

## Bijspijkerprogramma havo scheikunde onderdeel 29 blokschema's en industrie

### Leerdoelen

- Je kunt uitleggen wat een batchproces is en wat een continu proces is.
- Je kunt een blokschema tekenen/aanvullen van een proces dat in woorden is omschreven.
- Je kunt in een blokschema aangeven hoe je stoffen kunt recirculeren en hoe je kunt zien of een stof in overmaat is.

Let erop dat je de beginstoffen van een reactie bij ingaande pijlen hebt en het reactieproduct bij uitgaande pijlen. Omdat je stoffen zo veel mogelijk recirculeert, heb je (bijna) nooit dat dezelfde stof ergens het systeem in gaat en ergens anders het systeem uit gaat.

Bij een continu proces vindt constante aanvoer en afvoer van stoffen plaats. Dan teken je een blokschema van de fabriek die al op gang is, dus niet het opstarten van het proces.

Bij een batchproces wordt de reactor steeds met een nieuw portie beginstoffen gevuld.

### [Uitlegfilmpje](#)



### [Voorbeeldexamenopgave](#)

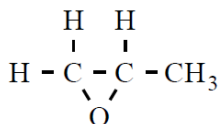


### [nog een examenopgave](#)



### Opgaven

Propeenoxide is een belangrijke grondstof voor onder andere de productie van een aantal kunststoffen. Propeenoxide is een koolstofverbinding met de volgende structuurformule.

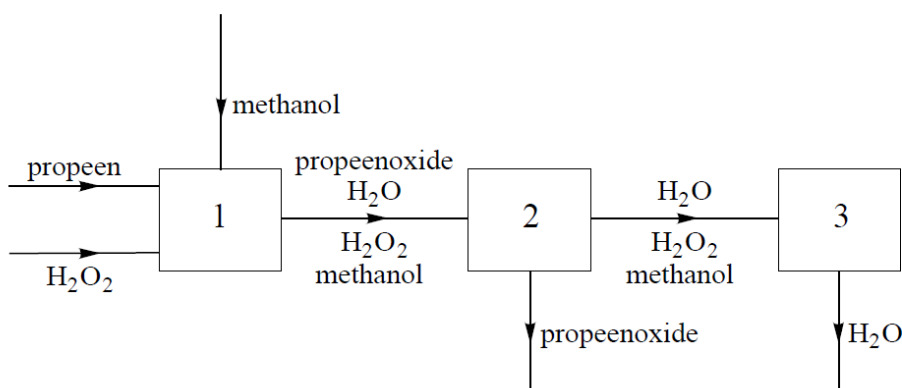


Er bestaan verschillende isomeren van proppeenoxide.

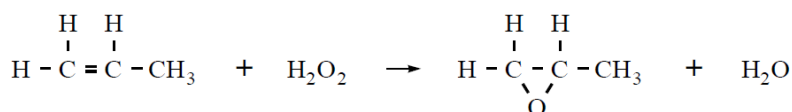
- 1 Geef de structuurformule van een isomeer van proppeenoxide die behoort tot de alcoholen en waarvan de moleculen een dubbele binding bevatten.

Hieronder is een gedeelte van het blokschema weergegeven van een nieuw ontwikkeld proces om op industriële schaal propeenoxide te produceren.

### blokschema 1



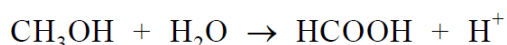
In ruimte 1 reageert propeen met waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), waarbij methanol als oplosmiddel wordt gebruikt. Deze reactie verloopt in aanwezigheid van een katalysator. Waterstofperoxide wordt in overmaat in ruimte 1 ingevoerd zodat alle propeen wordt omgezet. Hieronder is de vergelijking weergegeven van de reactie die in ruimte 1 plaatsvindt.



In een fabriek reageert bij het bovenbeschreven productieproces 90 procent van het toegevoerde waterstofperoxide in ruimte 1. De overige 10 procent van het waterstofperoxide reageert in ruimte 3. Hierbij ontstaat geen propeenoxide.

- 2 Bereken hoeveel ton waterstofperoxide tenminste nodig is voor de jaarproductie van  $3,0 \cdot 10^5$  ton ( $1,0 \text{ ton} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$ ) propeenoxide volgens het bovenbeschreven proces.

Uit het mengsel dat in ruimte 1 ontstaat, wordt via een eerste destillatie, in ruimte 2, propeenoxide afgescheiden. Tijdens een tweede destillatie, in ruimte 3, zijn de omstandigheden zodanig dat er ook twee reacties plaatsvinden. Eerst reageert het overgebleven waterstofperoxide met een deel van de methanol. Bij deze redoxreactie ontstaan water en methaanzuur. De halfreactie van de reductor is hieronder gedeeltelijk weergegeven:



In de vergelijking van deze halfreactie zijn  $e^-$  en de coëfficiënten weggelaten.

- 3 Neem de vergelijking over, zet  $e^-$  aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

Na de eerste reactie reageert het gevormde methaanzuur in ruimte 3 met een deel van de methanol tot een stof waarvan in de moleculen een esterbinding voorkomt. Deze stof wordt een ester genoemd.

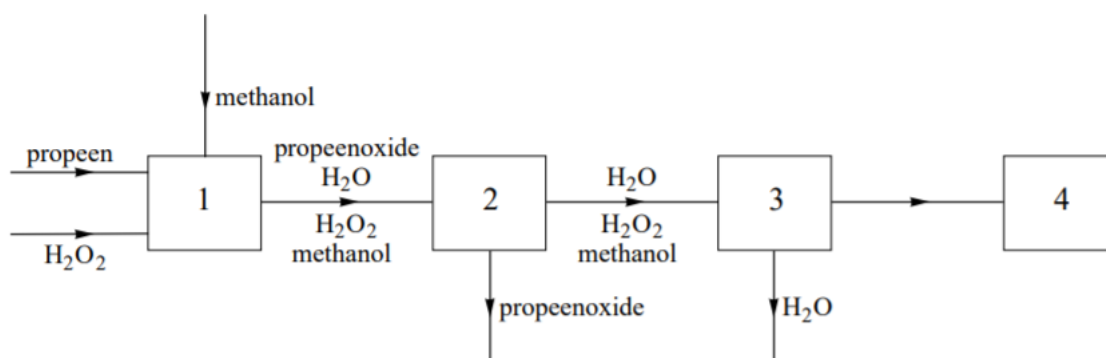
- 4 Geef de structuurformule van de ester die in ruimte 3 wordt gevormd.

In ruimte 3 wordt water afgescheiden van het mengsel van methanol en de gevormde ester. In een laatste destillatie worden methanol en de ester van elkaar gescheiden. De ester wordt afgevoerd en de methanol wordt opnieuw gebruikt in het productieproces. Hoewel de methanol opnieuw wordt gebruikt, moet toch voortdurend nieuwe methanol worden toegevoerd.

- 5 Geef aan waarom voortdurend nieuwe methanol aan het productieproces moet worden toegevoerd.

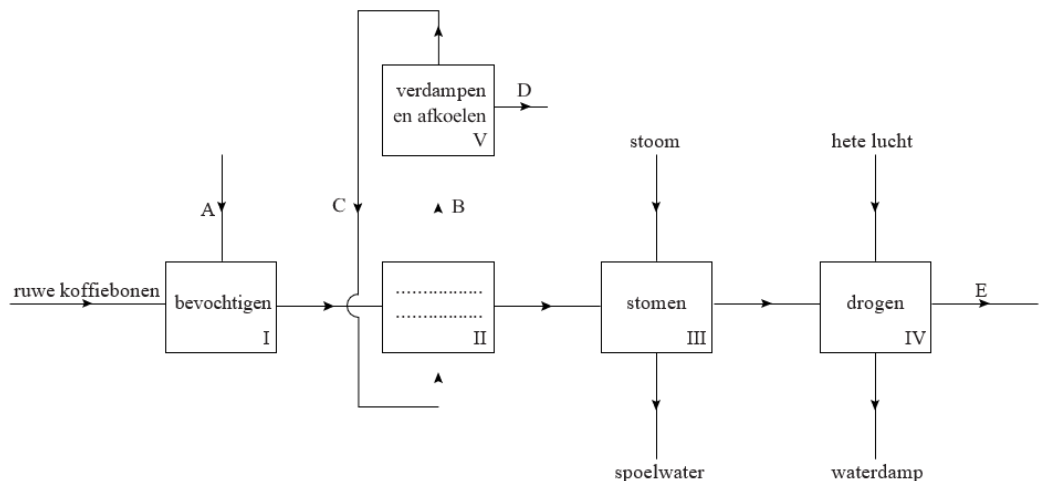
De ruimte waarin de destillatie van het mengsel van methanol en de ester plaatsvindt, is niet in blokschema 1 opgenomen. Op de uitwerkbijlage bij dit examen is blokschema 1 uitgebreid met ruimte 4 waarin deze laatste destillatie plaatsvindt. Het blokschema op de uitwerkbijlage is nog niet compleet.

- 6 Geef in het blokschema op de uitwerkbijlage de ontbrekende stofstromen weer door het tekenen van lijnen met pijlen. Zet bij de stofstroom tussen ruimte 3 en 4 en bij de zelf getekende stofstromen de namen van de bijbehorende stoffen. De ester die in ruimte 3 is ontstaan, mag worden aangeduid met 'ester'.



Cafeïne is een oppeppende stof die voorkomt in onder meer koffie(bonen) en chocolade(producten). Cafeïne kan uit koffiebonen worden verwijderd. Dit proces wordt decafeïneren genoemd. Een manier daarvoor is een behandeling met dichloormethaan (DCM). Dit proces is hieronder in een vereenvoudigd en onvolledig blokschema weergegeven.

## blokschema



Eerst worden de ruwe koffiebonen vochtig gemaakt met water (ruimte I). Daarna worden de bonen geweekt in DCM, waarin de cafeïne oplost (ruimte II). Elk half uur vindt er een meting van het cafeïnegehalte in de bonen plaats. Het weken in DCM wordt herhaald totdat het cafeïnegehalte in de koffiebonen voldoende is afgenomen. In ruimte II worden de bonen afgescheiden. De bonen worden daarna gestoomd (ruimte III) en vervolgens gedroogd met hete lucht (ruimte IV). De overgebleven vloeistof uit ruimte II gaat naar ruimte V, waar deze wordt verwarmd. Hierbij verdampt het DCM, dat na condensatie wordt hergebruikt.

In het blokschema ontbreken de namen van de scheidingsmethodes die in ruimte II worden gebruikt. Ook ontbreken bij de stofstromen A tot en met E de namen van de volgende stoffen: cafeïne, cafeïnevrije koffiebonen, DCM en water.

- 7 Geef aan welke twee scheidingsmethodes in ruimte II worden gebruikt.
- 8 Geef de namen van de stoffen die bij de letters A tot en met E in het blokschema moeten worden vermeld. Let op:
  - sommige stoffen moeten bij meer dan één stofstroom worden vermeld;
  - bij één van de stofstromen moet meer dan één stof worden vermeld. Noteer je antwoord als volgt:  
A: B: C: D: E:
- 9 Leg met behulp van bovenstaande informatie uit of het decafeïneren een continu proces of een batchproces is.

Hier staat nog een uitgebreide oefenopgave uit het herexamen van 2011

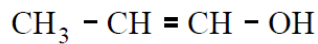
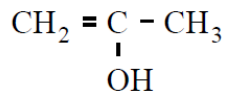
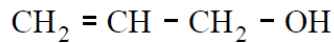


<http://havovwo.nl/havo/hsk/bestanden/hskpi11iio3g3.pdf>

[uitlegfilmpje van deze opgave](#)

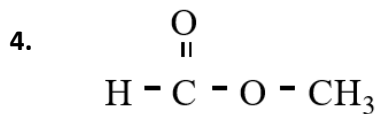
## Antwoorden

1. Een van de volgende structuurformules moet je getekend hebben:



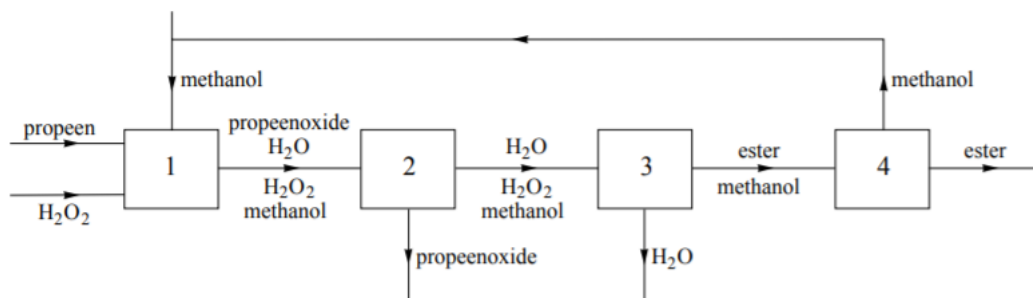
2. De molaire massa van propenoxide is  $3 \times 12,01 + 6 \times 1,008 = 58,08 \text{ g/mol}$   
 $3,0 \cdot 10^5 \text{ ton} = 3,0 \cdot 10^{11} \text{ gram}$   
 $3,0 \cdot 10^{11} \text{ gram} : 58,08 \text{ gram/mol} = 5,165 \cdot 10^9 \text{ mol propenoxide.}$   
1 mol propenoxide reageert met 1 mol  $\text{H}_2\text{O}_2$   
Dus er is ook  $5,165 \cdot 10^9 \text{ mol H}_2\text{O}_2$  nodig.  
 $5,165 \cdot 10^9 \text{ mol} \times 34,015 \text{ g/mol} = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ gram waterstofperoxide reageert.}$   
Dit komt overeen met  $1,76 \cdot 10^5 \text{ ton waterstofperoxide.}$   
Maar 90 % van het toegevoegde waterstofperoxide wordt gebruikt , dus is er  
 $1,76 \cdot 10^5 \text{ ton} / 90 \times 100 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ ton waterstofperoxide is nodig.}$

3.  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$



5. Methanol reageert bij dit proces, dus wordt verbruikt.

6.



7. Extraheren en filtreren zijn de scheidingsmethoden.

8. A water

B DCM en cafeïne (je mag er ook nog water bij zetten)

C DCM (je mag er ook nog water bij zetten)

D cafeïne (je mag er ook nog water bij zetten)

E cafeïnevrije koffiebonen

9. Het is een batchproces omdat er telkens een nieuwe lading koffiebonen wordt gebruikt.

[Uitlegfilmpje 19 t/m 21](#)

