

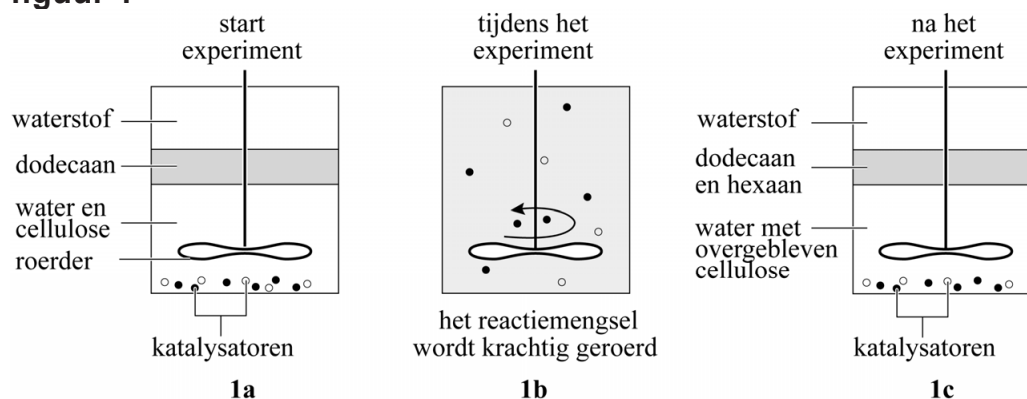
## Hexaan uit cellulose

Wereldwijd is er een toenemende aandacht voor het maken van biobrandstoffen uit biomassa. Gelet op duurzaamheid verdient het verbranden van biobrandstoffen de voorkeur boven het verbranden van fossiele brandstoffen. Zo draagt bijvoorbeeld het verbranden van fossiele brandstoffen meer bij aan het versterkt broeikaseffect dan het verbranden van biobrandstoffen.

- 2p 1 Leg uit dat het verbranden van fossiele brandstoffen een grotere bijdrage levert aan het versterkt broeikaseffect dan het verbranden van biobrandstoffen.

Biomassa bestaat voor een groot deel uit cellulose. Onderzoekers hebben ontdekt dat cellulose kan worden omgezet tot hexaan. Dit experiment is vereenvoudigd weergegeven in figuur 1. Een kleine reactor werd gevuld met water, dodecaan ( $C_{12}H_{26}$ ), cellulose, twee verschillende katalysatoren en waterstof (figuur 1a). Het reactiemengsel werd vervolgens gedurende een aantal uren verwarmd, terwijl het krachtig werd geroerd (figuur 1b). Na het experiment werd het reactiemengsel geanalyseerd.

figuur 1



Tijdens het experiment wordt eerst cellulose gehydrolyseerd tot glucose. Vervolgens wordt glucose door een reactie met waterstof omgezet tot hexaan ( $C_6H_{14}$ ) en water. Na de reactie mengt het gevormde hexaan zich met de laag dodecaan (zie figuur 1c).

Cellulose is een polysacharide die uitsluitend is opgebouwd uit glucose-eenheden. Op de uitwerkbijlage is de vergelijking van de hydrolyse van het uiteinde van een cellulosemolecuul onvolledig weergegeven.

- 3p 2 Maak op de uitwerkbijlage de reactievergelijking compleet van de hydrolyse van het uiteinde van het gegeven cellulosemolecuul.
- Laat hierbij twee losse moleculen glucose afsplitsen.
  - Gebruik structuurformules.

- 3p 3 Geef de vergelijking in molecuulformules van de reactie van glucose met waterstof tot hexaan en water.

De vloeistoffen water en dodecaan ( $C_{12}H_{26}$ ) mengen niet goed (zie figuur 1a en 1c).

- 2p 4 Geef hiervoor een verklaring aan de hand van de formule van dodecaan.

Bij een experiment werd 0,50 g cellulose in een mengsel van water, dodecaan, waterstof en de twee katalysatoren gebracht. Het ontstane mengsel werd gedurende 12,0 uur geroerd bij een temperatuur van 190 °C. Na 12,0 uur was  $2,56 \cdot 10^{-3}$  mol hexaan gevormd.

- 3p 5 Bereken de gemiddelde reactiesnelheid, in mol per L water per seconde, waarmee hexaan werd gevormd gedurende de reactietijd van 12,0 uur.
- Neem aan dat bij dit experiment 9,5 mL water is gebruikt.
  - **Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.**

Als de temperatuur bij dit experiment hoger zou zijn dan 190 °C, zouden behalve hexaan ook isomeren van hexaan ontstaan.

- 2p 6 Geef de structuurformules van twee isomeren van hexaan.