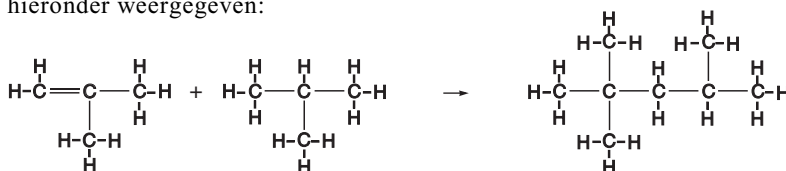


## Ontzwaveling van benzine

Aardolie bestaat uit een groot aantal stoffen. Deze stoffen worden door destillatie gescheiden in een aantal fracties. De fractie met een kooktraject van 70 °C tot 180 °C bestaat voor het grootste deel uit koolwaterstoffen waarvan de moleculen zes tot tien koolstofatomen bevatten. Uit deze fractie wordt brandstof voor benzineauto's gemaakt. De vraag naar deze brandstof is zo groot, dat verschillende processen zijn ontwikkeld om stoffen uit andere fracties om te zetten in stoffen die geschikt zijn als autobrandstof. In één van deze processen worden grote moleculen omgezet in kleinere moleculen.

- 1p 31  Geef de naam van het proces in de aardolie-industrie waarbij grote moleculen worden omgezet in kleinere moleculen.

Bij dit proces ontstaan ook moleculen met minder dan zes koolstofatomen. Deze kleinere moleculen kunnen in een volgend proces gebruikt worden om moleculen van een gewenste grootte te maken. Daarbij reageren alkenen met alkanen. Een voorbeeld van zo'n reactie is hieronder weergegeven:



- 2p 32  Is deze reactie een additiereactie? Geef een verklaring voor je antwoord.

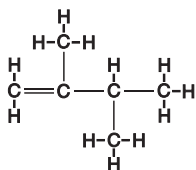
In de fractie die gebruikt wordt als autobenzine komen altijd zwavelverbindingen voor. Bij de verbranding van benzine ontstaat daardoor het schadelijke zwaveldioxide. De zwavelverbinding die voornamelijk in autobenzine voorkomt, is thiofeen (kookpunt 84 °C). De structuurformule van thiofeen wordt meestal als volgt weergegeven:



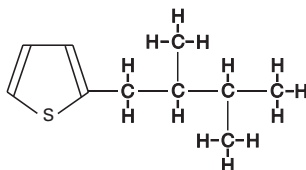
In deze structuurformule zijn de koolstofatomen, de waterstofatomen en de bindingen tussen koolstofatomen en waterstofatomen niet getekend.

- 2p 33  Geef de molecuulformule van thiofeen.  
3p 34  Geef de vergelijking van de volledige verbranding van thiofeen. Gebruik daarbij molecuulformules.

In verschillende landen worden de normen voor het zwavelgehalte in autobenzine aangescherpt. In 2000 bevatten de meeste benzinesoorten nog enkele honderden ppm zwavel (1 ppm zwavel = 1 mg zwavel per kg benzine). In 2005 zal in de landen van de Europese Unie het zwavelgehalte van benzine lager dan 50 ppm moeten zijn. Een nieuw ontwikkeld proces om het zwavelgehalte sterk te verminderen is OATS (Olefinic Alkylation of Thiophenic Sulfur). Onder bepaalde omstandigheden kan thiofeen reageren met alkenen die in de benzinefractie aanwezig zijn. Bij deze reactie van thiofeen met stof A ontstaat onder andere stof B:



stof A



stof B

- 3p 35  Geef de naam van stof A.

# Eindexamen scheikunde havo 2003-II

havovwo.nl

---

Het kookpunt van stof B is hoger dan 180 °C. Daardoor kan stof B gemakkelijk worden verwijderd uit het mengsel.

- 1p **36**  Noem het type binding dat bij het kookpunt wordt verbroken.
- 1p **37**  Geef de naam van de scheidingsmethode die wordt gebruikt om stof B uit het mengsel te verwijderen.

In Nederland wordt per jaar ongeveer  $5,1 \cdot 10^9$  liter benzine verbrand. De dichtheid van benzine is  $0,72 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . Wanneer deze benzine een zwavelgehalte heeft van 250 ppm, dan wordt per jaar via de benzine  $9,2 \cdot 10^5$  kg zwavel verbrand. Door een verlaging van het zwavelgehalte van 250 ppm naar 50 ppm zal er veel minder zwaveldioxide ontstaan (1 ppm zwavel = 1 mg zwavel per kg benzine).

- 2p **38**  Laat door berekening zien dat per jaar in Nederland via de benzine  $9,2 \cdot 10^5$  kg zwavel wordt verbrand bij gebruik van benzine met een zwavelgehalte van 250 ppm.
- 2p **39**  Bereken hoeveel kg zwaveldioxide er per jaar minder ontstaat als het zwavelgehalte van benzine 50 ppm is in plaats van 250 ppm.