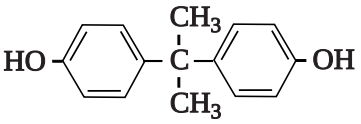
Grensvlakpolymerisatie

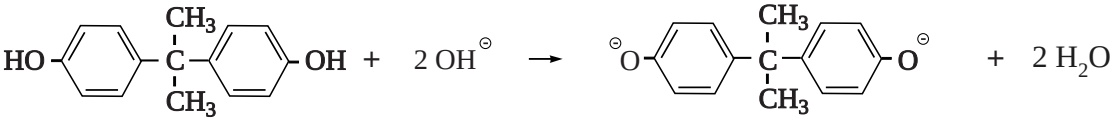
De kunststof lexaan wordt toegepast als coating van cd's en bijvoorbeeld als materiaal voor het venster in skibrillen. Lexaan is een zogeheten polycarbonaat. Lexaan wordt gemaakt uit twee monomeren. Eén van de monomeren van lexaan is het gas fosgeen ($COCl_2$). Fosgeen is een zeer giftig zenuwgas en 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** Laat met een berekening zien of R1 moet worden verwarmd of gekoeld.
De vormingswarmte van fosgeen bedraagt $-2{,}23 \cdot 10^5$ J mol^{-1}.

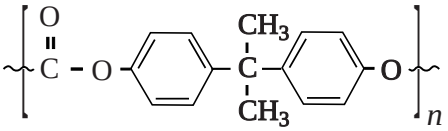
Het gevormde fosgeen wordt vervolgens gescheiden van de overmaat koolstofmonoöxide in scheidingsruimte S1. Fosgeen wordt onderin reactor R2 geleid. R2 bevat twee vloeistoffen die niet met elkaar mengen. De bovenste laag is natronloog. De onderste laag bevat dichloormethaan (CH_2Cl_2).
Behalve fosgeen wordt als grondstof voor lexaan bisfenol-A gebruikt, waarvan de structuurformule hieronder is weergegeven.



Bisfenol-A wordt bovenin R2 gebracht. Bisfenol-A reageert met het aanwezige natronloog tot bisfenolaationen, zoals hieronder is weergegeven.



De bisfenolaationen reageren vervolgens aan het grensvlak van beide vloeistoffen met fosgeen tot lexaan. Hieronder is een gedeelte van een polymeerketen van lexaan weergegeven.



De atoomefficiëntie, ook wel atoomeconomie genoemd, van de vorming van lexaan uit de grondstoffen, kan worden berekend op basis van de reacties die in R2 verlopen. Hierbij is onder andere de molecuulformule van de repeterende eenheid van lexaan nodig.

3p **2** Geef de beide reacties die verlopen in R2 in één vergelijking weer. Gebruik molecuulformules voor de organische stoffen.

2p **3** Bereken de atoomefficiëntie van de vorming van lexaan in R2. De molaire massa van bisfenol-A bedraagt 228,3 g mol^{-1}.

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.

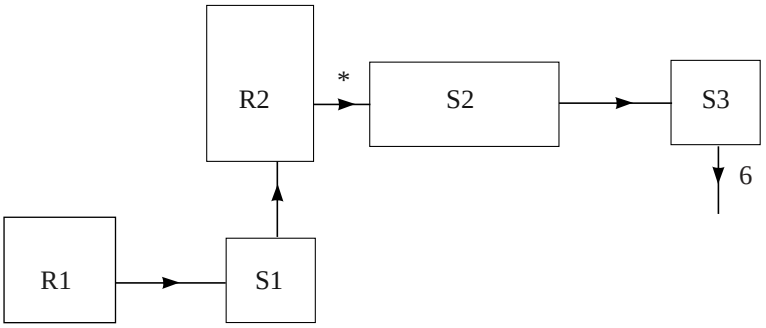
In scheidingsruimte S2 wordt het mengsel afkomstig van R2 gewassen met water. Hierbij worden het overgebleven bisfenol-A en natronloog afgescheiden van het lexaan en dichloormethaan. In S3 wordt lexaan ten slotte gescheiden van dichloormethaan. De overige stoffen afkomstig uit S2 worden opgeslagen.

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	water
4	fosgeen	9	opgelost natriumchloride
5	koolstofmonooxide		

- Cijfers voor de verschillende stofstromen kunnen meerdere malen voorkomen.

uitwerkbijlage

5