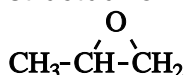
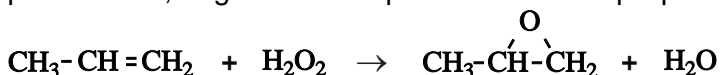


Epoxypropaan

1,2-Epoxypropaan is een belangrijke grondstof voor verschillende soorten polymeren. Het is een cyclische koolstofverbinding met de volgende structuurformule:



Een recent ontwikkelde methode om op industriële schaal 1,2-epoxypropaan te produceren, is gebaseerd op de reactie van propene met waterstofperoxide:



De reactiewarmte van deze reactie bedraagt
 $-2,09 \cdot 10^5$ J per mol 1,2-epoxypropaan (298 K, $p = p_0$).

- 4p **7** Bereken onder andere met behulp van gegevens uit Binas-tabel 57 de vormingswarmte van 1,2-epoxypropaan in J per mol. Neem aan dat het gevormde water vloeibaar is.

valt buiten de
examenstof

Bij deze methode reageren propene en waterstofperoxide in aanwezigheid van een vaste katalysator. Als oplosmiddel dient methanol. De katalysator lost niet op in methanol en blijft in de reactor achter.

Methanol doet niet alleen dienst als oplosmiddel; de stof heeft in het proces ook nog een andere functie. Om een volledige omzetting van propene te bereiken, moet waterstofperoxide in overmaat worden gebruikt. Deze zeer reactieve stof levert bij verdere bewerking van reactiemengsels veelal problemen op. Om deze problemen te vermijden, moet de overmaat waterstofperoxide volledig worden omgezet. Dat kan door de aanwezigheid van methanol. Tijdens het proces zet het niet-verbruikte waterstofperoxide een deel van de methanol om tot een stof X. Deze stof X reageert vervolgens met overgebleven methanol. Bij deze reactie ontstaat uiteindelijk onder andere methylmethanoaat.

Op de uitwerkbijlage bij deze opgave is de vergelijking van de laatste reactie onvolledig weergegeven. Deze laatste reactie is een reactie tussen twee stoffen.

- 2p **8** Maak de reactievergelijking op de uitwerkbijlage af. Zet daarin boven 'stof X' de structuurformule van stof X.
- 2p **9** Leg uit dat methanol kan worden omgezet tot stof X. Vermeld in je uitleg ook tot welke soort stoffen waterstofperoxide bij deze omzetting moet worden gerekend.

Na de reactie van propene met waterstofperoxide volgt een serie destillaties. In de eerste destillatieruimte wordt 1,2-epoxypropaan uit het reactiemengsel afgescheiden.

In de tweede destillatieruimte wordt het bijproduct water afgescheiden. Tegelijkertijd vinden hierin de reacties plaats waarbij het niet-verbruikte waterstofperoxide wordt omgezet en methylmethanoaat wordt gevormd.

Tenslotte worden in de derde destillatieruimte methanol en methylmethanoaat gescheiden. Methanol wordt hergebruikt in het proces.

Doordat een gedeelte van het oplosmiddel methanol wordt omgezet tot methylmethanoaat moet bij dit continue proces dus ook voortdurend methanol worden toegevoerd.

Het hiervoor beschreven continue proces voor de bereiding van 1,2-epoxypropan kan in een blokschema worden weergegeven. Op de uitwerkbijlage bij deze opgave is het gedeelte van dit continue proces weergegeven tot en met de afscheiding van het 1,2-epoxypropan.

- 4p **10** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet door het plaatsen van nog twee blokken voor destillatieruimte 2 en destillatieruimte 3 en lijnen met pijlen voor de daarbij behorende stofstromen.
- Zet bij de pijlen die de blokken verlaten de naam van de desbetreffende stof.
 - Zet bij de stofstroom van de reactor naar destillatie 1 en bij de stofstromen tussen de destillatieblokken geen namen van stoffen.
 - Ga ervan uit dat in het proces behalve 1,2-epoxypropan geen andere stoffen dan water en methylmethanoaat worden gevormd.

In een bepaalde uitvoering van dit continue proces reageert 90 procent van het waterstofperoxide met propeen dat hierbij volledig wordt omgezet. De overmaat waterstofperoxide wordt door de reactie met methanol volledig omgezet. Per mol methylmethanoaat die hierbij ontstaat, reageren twee mol waterstofperoxide en twee mol methanol.

- 3p **11** Bereken hoeveel ton methanol wordt verbruikt bij de productie van $5,0 \cdot 10^3$ ton 1,2-epoxypropan volgens bovenstaand proces. Een ton is 10^3 kg.

uitwerkbijlage

8



10

