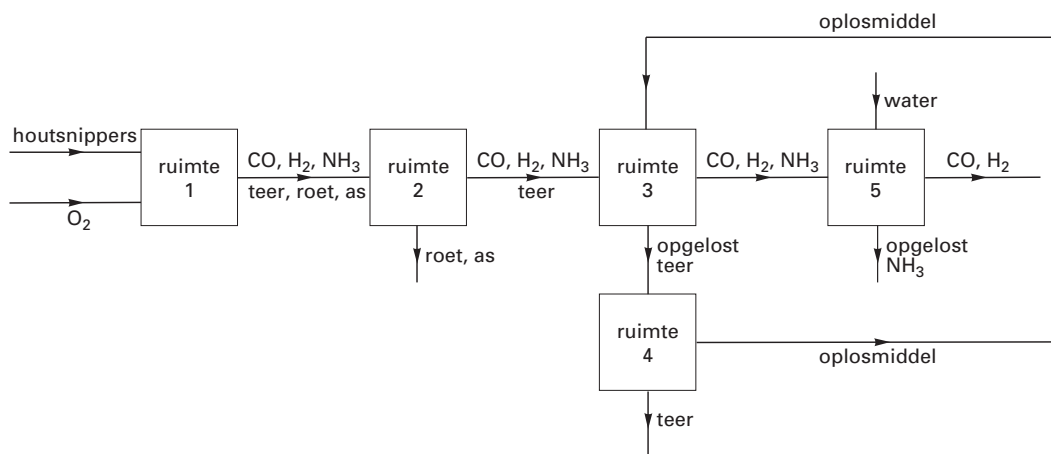


Groene diesel

Bij ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland) in Petten is men in staat om dieselolie te maken uit snippers wilgenhout. Om deze zogenoemde groene diesel te kunnen maken moet het wilgenhout eerst worden omgezet in voornamelijk koolstofmono-oxide en waterstof. In het laboratorium van ECN staat een proefopstelling voor de productie van koolstofmono-oxide en waterstof. In onderstaand blokschema is deze opstelling vereenvoudigd weergegeven:

blokschema



De houtsnippers bestaan voornamelijk uit het polysacharide cellulose (zie Binas-tabel 67 A3). In ruimte 1 worden de houtsnippers bij een temperatuur van 850 °C met zuurstof omgezet tot koolstofmono-oxide en waterstof. Hierbij ontstaan verontreinigingen zoals ammoniak (NH₃), teer, roet en as. Teer is een verzamelnaam voor organische verbindingen met kookpunten tussen de 80 °C en 350 °C.

Om maximale hoeveelheden koolstofmono-oxide en waterstof te krijgen, moet in ruimte 1 precies de juiste hoeveelheid zuurstof worden toegevoerd. Wanneer te veel zuurstof wordt toegevoerd ontstaat minder waterstof, wanneer te weinig zuurstof wordt toegevoerd ontstaat minder koolstofmono-oxide.

- 2p **21** Leg uit hoe het komt dat bij een teveel aan zuurstof minder waterstof ontstaat en bij een tekort aan zuurstof minder koolstofmono-oxide ontstaat.
- 2p **22** Leg uit of ammoniak kan ontstaan door ontleding van cellulose.

Ruimte 2 bevat een stoffilter. Een stoffilter is een filter dat vaste stoffen tegenhoudt en gasen doorlaat. Met behulp van zo'n stoffilter worden in ruimte 2 het roet en de as verwijderd.

- 2p **23** Welke temperatuur moet het stoffilter in ruimte 2 minimaal hebben om de gewenste scheiding te laten plaatsvinden? Geef een verklaring voor je antwoord.

In ruimte 3 wordt het teer gescheiden van koolstofmono-oxide, waterstof en ammoniak. Hierbij wordt het teer met behulp van een oplosmiddel uit het gasmengsel gehaald. In ruimte 4 wordt dat oplosmiddel van het teer gescheiden. Het oplosmiddel wordt opnieuw gebruikt.

- 2p **24** Van welke scheidingsmethode wordt gebruik gemaakt in ruimte 3 en van welke scheidingsmethode in ruimte 4?
Noteer je antwoord als volgt:
in ruimte 3: ...
in ruimte 4: ...

Eindexamen scheikunde havo 2005-II

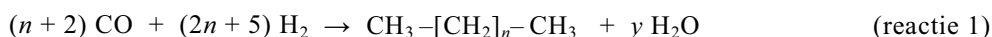
havovwo.nl

In ruimte 5 wordt het overgebleven gasmengsel met water besproeid. Ammoniak lost op, koolstofmono-oxide en waterstof lossen niet op. Hierdoor wordt ammoniak gescheiden van koolstofmono-oxide en waterstof.

- 2p **25** Leg uit aan de hand van de structuur van een ammoniakmolecuul waarom ammoniak goed in water oplost.

Uit ruimte 5 van de proefopstelling van ECN komt een gasmengsel van uitsluitend koolstofmono-oxide en waterstof.

Dit mengsel gaat naar een reactor waar men koolstofmono-oxide laat reageren met waterstof. Onder invloed van een katalysator treedt de volgende reactie op waarbij koolwaterstofketens worden gevormd:



- 1p **26** Welke waarde heeft y in bovenstaande reactievergelijking wanneer $n = 17$?

De gewenste gemiddelde lengte van de koolwaterstofketens wordt verkregen door een juiste keuze van temperatuur en druk.

Een mengsel van koolwaterstoffen met een ketenlengte waarbij $7 < n < 19$, is geschikt als dieselbrandstof. De dieselbrandstof die op deze manier uit wilgenhoutsnippen gemaakt wordt, noemt men groene diesel.

Uit onderzoek bleek dat het rendement aan groene diesel hoger wordt wanneer men eerst bij reactie 1 moleculen met lange ketens maakt ($n \geq 19$). Deze moleculen met lange ketens worden vervolgens gekraakt.

Een voorbeeld van zo'n alkaanmolecuul met een lange keten is een molecuul $\text{C}_{51}\text{H}_{104}$. Bij een kraakreactie kunnen bijvoorbeeld uit één zo'n molecuul $\text{C}_{51}\text{H}_{104}$ drie moleculen ontstaan die elk 17 koolstofatomen hebben.

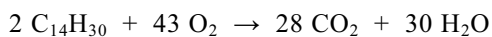
- 2p **27** Geef de reactievergelijking van de kraakreactie waarbij uit één zo'n molecuul $\text{C}_{51}\text{H}_{104}$ drie moleculen met 17 koolstofatomen ontstaan.

De vader van Pieter heeft een auto waarmee hij 30.000 km per jaar rijdt. De auto gebruikt 1,0 liter groene diesel per 20 km.

Een agrarisch bedrijf is in staat om 11 ton wilgenhout per jaar per hectare te produceren. Uit 1,0 ton wilgenhout kan 150 liter groene diesel worden gemaakt.

- 3p **28** Bereken het minimale aantal hectare dat nodig is voor de wilgenhoutproductie om deze auto permanent van groene diesel te voorzien.

De reactievergelijking van de volledige verbranding van groene diesel is hieronder weergegeven, waarbij $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ de „gemiddelde molecuulformule” van groene diesel is.



- 4p **29** Bereken hoeveel kg koolstofdioxide ontstaat bij de volledige verbranding van 150 liter groene diesel. Neem hierbij aan dat groene diesel een dichtheid heeft van $0,79 \text{ kg L}^{-1}$.

Bij verbranding van groene diesel komt ongeveer evenveel koolstofdioxide vrij als bij verbranding van „normale” dieselolie. Toch noemt men het gebruik van groene diesel broeikasgasneutraal.

- 1p **30** Geef aan waarom het gebruik van groene diesel broeikasgasneutraal genoemd mag worden.