

1 Miniscuul betekent heel klein.

2 Minder water nodig, minder waterschade, milieuvriendelijk (geen giftig afvalwater).

3 Artikel 'Nieuwe brandblusser': vroeger 90 liter, nu 1 liter. Bij de foto van de helikopter: twee bluskanonnen met elk 155 liter, dus 310 liter. Vroeger moest men dus $310 \times 90 = 27900$ liter meenemen.

4 Per schot 18 liter blusmiddel, dus $155/18 = 8,6$ schoten.

5 Per schot 200 milliseconde = 0,2 seconde, dus $8,6 \times 0,2 = 1,72$ seconde.

de Volkskrant, 5 december 1998

Isotopen tonen route trekvogels

Trekvogels die als eerste in het broedgebied verschijnen, hebben een grote voorsprong op soortgenoten die later arriveren. Ze hebben eerste keus en kunnen daarom de beste plaatsen innemen. Hun broedsucces is groter. Het tijdstip van aankomst echter heeft alles te maken met de plek waar de vogels hebben overwinterd, zo blijkt uit Amerikaans-Canadees onderzoek dat in *Science* (4 december) wordt beschreven.

De biologen van Darmouth College in New Hampshire stelden vast dat de gekraagde roodstaarten uit de voedselrijke overwinteringsgebieden zwaarder en fitter waren en eerder arriveerden op de broedplaatsen. Dat scheelde aanzienlijk met andere roodstaarten die in drogere gebieden overwinterden. Die waren lichter en vertrokken later.

Om een verbinding te kunnen leggen tussen de verblijfplaats in

de winter en de broedplek werd een nieuwe methode gebruikt: koolstofisotopen. Uit het celweefsel van de vogels werd de verhouding tussen twee koolstofisotopen (C-3 en C-4) vastgesteld en op grond daarvan kon worden herleid in welk gebied zij aan hun voedsel waren gekomen. De koolstofisotopen in het weefsel zijn identiek aan die van het voedsel.

- 1 Wat versta je onder isotopen?
- 2 Leg uit of de titel van het artikel overeenkomt met de inhoud van het artikel.
- 3 Hoe heeft men vastgesteld uit welk voedselgebied de vogels komen?

De twee genoemde koolstofisotopen, C-3 en C-4, bestaan niet.

- 4 Met behulp van welke tabel in je Binasboek kun je dit controleren?
- 5 Welke twee isotopen van koolstof zal men in het onderzoek bekeken hebben?

Het artikel beschrijft de uitkomsten van een onderzoek.

- 6 Formuleer een onderzoeksvraag voor dit onderzoek.

Trekvogels ANTWOORDEN

1 Atomen met eenzelfde atoomnummer en verschillende atoommassa; atomen met eenzelfde aantal protonen in de kern, maar een verschillend aantal neutronen.

2 Nee, de titel suggereert dat de route die de vogels afleggen vastgesteld kan worden. Het onderzoek richtte zich alleen op de broedplaats en de overwinteringsplaats.

3 De verhouding van twee koolstofisotopen uit het weefsel van de vogels werd vergeleken met die van voedselgebieden.

4 Tabel 25.

5 C-13 en C-14.

6 Is er een verband tussen het broedsucces van vogels en het aankomsttijdstip in het broedgebied?

ZWAAR GEWOND OPGAVEN

Brabants Dagblad, 27 april 1998

Zwaar gewond

VELDHOVEN – Een 26-jarige Veldhovenaar is zwaar gewond geraakt aan een been toen ter afsluiting van een feest een melkbus tot ontplofing werd gebracht. De feestgangers dachten een variatie te hebben ontdekt op het carbid-schieten. Daarbij wordt carbid in een bus aangestoken zodat het deksel er vanaf schiet. In plaats van carbid gebruikten de feestgangers acetyleneegas. De man werd zo ernstig gewond dat hij naar het Dijkzigt-ziekenhuis in Rotterdam moest.

Zoek in Binas tabel 102 op wat (het hoofdbestanddeel van) carbid is.

1 Wat is de rationele naam van het hoofdbestanddeel van carbid?

Carbid heeft de formule CaC_2 . Het reageert snel met water, waarbij acetyleneegas en calciumoxide gevormd wordt.

2 Wat is de rationele naam van acetyleen?

3 Geef de molecuul- en structuurformule van acetyleen.

4 Geef de optredende reactie tussen carbid en water in een vergelijking weer.

Een negatief ion krijgt vaak de uitgang -ide. Zo krijgt het negatieve ion van acetyleen de naam acetylide. Het acetylide-ion heeft de elektrovalentie 2-. Het acetylide-ion ontstaat als acetyleen 2 H's als H^+ afstaat.

5 Verklaar de rationele naam van het hoofdbestanddeel van carbid.

Feestgangers dachten een variatie op het carbidschieten gevonden te hebben.

6 Licht toe dat de gekozen nieuwe vorm niet zo vreemd bedacht was.

7 Zoek in Binas tabel 101 de gevaren van acetyleen op.

Er trad een explosie op.

8 Wat is een explosie? Onder welke voorwaarden ontstaat er een explosie?

9 Wat zal er mis gegaan zijn?

Zwaar gewond ANTWOORDEN

1 Calciumacetylide.

2 Ethyn.

3 C_2H_2 , $H-C\equiv C-H$.

4 $CaC_2 + H_2O \longrightarrow CaO + C_2H_2$.

5 Het is een verbinding tussen de positieve calciumionen en de negatieve acetylide-ionen, namelijk $Ca^{2+}C_2^{2-}$.

6 Bij het carbidschieten treedt de explosie op doordat de gevormde acetyleen met de aanwezige zuurstof reageert. Als je rechtstreeks met acetyleen werkt, kan direct al een explosie plaatsvinden.

7 Het is giftig bij inademen, er is brand en/of explosiegevaar (explosief bij verwarming met zuurstof).

8 Een supersnelle verbranding. Een explosie ontstaat als brandstof en zuurstof in de juiste verhouding goed met elkaar gemengd zijn en er een vonk of vlam bijkomt.

9 De brandstof acetyleen hoeft niet eerst via een andere gemaakt te worden, het is direct in grote hoeveelheden aanwezig. De hoeveelheid acetyleen was dus veel groter dan bij het werken met carbid waardoor de explosie veel heftiger en dus veel gevaarlijker was.

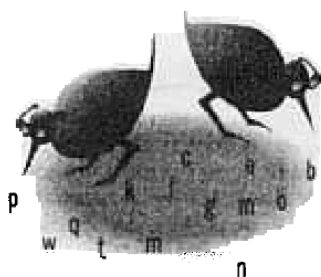
NRC Handelsblad, december 1998

Carbid, ofwel calciumcarbide, is een stof die, vermengd met water, acetyleengas vormt (officieel ethyn, C_2H_2). Wegens de grote hitte die bij de verbranding van dit gas vrijkomt, wordt het gebruikt voor autogeen lassen. Tegenwoordig wordt het geleverd in stalen flessen, maar vroeger zorgde elke smid zelf voor zijn acetyleen door middel van carbid. Acetyleen is zeer explosief en het was deze eigenschap die het voor ons kinderen destijds rond de jaarwisseling zo aantrekkelijk maakte.

De carbidbus was meestal een leeg verfblik, liefst nieuw voor de goede sluiting van het deksel. In de bodem van het blik werd met een spijker een gaatje geslagen. Vervolgens werd op de bodem van het blik een brokje carbid gegooit ter grootte van een maggi-blokje. Wanneer je flink spuugde op dit stukje begon zich meteen sissend het gas te vormen. Het was dan zaak onmiddellijk het deksel op de bus te doen en dit met je hak flink aan te stampen. Dan knielde je met je rechter knie op de grond (als je rechts was tenminste), zette je je linkervoet op

Carbid

het blik, stak een lucifer aan en hield deze voor het gaatje. Wanneer de verhoudingen klopten sprong met een geweldige knal het deksel van de bus en vloog soms wel een meter of tien weg.



KLEIN ERFGOED

Ook gebruikten we wel kleine 'Maggi-blikjes'. Deze gaven een korte droge knal en je kon ze in de hand houden tijdens het afsteken hoewel dit niet helemaal zonder gevaar was. Soms deed zich na-

melijk het verschijnsel voor dat het deksel te strak op de bus geslagen was. In dat geval kwam het voor dat het explosieve mengsel zich ontladde via een steekvlam door het gaatje in de bodem.

Op sommige plaatsen in het dorp, vooral bij wat meer afgelegen huizen en boerderijen, werd door de wat oudere jongens (ik kan me geen meisjes herinneren die carbidbussen afstaken) een wat zwaarder kaliber geschut ingezet in de vorm van de melkbus. Deze werd meestal met kettingen vastgezet terwijl het afsteken geschiedde met een fakkel op een lange stok en van achter een dikke boom. Het wegschietende deksel was een levensgevaarlijk projectiel en het gebeurde ook wel eens dat de hele bus uit elkaar klapte.

Op deze manier knalden wij dagenlang het oude jaar weg. Weliswaar bestonden er destijds ook al rotjes en vuurpijlen, maar die waren voor kinderen financieel onbereikbaar, terwijl je voor een paar centen carbid haalde bij de smid.

GERRIT KOLTHOF

Brabants Dagblad, 23 mei 1998

Doofdeken



• De 'smoorsprei' van First Alert.



Nieuwe vondsten, rariteiten, hebbedingetjes, de winkels worden overspoeld met nieuwe producten. Zinvol of zinloos, dat is de vraag. Marlies van Brunshot haalt wekelijks een artikel uit de vitrine en probeert een antwoord te vinden.

Een ongeluk zit vaak in een klein hoekje en komt meestal niet alleen. (...)

Ook brand kan tot de categorie rampzalig worden gerekend. Wie ooit een binnenbrandje heeft meegemaakt, kent de desastreuze gevolgen. Een vlammetje is zo uitgeblazen maar o wee als de vonk overspringt. Zeker wanneer de vlammen huizenhoog uitslaan, is het moeilijk rustig te blijven. Paniek is dan een slechte raadgever en in de haast doe je vaak domme dingen. Olie op het vuur gegooid, zagezgd.

First Alert, specialist in rookmelders en andere beveiligingsproducten, komt met een helper in nood. Een vlamsmorende deken voor in en om het huis. (...)

Bij een fikse keukenbrand kunnen de katoenen hengers alleen wel voor problemen zorgen. Want de deken mag dan niet brandbaar zijn, de hengers zijn dat des te meer. Groot voordeel is echter dat de deken in tegenstelling tot andere brandblussers altijd werkt. Je hoeft geen knoppen om te draaien of ruitjes in te tikken, ingewikkelde toeren zijn voor deze smoorsprei niet nodig. Een handleiding is overbodig, er zit geen houdbaarheidsdatum op en er kan niets aan kapot. „Men werpe de deken over de vuurhaard, *et voilà!*” De doofdeken beneemt het vuur als het ware de adem. En daar gaat het om want vlammen floreren bij zuurstof. (...)

Verstikking van het vuur is dan ook de remedie. Bij een oververhitte frietpan kun je ook gewoon het best de deksel weer op de pan leggen, het gas uitdraaien en rustig wachten tot het zaakje afkoelt. De deken werkt niet anders. De smoorsprei heeft naast dit alles nog een ander groot voordeel. Want ben je echt te laat en staat je hele huis ineens in lichterlaaie dan doet de deken prima dienst als brandwerend schild. Je slaat de lap om en begeeft je naar buiten. Daar kan geen brandblusser tegenop.

In het artikel staan de voorwaarden voor een brand niet zo duidelijk weergegeven. Je kunt ze echter in de tekst wel aanwijzen.

1 Welke voorwaarden zijn nodig bij een brand? Schrijf de tekstgedeelten op waar elk van die voorwaarden steeds benoemd worden.

2 Waarom is de doofdeken alleen bij kleine branden te gebruiken?

3 Wat is het principe van blussen met een doofdeken? Licht je antwoord toe.

In het artikel wordt ook gesproken over het blussen van een vlam-in-de-pan-brand.

4 Welke twee manieren kunnen gebruikt worden om zo'n brand te blussen?

5 Op welke manier moet je zeker niet blussen? Leg uit waarom niet.

Doofdeken ANTWOORDEN

- 1 Er is een brandstof nodig: de frituurolie. Er is zuurstof nodig: de doofdeken beneemt het vuur de adem. Er is een vonk nodig: maar o wee als de vonk overspringt.
- 2 De doofdeken is maar klein van omvang.
- 3 Je sluit de zuurstoftoevoer af. Als er geen zuurstof meer bij de brand kan komen, gaat het vuur uit.
- 4 De doofdeken over de pan gooien of de deksel op de pan doen.
- 5 Proberen met water te blussen: het water gaat onder de olie zitten, verdampt zeer snel en neemt de brandende olie bij het verdampen mee. Een steekvlam is het gevolg.

de Volkskrant, 5 december 1998

Meeste helium-3 achterop de maan

De achterkant van de maan is de beste plaats voor de bouw van een kernfusiereactor. Dat blijkt uit onderzoek van drie Amerikaanse geologen. De donkere laagvlaktes op de achterzijde van de maan bevatten veel helium-3, een lichte isotoop van helium. Helium-3 is de schoonste kernfusiebrandstof die men kent.

De isotoop komt voor in de buitenlagen van de zon, en wordt via de zonnwind het heelal in geblazen. Ze komt echter niet op aarde terecht, omdat de zonnwind wordt afgebogen door het aardmagnetisch veld. Op aarde is helium-3 dan ook heel zeldzaam. (...)

Helium-3 is een lichte isotoop van helium.

- 1 Wat zijn isotopen?
- 2 Waarom heet helium-3 een *lichte* isotoop?
- 3 Beschrijf de bouw van een atoom helium-3.
- 4 Wat is de meest voorkomende heliumisotoop op aarde? Licht je antwoord toe.

Helium-3 is op aarde heel zeldzaam.

- 5 Wat is het percentage helium-3 op aarde? Zoek het op in je Binasboek.
- 6 Bereken hoeveel ppm helium-3 voorkomt in zuiver helium op aarde (1 ppm is 1 deeltje per miljoen deeltjes, parts per million).

Meeste helium-3 achterop de maan ANTWOORDEN

1 Atomen die alleen verschillen in massa getal, door een verschillende aantal neutronen, bij een gelijk aantal protonen.

2 Helium-4 is de meest voorkomende isotoop, helium-3 heeft een kleinere massa, is dus lichter.

3 Helium-3 heeft 2 protonen, 2 elektronen en 1 neutron.

4 Helium-4: Binas tabel 25 geeft aan dat He-4 (afgerond) 100% uitmaakt van alle helium.

5 Binas tabel 25: 0,00014%.

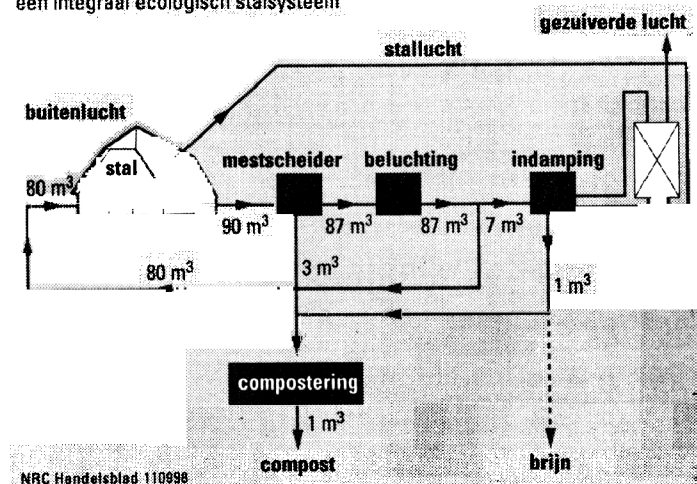
6 Per 1.000.000 deeltjes helium zijn er $0,00014\% = 0,00014 \times 10.000 = 1,4$ deeltjes He-3, dus 1,4 ppm He-3.

DE MESTWEG OPGAVEN

NRC Handelsblad, 11 september 1998

DE MESTWEG

een integraal ecologisch stalsysteem



De mest wordt opgevangen in de mestkelder. Deze wordt tweemaal per dag gespoeld. De spoelvloeistof stroomt met de mest naar de mestscheider. De dunne fractie wordt belucht, waardoor de aanwezige stikstofverbindingen (ammoniak en nitraat) voor de helft worden omgezet in onschadelijke luchtstikstof. Een deel van de dunne fractie wordt gebruikt om de mestkelder te spoelen. Het resterende deel wordt ingedampd met warme lucht afkomstig uit de stal. Van het water verdwijnt daardoor 90 procent als waterdamp. Wat resteert is een dikke vloeistof, 'brijn', die samen met de dikke fractie uit de mestscheider bij hoge temperatuur (65 graden) wordt omgezet in compost. De hoeveelheden zijn gebaseerd op een stal met 3300 varkens.

Bekijk de tekening en lees de tekst die erbij staat door.

1 Op welke principe berust de scheiding in dikke en dunne fractie?

De beluchting is nodig om een gedeelte van de ammoniak om te zetten in nitraat (in salpeterzuur).

2 Geef de reactievergelijking van de omzetting van ammoniak in salpeterzuur.

Daarna reageert de nog aanwezige ammoniak met salpeterzuur tot stikstofgas.

3 Geef de halfreacties van de omzetting van ammoniak in stikstof en van salpeterzuur in stikstof.

4 Stel de totaalvergelijking op van de reactie tussen ammoniak en salpeterzuur.

Als we normaal ammoniak en salpeterzuur in oplossing bij elkaar voegen treedt een totaal andere reactie op, namelijk een zuurbase-reactie.

5 Geef de vergelijking van de reactie tussen ammonia en een salpeterzuuroplossing.

6 Waarom treedt in de beluchtingstank (daarna nog) een andere reactie op? Hoe kan het dat die reactie in de beluchtingstank plaatsvindt?

Er staat in de tekening een 'mestweg' getekend met hoeveelheden erbij.

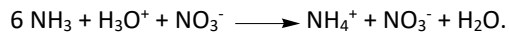
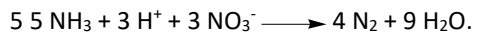
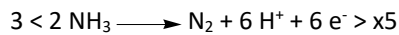
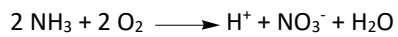
7 Klopt het dat er 90% van de dunne fractie als waterdamp verdwijnt? Licht je antwoord toe met een berekening.

Het schema is niet helemaal compleet, niet alle stofstromen staan vermeld en soms is er een hoeveelheid niet weergegeven.

8 Geef aan wat de uitbreiding moet zijn.

De mestweg ANTWOORDEN

1 Berust op verschil in deeltjesgrootte.



7 In de beluchtingstank zijn ook nog bacteriën aanwezig die nitraationen kunnen omzetten in stikstofgas.

Uit de tekening is af te leiden dat er van de 7 m³ die de indamping ingaat er 1 m³ brijn uitkomt. Dus er is 6 m³ water als waterdamp verwijderd. Dat is $(6/7) \times 100\% = 86\%$. Het is dus iets minder dan 90%.

8 Er moet nog vermeld worden dat er 6 m³ water als waterdamp uit de indamper komt. Verder moet er bij de compostering nog een stofstroom vermeld worden met een hoeveelheid van 3 m³. Dit zal waarschijnlijk een gasmengsel zijn dat bij de compostering gevormd wordt.

ADIPINEZUUR OPGAVEN

Chemisch Weekblad, 26 september 1998

Adipinezuur. Wetenschappers in Japan hebben een schonere manier gevonden om adipinezuur (hexaandizuur) te produceren. Ze oxideren cyclohexeen met 30% H_2O_2 in water, zonder dat daar organische oplosmiddelen of halogenen aan te pas komen. Als katalysatoren zijn Na_2WO_4 en $[\text{CH}_3(\text{nC}_8\text{H}_{17})_3\text{N}]\text{H}\text{SO}_4$ nodig. Polycondensatie van adipinezuur met 1,6-hexaandiamine levert nylon-6,6 op. Bij conventionele productiemethoden van adipinezuur wordt cyclohexanol en/of cyclohexanon geoxideerd met salpeterzuur. Hierbij komt jaarlijks 40 duizend ton lachgas (N_2O) vrij, 5 tot 8% van de mondiale anthropogene emissie. Lachgas is een broeikasgas en veroorzaakt afbraak van de ozonlaag. (Science vol 281 (11/09/98) pg 1646-1647).

Cyclohexeen kan met een sterke oxidator zoals waterstofperoxide geoxideerd worden tot adipinezuur.

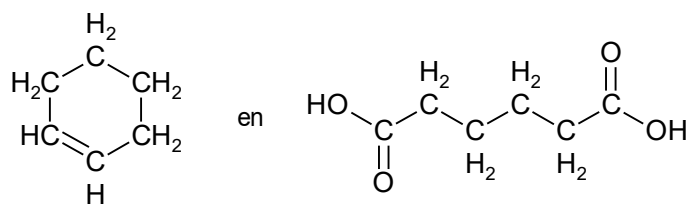
- 1 Geef de structuurformules van cyclohexeen en van adipinezuur.
- 2 Geef met behulp van halfreacties de oxidatie van cyclohexeen (gebruik de molecuulformule) met waterstofperoxide weer. Ga uit van een zuur milieu.
- 3 Waarom zullen er katalysatoren gebruikt worden?
- 4 Noem drie verschillen tussen de oude en nieuwe methode om adipinezuur te bereiden.
- 5 Waarom wil men overstappen op de nieuwe methode?

Polycondensatie van adipinezuur met 1,6-hexaandiamine levert nylon-6,6 op.

- 6 Geef de structuurformule van 1,6-hexaandiamine weer.
- 7 Teken een stukje van het polymeer nylon-6,6. Licht de aanduiding '6,6' toe.
- 8 Waarom is het een polycondensatiereactie?

Adipinezuur ANTWOORDEN

1



2 Reductor: $\text{C}_6\text{H}_{10} + 4 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4 + 8 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-$ 1x

Oxidator: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ 4x

Totaalvergelijking: $\text{C}_6\text{H}_{10} + 4 \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4 + 4 \text{H}_2\text{O}$

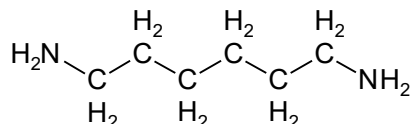
3 De reactiesnelheid zal zonder katalysator te laag zijn. Het is een industrieel proces waarbij de opbrengst per tijdseenheid (de productiesnelheid) belangrijk is.

4

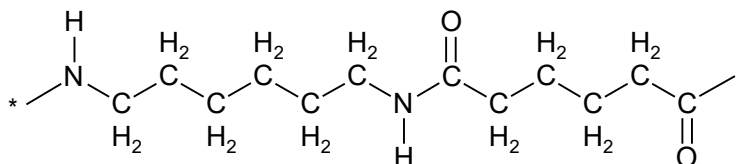
	<i>oud</i>	<i>nieuw</i>
oxidator	salpeterzuur	waterstofperoxide
uitgangsstof	cyclohexanol of cyclohexanon	cyclohexeen
oplosmiddel	organisch oplosmiddel	water

5 De oude methode veroorzaakt veel luchtverontreiniging in de vorm van N_2O -gas dat het broeikas effect versterkt.

6



7



Beide monomeren bevatten zes koolstofatomen: tussen de NH-groepen staan steeds 6 C-atomen, alleen zijn het de ene keer 6 CH_2 -groepen, en de andere keer 2 CO-groepen en 4 CH_2 -groepen.

8 Tijdens de vorming van nylon-6,6 uit adipinezuur en 1,6-hexaandiamine wordt steeds een klein molecuul, H_2O , afgesplitst. Het wordt een lange keten, dus een polymeer.

NRC Handelsblad, 5 augustus 1998

Treinverkeer stil door lek in wagon

ROTTERDAM, 5 AUG. Door een lekkende ketelwagon op het rangeerterrein Kijfhoek is vannacht het treinverkeer tussen Rotterdam-Lombardijen en Zwijndrecht stil komen te liggen. De wagon was geladen met de zeer brandbare stof trimethylchloorsilaan. Om half zes waren de problemen verholpen en kon het treinverkeer worden hervat. (ANP)

De wagon was geladen met de stof trimethylchloorsilaan. De naam silaan is afgeleid van de naam methaan; een siliciumatoom neemt nu de plaats van het koolstofatoom in.

- 1 Leg uit waarom siliciumatomen en koolstofatomen op een vergelijkbare manier in een molecuul kunnen voorkomen.
- 2 Schrijf de molecuulformule en de structuurformule op van silaan en van trimethylchloorsilaan.
- 3 Maak een ruimtelijke tekening van een silaanmolecuul.
- 4 Zou je in een alfabetische stoffenlijst de naam van de stof trimethylchloorsilaan bij de 't' verwachten? Leg uit waarom wel/niet.

De stof trimethylchloorsilaan werd per trein vervoerd.

- 5 Waarom moeten chemicaliën in veel gevallen worden vervoerd?
- 6 Bedenk twee redenen waarom dit vaak per trein gaat.

Een vervoerder moet de gevaren kennen van de stof die vervoerd wordt. Die kunnen worden opgezocht in 'Chemiekaarten'. De 'Chemiekaart' voor trimethylchloorsilaan is afgebeeld.

- 7 Waarom moet de vervoerder de gevaren van de stof kennen?
- 8 Schrijf vijf gevaren op die de Chemiekaart voor trimethylchloorsilaan vermeldt.
- 9 Leg uit waarom je voor trimethylchloorsilaan brandgevaar kunt verwachten.
- 10 Leg uit waarom je ook explosiegevaar kunt verwachten.

Je leest enkele keren de waarschuwing *bijtend* (bij 'inademen', 'huid', 'ogen' en 'inslikken').

In al deze gevallen maakt de stof contact met een enigszins vochtige omgeving.

- 11 Door welke reactie zou het bijtende gedrag kunnen komen? Schrijf de vergelijking op van die reactie en geef de namen van de reactieproducten.
- 12 Zoek in Binas op of een van de producten bijtend is. Noteer je bevindingen.
- 13 Zoek in Binas op welke gevaarsymbolen op een verpakking van trimethylchloorsilaan zullen moeten worden gebruikt en noteer de omschrijving.

Stel dat je een kleine portie trimethylchloorsilaan moet opruimen die op de grond gemorst is.

- 14 Welke bescherming gebruik je voor jezelf?
- 15 Op welke manier kun je het bijtende gedrag van de stof ongedaan maken?

CAS-nummer: [75-77-4]
chloormethylsilaan
trimethylsilylchloride
trimethylsiliciumchloride

(CH₃)₃SiCl

TRIMETHYLCHLOORSILAAN

FYSISCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS	
Kookpunt, °C	57	KLEURLOZE VLOEISTOF MET STEKENDE GEUR	
Smeltpunt, °C	-58	De damp is zwaarder dan lucht en verspreidt zich over de grond met kans op ontsteking op afstand.	
Viampunt, °C	-18	De stof ontleedt bij verhitting of verbranding onder vorming van giftige en bijtende dampen (na afgeven en zoutzuur, zie silaar). Reageert heftig met oxidatiemiddelen. Reageert heftig met met zuren, amines en alcoholen en met water onder vorming van zoutzuur met kans op brand en explosie.	
Zelfontbrandingstemperatuur, °C	217		
Explosiegrenzen, volume% in lucht	1,8 - 8,0		
Minimum ontstekingsenergie, mJ	0,9		
Dampspanning in mbar bij 20°C	253	MAC-waarde niet vastgesteld	
Relatieve dampdichtheid (lucht = 1)	3,7	Het is niet bekend of bij geurwaarneming schadelijke effecten te verwachten zijn. ¹⁾	
Relatieve dichtheid bij 20°C van verzadigd damp/luchtmengsel (lucht = 1)	1,7	Wijze van opname/inademingsrisico: De stof kan worden opgenomen in het lichaam door inademing van de damp en door inslikken van de vloeistof. Een voor de gezondheid gevaarlijke concentratie in de lucht kan door verdamping van deze stof bij ca. 20°C zeer snel worden bereikt.	
Relatieve dichtheid (water = 1)	0,9	Directe gevolgen: De stof werkt bijtend op de ogen, de huid en de ademhalingsorganen. Inademing van damp en/of nevel kan ademnood veroorzaken (longoedeem). ²⁾ Na inslikken van de vloeistof kunnen druppeltjes in de longen terecht komen (aspiratie), waardoor longontsteking kan optreden. Blootstelling kan bij hoge concentraties de dood tot gevolg hebben.	
Oplosbaarheid in water	reactie	Gevolgen bij langdurige, herhaalde blootstelling: Contact met de huid kan chemische huidontsteking veroorzaken.	
Brutoformule: C ₃ H ₉ ClSi			
Relatieve molecuulmassa 108,7			
DIRECTE GEVAREN		PREVENTIE	
Brand: zeer brandgevaarlijk.		leen open vuur, geen vonken en niet roken.	
Explosie: damp met lucht explosief.		gesloten apparatuur, ventilatie, explosieveilige elektrische apparatuur en verlichting, bij vullen, aftappen of verwerken geen perslucht toepassen.	
SYMPTOMEN		PREVENTIE	
		VORMING VAN NEVEL VOORKOMEN! ALLE CONTACT VERMIJDEN!	
Inademen: bijtend, keelpijn en hoesten, kortademigheid, ademnood.		ruimtelijke afzuiging, plaatselijke afzuiging, ademhalingsbescherming (combinatietype B/P2).	
Huid: bijtend, roodheid en pijn, ernstige brandwonden, bij contact met de vloeistof: bevroersverschijnselen zoals roodheid, pijn, blaren.		handschoenen (nitrilrubber), beschermende kleding.	
Ogen: bijtend, roodheid en pijn, slecht zien.		gelaatsscherm of oogbescherming in combinatie met ademhalingsbescherming.	
Inslikken: bijtend, pijnlijke lippen, tong en mond; keelpijn, misselijkheid, buikpijn.			
NOODSITUATIE / OPRUIMING / OPSLAG		ETIKETTERING	
Noodsituatie: Explosiegevaar! Acuut gezondheidsgevaar! Gevaarzone ONMIDDELIJK ontruimen en (laten) afzetten. Deskundige waarschuwen! Opruimen gemorst produkt: Draag chemicaliënpak-uitrusting en verse luchtkap/persluchtmasker. Extra ventilatie. Gemorst produkt indammen en afdekken, vervolgens opnemen in inert absorptiemiddel en dit zorgvuldig verzamelen en opslaan in vaten (hermetisch afsluiten). <i>Eventuele laatste resten</i> verwijderen met water. <i>Spoelwater</i> afvoeren naar riool. Vaten etiketteren en afvoeren volgens BAGA/KCA regels. Opslag: Brandveilig, gescheiden van oxidatiemiddelen, zuren en andere organische stoffen, droog, geen contact met vocht.		Afleveringsetiket: vraag leverancier  BAGA: B.22 KCA : 06	
OPMERKINGEN			
¹⁾ Over de reukgrens van deze stof zijn onvoldoende gegevens bekend. ²⁾ De verschijnselen van longoedeem openbaren zich veelal pas na enkele uren en worden versterkt door lichamelijke inspanning; rust en opname in een ziekenhuis is daarom noodzakelijk. ³⁾ De stof reageert heftig met blusstoffen zoals water. ⁴⁾ blijven spoelen of druppelen tijdens vervoer. Bij vergiftiging door deze stof is specifieke eerste hulp noodzakelijk; de benodigde middelen (zuurstof 100%) moeten met gebruiksaanwijzing beschikbaar zijn. Luchtdichte verpakking toepassen. Pas een stevige gebruiksverpakking toe; plaats kwetsbare gebruiksverpakking in een stevige houder.			
TREM-card: 30G40; ERIC-kaart: 3-40		GEVI: X338; UN-nummer: 1298	

Kaartnummer C-0770

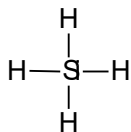
1133

Chemiekaarten veertiende editie 1999

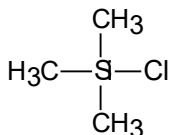
Treinverkeer stil door lek in wagon ANTWOORDEN

1 Silicium en koolstof staan in dezelfde groep van het periodiek systeem.

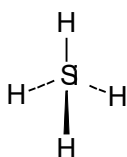
2 SiH_4 ,



$\text{Si}(\text{CH}_3)_3\text{Cl}$,



3



4 Als de naamgeving hetzelfde is als bij de alkanen dan moet een alfabetische volgorde aangehouden worden, dus chloortrimethylsilaan.

5 Ze worden meestal op één plaats in het groot gemaakt en daarna vervoerd naar de plek waar ze verder verwerkt worden.

6 Relatief veilig, relatief goedkoop.

7 Voor het geval er bij het vervoer iets misgaat en de stof vrijkomt.

8 Gevaar van brand, explosie, inademen, (contact met) huid en/of ogen, inslikken.

9 De moleculen van de stof bevatten veel C-atomen en H-atomen.

10 Het is een vloeistof met een relatief laag kookpunt. Er kan dus gemakkelijk damp ontstaan en die kan met lucht een explosief mengsel vormen.

11 $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow (\text{CH}_3)_3\text{SiOH} + \text{HCl}$; namen reactieproducten: trimethylsilanol en waterstofchloride.

12 In het register van Binas kun je 'stoffen, -bijtend' vinden; verwijst naar 100B en 101. In tabel 101 staat HCl als 'bijtend' vermeld.

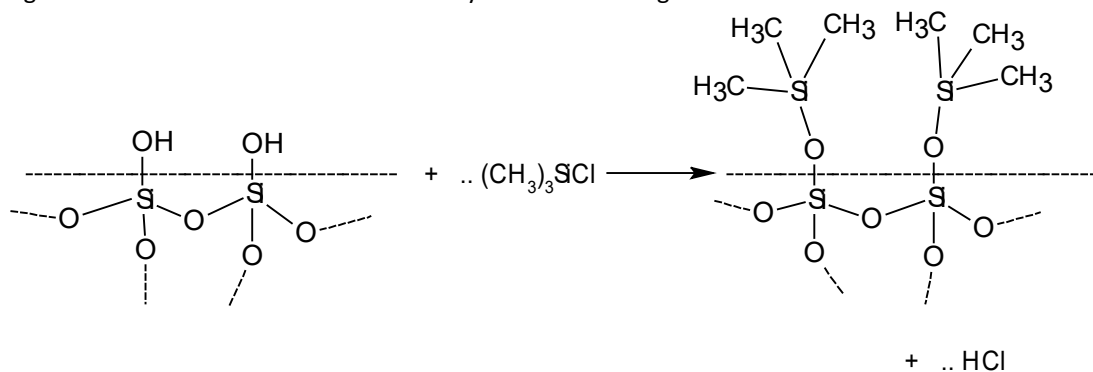
13 Licht/zeer ontvlambaar, irriterend, corrosief/bijtend, misschien ook: vergiftig.

14 Zie onder 'preventie', bij 'inademen', 'huid', 'ogen'.

15 Hoewel blusmiddelen met water worden afgeraden zou je het ontstaan van het bijtende HCl misschien goed kunnen bestrijden door spoelen met een verdunde oplossing in water van een base (b.v. natriumhydroxide of natriumcarbonaat).

Opmerking: Trimethylchloorsilaan wordt bij voorbeeld gebruikt om glas te silaniseren.

Het glas verandert dan van hydrofiel in hydrofoob doordat op het oppervlak de OH-groepen van de daar 'afgebroken' netwerkstructuur met trimethylchloorsilaan reageren:



FOTOKATALYTISCHE AFBRAAK OPGAVEN

Chemisch Weekblad, 4 juli 1998

Fotokatalytische afbraak. Veel onderzoekswerk op de afbraak van organisch afval richt zich op fotokatalytische afbraak, het liefst vóór het afval de fabriek verlaat. Een afvalproduct bij de synthese van polyacrylaat is butylacrylaat. Fotochemische afbraak van butylacrylaat geeft als producten CO_2 en een polymeer. Het polymeer bestaat vooral uit alifatische koolstofketens en is verder niet onderzocht. Katalysatoren voor deze afbraak zijn TiO_2 en ZnO . De afbraak gaat het snelst in rivierwater, gevolgd door gedestilleerd water en het slechtst in zeewater. De efficiëntie van de afbraak hangt af van de concentratie van de katalysator. (Chemosphere vol 37 (juli 1998) pg 33-40)

Na de synthese van polyacrylaat worden afvalproducten 'fotokatalytisch afgebroken'.

1 Geef een omschrijving van 'fotokatalytisch afbreken'

Bij de bereiding van polyacrylaat is acrylzuur één van de uitgangsstoffen.

2 Zoek in Binas de rationele naam van acrylzuur op. Noteer die naam.

3 Geef de structuurformule van acrylzuur.

Acrylzuur kan polymeriseren tot polyacrylzuur.

4 Geef de reactievergelijking van deze polymerisatie in structuurformules weer.

Polyacrylzuur kan door verestering omgezet worden in een polyacrylaat.

5 Geef de reactievergelijking voor de vorming van polymethylacrylaat uit polyacrylzuur in structuurformules weer.

Een afvalproduct is butylacrylaat, een ester van acrylzuur.

6 Geef de structuurformule van deze ester.

Fotochemische afbraak van butylacrylaat levert koolstofdioxide en een alifatisch polymeer op.

7 Wat is een alifatische verbinding?

8 Welk polymeer kan er gevormd zijn? Licht je keuze toe.

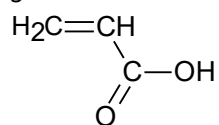
9 Geef een mogelijke afbraakreactie van butylacrylaat. Geef de organische verbindingen in structuurformules weer.

Fotokatalytische afbraak ANTWOORDEN

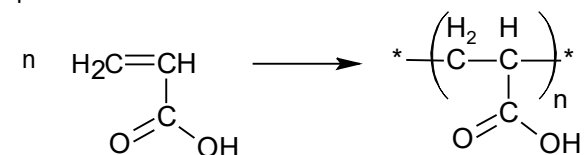
1 Ontleden van een verbinding onder invloed van zonlicht.

2 Propeenzuur

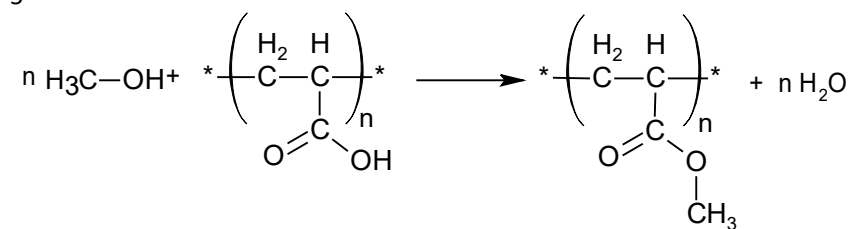
3



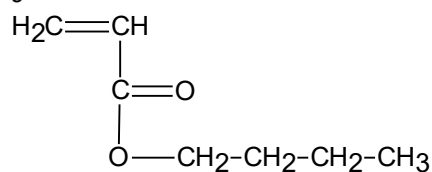
4



5



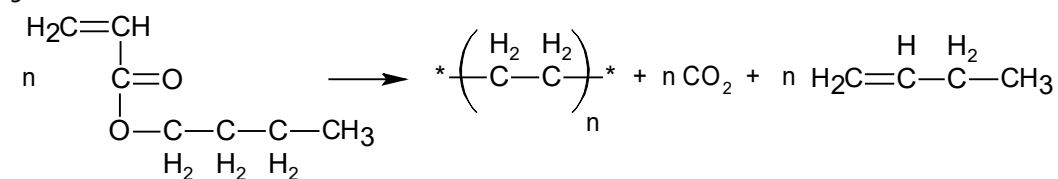
6



7 Een koolstofketen waarin geen benzeenringen aanwezig zijn.

8 Gezien de structuur van butylacrylaat en het feit dat er CO_2 wordt afgesplitst is het mogelijk dat er polyetheen gevormd kan zijn.

9



Technisch Weekblad, 27 mei 1998

Zelfreinigende ruiten

LYON - Ruiten, voorzien van een zeer dunne laag titaniumdioxide, kunnen zichzelf reinigen. Onder invloed van uv-licht zorgt dit laagje ervoor dat het merendeel van de organische verbindingen (vingerafdrukken of andere vettige sporen) op het oppervlak door oxidatie verdwijnen.

Over het algemeen voltrekt het proces zich in enkele uren. De zeer dunne laag titaniumdioxide heeft geen nadelige invloed op de transparantie van het glas, aldus de onderzoekers van het Laboratorium Photocatalyse, Catalyse et Environnement van de Ecole Centrale in Lyon. (ht)

- 1 Geef de formule van titaniumdioxide.
 - 2 Leg uit dat de naam titaniumdioxide eigenlijk niet juist is.
 - 3 Geef de juiste naam voor titaniumdioxide.
 - 4 Wat is de functie van de titaniumdioxidelag?
- Vettige sporen zullen door oxidatie verdwijnen.
- 5 Wat is oxidatie?
 - 6 Verklaar de naam 'zelfreinigende ruiten'.
 - 7 Dekt de naam 'zelfreinigende ruiten' volledig de lading? Leg uit.

Zelfreinigende ruiten ANTWOORDEN

1 TiO_2

2 Titaan is een metaal dus TiO_2 is een zout en dan mag je geen 'di' in de naam zetten om het aantal atomen aan te geven.

3 Titaan(IV)oxide. Je moet IV vermelden want titaan heeft meer dan één valentie.

4 De functie is dat het als een katalysator werkt.

5 Oxidatie is een proces waarbij stoffen met zuurstof reageren.

6 De titaan(IV)oxide zorgt, in combinatie met uv-licht, zelf voor oxidatie van aanwezige vetvlekken. Daarvoor hoeft men niets extra te doen.

7 Nee, als er geen uv-licht op de ruit zou vallen, zou er ook geen reiniging plaatsvinden. Het is dus een combinatie van titaan(IV)oxide en uv-licht dat voor de reiniging zorgt.

ZUIVERING AFVALWATER EN ZUIVERING GROND OPGAVEN

Chemisch Weekblad, 19 september 1998

Zuivering afvalwater. Het is mogelijk afvalwater te zuiveren van fenol en de chloorfenolen door behandeling met waterstofperoxide. Hiervoor is wel een katalysator nodig. Chinese wetenschappers gebruiken hiervoor het enzym peroxidase uit mierikswortel. De onderzoekers vonden dat er een bepaalde optimumconcentratie is; daarboven remt waterstofperoxide juist de afbraak van de fenolen. Het enzym breekt 4-chloorfenol het snelst af, gevolgd door fenol, 3-chloorfenol en 2-chloorfenol. De fenolen, giftige chemicaliën, komen onder andere voor in afvalwater van de papierindustrie. Enzymatische afbraak is een nieuw proces om dit water te zuiveren. (Chemosphere vol 37 (oktober 1998) pg 1571-1577)

Zuivering grond. Grond die verontreinigd is met petroleum en/of dieselolie is te zuiveren met waterstofperoxide en ijzer als katalysator. De katalysator veroorzaakt de vorming van radicalen uit waterstofperoxide, die snel reageren met organische stoffen. Koreaanse wetenschappers hebben onderzocht welke ijzerbronnen geschikt zijn. Dit zijn onder andere de mineralen magnetiet en goëtit. Beide mineralen werken efficiënter dan opgelost ijzer(II)sulfaat. Doordat beide van nature al in de grond zitten, hoeft hieraan alleen nog maar waterstofperoxide te worden toegevoegd. Hierdoor is met deze methode *in situ* reiniging mogelijk. (Chemosphere vol 37 (okt 98) pg 1473-1482)

Beide zuiveringen hebben enkele overeenkomsten.

- 1 Welke drie overeenkomsten kun je ontdekken?
- 2 Welke twee belangrijke verschillen zijn er wat betreft de katalysatoren voor beide zuiveringen?

Water

Bij de zuivering van afvalwater moeten bepaalde organische verbindingen verwijderd worden zoals fenol.

- 3 Geef de andere rationele naam voor fenol.
- 4 Teken de structuurformule van fenol.

Er wordt ook gesproken over chloorfenolen.

- 5 Welke chloorfenolen? Geef de structuurformules.

Waterstofperoxide wordt gebruikt ter zuivering. Waterstofperoxide oxideert fenol tot ongevaarlijke reactieproducten.

- 6 Welke reactieproducten zullen uiteindelijk ontstaan? Licht je antwoord toe.
- 7 Geef de reactievergelijking voor de oxidatie van fenol door waterstofperoxide.

Eigenlijk vindt het proces in stappen plaats. Eerst wordt waterstofperoxide door het enzym peroxidase in OH-radicalen omgezet. Daarna reageren die radicalen met fenol.

- 8 Wat is een radicaal? Geef de elektronenformule van een OH-radicaal.
- 9 Leg uit dat waterstofperoxide makkelijk in OH-radicalen omgezet kan worden.
- 10 Waarom voegt men een enzym toe? Waterstofperoxide is zelf toch al een vrij sterke oxidator.

De onderzoekers spreken over een 'optimumconcentratie'.

- 11 Wat wordt daarmee bedoeld?

Grond

Magnetiet heeft als formule $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Goëtit heeft als formule $\text{FeO}(\text{OH})$.

- 12 Welke valentie van ijzer komt in beide mineralen voor?

De beide mineralen bleken efficiënter te werken dan opgelost ijzer(II)sulfaat.

- 13 Welke verklaring zou je hiervoor kunnen geven op basis van het verschil in lading van de aanwezige ijzerionen?
- 14 Welke verklaring zou er ook kunnen zijn?

Zuivering afvalwater en zuivering grond ANTWOORDEN

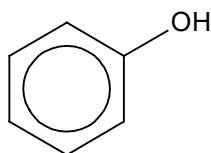
1 Beide zuiveringen vinden met waterstofperoxide als oxidator plaats. In beide gevallen wordt een katalysator gebruikt. In beide gevallen gaat het om verwijderen van organische verbindingen.

2

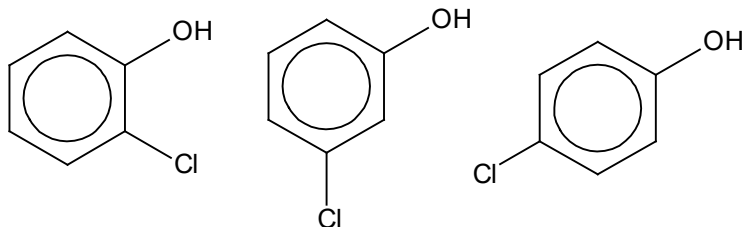
	<i>Zuivering water</i>	<i>Zuivering grond</i>
De katalysatoren zijn	Enzym	Metaalbinding
De katalysatoren	Worden toegevoegd	Zijn al aanwezig

3 Benzenol (hydroxybenzeen).

4



5 2-chloorfenol, 3-chloorfenol en 4-chloorfenol.



6 Uiteindelijk zullen koolstofdioxide en water ontstaan. Er wordt dan van een volledige oxidatie gesproken.



8 Een deeltje met een ongepaard electron



9 In waterstofperoxide is een zwakke zuurstof-zuurstofbinding aanwezig die vrij eenvoudig breekt.

10 Het enzym zorgt voor een versnelde omzetting in OH-radicalen waardoor het zuiveringsproces ook sneller plaatsvindt.

11 Bij een te lage concentratie vindt de zuivering te langzaam plaats. Echter een te hoge concentratie remt de afbraak van fenolen. Bij een bepaalde concentratie verloopt de zuivering optimaal: het optimum.

12 IJzer(III)

13 Het katalytisch effect van ijzer(III)-ionen is sterker dan van ijzer(II)-ionen.

14 IJzer moet als vaste stof aanwezig zijn.

FOTOCHEMISCHE SMOG OPGAVEN

Chemisch Weekblad, 26 september 1998

Fotochemische smog. Zwitserse onderzoekers hebben een verklaring voor de hoge concentraties salpeterigzuur (HNO_2) in fotochemische smog. Zij vonden dat roetdeeltjes werken als heterogene katalysator voor de vorming van salpeterigzuur uit stikstofdioxide. Uit kinetische studies blijkt dat de vorming van salpeterigzuur 10^5 tot 10^7 keer zo snel gaat in vergelijking met andere vaste deeltjes. De combinatie van roetdeeltjes en NO_x -emissie in een verbrandingsmotor -zoals die van een auto- zorgen daardoor voor hoge HNO_2 -concentraties. De fotolyse van salpeterig zuur geeft onder andere een OH-radicaal, dat het ontstaan van allerlei andere vervuilende stoffen in gang zet. (Nature vol 395 (10/09/98) pg 157-161).

Stikstofdioxide is een radicaal.

- 1 Wat is een radicaal?
- 2 Geef de elektronenformule van stikstofdioxide. Geef ook de ladingen aan.
- 3 Leg aan de hand van elektronenformules uit dat stikstofdioxide door mesomerie gestabiliseerd wordt.
- 4 Geef de elektronenformule van salpeterigzuur.

Roetdeeltjes werken als heterogene katalysator.

- 5 Licht de term heterofoon toe.
- 6 Uit welk gegeven kan afgeleid worden dat roetdeeltjes als katalysator werken?
- 7 Leg uit waarom in uitlaatgassen van een automotor een hoge concentratie salpeterigzuur kan ontstaan.

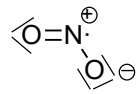
Bij fotolyse van salpeterigzuur ontstaat onder andere een OH-radicaal.

- 8 Wat is fotolyse?
- 9 Geef een mogelijke fotolysereactie van salpeterigzuur in een vergelijking weer.
- 10 Geef de elektronenformule van het OH-radicaal en leg uit dat het een radicaal is.
- 11 Geef een goede omschrijving van 'fotochemische smog'.

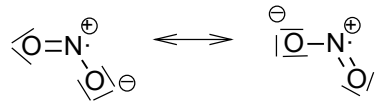
Fotochemische smog ANTWOORDEN

1 Een deeltje met een ongepaard electron.

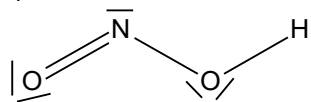
2



3



4



5 Heterogeen betekent dat de reagerende deeltjes niet allemaal in dezelfde fase verkeren: stikstofdioxide is een gas, terwijl roet een vaste stof is.

6 Het blijkt dat in aanwezigheid van roet de reactiesnelheid met een factor 10^5 tot 10^7 toeneemt.

7 In uitlaatgassen van auto's zijn alle voorwaarden voorhanden: roet, stikstofoxiden en zelfs nog een hoge temperatuur.

8 Ontleding onder invloed van (zon)licht.

9 $\text{HNO}_2 \longrightarrow \text{OH} + \text{NO}$.

10

$\text{H}-\text{O}\cdot$

11 Het is een chemische reactie die onder invloed van (zon)licht plaatsvindt. Daarbij wordt smog (samenvoegsel van de woorden smoke en fog) gevormd.