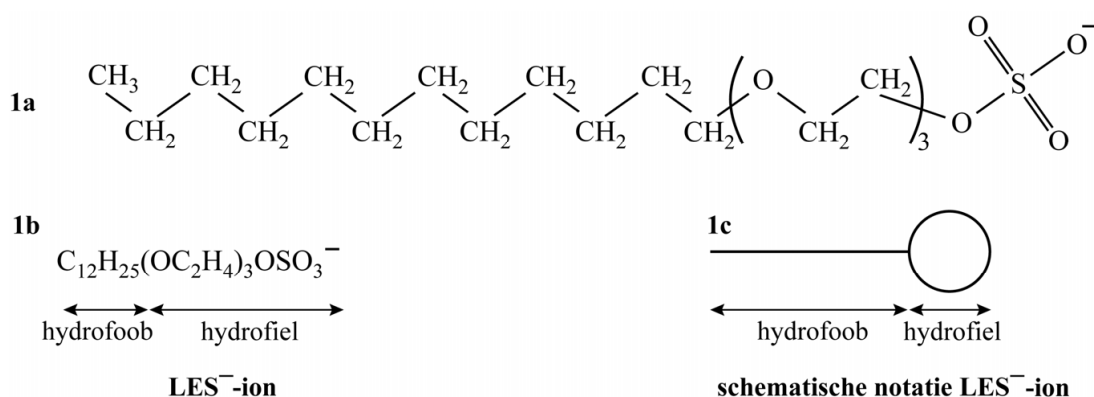


Natriumlaurylethersulfaat (NLES) is een synthetische zeep die wordt toegepast in textielwasmiddelen en in shampoos. NLES is opgebouwd uit natriumionen en laurylethersulfaat-ionen (LES⁻-ionen).

NLES is oplosbaar in water. De reinigende werking van NLES berust op de structuur van LES⁻-ionen. In figuur 1 zijn de structuurformule (figuur 1a), de ion-formule (figuur 1b) en de schematische notatie van het LES⁻-ion (figuur 1c) weergegeven.

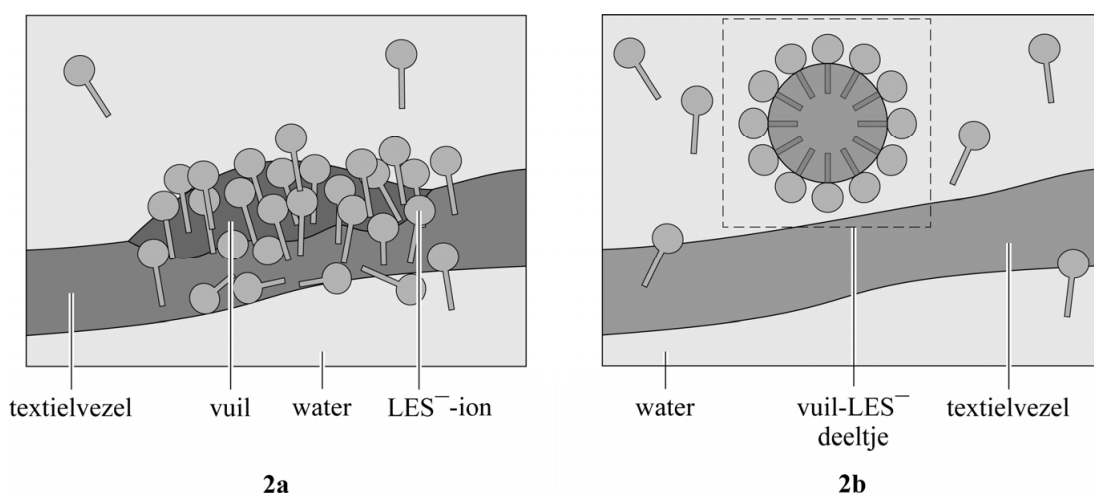
figuur 1



In figuur 2 is de reinigende werking van NLES schematisch weergegeven:

- Een groepje vuilmoleculen dat aanwezig is op een textielvezel wordt omringd door LES⁻-ionen (figuur 2a).
- Het ‘vuil-LES⁻-deeltje’ dat daarbij ontstaat, laat vervolgens los van de textielvezel en gaat tussen de watermoleculen zitten (figuur 2b).

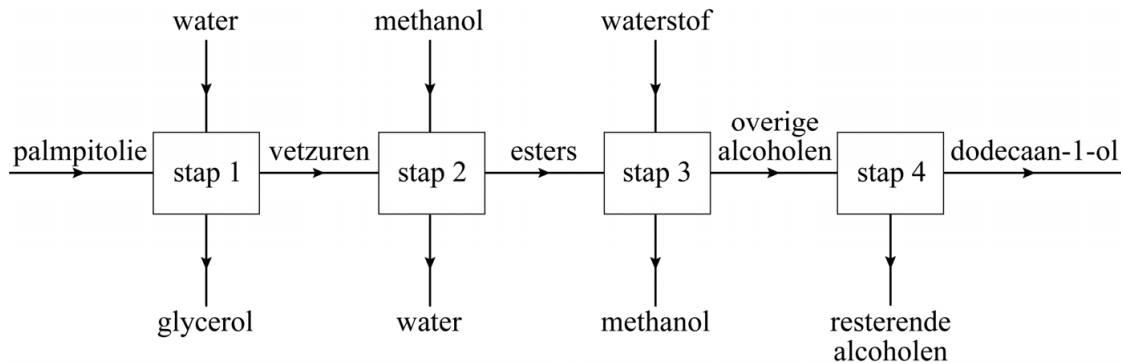
figuur 2



- 2p **22** Geef de naam van het type binding dat in figuur 2b gevormd is tussen de vuilmoleculen en de LES⁻-ionen. Licht je antwoord toe op microniveau.

NLES kan worden geproduceerd uit palmpitolie. Bij de productie van NLES wordt uit palmpitolie eerst dodecaan-1-ol ($C_{12}H_{25}OH$) gemaakt. Dodecaan-1-ol wordt vervolgens omgezet tot NLES. In figuur 3 zijn de stappen van de productie van dodecaan-1-ol vereenvoudigd in een blokschema weergegeven.

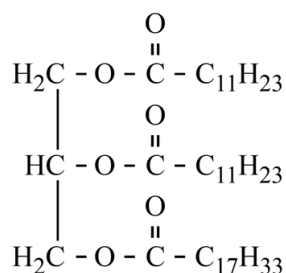
figuur 3



- Stap 1: palmpitolie wordt gehydrolyseerd tot vetzuren en glycerol, waarbij de glycerol wordt afgescheiden.
- Stap 2: de vetzuren worden vervolgens met methanol omgezet tot esters en water. De ontstane waterlaag wordt afgevoerd.
- Stap 3: de esters worden met waterstof omgezet tot alcoholen, waaronder dodecaan-1-ol en methanol. De methanol wordt direct afgescheiden.
- Stap 4: dodecaan-1-ol wordt vervolgens gescheiden van de resterende alcoholen.

In figuur 4 is een voorbeeld van een vet dat in palmpitolie voorkomt in structuurformule weergegeven.

figuur 4



Bij de hydrolyse van dit vet (stap 1) ontstaan glycerol, dodecaanzuur ($C_{12}H_{24}O_2$) en één ander vetzuur.

- 2p 23 Geef de structuurformule van dit andere vetzuur.
Geef het koolwaterstofgedeelte op dezelfde wijze weer als in figuur 4.

De scheiding in stap 4 vindt plaats op basis van verschil in kookpunt.

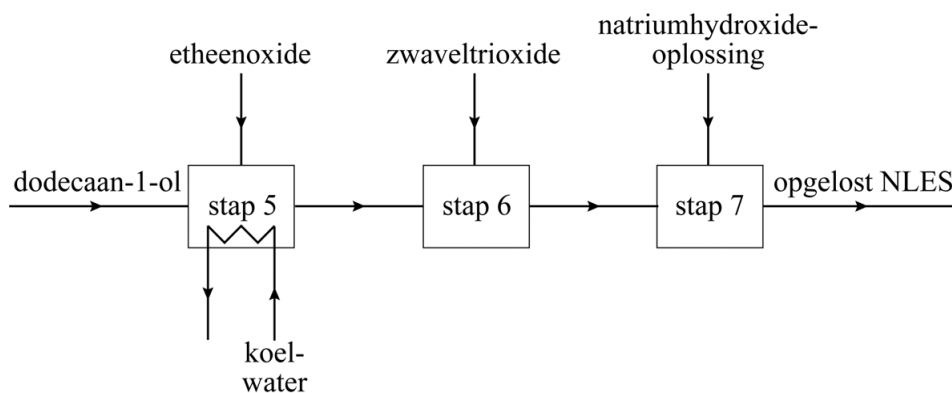
- 1p **24** Geef de naam van de scheidingsmethode die wordt gebruikt in stap 4.

Uitgaande van figuur 3 is het aannemelijk dat bepaalde stoffen worden gerecirculeerd.

- 1p **25** Geef de naam van een van deze stoffen en vermeld de recirculatie.
Noteer je antwoord als volgt:
De stof ... wordt na stap ... teruggevoerd naar stap

Dodecaan-1-ol wordt vervolgens omgezet tot NLES. Dit is met een onvolledig blokschema weergegeven in figuur 5.

figuur 5



Stap 5: dodecaan-1-ol reageert met etheenoxide tot lauryletheralcohol volgens $C_{12}H_{25}OH + 3 C_2H_4O \rightarrow C_{12}H_{25}(OC_2H_4)_3OH$.

Stap 6: lauryletheralcohol reageert met zwaveltrioxide tot laurylethersulfonzuur ($C_{12}H_{25}(OC_2H_4)_3OSO_3H$).

Stap 7: laurylethersulfonzuur wordt met een natriumhydroxide-oplossing omgezet tot een oplossing van NLES.

De reactor waarin stap 5 plaatsvindt, wordt op een constante temperatuur gehouden.

- 2p **26** Geef aan of de reactie van stap 5 endotherm of exotherm is. Licht je antwoord toe met een gegeven uit figuur 5.

De vergelijking van de omzetting van laurylethersulfonzuur (stap 7) is als volgt: $C_{12}H_{25}(OC_2H_4)_3OSO_3H + OH^- \rightarrow C_{12}H_{25}(OC_2H_4)_3OSO_3^- + H_2O$

- 2p **27** Leg uit, aan de hand van formules in deze vergelijking, dat deze omzetting van laurylethersulfonzuur een zuur-basereactie is.

3p **28** Bereken hoeveel ton palmpitolie minimaal nodig is voor de productie van 1,0 ton NLES.

Gebruik de volgende gegevens:

- 1,0 ton = $1,0 \cdot 10^3$ kg.
- De molaire massa van NLES is 421 g mol^{-1} .
- Uit 2,0 mol palmpitolie ontstaat 3,0 mol NLES.
- De (gemiddelde) molaire massa van palmpitolie is 710 g mol^{-1} .