

## Uraan

In natuurlijk uraan komen uraanatomen met massagetal 235 ( $^{235}\text{U}$ ) en uraanatomen met massagetal 238 ( $^{238}\text{U}$ ) voor.

- 2p 1 Uit hoeveel protonen en hoeveel neutronen bestaat de kern van een atoom  $^{238}\text{U}$ ?

Noteer je antwoord als volgt:

aantal protonen: ...

aantal neutronen: ...

Uraan komt in de aardkorst voor als  $\text{U}_3\text{O}_8$ . Dit oxide is de grondstof voor het uraan dat in kernreactoren wordt gebruikt. Het gehalte aan  $^{235}\text{U}$  in natuurlijk uraan bedraagt 0,7%. Om het uraan geschikt te maken voor gebruik in kernreactoren moet het uraan "verrijkt" worden: het gehalte aan  $^{235}\text{U}$  moet verhoogd worden tot ongeveer 3,5%.

Als voorbereiding op het verrijgingsproces wordt het  $\text{U}_3\text{O}_8$  in een aantal stappen omgezet tot  $\text{UF}_6$ :

- $\text{U}_3\text{O}_8$  wordt eerst omgezet tot  $\text{UO}_2$ ;
- $\text{UO}_2$  laat men vervolgens met waterstoffluoride reageren tot  $\text{UF}_4$  en water;
- $\text{UF}_4$  laat men tenslotte reageren met fluor tot  $\text{UF}_6$ .

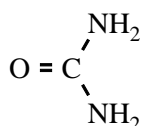
- 2p 2 Geef de reactievergelijking voor de omzetting van  $\text{UO}_2$  tot  $\text{UF}_4$ .

Om in de naamgeving  $\text{UF}_4$  en  $\text{UF}_6$  van elkaar te onderscheiden, kan gebruik gemaakt worden van een Romeins cijfer.

- 1p 3 Geef de naam van  $\text{UF}_4$  waarin een Romeins cijfer wordt gebruikt.

## Zweet

Zweetklieren komen overal in de huid voor. Ze scheiden een licht zure oplossing af waarin ook natriumchloride, kaliumchloride, melkzuur en ureum zijn opgelost. Ureum heeft de volgende structuurformule:

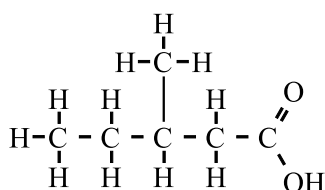


- 2p 4 Leg aan de hand van de structuurformule van ureum uit dat deze stof goed oplosbaar is in water.

De hoeveelheid ureum in zweet hangt onder andere af van het voedingspatroon. In voeding kunnen drie soorten voedingsstoffen worden onderscheiden: eiwitten, koolhydraten en vetten. Eén van deze soorten voedingsstoffen is bepalend voor de hoeveelheid ureum in zweet.

- 2p **5** Leg uit welke soort voedingsstoffen in het voedsel bepalend is voor de hoeveelheid ureum in zweet.

Op plaatsen waar zweet minder makkelijk verdampt, ontwikkelen zich verschillende soorten bacteriën. Deze zetten melkzuur om in een aantal minder aangenaam ruikende verbindingen. Daarbij ontstaat een zuur (stof A) met de volgende structuurformule.



stof A

Deodorants bevatten vaak zinkzouten die bacteriedodend zijn. Deodorants bevatten vaak ook lekker ruikende stoffen en een zout met de formule  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ . Dit zout kan reageren met de stoffen die de onaangename geur veroorzaken. Daarbij ontstaan minder vluchtige verbindingen.

- 2p **6** Leg uit welke ionsoort uit  $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$  kan reageren met stof A.

Zweten is niet alleen een gevolg van lichamelijke inspanning. Ook bij stress wordt zweet afgescheiden. Bij onderzoek naar lichamelijke reacties ten gevolge van stress kan daarom ook de zweetproductie worden onderzocht. Daartoe worden bij een proefpersoon elektroden op de huid aangebracht. Vervolgens wordt het geleidingsvermogen tussen de elektroden gemeten onder verschillende omstandigheden. De mate van stress kan onder andere worden afgeleid uit het gemeten geleidingsvermogen. Wanneer de huid vochtig is van het zweet, is het geleidingsvermogen anders dan wanneer de huid droog is.

- 2p **7** Leg aan de hand van de samenstelling van zweet uit hoe het geleidingsvermogen verandert wanneer zweet wordt afgescheiden.

## Cueva de Villa Luz

### tekstfragment 1

De Cueva de Villa Luz is een bijzondere grot in Mexico. Door deze grot stroomt een riviertje, waarvan het water er uitziet als een soort melk. Dit is het gevolg van de zwaveldeeltjes die in het water zweven. De zwavel is een product van het bijzondere ecosysteem dat in de grot is aangetroffen.

5 In de grot bevinden zich op verschillende plaatsen warmwaterbronnen. Tegelijk met het warme water komt ook een aantal gassen omhoog. Het belangrijkste gas is waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Een deel van het waterstofsulfide reageert met zuurstof die in het water is opgelost, tot zwavel. De rest van het waterstofsulfide komt in de lucht boven het water terecht. Daardoor kan het  
10 gehalte aan waterstofsulfide op plaatsen die ver van één van de uitgangen liggen, oplopen tot voor de mens dodelijke waarden. Een waarde van 150 ppm is daarbij geen uitzondering.

Wie zou verwachten dat onder deze extreme omstandigheden geen leven mogelijk is, heeft het mis. In de grot hangen op verschillende plaatsen slijmerige  
15 draden, zogenoemde snottieten, die bestaan uit dicht op elkaar levende bacteriën. Deze bacteriën gebruiken het waterstofsulfide voor hun energievoorziening. Daarbij wordt het waterstofsulfide omgezet tot zwavelzuur, dat in de vorm van druppels wordt uitgescheiden. Meting van de pH van zo'n druppel leverde een waarde van 0,9 op. Ook diverse andere micro-organismen  
20 op de wanden van de grot scheiden zwavelzuur uit.

Het ontstane zwavelzuur is er de oorzaak van dat de grot voortdurend van vorm verandert: de wanden van de grot, die uit kalksteen bestaan, worden aangetast en brokkelen af. Op de bodem is vervolgens het reactieproduct te vinden: een zure, papperige drab die voornamelijk uit gips bestaat.

25 Voor grotonderzoekers is Cueva de Villa Luz een bijzondere plek om onderzoek te doen. Zonder beschermende maatregelen kun je er echter maar beter niet naar binnen gaan.

*naar: Journal of Cave and Karst Studies*

- 3p **8** Geef de reactievergelijking voor het ontstaan van zwavel in het water dat door de Cueva de Villa Luz stroomt.

Dat waterstofsulfide voor de mens giftig is (regels 10 en 11), kan onder andere worden afgeleid uit de MAC-waarde van waterstofsulfide. Een gehalte aan waterstofsulfide van 150 ppm ( $\text{ppm} = \text{mL m}^{-3}$ ) is een aantal malen groter dan deze MAC-waarde.

- 3p **9** Bereken hoeveel maal een gehalte aan waterstofsulfide van 150 ppm groter is dan de MAC-waarde van waterstofsulfide (zie Binas-tabel 97A). Ga er bij de berekening van uit dat de dichtheid van waterstofsulfide onder de heersende omstandigheden  $1,38 \text{ mg mL}^{-1}$  is.

# Eindexamen scheikunde havo 2008-I

havovwo.nl

---

- 2p **10** Is de omzetting van waterstofsulfide tot zwavelzuur door de bacteriën een exotherme of een endotherme reactie? Motiveer je antwoord met een gegeven uit de regels 13 tot en met 20 van tekstfragment 1.

De reacties waardoor de grot voortdurend van vorm verandert (regels 21 tot en met 24), kunnen als volgt in één reactieschema (in woorden) worden weergegeven:

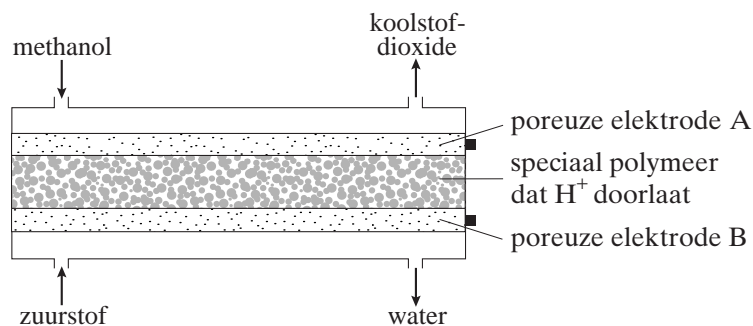
kalksteen + verdund zwavelzuur + water → vast gips + koolstofdioxide

- 3p **11** Geef, mede met behulp van gegevens uit Binas-tabel 66A, de vergelijking (in formules) van de bovenstaande reactie.
- 2p **12** Noem twee beschermende maatregelen (regel 26) die genomen kunnen worden wanneer je de grot betreedt. Geef bij elke maatregel aan tegen welk gevaar deze maatregel bescherming biedt.

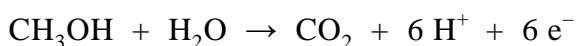
## Microbrandstofcel

Een aantal bedrijven is bezig met de ontwikkeling van een microbrandstofcel die op termijn de batterij in een mobiele telefoon kan vervangen. In een microbrandstofcel reageren zuurstof uit de lucht en methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) met elkaar waarbij elektrische energie vrijkomt.

Een microbrandstofcel ziet er, sterk vergroot, schematisch als volgt uit:



De vergelijking van de halfreactie die plaatsvindt bij elektrode A is:



- 2p **13** Is elektrode A de positieve of de negatieve pool van de microbrandstofcel? Motiveer je antwoord.

De  $\text{H}^+$  ionen die bij elektrode A ontstaan, bewegen door het polymeer naar elektrode B. De vergelijking van de halfreactie van zuurstof die plaatsvindt bij elektrode B, is vermeld in Binas-tabel 48.

- 4p **14** Leid met behulp van de vergelijking van de halfreactie van zuurstof en de vergelijking van de halfreactie bij elektrode A, de vergelijking af van de totale redoxreactie die plaatsvindt in de microbrandstofcel.

In het materiaal waaruit de poreuze elektroden A en B bestaan, zijn katalysatoren verwerkt.

- 1p **15** Geef aan wat de functie van een katalysator is.

## Waterfilterkan

### tekstfragment 2

#### Kokosnoot tegen kalk

- 1 De Brita waterfilterkan filtert volgens de producent onder meer kalk, chloor,
- 2 koper en lood uit het kraanwater.
- 3 In het filter bevinden zich witte en zwarte korrels. De zwarte korrels worden
- 4 gemaakt van kokosnootschillen die op een hoge temperatuur worden verbrand.
- 5 De zwarte korrels nemen volgens Brita smaak- en geurstoffen uit het water op.
- 6 De witte korrels houden kalk en metalen vast en geven er waterstof voor af.

*naar: de Volkskrant*

In tekstfragment 2 staan onduidelijkheden. Zo bedoelt men met 'koper' in regel 2 opgeloste koperdeeltjes en niet de stof koper.

- 1p **16** Geef de formule van de koperdeeltjes zoals die in kraanwater voorkomen.

Marloes begrijpt niet goed hoe door de verbranding van kokosnootschillen zwarte korrels worden gevormd. Zij gaat op zoek naar meer informatie en vindt dat kokosnootschillen voornamelijk bestaan uit het koolhydraat cellulose. Met deze informatie kan het ontstaan van de zwarte korrels niet verklaard worden: wanneer cellulose volledig wordt verbrand, ontstaan er géén zwarte korrels.

- 2p **17** Welke twee stoffen ontstaan bij de volledige verbranding van cellulose?

- 1p **18** Geef de naam van de scheidingsmethode die in regel 5 van tekstfragment 2 wordt beschreven.

Ook de werking van de witte korrels is in regel 6 van tekstfragment 2 onduidelijk beschreven.

- 1p **19** Geef aan dat een gevaarlijke situatie zou kunnen ontstaan wanneer bij gebruik van de Brita waterfilterkan waterstofgas zou ontstaan.

Uit de beschrijving in regel 6 van tekstfragment 2 kan worden opgemaakt dat de witte korrels, die uit macromoleculen bestaan, werken als ionenwisselaar. Aan het oppervlak van de macromoleculen zijn waterstofionen gebonden. Deze waterstofionen kunnen vervangen worden door metaalionen. Daarbij gaan de waterstofionen in oplossing en worden de metaalionen aan het oppervlak van de macromoleculen gebonden. Bij de uitwisseling van de waterstofionen tegen calciumionen worden steeds twee waterstofionen uitgewisseld tegen één calciumion.

- 1p **20** Leg uit waarom steeds twee waterstofionen worden uitgewisseld tegen één calciumion.

De beschreven ionenwisseling is niet het enige proces dat optreedt wanneer leidingwater door het Brita-filter wordt geleid. Het leidingwater zou dan ten gevolge van de waterstofionen die in oplossing zijn gegaan, ongeveer even zuur zijn als azijn. Dit blijkt echter niet uit de smaak van het water. Rotterdams leidingwater bevat 51 mg  $\text{Ca}^{2+}$  per liter.

- 1p **21** Bereken  $[\text{Ca}^{2+}]$  (in mol  $\text{L}^{-1}$ ) in Rotterdams leidingwater.  
2p **22** Bereken de pH van het water wanneer alle  $\text{Ca}^{2+}$  ionen in Rotterdams leidingwater worden uitgewisseld tegen  $\text{H}^+$  ionen. Ga er daarbij van uit dat deze uitwisseling het enige proces is dat optreedt.

Om te verklaren waarom het water dat uit het Brita-filter komt niet zuur smaakt, stelt Marloes twee hypothesen op:

hypothese 1: De macromoleculen waaruit de witte korrels bestaan, wisselen alleen metaalionen uit tegen waterstofionen. Dat het opgevangen water niet zuur smaakt, moet dan verklaard worden door een reactie van de waterstofionen met een ionsoort die ook in het leidingwater aanwezig is.

hypothese 2: De macromoleculen waaruit de witte korrels bestaan, wisselen zowel de metaalionen (zoals beschreven) als de niet-metaalionen uit. Bij de uitwisseling van de metaalionen komen waterstofionen vrij; bij de uitwisseling van de niet-metaalionen komen hydroxide-ionen vrij.

Om na te gaan welke hypothese juist is, doet Marloes de volgende proef:

- ze schenkt 100 mL van een verdunde oplossing van calciumchloride in een bekeerglas;
- van deze oplossing meet ze de pH, deze blijkt 7 te zijn;
- vervolgens voegt ze een hoeveelheid van de witte korrels toe en roert het geheel enige tijd;
- daarna meet ze de pH opnieuw, deze is kleiner dan 7.

Uit de resultaten van haar proef trekt Marloes de conclusie dat hypothese 2 onjuist is.

- 3p **23** Leg uit waarom uit de resultaten van de proef van Marloes blijkt dat hypothese 2 onjuist is. Betrek in je uitleg de deeltjes in de calciumchloride-oplossing en de werking van de ionenwisselaar volgens hypothese 2.

Op internet vindt Marloes een tabel waarin de samenstelling van leidingwater is gegeven. Daarin staat onder andere het volgende:

**tabel 1**

	gehalte (mg/L)
Ca <sup>2+</sup>	51
Na <sup>+</sup>	41
Cl <sup>-</sup>	53
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	125
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	13
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	59

In deze tabel is een ondersteuning voor hypothese 1 te vinden: de waterstofionen die bij de ionenwisseling in het leidingwater komen, reageren met één ionsoort die in tabel 1 staat.

2p **24** Geef de vergelijking van die reactie.



## Radijsje

In een boek met scheikundeproefjes staat het volgende proefje beschreven:

### tekstfragment 3

Vul een borrelglasje met 20 mL kleurloze azijn. Doe hier een rood radijsje in. Laat dit een half uurtje staan. Als je nu het radijsje uit de azijn haalt, zul je zien dat het radijsje bijna helemaal wit is. De azijn heeft een oranje-rode kleur gekregen.

Voeg nu een theelepel soda toe. Het gaat bruisen en de kleur van de vloeistof verandert in paars.

- 2p **25** Van welke scheidingsmethode wordt gebruik gemaakt bij het ontkleuren van het radijsje door de azijn? Geef een verklaring voor je antwoord.

Kees heeft het proefje uitgevoerd dat in tekstfragment 3 is beschreven.

Hij zegt: „Uit de kleurverandering van oranje-rood naar paars blijkt dat de oplossing een indicator bevat.”

Eveline zegt: „Dat mag je nog niet zeggen. Om de conclusie te kunnen trekken dat de oplossing een indicator bevat, moet je er eerst weer voldoende zuur aan toevoegen.”

- 2p **26** Hoe kan uit de waarneming na het toevoegen van voldoende zuur worden afgeleid of de oplossing wel een indicator of geen indicator bevat?

Azijn is een oplossing van azijnzuur (ethaanzuur) in water.

- 2p **27** Geef de structuurformule van ethaanzuur.

Per 100 mL azijn is 4,0 gram azijnzuur aanwezig. Een theelepel soda heeft een massa van 2,0 gram. De massa van een mol soda is 286 gram.

- 4p **28** Ga door een berekening na of 2,0 gram soda voldoende is om met al het azijnzuur in 20 mL azijn te reageren. Neem daarbij aan dat soda en azijnzuur reageren in de verhouding aantal mol soda : aantal mol azijnzuur = 1 : 2.

## Bromaat in mineraalwater

In maart 2004 ontstond in Engeland veel ophef toen bleek dat het mineraalwater van een bepaald merk een te hoge concentratie bromaat-ionen ( $\text{BrO}_3^-$ ) bevatte. Bovendien bleek dat gewoon kraanwater was gebruikt om het mineraalwater te maken.

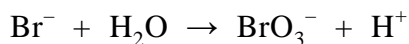
De fabrikant van het mineraalwater gaf toe dat hij kraanwater had gebruikt, maar hij kon geen verklaring geven voor de te hoge concentratie bromaat-ionen.

Om het kraanwater te kunnen gebruiken voor de productie van mineraalwater had de fabrikant het kraanwater eerst gezuiverd.

Mineraalwater moet volgens de Engelse warenwet ten minste 60 mg calciumionen per liter bevatten. Daarom had de fabrikant per liter gezuiverd kraanwater 0,20 g calciumchloride toegevoegd.

- 2p **29** Ga met behulp van een berekening na dat het zo verkregen water voldoet aan de norm van de Engelse warenwet.

Na het toevoegen van calciumchloride was het verkregen water gedesinfecteerd met ozon. Nader onderzoek wees uit dat de bromaat-ionen ( $\text{BrO}_3^-$ ) waren ontstaan tijdens het desinfecteren met ozon. Dat kon alleen verklaard worden door aan te nemen dat een redoxreactie van ozon met bromide was opgetreden. Bij deze reactie is ozon oxidator en zijn de bromide-ionen reductor. De halfreactie van de reductor is hieronder gedeeltelijk weergegeven.



In de vergelijking van deze halfreactie ontbreken  $e^-$  en coëfficiënten.

- 3p **30** Neem de vergelijking over, zet  $e^-$  aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

Hiermee was het ontstaan van bromaat-ionen verklaard, maar er moest nog een raadsel worden opgelost: waar kwamen de bromide-ionen vandaan?

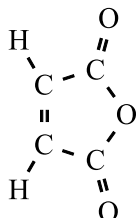
Uit onderzoek bleek al snel dat het door de fabrikant toegevoegde calciumchloride ( $0,20 \text{ g L}^{-1}$ ) verontreinigd was met een zeer kleine hoeveelheid calciumbromide. Hierdoor bevatte het water na desinfecteren  $25 \mu\text{g}$  bromaat-ionen per liter ( $1 \mu\text{g} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ ).

- 2p **31** Bereken hoeveel mol bromaat-ionen het gedesinfecteerde water per liter bevat.  
2p **32** Bereken hoeveel gram calciumbromide aanwezig was in  $0,20 \text{ g}$  verontreinigd calciumchloride. Neem aan dat bij de behandeling met ozon alle aanwezige bromide-ionen zijn omgezet tot bromaat-ionen.

## MZA

Maleïnezuuranhydride (MZA) is één van de grondstoffen voor de productie van een bepaalde soort kunstharsen die onder andere in glasvezels worden gebruikt.

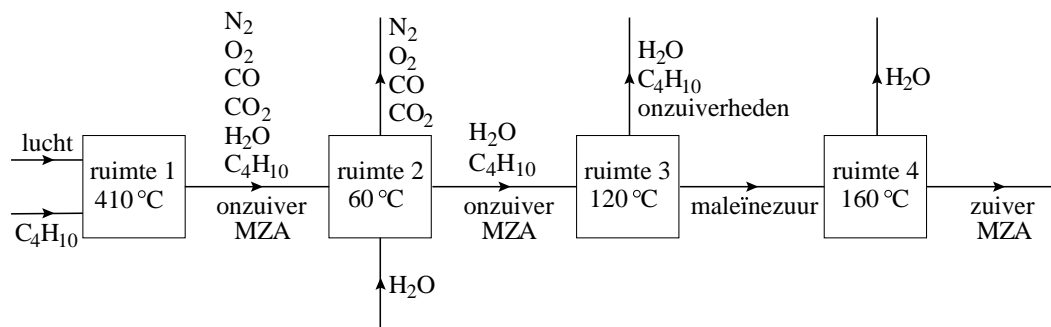
MZA heeft de volgende structuurformule:



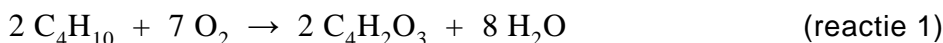
MZA (maleïnezuuranhydride)

MZA kan op verschillende manieren geproduceerd worden. Bij het productieproces dat in onderstaand blokschema is samengevat, zijn zuurstof uit de lucht en butaan de grondstoffen:

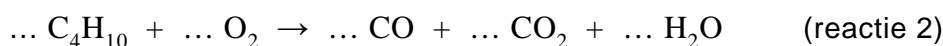
### blokschema



Butaan ( $C_4H_{10}$ ) wordt bij normale druk gemengd met lucht in ruimte 1. In ruimte 1 vindt de reactie plaats waarbij MZA ( $C_4H_2O_3$ ) wordt gevormd. Hieronder is de vergelijking van deze reactie weergegeven:



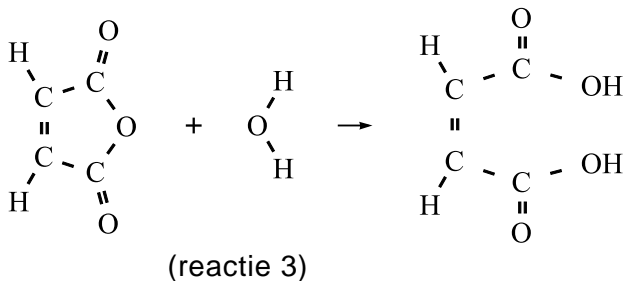
Behalve de reactie waarbij MZA wordt gevormd, treden in ruimte 1 ook andere reacties op. Een gedeelte van het butaan reageert bijvoorbeeld met zuurstof tot CO,  $CO_2$  en  $H_2O$ :



In bovenstaande vergelijking ontbreken de coëfficiënten.

- 2p **33** Neem de vergelijking van reactie 2 over en vul hier de juiste coëfficiënten in. Ga er daarbij van uit dat CO en  $CO_2$  ontstaan in de molverhouding 1 : 1.

Het in ruimte 1 ontstane mengsel wordt naar ruimte 2 gebracht. In ruimte 2 worden de gassen CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> en N<sub>2</sub> gescheiden van de rest van het reactiemengsel. Door middel van water wordt de rest naar ruimte 3 gebracht. In ruimte 3 zijn de omstandigheden zo gekozen dat MZA met water reageert. Daarbij ontstaat vloeibaar maleïnezuur.



2p **34** Leg uit of bij reactie 3 sprake is van een additiereactie.

3p **35** Verklaar aan de hand van het “botsende-deeltjes-model” waarom MZA in ruimte 3 wel met water reageert en in ruimte 2 niet.

In ruimte 4 wordt het maleïnezuur omgezet tot MZA waarna destillatie plaatsvindt. MZA verlaat als vloeistof ruimte 4 en water verlaat als gas ruimte 4.

2p **36** Is MZA hier het residu of het distillaat? Geef een verklaring voor je antwoord.

Een fabriek gebruikt per uur  $2,0 \cdot 10^3$  kg butaan. Daarmee wordt  $2,5 \cdot 10^3$  kg MZA per uur geproduceerd.

3p **37** Bereken met behulp van de vergelijking van reactie 1 hoeveel kg MZA maximaal kan ontstaan uit  $2,0 \cdot 10^3$  kg butaan.

1p **38** Bereken het rendement van de productie van MZA uit butaan volgens dit proces.