

■ Zeewater

De gemiddelde samenstelling van onvervuild zeewater kun je vinden in Binas (in de 4e druk tabel 43 en in de 5e druk tabel 64 A).

In deze tabel wordt een aantal bekende en minder bekende soorten deeltjes genoemd. Er wordt bijvoorbeeld gegeven dat in zeewater strontiumionen voorkomen.

- 2p 1 Geef de formule van het strontiumion.

In de tabel wordt ook de atoomsoort ^{14}C (koolstof-14) genoemd.

- 2p 2 Hoeveel protonen en hoeveel neutronen bevat een ^{14}C atoom?

Noteer je antwoord als volgt:

aantal protonen: ...

aantal neutronen: ...

Door indampen van zeewater verkrijgt men het zogenoemde zeezout.

- 2p 3 Bereken met behulp van gegevens uit Binas (in de 4e druk tabel 43 en in de 5e druk tabel 64 A) hoeveel gram vaste stof kan ontstaan wanneer 250 mL zeewater wordt ingedampt. Ga er daarbij vanuit dat de vaste stof bestaat uit alle in het zeewater opgeloste stoffen.

In de praktijk blijkt er iets minder vaste stof te ontstaan. Dit komt omdat tijdens het verwarmen reacties plaatsvinden. Bij één van die reacties worden waterstofcarbonaationen (HCO_3^-) omgezet tot watermoleculen, koolstofdioxidemoleculen en carbonaationen.

- 2p 4 Geef de vergelijking van deze reactie.

- 1p 5 Geef aan waarom door deze reactie de massa van de vaste stof na het indampen kleiner is dan de massa van alle in het zeewater opgeloste stoffen.

Zoals uit Binas (in de 4e druk tabel 43 en in de 5e druk tabel 64 A) blijkt, komen in zeewater zowel calciumionen als sulfaationen voor. Je zou kunnen denken dat de aanwezigheid van deze ionen uitsluitend het gevolg is van het oplossen van calciumsulfaat. In een oplossing van uitsluitend calciumsulfaat (CaSO_4) is de verhouding van het aantal mol calciumionen : het aantal mol sulfaationen = 1 : 1. Door het aantal mol calciumionen in zeewater te vergelijken met het aantal mol sulfaationen in zeewater kun je nagaan of de aanwezigheid van deze ionen uitsluitend het gevolg kan zijn van het oplossen van calciumsulfaat.

- 3p 6 Bereken het aantal mol calciumionen en het aantal mol sulfaationen in 1,00 L onvervuild zeewater en ga na of de molverhouding van deze ionen in zeewater gelijk is aan de molverhouding van deze ionen in een oplossing van calciumsulfaat.

Jasperina heeft een potje met zeezout in haar keukenkastje staan. Zij neemt het potje met zeezout mee naar school. Zij wil met een proefje aantonen dat dit zeezout sulfaationen bevat.

- 3p 7 Beschrijf hoe Jasperina te werk kan gaan om aan te tonen dat dit zeezout sulfaationen bevat. Vermeld daarbij de naam van elke stof en/of oplossing die zij gebruikt, de handelingen die zij uitvoert en de waarneming die zij doet als dit zeezout sulfaationen bevat.

■ Rookgasreiniging

Deze opgave gaat over het artikel „Rook: bacteriën lusten er wel pap van!” dat is afgedrukt in het informatieboekje dat bij dit examen is verstrekt. Lees eerst dit artikel en beantwoord vervolgens de vragen van deze opgave.

In het artikel wordt aardgas „schoon” genoemd (regel 6).

- 1p **8** Geef het argument uit het artikel om aardgas „schoon” te noemen.

In het artikel worden stoffen genoemd die zure regen kunnen veroorzaken.

- 2p **9** Geef de namen van twee zuren die uit de genoemde stoffen kunnen ontstaan.

Uit het artikel blijkt dat stikstofoxiden die in het milieu terechtkomen, op twee manieren kunnen ontstaan. Daarbij speelt de temperatuur waarbij de verbranding plaatsvindt, een belangrijke rol. De gegevens uit het artikel zijn op de volgende wijze samen te vatten:

- beneden 1100 °C ontstaan de stikstofoxiden alleen door ...(*manier 1*) ...
- boven 1100 °C ontstaan de stikstofoxiden zowel door ...(*manier 1*) ... als door ...(*manier 2*) ...

- 2p **10** Hoe ontstaan de stikstofoxiden bij manier 1 en hoe ontstaan de stikstofoxiden bij manier 2? Noteer je antwoord als volgt:
bij manier 1 ontstaan de stikstofoxiden door
bij manier 2 ontstaan de stikstofoxiden door

Olie en kolen zijn altijd stikstofhoudend (regel 19). Dit komt doordat olie en kolen zijn ontstaan uit resten van planten en dieren die stikstofhoudende stoffen bevatten.

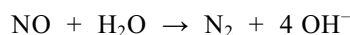
- 1p **11** Geef de naam van een soort stikstofhoudende stoffen die in planten en dieren voorkomt.

- 3p **12** Bereken hoeveel kg stikstofmono-oxide (NO) ontstaat door verbranding van de stikstofhoudende stoffen in $1,0 \cdot 10^3$ kg steenkool. Gebruik bij je berekening onder andere gegevens uit regel 19 van het artikel en neem aan dat alleen stikstofmono-oxide ontstaat.

- 2p **13** Leg uit, aan de hand van gegevens uit het artikel, dat er bij gebruikmaking van moderne verbrandingstechnologieën (de regels 28 tot en met 31) schonere rookgassen ontstaan.

- 3p **14** Geef de vergelijking van de reactie die beschreven is in de regels 33 en 34. Gebruik NO als formule voor de stikstofoxiden.

De reactie tussen ammoniak en stikstofmono-oxide is een redoxreactie. De vergelijking van de halfreactie van de oxidator is hieronder gedeeltelijk weergegeven. Enkele coëfficiënten en e^- zijn weggelaten.



- 2p **15** Neem deze onvolledige vergelijking over, voeg aan de juiste kant van de pijl e^- toe en maak de vergelijking kloppend door de juiste coëfficiënten in te vullen.

- 2p **16** Welk effect heeft vernevelen (regels 42 en 43) op de snelheid van het oplossen van de stikstofoxiden? Geef een verklaring voor je antwoord.

Eindexamen scheikunde havo 2005-I

havovwo.nl

In de laatste zin van het artikel wordt gesteld dat in het proces dat in de bacteriën plaatsvindt als enige „bijproducten” (reactieproducten) stikstof en water ontstaan. Toch moet nog minstens één ander product ontstaan. Dit blijkt als je een overzicht maakt van de atoomsoorten die voorkomen in alle (soorten) stoffen die zijn genoemd bij het proces dat in de bacteriën plaatsvindt.

- 2p 17 Maak zo'n overzicht. Neem daartoe onderstaande tabellen over en vul daarin de namen van de (soorten) stoffen en de symbolen van de atoomsoorten in.

Als voorbeeld is voor de stikstofoxiden de eerste tabel reeds ingevuld.

Voor de reactie		Na de reactie	
(soort) stof	atoomsoort(en)	(soort) stof	atoomsoort(en)
stikstofoxiden	N en O		

- 1p 18 Leg uit aan de hand van het bij vraag 17 gemaakte overzicht, dat bij de omzetting die in de bacteriën plaatsvindt, behalve stikstof en water, nog minstens één andere stof moet ontstaan.

Biodiesel

Dieselolie is een veelgebruikte fossiele brandstof die voornamelijk bestaat uit een mengsel van alkanen waarvan de moleculen 13 tot 18 koolstofatomen bevatten.

Men is al geruime tijd op zoek naar brandstoffen die dieselolie kunnen vervangen omdat het gebruik van dieselolie onder andere de volgende twee nadelen heeft:

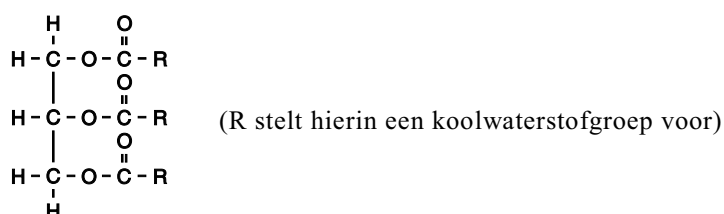
- nadeel 1: de voorraad aan fossiele brandstoffen zal eens uitgeput zijn;
nadeel 2: de koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van fossiele brandstoffen, levert een bijdrage aan het broeikas effect.

Enige jaren geleden is onderzocht of olie die uit plantenzaden verkregen kan worden, geschikt is als brandstof voor dieselmotoren. Deze olie noemt men bio-olie.

De onderzoekers zijn van mening dat het gebruik van bio-olie deze nadelen niet heeft.

- 2p 19 Ben je het eens met deze onderzoekers? Geef bij beide genoemde nadelen een argument om jouw mening te ondersteunen.

De olie die uit plantenzaden wordt verkregen, bestaat voornamelijk uit esters waarvan de structuurformule als volgt kan worden weergegeven:



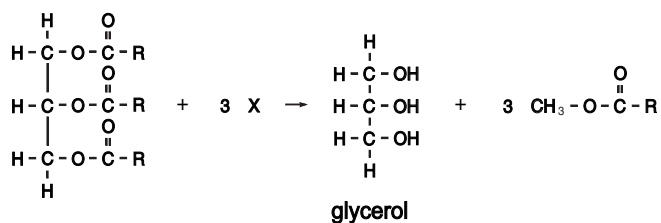
Het bleek al snel dat bio-olie ongeschikt is als dieselbrandstof: bio-olie is te stroperig en verdampt te moeilijk. Deze eigenschappen zijn het gevolg van de sterkte van de binding tussen de moleculen waaruit bio-olie bestaat.

- 1p 20 Geef de naam van de soort binding die tussen deze moleculen aanwezig is.

Eindexamen scheikunde havo 2005-I

havovwo.nl

Om van bio-olie een bruikbare brandstof te maken, laat men de esters reageren met stof X. Daarbij treedt de volgende reactie op:

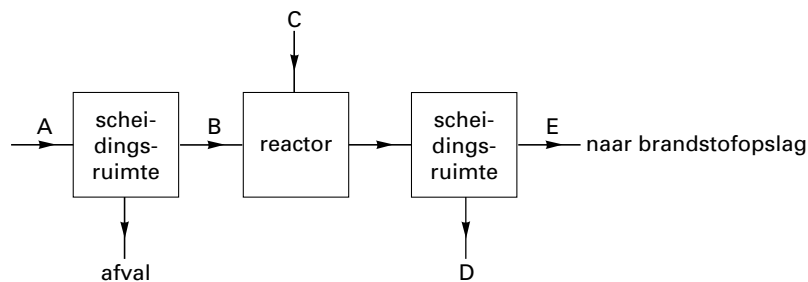


2p 21 Geef de structuurformule van stof X.

De eigenschappen van de ontstane esters bleken vergelijkbaar met die van dieselolie. Ze kunnen in een gewone dieselmotor verbrand worden. Deze brandstof wordt biodiesel genoemd.

Hieronder is het productieproces van biodiesel met een blokschema weergegeven. In het schema stellen de letters A, B, C, D en E elk één van de volgende namen voor: *biodiesel*, *bio-olie*, *glycerol*, *stof X*, *zaden*.

blok-
schema 1



3p 22 Welke namen stellen de letters A, B, C, D en E voor?

Noteer je antwoord als volgt:

A: ...

B: ...

C: ...

D: ...

E: ...

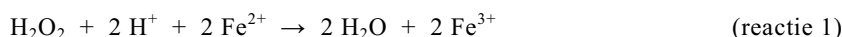
3p 23 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van biodiesel. Neem als formule van biodiesel $\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$.

Waterstofperoxide

Waterstofperoxide kan ontleden tot water en zuurstof. Bij kamertemperatuur verloopt deze reactie niet merkbaar. Arno wil meer weten over deze ontledingsreactie. Hij schenkt in twee reageerbuisen een beetje waterstofperoxide-oplossing. Eén van deze reageerbuisen verwarmt hij tot 60 °C. Ook bij deze temperatuur blijkt het waterstofperoxide niet merkbaar te ontleden. Vervolgens voegt hij aan beide reageerbuisen met waterstofperoxide-oplossing een beetje van een aangezuurde ijzer(II)sulfaatoplossing toe. Nu komt in beide buizen wel gas vrij. De gasontwikkeling in de reageerbuis van 60 °C is heftiger dan de gasontwikkeling in de reageerbuis die niet is verwarmd.

- 2p **24** □ Geef een verklaring voor het feit dat de gasontwikkeling in de reageerbuis van 60 °C heftiger is dan de gasontwikkeling in de reageerbuis die niet is verwarmd. Gebruik daarbij het botsende-deeltjes-model.

Met behulp van Binas-tabel 48 stelt Arno de vergelijking op van de reactie van waterstofperoxide met de aangezuurde ijzer(II)sulfaatoplossing:



Reactie 1 geeft geen verklaring voor de gasontwikkeling die door Arno is waargenomen. Arno zoekt verder in Binas-tabel 48. Hij ontdekt dat Fe^{3+} ionen, die bij reactie 1 ontstaan, kunnen reageren met waterstofperoxidemoleculen. Bij deze reactie (reactie 2) ontstaat zuurstofgas en worden de Fe^{2+} ionen teruggevormd.

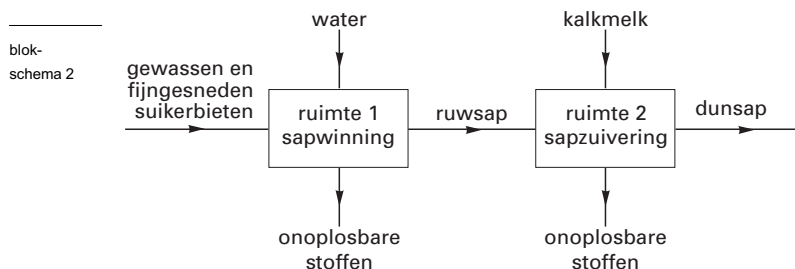
- 3p **25** □ Geef van reactie 2 de vergelijkingen van de beide halfreacties en de vergelijking van de totale redoxreactie.
- 2p **26** □ Laat, onder andere door het optellen van de vergelijking van reactie 1 bij de vergelijking van reactie 2, zien dat de totale reactie in de reageerbuis neerkomt op de ontleding van waterstofperoxide tot water en zuurstof.

Arno heeft waargenomen dat de zuurstofontwikkeling in de reageerbuisen pas begon na het toevoegen van de aangezuurde ijzer(II)sulfaat-oplossing. Hij heeft maar weinig ijzer(II)sulfaat toegevoegd.

- 2p **27** □ Leg uit of de totale hoeveelheid zuurstof die kan ontstaan, afhangt van de hoeveelheid Fe^{2+} ionen die hij toevoegt.

Suiker

De winning van suiker (sacharose) uit suikerbieten gaat via een aantal bewerkingen. In blokschema 2 is de productie weergegeven van het zogenoemde dunsap, een tussenproduct bij de suikerwinning.



Nadat de suikerbieten zijn gewassen, vindt in ruimte 1 sapwinning plaats en in ruimte 2 sapzuivering. Om bij de sapwinning het ruwsap te verkrijgen uit de gewassen en fijngesneden suikerbieten worden in ruimte 1 twee scheidingsmethoden toegepast.

Eindexamen scheikunde havo 2005-I

- 2p **28** □ Geef de namen van de twee scheidingsmethoden die in ruimte 1 worden toegepast.

Bij de productie van suiker is het de bedoeling om uiteindelijk zuivere sacharose te verkrijgen. De zuiverheid wordt aangegeven met het Reinheid Quotiënt (RQ). Het RQ is gedefinieerd als het massapercentage sacharose van de totale hoeveelheid droge stof:

$$\text{RQ} = \frac{\text{massa sacharose}}{\text{totale massa droge stof}} \times 100\%$$

In het informatieboekje dat bij dit examen hoort, is in schema 1 de gemiddelde samenstelling van suikerbiet weergegeven. Met behulp van dit schema kan het RQ in de onbewerkte suikerbiet als volgt berekend worden:

$$\text{RQ} = \frac{16 \text{ g (sacharose)}}{23 \text{ g (droge stof)}} \times 100\% = 70\%$$

Zuivere sacharose heeft een RQ van 100%. Ook aan een oplossing van sacharose kan een RQ worden toegekend. Een oplossing van alleen sacharose heeft een RQ van 100%. Bij het berekenen van het RQ is eventueel aanwezig water niet van belang.

Bij de sapwinning in ruimte 1 ontstaat zogenoemd ruwsap. Het RQ van het ruwsap is hoger dan 70%.

- 2p **29** □ Bereken het RQ van het ruwsap dat uit ruimte 1 komt. Gebruik bij je berekening gegevens uit schema 1 van het informatieboekje.

Bij de sapzuivering in ruimte 2 wordt kalkmelk toegevoegd. Kalkmelk is een suspensie van calciumhydroxide, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Er wordt kalkmelk toegevoegd totdat de pH van het sap 11,0 is.

- 2p **30** □ Bereken $[\text{OH}^-]$ in mol L^{-1} in het sap na toevoeging van de kalkmelk.

In schema 1 van het informatieboekje staan onder het kopje „zouten” de ionen genoemd die opgelost zijn in het ruwsap.

Met fosfaten worden hier voornamelijk di-waterstoffosfaationen (H_2PO_4^-) bedoeld.

Bij de sapzuivering reageert een deel van de hydroxide-ionen uit de kalkmelk met de di-waterstoffosfaationen in het ruwsap, waarbij onder andere fosfaationen worden gevormd. Deze reactie is een zuur-base reactie.

De fosfaationen reageren vervolgens met calciumionen tot calciumfosfaat.

- 3p **31** □ Geef de vergelijking van de zuur-base reactie van di-waterstoffosfaationen met hydroxide-ionen waarbij fosfaationen worden gevormd.

- 1p **32** □ Geef de formule van calciumfosfaat.

Het dunsap dat uit ruimte 2 komt, wordt verwarmd. Na verdamping van een deel van het water blijft een geconcentreerde oplossing over, het zogenoemde diksap. Wanneer het diksap wordt afgekoeld, ontstaat vast suiker in de vorm van suikerkristallen.

In diagram 1 van het informatieboekje is de verzadigingscurve voor sacharose weergegeven. De curve geeft voor alle temperaturen tussen 0 °C en 100 °C aan hoeveel gram sacharose maximaal kan oplossen in 100 g water.

Het punt P in diagram 1 geeft voor een bepaald soort diksap met een temperatuur van 80 °C aan hoeveel g sacharose dat diksap per 100 g water bevat. Dit diksap wordt vervolgens afgekoeld tot 30 °C. Tijdens het afkoelen kristalliseert de sacharose uit die niet in oplossing kan blijven.

- 2p **33** □ Leid met behulp van diagram 1 af hoeveel gram sacharose hierbij uitkristalliseert per 100 g water. Neem hierbij aan dat er een verzadigde sacharose-oplossing ontstaat.

Kunststoffen

PVC (polyvinylchloride) is een kunststof die ontstaat door polymerisatie van vinylchloride. De structuurformule van vinylchloride is:



- 2p **34** Is vinylchloride een verzadigde of een onverzadigde verbinding? Geef een verklaring voor je antwoord.

- 2p **35** Teken een stukje uit het midden van de structuurformule van PVC. In het getekende stukje moeten drie monomeer-eenheden zijn verwerkt.

PVC wordt veel in de bouw toegepast. Daarom is het gedrag van PVC bij brand uitvoerig onderzocht. Bij volledige verbranding van PVC ontstaat behalve koolstofdioxide en water ook waterstofchloride. Wanneer tijdens het blussen waterstofchloride in het bluswater oplost, ontstaat een oplossing die problemen kan opleveren.

- 1p **36** Door welke eigenschap van de ontstane oplossing kunnen problemen ontstaan?

Ook van kunststoffen die het element fluor bevatten, is het gedrag bij hoge temperatuur onderzocht. Ze blijken nauwelijks brandbaar te zijn. Een voorbeeld van zo'n kunststof is PTFE, dat een hoog massapercentage fluor bevat. PTFE kan met de volgende structuurformule worden weergegeven:



PTFE

- 3p **37** Bereken het massapercentage fluor in PTFE. Geef je antwoord in twee significante cijfers.

In verband met de gezondheid en het milieu onderzoekt de Consumentenbond regelmatig allerlei voorwerpen waarin kunststoffen zijn verwerkt. Het gaat daarbij vooral om de aanwezigheid van chloor en fluor in deze kunststoffen. De Consumentenbond maakt daarbij onder andere gebruik van onderstaand voorschrift.

voorschrift

De aanwezigheid van chloor in kunststoffen kan men vaststellen met behulp van de zogenoemde koperdraadtest. Men verhit hiertoe het uiteinde van een blanke koperdraad in een kleurloze vlam totdat deze een eventueel aanwezige groene kleur verliest en drukt dan de hete draad tegen een monster van de te onderzoeken stof. Verhit men de draad daarna opnieuw en wordt de vlam groen, dan bevat de stof chloor. Fluor kan op deze wijze niet worden aangetoond; hiervoor is een andere proef nodig. Als men vochtig blauw lakmoespapier houdt boven de dampen die ontstaan bij hoge verhitting van een stukje kunststof, dan verkleurt dit papier tot rood als de damp een zuur bevat. Is waterstofchloride via de koperdraadproef niet vastgesteld, dan is het via lakmoes aangetoonde zuur waterstoffluoride.

naar: „Welke kunststof is dit?”

Een staafje is gemaakt van PVC of van PTFE.

Hans krijgt de opdracht om te onderzoeken uit welke van deze twee kunststoffen het staafje bestaat. Daartoe verhit hij het staafje en houdt boven de ontwijkende dampen een vochtig blauw lakmoespapier. Het lakmoespapier wordt rood.

- 2p **38** Kan Hans uit zijn waarneming de conclusie trekken dat het onderzochte staafje uit PTFE bestaat? Geef een verklaring voor je antwoord.

Informatieboekje

Onderstaand artikel hoort bij de vragen 8 tot en met 18.

artikel

ROOK: BACTERIËN LUSTEN ER WEL PAP VAN!

- 1 Zolang het nog niet mogelijk is om al onze benodigde energie op een schone manier op
- 2 te wekken zullen er fossiele brandstoffen zoals olie, gas en kolen moeten worden
- 3 verbrand. Met rook als bijproduct. De Nederlandse industrie ontwikkelt een
- 4 milieuvriendelijke methode om rook te ontdoen van een aantal schadelijke bestanddelen.
- 5 Een methode waarbij bacteriën het vuile werk doen.

6 **Schoon aardgas**

- 7 Rook bestaat voornamelijk uit koolstofdioxide, roet en water en bevat daarnaast
- 8 allerlei gassen die een schadelijk effect op het milieu kunnen hebben, zoals
- 9 zwaveldioxide en stikstofoxiden (NO_x). NO_x is een verzamelnaam voor
- 10 stikstofmono-oxide en stikstofdioxide. NO_x in rookgas bestaat voornamelijk uit
- 11 stikstofmono-oxide en voor een klein deel uit stikstofdioxide. Stikstofoxiden zijn
- 12 samen met zwaveldioxide de belangrijkste oorzaak van zure regen.
- 13 Stikstofoxiden ontstaan altijd wanneer fossiele brandstoffen worden verbrand bij
- 14 temperaturen boven 1100°C . Bij die hoge temperaturen reageren zuurstof en
- 15 stikstof uit de lucht met elkaar tot stikstofoxiden. Het is dus belangrijk om bij
- 16 verbrandingsprocessen de temperatuur onder de 1100°C te houden. Maar diesel
- 17 verbrandt nou juist het beste rond deze temperatuur.
- 18 Bovendien ontstaan ook onder de 1100°C stikstofoxiden als de brandstof zelf
- 19 stikstofhoudend is. Omdat olie en kolen voor 2 massaprocent uit stikstof bestaan,
- 20 zijn deze brandstoffen de belangrijkste oorzaak van de uitstoot van stikstofoxiden.
- 21 Alleen aardgas is niet stikstofhoudend en is daarom een van de schoonste fossiele
- 22 brandstoffen.

23 **Puntbronnen aanpakken**

- 24 De grootste bron van stikstofoxiden is het autoverkeer. Daarnaast zijn er een aantal
- 25 zogenaamde puntbronnen, plaatsen waar heel veel stikstofoxiden worden
- 26 uitgestoten, zoals kolen- en oliegestookte energiecentrales. De metaal- en
- 27 ertsverwerkende industrie is ook een belangrijke bron.
- 28 De puntbronnen kunnen gemakkelijk aangepakt worden door de
- 29 verbrandingsprocessen goed te regelen en gebruik te maken van moderne
- 30 verbrandingstechnologieën. Daarbij wordt bijvoorbeeld zuivere zuurstof in plaats
- 31 van lucht gebruikt. Verder kan aan de rookgassen ammoniak worden toegevoegd.
- 32 Voordat het mengsel de schoorsteen verlaat, wordt het bij een temperatuur van
- 33 400°C geleid over een katalysator die allerlei edele metalen bevat. De ammoniak
- 34 reageert dan met de stikstofoxiden tot onschadelijk water en stikstof. Een nadeel
- 35 zijn de hoge kosten. Voor kleinere bedrijven is deze methode te kostbaar.

36 **Waterige soep**

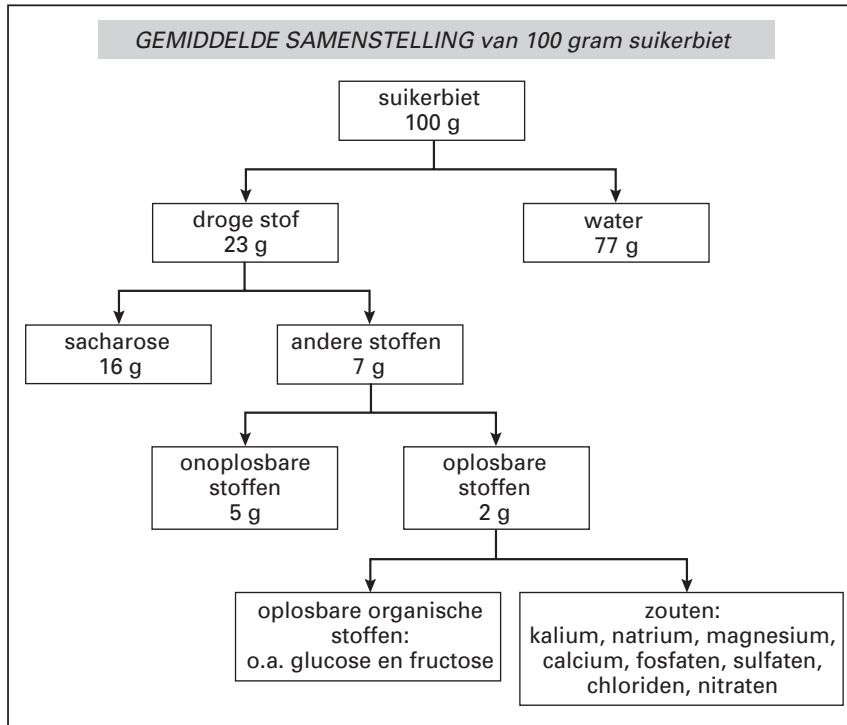
- 37 Hiervoor blijkt nu een oplossing in zicht. In Nederland werken Biostar en
- 38 Akzo Nobel samen aan de ontwikkeling van een proces, waarbij de schadelijke
- 39 stikstofoxiden op biologische wijze worden omgezet in stikstof en water. Bij dit
- 40 proces wordt allereerst de rook afgekoeld tot ongeveer 35°C . Vervolgens wordt de
- 41 rook in contact gebracht met een waterige soep waarin speciale bacteriën leven.
- 42 Die soep wordt heel fijn verneveld waardoor de stikstofoxiden uit het rookgas in het
- 43 water oplossen. Tenslotte wordt er alcohol (ethanol) aan de soep toegevoegd en
- 44 krijgen de bacteriën in een grote tank de tijd om de stikstofoxiden te verwerken.
- 45 Zoals zoogdieren met zuurstof uit de lucht hun voedsel omzetten in energie, zo
- 46 gebruiken deze bacteriën de stikstofoxiden uit het rookgas om alcohol op te eten,
- 47 met als enige bijproducten onschadelijk stikstof en water!

naar: *Mens en Wetenschap*

Eindexamen scheikunde havo 2005-I

Onderstaand schema hoort bij vraag 29.

schema 1



naar: *Chemisch Weekblad*

Eindexamen scheikunde havo 2005-I

havovwo.nl

Onderstaand diagram hoort bij vraag 33.

