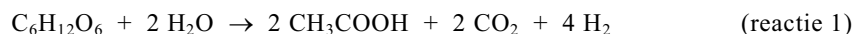


Biowaterstof

Er bestaan bacteriën die glucose ($C_6H_{12}O_6$) met water kunnen omzetten tot azijnzuur, waterstof en koolstofdioxide. De vergelijking van deze reactie is:



Er bestaan ook bacteriën die azijnzuur met water onder invloed van licht kunnen omzetten tot koolstofdioxide en waterstof. De vergelijking van deze reactie is:



Bij een onderzoek naar de productie van waterstof uit biomateriaal zijn beide omzettingen gecombineerd. Daarbij worden twee reactoren gebruikt.

In de eerste reactor, de zogenoemde thermoreactor, vindt bij $70^\circ C$ en 0,5 bar reactie 1 plaats. Alle waterstof en koolstofdioxide ontwijken uit de oplossing.

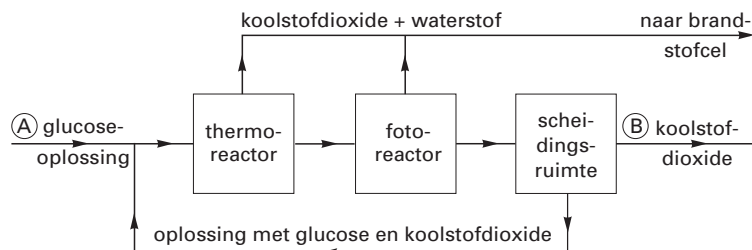
De oplossing die in de thermoreactor is gevormd, wordt in de tweede reactor, de zogenoemde fotoreactor, geleid. Hier vindt bij $35^\circ C$ en 1,1 bar reactie 2 plaats. Alle waterstof die hier wordt gevormd, ontwijkt uit de oplossing. Van de gevormde koolstofdioxide ontwijkt een deel als gas, de rest blijft in oplossing.

De gasmengsels die uit de beide reactoren komen, worden samengevoegd en gebruikt om elektrische stroom op te wekken in een brandstofcel. Het gasmengsel dat naar de brandstofcel gaat, mag maximaal 30 volumeprocent koolstofdioxide bevatten, omdat anders de brandstofcel niet goed werkt.

Men wil deze productie van waterstof uitvoeren in een continu proces. Daarbij wordt 30% van de in de thermoreactor ingeleide glucose omgezet; in de fotoreactor wordt alle azijnzuur omgezet. De oplossing die uit de fotoreactor komt en nog glucose en koolstofdioxide bevat, wordt in een scheidingsruimte geleid. Daar wordt een deel van de opgeloste koolstofdioxide verwijderd. De oplossing die dan overblijft, wordt teruggevoerd naar de thermoreactor.

Hieronder is het bovenbeschreven continue proces in een blokschema weergegeven:

blokschema



Het is de bedoeling een proeffabriekje op te zetten waarbij per uur $5,6 \cdot 10^3$ mol glucose in de thermoreactor wordt geleid.

- 2p 23 Leg uit hoeveel mol glucose bij A per uur moet worden toegevoerd.
- 5p 24 Bereken hoeveel mol koolstofdioxide bij B per uur minimaal moet worden verwijderd om er voor te zorgen dat het koolstofdioxidegehalte van het gasmengsel dat naar de brandstofcel gaat maximaal 30 volumeprocent is.

Wanneer niet alleen de omzetting van glucose in de thermoreactor, maar ook de omzetting van azijnzuur in de fotoreactor niet volledig zou zijn, kan het proces niet continu verlopen op de manier die hierboven beschreven is. Een leerling denkt dat je in dat geval een deel van de vloeistof die wordt gerecirculeerd, moet aftappen om een continu proces te krijgen.

- 2p 25 Leg uit dat, wanneer in beide reactoren de omzettingen niet volledig zouden zijn, het proces niet continu kan verlopen op de manier die hierboven beschreven is.
- 2p 26 Ben jij het eens met de leerling die denkt dat je dan een deel van de gerecirculeerde vloeistof moet aftappen? Geef een verklaring voor je antwoord.