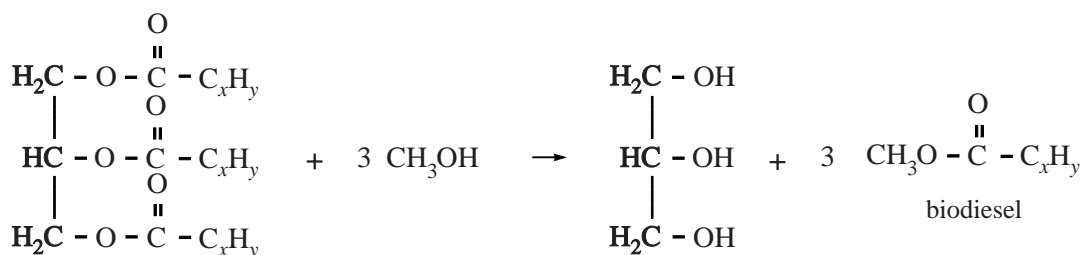


Biodiesel uit frituurolie

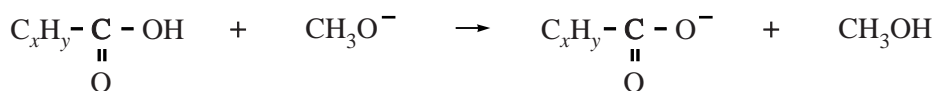
Frituurolie wordt voor het grootste deel niet geconsumeerd. Het moet wel regelmatig vervangen worden, waardoor een grote afvalstroom ontstaat. Deze afvalstroom kan onder andere worden gebruikt voor de productie van biodiesel. De productie van biodiesel gaat volgens een zogenoemde om-estering, waarbij methylesters van vetzuren ontstaan. De gevormde methylesters, de biodiesel, kunnen gemengd worden met gewone diesel. De schematische reactievergelijking voor de om-estering kan als volgt worden weergegeven:



De producten biodiesel en glycerol mengen niet en vormen een tweelagensysteem. Dit komt door een verschil in de bindingen tussen de moleculen.

- 2p **13** Leg aan de hand van de structuurformules uit welke binding(en) tussen de moleculen aanwezig is/zijn in biodiesel en welke binding(en) tussen de moleculen aanwezig is/zijn in glycerol.

Bij de productie van biodiesel kan zowel een base als een zuur als katalysator dienen. Het gebruik van een base als katalysator resulteert, bij gelijke reactieomstandigheden, in een veel hogere reactiesnelheid dan een zuur als katalysator. Een veelgebruikte base als katalysator is NaCH_3O . Deze stof kan echter bij het produceren van biodiesel uit gebruikte frituurolie niet zomaar toegepast worden. Dit komt doordat gebruikte frituurolie vrije vetzuren bevat. Deze vrije vetzuren reageren met de base NaCH_3O . Deze reactie kan worden weergegeven als:



De reactie van NaCH_3O met de vrije vetzuren in de gebruikte frituurolie kan een probleem geven bij de scheiding van de geproduceerde biodiesel en glycerol. Dit zal vooral het geval zijn wanneer het massapercentage vrije vetzuren in de frituurolie hoog is.

- 2p **14** Leg uit waarom de scheiding van de producten biodiesel en glycerol bemoeilijkt wordt, wanneer de vrije vetzuren met een base reageren.

Door de reactie van de katalysator met vrije vetzuren kan de concentratie van de katalysator in het reactievat te laag worden voor een goede werking. Het verlies aan katalysator wordt gecompenseerd door een extra hoeveelheid katalysator toe te voegen. Een optimale katalytische werking treedt op bij een gehalte van ongeveer 1,0 massaprocent aan NaCH_3O in de frituurolie.

Van een monster frituurolie is het gehalte vrije vetzuren vooraf bepaald op 2,2 massaprocent. In het reactievat wordt $7,0 \cdot 10^3$ kg van deze frituurolie gemengd met de katalysator.

- 4p **15** Bereken hoeveel kilogram NaCH_3O moet worden toegevoegd aan het reactievat met $7,0 \cdot 10^3$ kg frituurolie waarin zich 2,2 massaprocent vrije vetzuren bevindt om 1,0 massaprocent NaCH_3O over te houden.
- Neem aan dat de gemiddelde massa van een mol vrij vetzuur 282 g bedraagt.
 - De massatoename ten gevolge van het toevoegen van extra NaCH_3O mag worden verwaarloosd.

Om te voorkomen dat bij de productie van biodiesel de vrije vetzuren met de katalysator NaCH_3O reageren, is het proces in twee stappen verdeeld. Dit proces is op de uitwerkbijlage die bij dit examen hoort onvolledig weergegeven. In reactor R1 vindt een zuur gekatalyseerde reactie plaats waarbij uitsluitend de vrije vetzuren met methanol reageren tot biodiesel en water. Door het gebruik van een overmaat methanol, kan dit als een aflopende reactie opgevat worden. Het mengsel uit R1 gaat naar scheidingsruimte S1 waar zich twee vloeistoflagen vormen. De vloeistoflaag met de biodiesel en de overgebleven frituurolie gaat naar reactor R2.

In R2 worden in een base gekatalyseerde reactie de triglyceriden met overmaat methanol omgezet tot biodiesel en glycerol. In scheidingsruimte S2 wordt de biodiesel gescheiden van de andere stoffen.

In destillatiekolom D1 worden de mengsels, afkomstig uit S1 en S2, gezuiverd voor gebruik en hergebruik. In het blokschema is de stofstroom van de katalysatoren niet opgenomen. In het blokschema zijn een aantal stoffen bij de stofstromen weggelaten. De stofstroom van methanol is in het schema al volledig weergegeven met nummer 1.

- 3p **16** Maak het blokschema af dat op de uitwerkbijlage bij deze opgave is gegeven. Gebruik voor de ontbrekende stoffen de volgende nummers:
- | | | | |
|---|-----------------------------------|---|----------|
| 2 | biodiesel | 5 | glycerol |
| 3 | frituurolie | 6 | water |
| 4 | frituurolie zonder vrije vetzuren | | |
- Stofstromen van de katalysatoren hoeven niet te worden weergegeven.

In een fabriek wordt 150 ton biodiesel per dag geproduceerd. Zowel in R1 als in R2 wordt per dag 30,0 ton methanol ingevoerd. Van de totale overmaat methanol kan 97,0% worden teruggewonnen voor hergebruik in de biodieselproductie (het verlies aan methanol is niet in het blokschema weergegeven).

- 4p **17** Bereken hoeveel ton methanol per dag van buitenaf moet worden ingevoerd bij de inlaat. Neem aan dat de gemiddelde massa van een mol biodiesel 296 g is.

uitwerkbijlage

16

