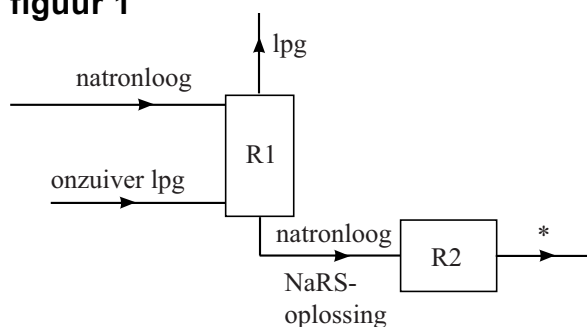


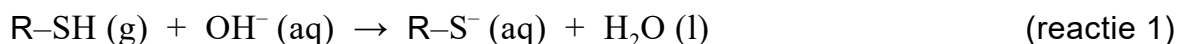
Het Merox-proces is een industrieel proces om zwavelhoudende verbindingen te verwijderen uit aardolieproducten zoals lpg. Lpg is een mengsel van koolwaterstoffen met een laag kookpunt.

De zwavelhoudende verbindingen kunnen worden aangeduid met R-SH, waarbij de groep R staat voor een koolwaterstofketen. In figuur 1 is het blokschema van het Merox-proces onvolledig weergegeven.

figuur 1



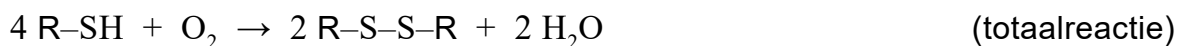
Het is niet mogelijk om lpg en R-SH te scheiden met behulp van water. Daarom wordt het gasvormige, nog onzuivere lpg in reactor 1 (R1) in contact gebracht met een overmaat natronloog. In R1 reageren de zwavelhoudende verbindingen volgens reactie 1.



In een basische oplossing kunnen de zwavelhoudende verbindingen wel van het lpg worden afgescheiden. Dit wordt veroorzaakt door de vorming van bindingen tussen watermoleculen en deeltjes die in R1 zijn ontstaan.

- 1p 7 Geef de naam van de scheidingsmethode die wordt toegepast in R1.
- 3p 8 Voer de volgende opdrachten uit:
- Leg uit dat het niet mogelijk is om lpg en R-SH te scheiden met behulp van water.
 - Leg uit dat de scheiding in R1 wel mogelijk is in een basische oplossing. Benoem hierbij het bindingstype / de bindingtypes die een rol speelt/spelen bij de scheiding.

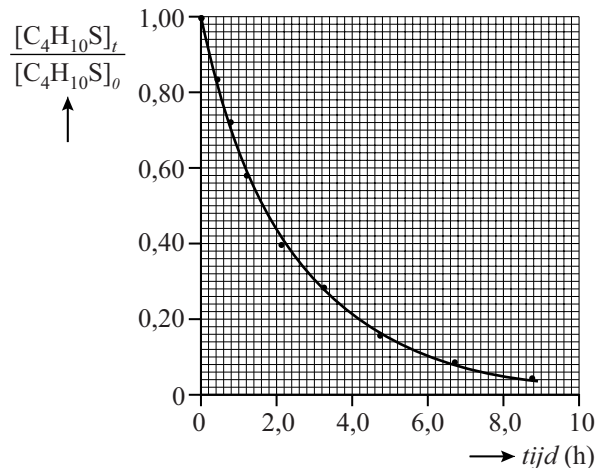
Het reactiemengsel wordt onderin R1 afgetapt en doorgevoerd naar reactor 2 (R2). In R2 wordt een overmaat lucht door de oplossing afkomstig van R1 geleid, waarbij disulfides (R-S-S-R) worden gevormd. De totaalvergelijking van de reacties die in R1 en R2 verlopen, is hieronder weergegeven.



- 2p 9 Geef de vergelijking van de reactie die verloopt in R2.

In een onderzoek is de omzettingssnelheid van R-SH tot R-S-S-R nader onderzocht. Men onderzocht de omzetting van butaanthiol ($C_4H_{10}S$) in natronloog. Hierbij werd op verschillende tijdstippen de fractie $\frac{[C_4H_{10}S]_t}{[C_4H_{10}S]_0}$ bepaald. In figuur 2 zijn de resultaten van een meting weergegeven.

figuur 2



Op $t = 0$ bevatte het mengsel 372 massa-ppm butaanthiol. De molaire massa van butaanthiol is $90,2 \text{ g mol}^{-1}$. De dichtheid van het reactiemengsel was $0,75 \text{ kg L}^{-1}$.

- 5p **10** Bereken met behulp van figuur 2 de gemiddelde omzettingssnelheid van butaanthiol in $\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ tussen $t = 0$ en $t = 2,0 \text{ h}$.

Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

In scheidingsruimte 1 (S1) wordt het vloeibare mengsel afkomstig uit R2 gescheiden. De laag met daarin de vloeibare disulfides (R-S-S-R) wordt als afval afgevoerd. De laag met natronloog bevat geen organische stoffen, zodat het natronloog kan worden hergebruikt in het proces.

Om de reactie in R1 steeds onder gelijke omstandigheden te laten verlopen, moet het natronloog een bewerking ondergaan voordat het kan worden teruggevoerd.

- 2p **11** Leg uit welke bewerking het natronloog moet ondergaan voordat het kan worden teruggevoerd.
- 3p **12** Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet.
- Teken de ontbrekende scheidingsruimte(n).
 - Teken ontbrekende stofstromen. Houd hierbij rekening met hergebruik van stoffen.
 - Waar in het blokschema een * voorkomt, hoef je niets aan te geven.