

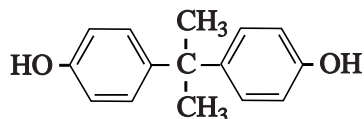
Grensvlakpolymerisatie

De kunststof lexaan wordt toegepast als coating van CD's en bijvoorbeeld als materiaal voor het venster in skibrillen. Lexaan is een zogeheten polycarbonaat. Lexaan wordt gemaakt uit twee monomeren. Eén van de monomeren van lexaan is het gas fosgeen (COCl_2). Fosgeen is een zeer giftig zenuwgas en wordt daarom niet in grote hoeveelheden opgeslagen voor gebruik, maar ter plekke gemaakt uit chloor en koolstofmonoöxide. In de uitwerkbijlage die bij deze opgave hoort, is een vereenvoudigd en onvolledig blokschema voor de productie van lexaan weergegeven. In reactor 1 (R1) laat men een overmaat koolstofmonoöxide reageren met chloor. Het chloor reageert hierbij volledig.

- 2p 1 Leg aan de hand van het blokschema op de uitwerkbijlage uit of de vorming van fosgeen uit koolstofmonoöxide en chloor exotherm of endotherm is.

Het gevormde fosgeen wordt vervolgens gescheiden van de overmaat koolstofmonoöxide in scheidingsruimte S1. Fosgeen wordt van onder in reactor R2 geleid. R2 bevat twee vloeistoffen die niet met elkaar mengen. De bovenste laag is natronloog. De onderste laag bevat dichloormethaan (CH_2Cl_2).

Behalve fosgeen wordt als grondstof voor lexaan bisfenol-A gebruikt, waarvan de structuurformule hieronder is weergegeven.

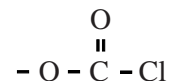


Bisfenol-A wordt boven in R2 gebracht. Bisfenol-A reageert in de molverhouding 1 : 2 volgens een zuurbase reactie met het aanwezige natronloog tot bisfenolaationen. Bisfenol-A reageert hierbij op vergelijkbare wijze als benzenol.

- 3p 2 Geef de vergelijking van de reactie tussen bisfenol-A en natronloog. Gebruik structuurformules voor de organische deeltjes.

In de onderste laag is tetrabutylammoniumchloride aanwezig, een stof die schematisch kan worden weergegeven met de formule $\text{Bu}_4\text{N}^+\text{Cl}^-$.

De polymerisatie verloopt als volgt: aan het grensvlak tussen beide lagen bindt elk bisfenolaation twee Bu_4N^+ ionen. Het zo ontstane deeltje is goed oplosbaar in dichloormethaan. In de dichloormethaanlaag reageert dit deeltje met twee moleculen fosgeen. Hierbij ontstaan chloride-ionen en een molecuul met aan beide uiteinden een groep, zoals hiernaast is weergegeven.



De twee Bu_4N^+ ionen komen hierbij weer vrij.

Het deeltje dat ontstaat als een bisfenolaation met twee moleculen fosgeen heeft gereageerd, kan aan beide uiteinden met bisfenolaationen reageren. In deze reactie ontstaan ook chloride-ionen. Het molecuul dat hierbij ontstaat, reageert weer aan weerszijden met fosgeen. Dit patroon herhaalt zich vele malen en zo ontstaat uiteindelijk het polymeer.

- 3p **3** Geef van lexaan een gedeelte uit het midden van een polymeermolecuul in structuurformule weer. Dit gedeelte dient te bestaan uit twee monomeereenheden fosgeen en twee monomeereenheden bisfenol-A.

Voor bepaalde toepassingen wordt een variant van het polymeer lexaan geproduceerd. Als aan R2 een bepaald percentage 1,3,5-benzeentriol wordt toegevoegd, ontstaat een netwerkpolymeer.

- 2p **4** Leg uit dat een netwerkpolymeer zal ontstaan als 1,3,5-benzeentriol in R2 wordt toegevoegd.

In scheidingsruimte S2 wordt het mengsel afkomstig van R2 gewassen met water. Hierbij worden het overgebleven bisfenol-A, natronloog en tetrabutylammoniumchloride afgescheiden van het lexaan en dichloormethaan. In S3 wordt lexaan ten slotte gescheiden van dichloormethaan. De overige stoffen afkomstig uit S2 worden opgeslagen.

- 4p **5** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet.
- Noteer ontbrekende pijlen en ontbrekende stoffen bij de pijlen. Houd daarbij rekening met hergebruik van stoffen. Hergebruik van de uit S2 afkomstige overige stoffen hoeft niet te worden aangegeven.
 - Bij de stofstroom aangeduid met een * hoef je niets in te vullen.
 - Geef de stofstromen in het schema weer met de volgende cijfers:
- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1 bisfenol-A / bisfenolaat | 6 lexaan |
| 2 chloor | 7 natronloog |
| 3 dichloormethaan | 8 tetrabutylammoniumchloride |
| 4 fosgeen | 9 water |
| 5 koolstofmonoïoxide | 10 opgelost NaCl |
- Cijfers voor de verschillende stofstromen kunnen meerdere malen voorkomen.

uitwerkbijlage

5

