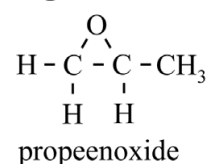


De productie van propenoxide

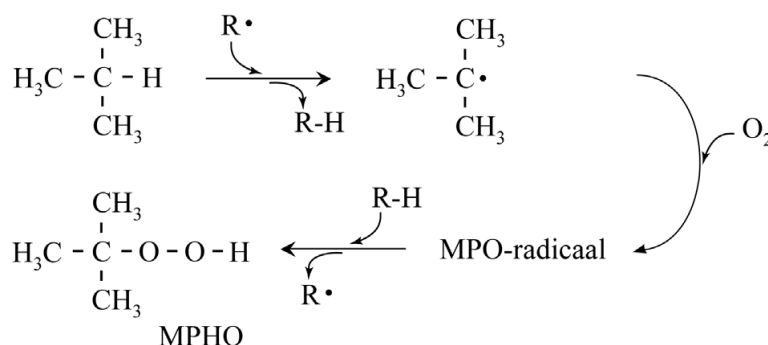
Propenoxide (figuur 1) wordt onder andere gebruikt als grondstof voor de productie van koelmiddelen. Op de uitwerkbijlage bij vraag 24 is het blokschema van een veelgebruikte productiemethode van propenoxide onvolledig weergegeven.

figuur 1



De productie start in reactor 1 (R1) met de reactie van 2-methylpropan met lucht. Hierbij wordt de stof MPHO gevormd. In figuur 2 is een deel van het mechanisme van deze reactie weergegeven.

figuur 2



In het mechanisme komt het MPO-radicaal voor. De structuurformule van dit deeltje is niet weergegeven in figuur 2.

- 2p 19 Teken de lewisstructuur van het MPO-radicaal.

In R1 wordt behalve MPHO ook 2-methylpropan-2-ol gevormd. Tevens ontstaan hier de belangrijkste nevenproducten propanon en water. Het reactiemengsel afkomstig uit R1 bevat geen zuurstof meer. Het mengsel wordt in scheidingsruimte 1 (S1) gedestilleerd. De gasstroom die S1 verlaat, bevat stikstof, propanon en 2-methylpropan. De andere stroom is vloeibaar en bevat MPHO, 2-methylpropan-2-ol en water. Het kookpunt van MPHO is hoger dan dat van 2-methylpropan-2-ol.

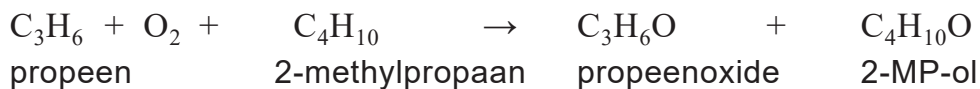
- 2p 20 Geef aan tussen welke temperatuurgrenzen het mengsel afkomstig uit R1 moet worden gedestilleerd. Gebruik in je antwoord gegevens uit je informatieboek.

De gasstroom vanuit S1 met stikstof, propanon en 2-methylpropaan wordt naar een koeler geleid. Het propanon wordt vanuit de koeler afgevoerd als afval. De rest van de gasstroom wordt van de koeler teruggevoerd naar R1. Het is noodzakelijk om een deel van de gasstroom die van de koeler naar R1 gaat, af te voeren als afvalstroom.

- 2p 21 Leg uit dat een deel van deze gasstroom moet worden afgevoerd.

De vloeistofstroom afkomstig uit S1 wordt doorgevoerd naar reactor 2 (R2). In R2 wordt propeen toegevoegd. MPHO en propeen worden in R2 volledig omgezet tot propeenoxide en (extra) 2-methylpropaan-2-ol (vanaf nu 2-MP-ol). De totaalreactie van het proces in R1 en R2 is hieronder gegeven.

totaalreactie



De grondstoffen zijn in dit proces zo gekozen, dat niet alleen propeenoxide maar ook het bijproduct 2-MP-ol kan worden verkocht. Bij de gelijktijdige vorming van $1,0 \cdot 10^3$ mol propeenoxide en $1,0 \cdot 10^3$ mol 2-MP-ol ontstaat 7,80 kg afval. Dit afval bestaat uit de afvalstroom vanuit de koeler en vervuild proceswater.

- 4p 22 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef aan wat de atomeconomie van de totaalreactie is.
 - Bereken de E-factor van het totale proces.

Water, 2-MP-ol en propeenoxide afkomstig uit R2 zijn volledig mengbaar. In scheidingsruimte 2 (S2) worden deze stoffen door gefractioneerde destillatie gescheiden in drie afzonderlijke stromen. Dat propeenoxide volledig mengbaar is met water, kan onder andere worden verklaard uit de afwijkende bindingshoeken rondom het O-atoom.

- 2p 23 Voer de volgende opdrachten uit:
- Leg uit hoe groot de verwachte bindingshoek C-O-C in een molecuul propeenoxide is volgens de VSEPR-theorie.
 - Leg uit, met behulp van figuur 1, hoe groot de bindingshoek C-O-C in het molecuul propeenoxide is.

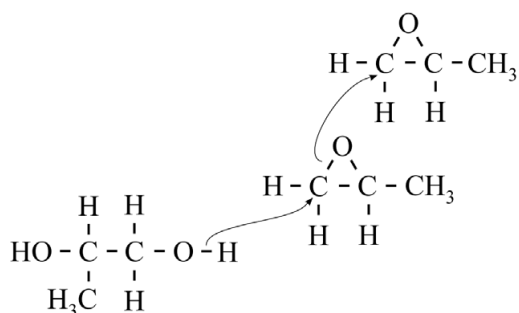
In het blokschema ontbreken S2 en enkele stofstromen.

- 4p 24 Maak op de uitwerkbijlage het blokschema compleet.
- Teken S2.
 - Teken ontbrekende pijlen en noteer ontbrekende stoffen bij alle pijlen. Houd hierbij rekening met hergebruik van stoffen.
 - Bij stofstromen aangeduid met een * hoef je niets aan te geven.

Het eindproduct propreenoxide kan vervolgens worden omgezet tot het polymeer PPG. Een keten van PPG wordt in enkele stappen gevormd:
 stap 1 reactie van propreenoxide met water tot propaan-1,2-diol
 stap 2 reactie van propaan-1,2-diol met n moleculen propreenoxide
 stap 3 terminatie

Het mechanisme van stap 2 is in figuur 3 weergegeven.

figuur 3



- 3p **25** Teken de structuurformule van een fragment uit het midden van een molecuul van het ontstane polymeer. Dit gedeelte moet zijn ontstaan uit drie moleculen propreenoxide.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.