

MZA

MZA is een grondstof voor veel soorten polymeren, onder andere polyesters. De molecuulformule van MZA is $C_4H_2O_3$; de structuurformule van MZA is afgebeeld op pagina 2 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort.

MZA kan worden verkregen uit een stof I. De structuurformule van deze stof I is afgebeeld op pagina 2 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort.

Bij deze bereiding van MZA reageren van een molecuul van stof I beide OH groepen met elkaar onder vorming van een molecuul MZA. Tevens wordt daarbij een molecuul water gevormd. Een dergelijke reactie kan niet optreden met de stereo-isomeer van stof I. De structuurformule van deze stereo-isomeer is eveneens afgebeeld op pagina 2 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort.

- 4p 1 Geef de systematische naam van stof I en de systematische naam van de stereo-isomeer van stof I. Noteer je antwoord als volgt:
stof I: ...
stereo-isomeer van stof I: ...
- 2p 2 Leg aan de hand van de structuurformule van de stereo-isomeer van stof I uit waarom de beide OH groepen uit een molecuul van die stereo-isomeer niet met elkaar kunnen reageren.

Een tweede bereidingswijze van MZA is gebaseerd op de reactie van benzeen met zuurstof:



Dit is een exotherme reactie die onder invloed van een katalysator plaatsvindt. De invloed van een katalysator op het verloop van een reactie kan met behulp van energiediagrammen duidelijk worden gemaakt. Op de uitwerkbijlage bij dit examen zijn twee energiediagrammen voor een exotherme reactie gedeeltelijk weergegeven: één voor de reactie zonder katalysator en één voor de reactie met katalysator. Van beide energiediagrammen is slechts het energieniveau van de beginstoffen aangegeven met het bijschrift 'beginstoffen'.

- 3p 3 Maak op de uitwerkbijlage de energiediagrammen voor een exotherme reactie af, door het plaatsen van energieniveaus met bijbehorende bijschriften, zodat duidelijk wordt wat de invloed van de katalysator is op het verloop van de reactie.

Bij de bereiding van MZA uit benzeen wordt uit 1,0 kg benzeen 1,0 kg MZA verkregen.

- 3p 4 Bereken het rendement van deze bereiding van MZA uit benzeen.

Een derde bereidingsproces van MZA is gebaseerd op de reactie van butaan en zuurstof uit de lucht. Bij deze reactie ontstaat behalve MZA uitsluitend water.

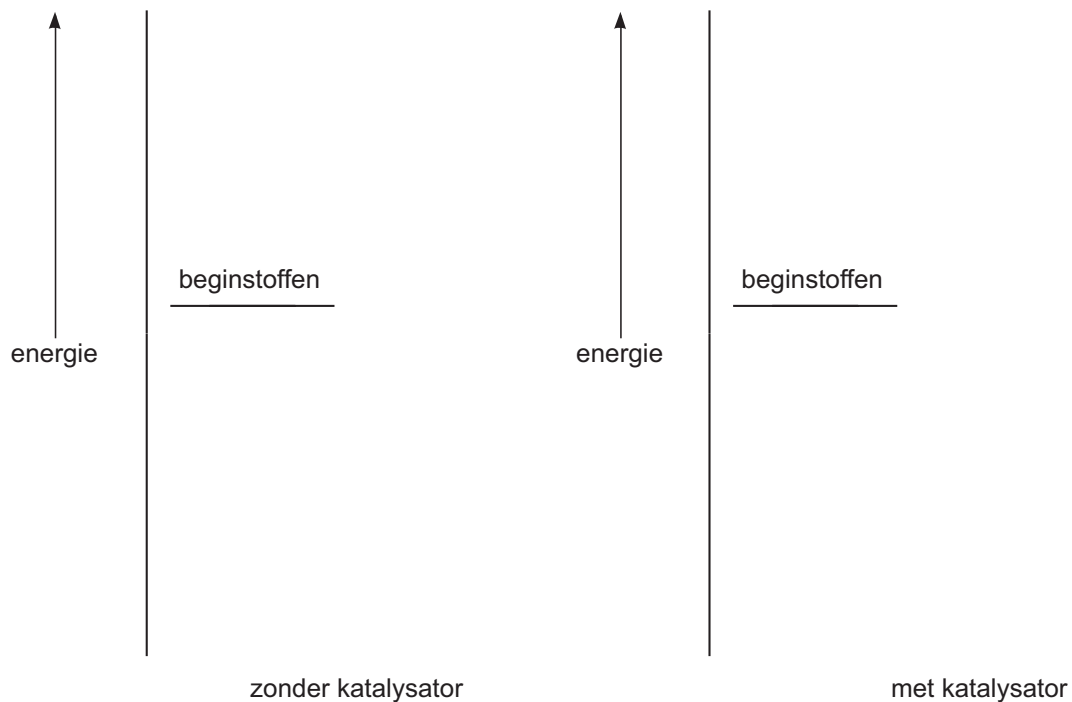
- 3p 5 Geef de reactievergelijking in molecuulformules van de vorming van MZA uit butaan en zuurstof.

Een onderneming die een fabriek voor de bereiding van MZA wil opzetten, heeft dus de keuze uit een aantal verschillende processen. De onderneming zal daarbij kiezen voor het proces dat het beste economische bedrijfsresultaat oplevert. Bij het maken van zo'n keuze spelen tal van factoren een rol, bijvoorbeeld: de prijs en de beschikbaarheid van grondstoffen, de energie die moet worden ingekocht, de benodigde technische voorzieningen en het rendement van het proces. Behalve deze factoren zullen ook factoren moeten worden onderzocht die meer met de chemie te maken hebben. Stel jij werkt bij een bedrijf dat aan deze onderneming advies moet uitbrengen over de keuze.

- 2p 6 Noem twee factoren die met chemie te maken hebben, die jij zou (laten) onderzoeken om tot een juiste keuze te komen.
- 2p 7 Geef bij elke door jou genoemde factor een argument waarom deze factor belangrijk is voor het keuzeproces.

Uitwerkbijlage bij vraag 3

vraag 3



Ammoniakmonitor

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) verzamelt via een landelijk meetnet gegevens over de concentraties van een aantal stoffen die in lucht voorkomen, bijvoorbeeld zwaveldioxide, ozon, stikstofoxiden en ammoniak. De concentratie van ammoniak wordt gemeten omdat deze stof bijdraagt aan de verzuring van het milieu.

- 2p **8** Geef aan hoe het komt dat ammoniak bijdraagt aan de verzuring van het milieu.

Op pagina 3 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort, staat een artikel dat gaat over de ontwikkeling van een meetinstrument voor ammoniak, een zogenoemde ammoniakmonitor. Deze monitor wordt inmiddels op ongeveer tien plaatsen, verspreid over Nederland, in het landelijke meetnet gebruikt. Lees het artikel en beantwoord vervolgens de vragen.

In het gedeelte met als kop "Zelf ontwikkelde monitor" wordt de werking van de ammoniakmonitor beschreven. De werking is gebaseerd op een drietal reacties die na elkaar verlopen.

- 3p **9** Geef de reactievergelijkingen van deze drie reacties.

In het artikel wordt het aantal liter lucht genoemd dat per minuut wordt ingeleid (regel 13). De aanvoer van de in het artikel genoemde vloeistoffen moet zodanig op deze luchtaanvoer zijn afgestemd dat ook bij hoge ammoniakconcentraties de monitor betrouwbare metingen doet.

- 4p **10** Bereken hoeveel mL NaHSO_4 oplossing tenminste per week nodig is. Neem als uitgangspunt voor de berekening het meetbereik waarbinnen de monitor betrouwbare meetresultaten oplevert.

- 2p **11** Geef de structuurformule van een kenmerkend fragment van de stof waarvan het membraan is gemaakt. Maak gebruik van Binas-tabel 103A (4° druk) of 66A (5° druk). Het fragment moet tenminste zes koolstofatomen bevatten en moet komen uit het midden van een molecuul van deze stof.

Een leerling vraagt zich na het lezen van dit artikel af, of het mogelijk is om een eenvoudiger versie voor een ammoniakmonitor te ontwerpen.

Hij stelt voor om gedestilleerd water door de denuder te leiden en het geleidingsvermogen van de uitstromende vloeistof te meten om zo de ammoniakconcentratie te bepalen.

De docent reageert hierop met de opmerking dat het natuurlijk te proberen valt, maar dat zo'n eenvoudiger monitor zeer waarschijnlijk geen betrouwbare meetresultaten met betrekking tot de ammoniakconcentratie zal geven. Zo zal het meetresultaat onbetrouwbaar zijn wanneer de lucht ook verontreinigd is met zwaveldioxide. Dat komt omdat opgelost zwaveldioxide het geleidingsvermogen ook beïnvloedt.

- 3p **12** Geef de vergelijking van de reactie die plaatsvindt wanneer zwaveldioxide in water oplost en leg aan de hand van die reactievergelijking uit dat zwaveldioxide het geleidingsvermogen beïnvloedt.

Bij het testen van de beschreven monitor heeft onder meer de invloed van de (omgevings)temperatuur op de betrouwbaarheid van de metingen een rol gespeeld.

Men heeft onderzoek gedaan in het temperatuurtraject van 10 °C tot 30 °C.

Uit dit onderzoek bleek dat er sprake is van een duidelijke temperatuurgevoeligheid van de meetresultaten.

- 2p **13** Noem twee aspecten van de werking van deze monitor die door de temperatuur worden beïnvloed.

- 2p **14** Beschrijf globaal hoe dit onderzoek naar de temperatuurafhankelijkheid van de meetresultaten kan zijn uitgevoerd.

Hydrogel

Dextraan is een polysaccharide dat door sommige bacteriesoorten wordt geproduceerd. De moleculen van dextraan bestaan uit aan elkaar gekoppelde glucose-eenheden. Uitgezonderd de glucose-eenheden aan de beide uiteinden van de dextraanmoleculen is elke glucose-eenheid gekoppeld aan twee andere glucose-eenheden. Er zijn dus geen vertakkingen in de dextraanstructuur aanwezig zoals in glycogeen. Een bepaalde dextraansoort heeft een gemiddelde molecuulmassa van $1,64 \cdot 10^4$ u.

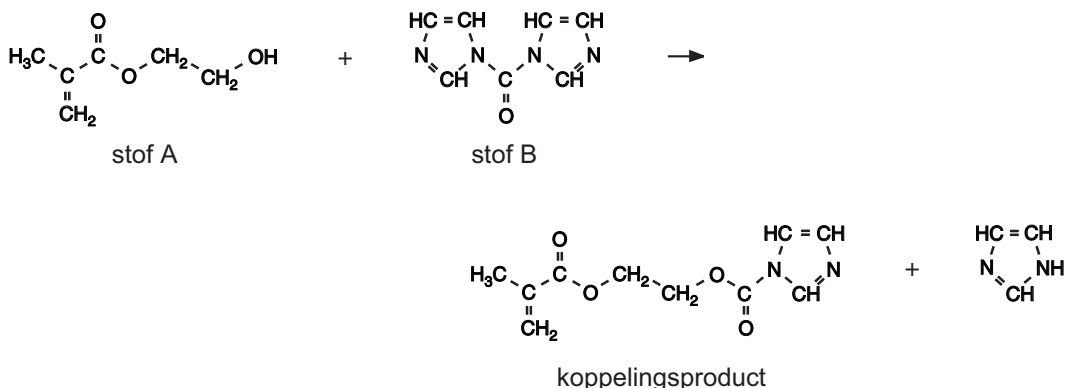
- 2p 15 Bereken het gemiddelde aantal glucose-eenheden in de moleculen van deze dextraansoort.

Dextraan wordt als beginstof gebruikt voor de synthese van een biologisch afbreekbaar polymeer. Daartoe brengt men op sommige plaatsen in de dextraanketens zijgroepen aan die een C=C binding bevatten. De structuurformule van een stof die daarvoor wordt gebruikt (stof A) staat afgebeeld op pagina 4 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort. Op grond van structuurkenmerken zijn koolstofverbindingen in een aantal klassen in te delen. Voorbeelden van zulke klassen zijn: verzadigde verbindingen, koolwaterstoffen, carboxzuren, etc. Stof A is op grond van zijn structuurkenmerken onder te brengen in meerdere klassen van koolstofverbindingen. Zo behoort stof A tot de alifatische (niet-aromatische) verbindingen en tot de verbindingen met een vertakt koolstofskelet.

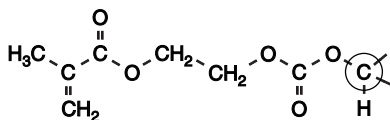
- 3p 16 Noem nog drie klassen van koolstofverbindingen waartoe stof A kan worden gerekend.

Het aanbrengen van de zijgroepen aan de dextraanketens is het resultaat van twee syntheseschappen. Eerst laat men stof A reageren met stof B volgens reactie 1:

reactie 1



Het koppelingsproduct dat in reactie 1 ontstaat, laat men vervolgens reageren met dextraan. Hieronder is weergegeven hoe de zijgroep vastzit aan een glucose-ring van de dextraanketen.



Het omcirkelde koolstofatoom (C) maakt deel uit van de glucose-ring.

Bij de reactie tussen stof A en stof B kan een nevenreactie optreden waarbij een ongewenst bijproduct C wordt gevormd. De structuurformule van dit ongewenste bijproduct staat eveneens afgebeeld op pagina 4 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort.

Om de vorming van dit ongewenste bijproduct zoveel mogelijk tegen te gaan, gebruikt men een overmaat van stof B.

- 2p 17 Geef aan hoe een molecuul van bijproduct C wordt gevormd en leg uit dat de vorming van bijproduct C wordt tegengegaan wanneer men overmaat van stof B gebruikt.

Door specifieke structuurkenmerken van de zijgroepen die aan de dextraanketens zijn aangebracht, is een polymerisatiereactie mogelijk. Deze polymerisatiereactie is zeer schematisch weergegeven in figuur 1 op pagina 4 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort. In deze figuur zijn de dextraanmoleculen weergegeven als aan elkaar gekoppelde zeshoekjes (glucose-eenheden) en de zijgroepen met C=C bindingen als \surd . Door polymerisatie ontstaat een netwerkpolymeer. Het netwerkpolymeer wordt een hydrogel genoemd vanwege de aanzienlijke hoeveelheid water die het kan opnemen. Wanneer tijdens de polymerisatie, die plaatsvindt in waterig milieu, het reactiemengsel stevig wordt geroerd, vormen zich zeer kleine zogenoemde microbolletjes van deze hydrogel.

De hoeveelheid water die deze microbolletjes kunnen opnemen, hangt af van het gemiddeld aantal zijgroepen dat per honderd glucose-eenheden aan dextraan is gekoppeld. Hoe groter dit aantal zijgroepen is, des te kleiner is de hoeveelheid water.

- 2p 18 Geef hiervoor twee mogelijke verklaringen.

Een veelbelovende toepassing van zulke microbolletjes is het gebruik als toedieningswijze voor bepaalde geneesmiddelen. Wanneer tijdens de polymerisatie ook het geneesmiddel in de oplossing aanwezig is, wordt dit ingesloten in de microbolletjes. Deze zouden door middel van een injectie op de gewenste plaats in het lichaam kunnen worden toegediend, waarna het geneesmiddel gedurende langere tijd op gecontroleerde wijze kan vrijkomen doordat de microbolletjes via geleidelijke hydrolyse langzaam uiteenvallen.

Bij de hydrolyse ontstaan uiteindelijk weer dextraanketens zonder zijgroepen. Verder ontstaan uitsluitend koolstofdioxide en polymeerketens van stof A. Deze hydrolyse is zeer schematisch weergegeven in figuur 2 op pagina 4 van het informatieboekje dat bij dit examen hoort.

In figuur 2 is met een pijl een fragment van zo'n polymeerketen van stof A aangeduid. Men kan zich indenken dat zo'n keten is ontstaan door additiepolymerisatie.

- 3p 19 Geef de structuurformule van een fragment uit het midden van zo'n polymeer. Het fragment moet uit drie monomeereenheden van stof A bestaan.

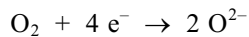
Om te bepalen hoeveel water door de microbolletjes (zonder geneesmiddel) kan worden opgenomen, worden ze eerst watervrij gemaakt. Vervolgens worden de watervrije microbolletjes in een oplossing van een blauwe kleurstof gebracht. De concentratie van de blauwe kleurstof in deze oplossing is bekend. De moleculen van deze kleurstof zijn zo groot dat ze niet via de poriën van de bolletjes naar binnen kunnen. De watermoleculen zijn klein genoeg om wel in de bolletjes te worden opgenomen. Daardoor stijgt de concentratie van de blauwe kleurstof in de oplossing. Wanneer de microbolletjes geen water meer opnemen, wordt van de overgebleven blauwgekleurde oplossing de concentratie van de blauwe kleurstof bepaald.

Bij zo'n bepaling werd aan 40 mg watervrije microbolletjes 400 μL oplossing van de blauwe kleurstof met een concentratie van $3,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ toegevoegd. Toen de microbolletjes geen water meer opnemen, was de concentratie van de blauwe kleurstof in de oplossing gestegen tot $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$.

- 3p 20 Bereken hoeveel mg water door de microbolletjes is opgenomen. Neem daarbij aan dat 1,0 μL water een massa heeft van 1,0 mg.

Akatalasemie

Tijdens verbrandingsprocessen in het lichaam worden zuurstofmoleculen, door het opnemen van elektronen (e^-), omgezet tot O^{2-} ionen. Deze O^{2-} ionen reageren vervolgens met H^+ ionen tot watermoleculen:



Beide omzettingen worden gekatalyseerd door enzymen.

Tijdens verbrandingsprocessen in het lichaam kunnen zuurstofmoleculen ook op een andere manier elektronen opnemen. Er worden dan O_2^{2-} ionen gevormd, die vervolgens doorreageren tot H_2O_2 moleculen.

- 3p **21** Geef de omzetting van O_2 tot H_2O_2 op eenzelfde wijze weer als hierboven is gedaan voor de omzetting van O_2 tot H_2O .

- 2p **22** Wordt de omzetting van O_2 tot O^{2-} door hetzelfde enzym gekatalyseerd als de omzetting van O_2 tot O_2^{2-} ? Geef een verklaring voor je antwoord.

In lichaamscellen moet de concentratie van waterstofperoxide zo laag mogelijk blijven omdat het met allerlei moleculen in de cel kan reageren. Daarom is in alle cellen een enzym, katalase, aanwezig dat de omzetting katalyseert van waterstofperoxide tot water en zuurstof: $2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$

De omzetting van waterstofperoxide tot water en zuurstof onder invloed van katalase verloopt in twee stappen. In de eerste reactiestap bindt een molecuul katalase een zuurstofatoom dat wordt onttrokken aan een waterstofperoxidemolecuul.

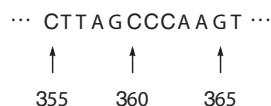
- 4p **23** Geef van de omzetting van waterstofperoxide onder invloed van katalase de twee reactiestappen in vergelijkingen weer. Geef hierin katalase weer met 'Enzym' en een katalasemolecuul waaraan een zuurstofatoom is gebonden met 'O – Enzym'.

Sommige mensen hebben geen of te weinig katalase. Men spreekt van akatalasemie. Bij een 72-jarige akatalasemie-patiënt uit Japan heeft men vastgesteld dat bij hem deze afwijking een genetische oorsprong heeft. In zijn DNA blijkt in het gen dat codeert voor de vorming van katalase het basenpaar te ontbreken dat in het gen voor normaal katalase op plaats 358 staat. Het gevolg is dat vanaf het 120^{ste} aminozuur de aminozuurketen van het eiwit dat zich dan vormt, verschilt van de aminozuurketen van normaal katalase.

In de aminozuurketen van normaal katalase is het 119^{de} aminozuur glutaminezuur (Glu) en het 120^{ste} aminozuur serine (Ser).

- 3p **24** Geef het fragment ~ Glu – Ser ~ van de aminozuurketen van normaal katalase in een structuurformule weer.

DNA is opgebouwd uit twee ketens (strengen). De ene streng (matrijsstreng) wordt bij de eiwitsynthese afgelezen, waarbij het messenger-RNA (mRNA) wordt gevormd. Hieronder is van de matrijsstreng van het gen dat codeert voor de vorming van normaal katalase een deel van de basenvolgorde vanaf plaats 355 weergegeven:



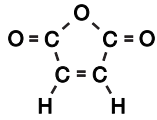
De code voor het 119^{de} aminozuur van de keten van katalase begint bij de 355^{ste} base van het gen dat codeert voor de vorming van katalase.

- 3p **25** Geef de basenvolgorde van het fragment in het mRNA dat van het hierboven weergegeven DNA-fragment wordt afgelezen.

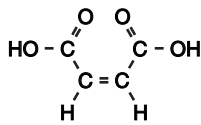
- 2p **26** Leid met behulp van gegevens uit deze opgave betreffende het DNA van de akatalasemie-patiënt en gegevens uit Binas-tabel 70E af welk aminozuur zich op plaats 120 in de aminozuurketen van de akatalasemie-patiënt bevindt.

■ MZA

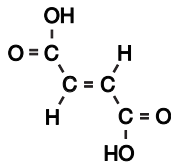
Structuurformule van MZA:



Structuurformule van stof I:



Structuurformule van de stereo-isomeer van stof I:



Ammoniakmonitor

artikel

RIVM BREIDT MEETNET UIT MET AMMONIAKMONITOR

Het RIVM zal begin volgend jaar het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) uitbreiden met een ammoniakmonitor. Al jarenlang meet het RIVM op systematische wijze de Nederlandse luchtkwaliteit. Tot voor kort ontbrak ammoniak in het analysepakket. Aangezien ammoniak in Nederland de helft van de totale zure depositie voor zijn rekening neemt, werd het gebrek aan systematische ammoniakmetingen als een steeds groter gemis ervaren. Een Nederlandse vinding opent de weg voor automatische meting van ammoniak in de buitenlucht.

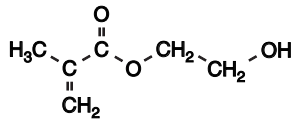
Zelf ontwikkelde monitor De door onderzoekers van ECN en RIVM ontwikkelde ammoniakmonitor is opgebouwd rond een zogenoemde 'continuous flow wet denuder', een apparaat dat bestaat uit twee in elkaar passende cilinders die in tegengestelde richting draaien. Tussen de wanden van beide cilinders bevindt zich een dunne film absorptievloeistof. De te meten lucht stroomt met een snelheid van 30 L min^{-1} langs de absorptievloeistof ($0,1 \text{ M NaHSO}_4$). De in de lucht aanwezige ammoniakmoleculen worden na absorptie omgezet in ammoniumionen. Voortdurend stroomt een klein beetje van deze vloeistof uit de 'denuder'. Tegelijkertijd stroomt verse absorptievloeistof de denuder in om het verlies aan te vullen. Door toevoeging van verdunde natronloog reageert het ammonium weer tot ammoniakgas. Het opgeloste ammoniakgas passeert een teflonmembraan. Aan de andere kant van het membraan stroomt gedestilleerd water, waarin het ammoniakgas weer oplost in de vorm van ammoniumionen. Dit ammoniumhoudende vloeistofstroompje passeert tenslotte een detector voor meting van het geleidingsvermogen. Het signaal uit deze detector is een directe maat voor de ammoniakconcentratie in de aangezogen lucht. De monitor is op die manier in staat om elke minuut een meetresultaat te produceren.

Proef draaien Vanaf augustus 1992 is de ammoniakmonitor opgenomen in een interim meetnet. Dit meetnet bestaat uit acht locaties die ook deel uitmaken van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. De locaties zijn zodanig gekozen dat ze de gehele range aan ammoniakconcentraties bestrijken, variërend van achtergrondniveau tot emissieniveau. De specificaties van de monitor blijken ruimschoots toereikend om onder alle omstandigheden betrouwbaar te kunnen meten. In de periode augustus 1992 tot juli 1993 bedroeg de laagst gemeten gemiddelde ammoniakconcentratie $2,4 \mu\text{g m}^{-3}$. Dit is nog altijd een factor 100 hoger dan de detectielimiet van de monitor. In dezelfde periode werd de hoogste meetwaarde opgetekend in Lunteren: $428 \mu\text{g m}^{-3}$. Deze uitschieter valt nog binnen het lineaire gebied van de monitor ($<500 \mu\text{g m}^{-3}$). Op alle meetlocaties werden de hoogste ammoniakconcentraties gemeten in de maanden september en maart: de periode waarbij de meeste mest over het land wordt verspreid. Door de hoge meetfrequentie (1 meting per minuut) zijn de dagelijkse variaties in ammoniakconcentratie zeer nauwkeurig te bepalen.

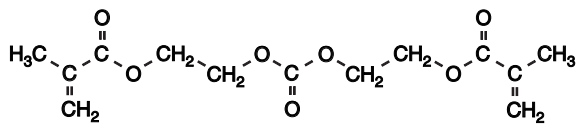
naar: Chemisch Magazine

Hydrogel

Structuurformule van stof A:

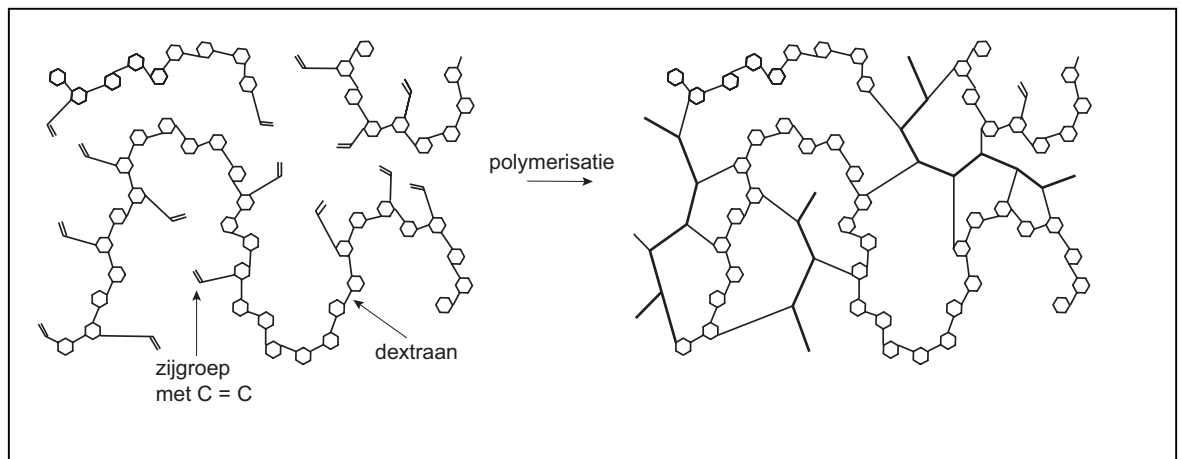


Structuurformule van bijproduct C:



Schematische weergave van de polymerisatie:

figuur 1



Schematische weergave van de hydrolyse:

figuur 2

