

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.

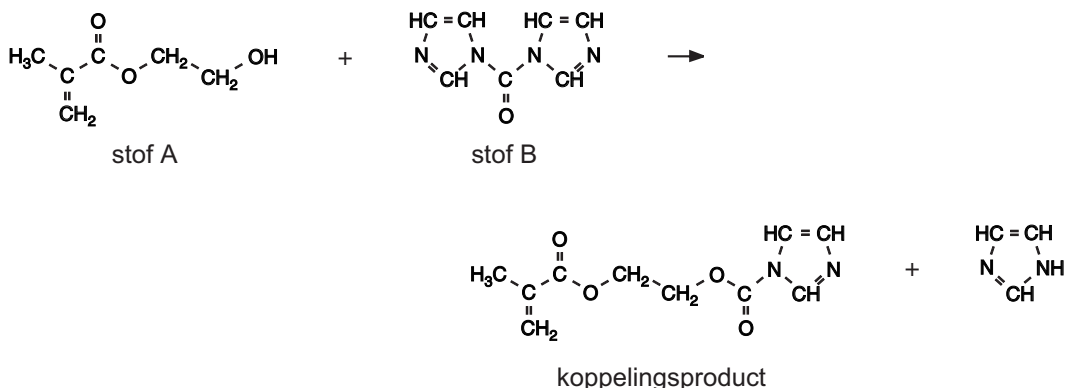
- 2p 15 Bereken het gemiddelde aantal glucose-eenheden in de moleculen van deze dextraansoort.

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.

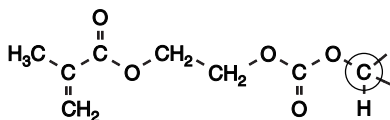
- 3p 16 Noem nog drie klassen van koolstofverbindingen waartoe stof A kan worden gerekend.

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.

Eindexamen scheikunde 1 vwo 2006-I

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.

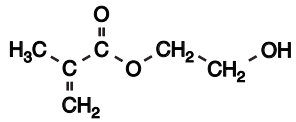
Om te bepalen hoeveel water door de microbolletjes (zonder geneesmiddel) kan worden opgenomen, worden ze eerst watervrij gemaakt. Vervolgens worden de watervrije microbolletjes in een oplossing van een blauwe kleurstof gebracht. De concentratie van de blauwe kleurstof in deze oplossing is bekend. De 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 $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$.

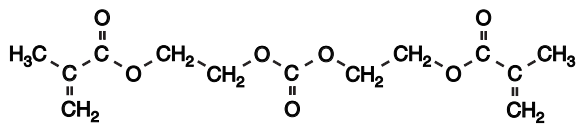
- 3p 20 Bereken hoeveel mg water door de microbolletjes is opgenomen. Neem daarbij aan dat 1,0 μL water een massa heeft van 1,0 mg.

Hydrogel

Structuurformule van stof A:

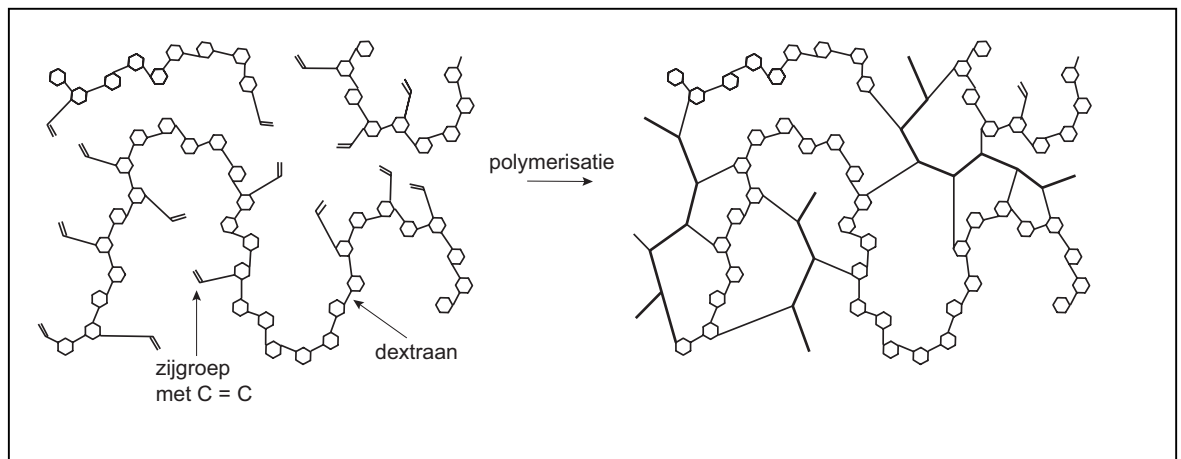


Structuurformule van bijproduct C:



Schematische weergave van de polymerisatie:

figuur 1



Schematische weergave van de hydrolyse:

figuur 2

