

## Kerosine uit zonlicht

Europese chemici zijn erin geslaagd om vliegtuigbrandstof (kerosine) te produceren uit koolstofdioxide en water. De onderzoekers gebruikten voor deze omzetting een zogeheten solar-reactor. Hierin wordt zonlicht gebundeld waardoor in de reactor een zeer hoge temperatuur ontstaat. De reactie (reactie 1) tussen koolstofdioxide en water verloopt bij hoge temperatuur (1000 K).



- 3p 1 Bereken de reactiewarmte voor reactie 1 per mol water. Neem aan dat onder deze omstandigheden de waarden van de vormingswarmten uit Binas mogen worden gebruikt.

De gevormde zuurstof moet worden verwijderd voordat het gasmengsel verder kan worden gebruikt. De onderzoekers hebben hiervoor in de reactor een fijn gaas aangebracht, bedekt met cerium(III)oxide. Als cerium(III)oxide reageert met zuurstof ontstaat cerium(IV)oxide (reactie 2). Uiteindelijk wordt door reacties 1 en 2 een mengsel van CO en H<sub>2</sub> verkregen.

- 2p 2 Geef de vergelijking voor reactie 2.  
2p 3 Geef aan hoeveel mol cerium(III)oxide minimaal aanwezig moet zijn per mol CO<sub>2</sub> voor het wegvangen van alle zuurstof die ontstaat bij reactie 1. Licht je antwoord toe.

Het in de reactor gevormde cerium(IV)oxide kan door sterke verhitting weer worden omgezet tot cerium(III)oxide (reactie 3).

De onderzoekers willen reacties 1 en 2 uitvoeren met een continue instroom en uitstroom van de gassen.

Om de productie van CO en H<sub>2</sub> uit te voeren als een continuproces moeten reacties 1 en 3 tegelijk plaatsvinden.

- 3p 4 Geef een mogelijk blokschema van deze productie van CO en H<sub>2</sub>. Uit het antwoord moet blijken dat het proces als een continuproces verloopt. Geef reactoren en stofstromen weer. Zet bij alle stofstromen de namen en/of formules van de stoffen.

Het gasmengsel waar de zuurstof uit is verwijderd, ook wel syngas genoemd, werd door de onderzoekers met het Fischer-Tropsch-proces omgezet tot kerosine. De gevormde kerosine had een gemiddelde molecuulformule van  $C_{14}H_{28}$ . Als bijproduct ontstond alleen water.

- 2p **5** Geef de vergelijking voor de vorming van deze kerosine met het Fischer-Tropsch-proces.
- 3p **6** Bereken hoeveel ton  $CO_2$  wordt afgevangen voor het produceren van  $20\text{ m}^3$  van deze kerosine ( $T = 298\text{ K}$ ,  $p = p_0$ ). Ga er bij de berekening van uit dat geen andere koolwaterstoffen dan kerosine ontstaan. Maak gebruik van de volgende gegevens:
- neem aan dat  $H_2$  in overmaat beschikbaar is;
  - de dichtheid van de kerosine bedraagt  $7,9 \cdot 10^{-1}\text{ g mL}^{-1}$ .