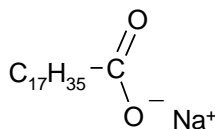


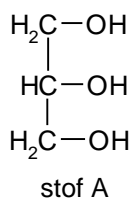
Opgave 1 Zeep

Vetvlekken in textiel kunnen niet verwijderd worden door het textiel te spoelen met water. Vetvlekken kunnen wel met behulp van zeep verwijderd worden. Natriumstearaat is een stof die gebruikt wordt als zeep. De formule van natriumstearaat is:



- 1 Geef aan de hand van de eigenschappen van vet en water aan waardoor vet niet oplost in water.
- 2 Leg uit, aan de hand van de bouw van het ion, dat je met een oplossing van natriumstearaat vet uit textiel kunt verwijderen.

Dierlijke vetten zijn grondstoffen voor de bereiding van natuurlijke zeep. Door een vet met natronloog te laten reageren, ontstaat een oplossing van zeep en een stof A, waarvan hieronder de structuurformule is weergegeven.

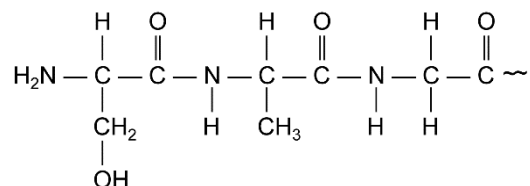


- 3 Geef de systematische naam van stof A.
Grondstoffen zijn te verdelen in de volgende twee categorieën: hernieuwbare grondstoffen en niet-hernieuwbare grondstoffen.
- 4 Tot welke van de twee genoemde categorieën behoren vetten als grondstof voor zeep? Geef een verklaring voor je antwoord.

Opgave 2 Eiwitten

Eiwitten zijn te beschouwen als polymeren van aminozuren. Aminozuren worden aangeduid met afkortingen van drie letters (zie Binas tabel 67H).

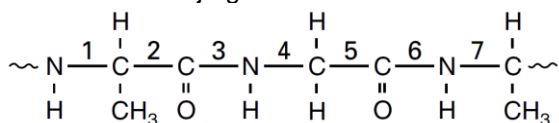
Het uiteinde van een eiwit is in structuurformules als volgt weergegeven:



- 1 Teken van een eiwit de karakteristieke groep die de binding tussen de verschillende aminozuren verzorgt.
- 2 Schrijf de naam op van deze karakteristieke groep.
- 3 Geef het bovengenoemde uiteinde van het eiwit weer met de afkortingen van drie letters van de aminozuren.

Opgave 3 Eiwit

Hieronder is een stukje van de structuurformule van een eiwitmolecuul weergegeven. De bindingen in de hoofdketen zijn genummerd.



Bij volledige hydrolyse worden alle peptidebindingen in het eiwitmolecuul verbroken.

- 1 Geef de nummers van de bindingen in de bovenstaande structuurformule die peptidebindingen zijn.
- 2 Geef de naam van het soort stoffen dat ontstaat bij de volledige hydrolyse van eiwitten.

Opgave 4 Eiwit

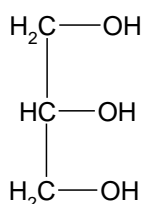
Essentieel voor levende organismen is de vorming van eiwitten (polypeptiden). Eiwitten worden gevormd door koppeling van aminozuren.

Wanneer twee aminozuurmoleculen aan elkaar zijn gekoppeld, spreken we van een dipeptide. Een molecuul alanine en een molecuul cysteïne kunnen op twee manieren aan elkaar worden gekoppeld.

- 1 Geef de structuurformules van de twee dipeptiden die kunnen worden gevormd door reacties van een molecuul alanine met een molecuul cysteïne. Gebruik Binas-tabel 67 H (6^e druk).

Opgave 5 Vet

Bij een hydrolyse van een vet reageert elk molecuul van het vet tot een molecuul glycerol en 3 moleculen vetzuur. Wanneer het vet glyceryltristearaat hydrolyseert, ontstaat glycerol en stearinezuur. De formule van glycerol is



- 1 Schrijf de vergelijking op van de hydrolysereactie van glyceryltristearaat met structuurformules.

De hydrolysereactie van een vet verloopt beter als we ervoor zorgen dat het gevormde vetzuur kan reageren met kaliloog. Bij deze reactie reageert steeds 1 mol van het gevormde vetzuur met 1 mol hydroxide-ionen. Wanneer we bij de hydrolyse van glyceroltristearaat ook kaliloog toevoegen, ontstaat een oplossing van kaliumstearaat.

- 2 Schrijf de vergelijking op van de reactie tussen stearinezuur en kaliloog. Vermeld in de vergelijking ook de toestanden.

Om een olie of een vet te karakteriseren wordt het verzepingsgetal gebruikt. Een berekening van het verzepingsgetal kan als volgt worden uitgevoerd:

- neem 1,00 g vet;
- bepaal hoeveel mmol vetzuren bij de hydrolyse daarvan ontstaat;
- bereken hoeveel mg kaliumhydroxide nodig is om met deze vetzuren te reageren.

Joop vindt dat uit 1,00 g vet ontstaat: 0,93 mmol linolzuur, 0,80 mmol oliezuur en 1,76 mmol palmitinezuur.

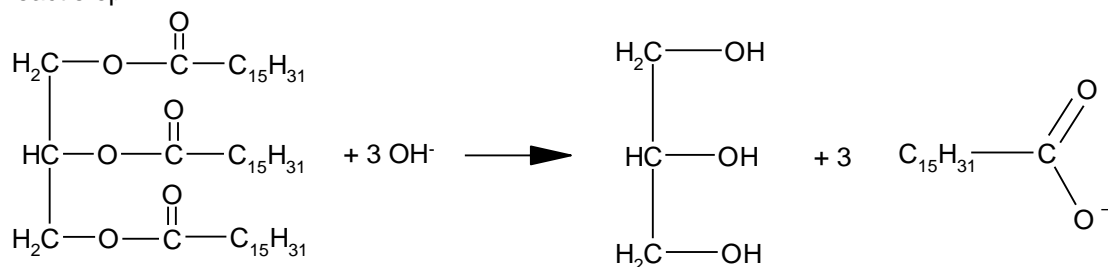
- 3 Bereken het verzepingsgetal van het vet.

Uit het aantal mmol vetzuur dat bij dit voorbeeld ontstaat, berekent Joop dat 1,00 g vet overeenkomt met 1,16 mmol vet.

- 4 Schrijf die berekening op.
- 5 Bereken de molaire massa van het vet.

Opgave 6 Vet

Hydrolyse van vetten wordt verzepen genoemd. Hierbij ontstaan zepen (zouten van vetzuren). Als bijvoorbeeld de glyceroltriestere van palmitinezuur wordt gekookt met kaliloog treedt de volgende reactie op:



Bij indampen ontstaat natriumpalmitaat (= zeep).

Om een vet of olie te karakteriseren wordt het verzepingsgetal gebruikt. Het verzepingsgetal is het aantal mg KOH dat nodig is om met 1,00 g vet (olie) te reageren.

Zo heeft men voor een bepaald vet een verzepingsgetal van 256 gevonden. Voor deze bepaling heeft men 0,784 g van het vet afgewogen.

- 1 Bereken de molaire massa van het vet. Tip: bereken eerst hoeveel mmol KOH met 0,784 g vet heeft gereageerd.

Opgave 7 Chitine (sachariden en koolhydraten)

Garnalendoppen en kreeftenschalen bestaan voor een groot deel uit chitine, een biopolymeer met opmerkelijke eigenschappen. Chitine en het daarvan afgeleide chitosan worden in allerlei producten verwerkt.

Chitine is een voorbeeld van een polysacharide. Een deel van de structuurformule van een chitinemolecuul staat vereenvoudigd weergegeven in Binas-tabel 67F (6^e druk).

Chitine is opgebouwd uit één soort monosachariden.

- 1 Geef de structuurformule van dit monosacharide. Geef de ringstructuur op dezelfde manier weer als in Binas-tabel 67F is gedaan.
- 2 Geef de molecuulformule van dit monosacharide.

De garnalendoppen en kreeftenschalen bestaan naast chitine voornamelijk uit calciumcarbonaat en eiwitten.

Bij de volledige hydrolyse van de eiwitten ontstaan stoffen zoals alanine en glycine.

- 3 Geef de naam en de algemene structuurformule van de groep stoffen, waartoe alanine en glycine behoren.

Noteer je antwoord als volgt:

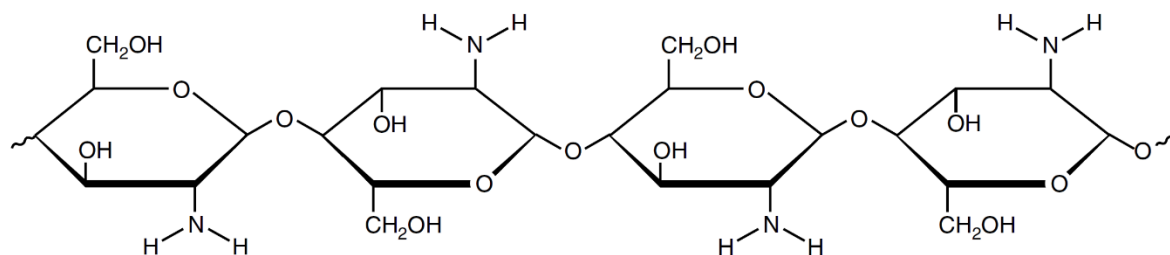
naam groep stoffen: ...

algemene structuurformule:

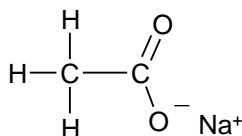
Na verwijdering van de bij de hydrolyse ontstane stoffen en van het calciumcarbonaat houdt men zuiver chitine over. De chitine wordt door toevoeging van een overmaat geconcentreerd natronloog omgezet in chitosan. Deze reactie kan schematisch als volgt worden weergegeven:

chitine + hydroxide-ionen \rightarrow chitosan + ionen X

Een deel van de structuurformule van een chitosanmolecuul staat hieronder vereenvoudigd weergegeven:

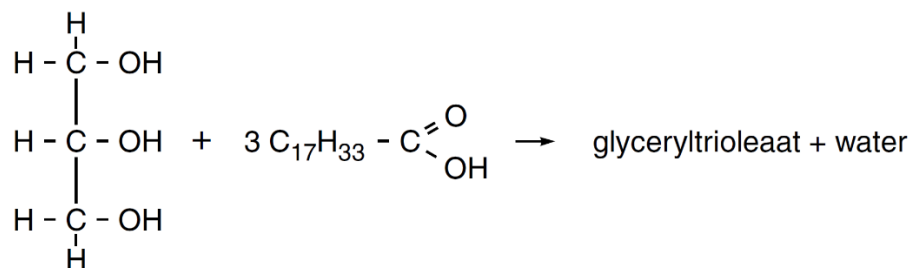


- 4 Geef de structuurformule van het ion X.



Opgave 8 Verbranding van koolhydraten en vetten

Vetten zijn esters van glycerol en vetzuren. Een voorbeeld van een vet is glyceryltrieleaat. Glyceryltrieleaat is de ester die is ontstaan uit glycerol en oliezuur:



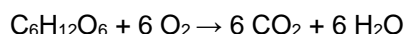
- 1 Geef de structuurformule van glyceryltrieleaat. Geef in deze structuurformule de koolwaterstofgroepen, die in de bovenstaande vergelijking zijn weergegeven met $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$, op vergelijkbare wijze weer.

Bij de verbranding van koolhydraten en vetten in het menselijk lichaam ontstaat koolstofdioxide en is zuurstof nodig. De verhouding tussen de ontstane hoeveelheid koolstofdioxide en de benodigde hoeveelheid zuurstof wordt het respiratie-quotiënt (RQ) genoemd:

$$R_Q = \frac{\text{aantal mol koolstofdioxide dat is ontstaan}}{\text{aantal mol zuurstof dat is verbruikt}}$$

De waarde van RQ is voor koolhydraten anders dan voor vetten.

Wanneer men uitsluitend koolhydraten zou verbranden om in zijn energiebehoefte te voorzien, dan is RQ gelijk aan 1,0. Dit is af te leiden uit de reactievergelijking van de volledige verbranding van bijvoorbeeld glucose:

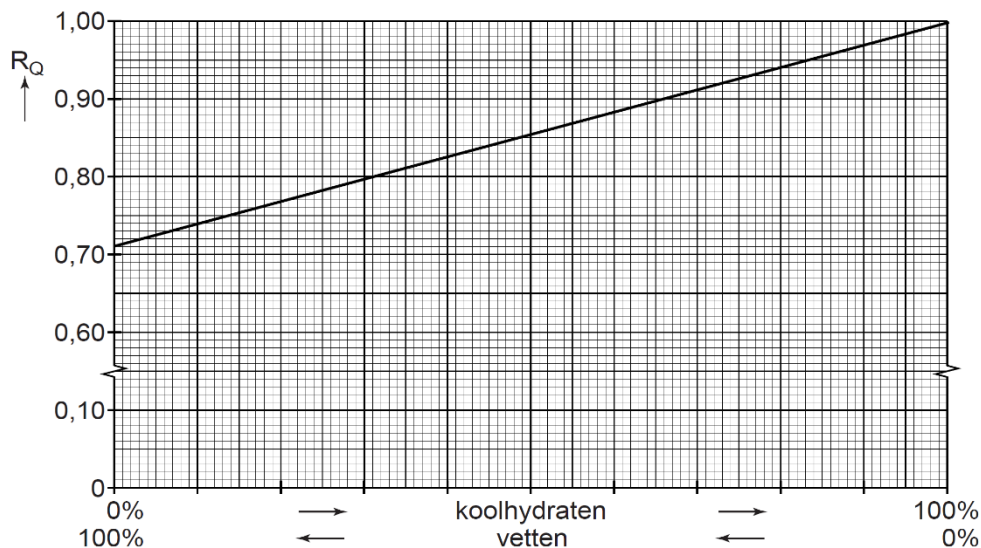


Voor vetten bedraagt de waarde van RQ ongeveer 0,7. Uit de reactievergelijking van de volledige verbranding van glyceryltrieleaat ($\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$) is af te leiden dat RQ van glyceryltrieleaat gelijk is aan 0,71.

- 2 Leid af dat RQ van glyceryltrieleaat gelijk is aan 0,71.

Koolhydraten en vetten worden meestal tegelijk verbrand. RQ ligt dan tussen 0,7 en 1,0.

Door de waarde van RQ bij een persoon te bepalen, kan men afleiden in welke verhouding koolhydraten en vetten door deze persoon zijn verbrand. Bij deze afleiding maakt men gebruik van onderstaand diagram.



Bij een proefpersoon wordt een R_Q van 0,93 gemeten.

- 3 Leid met behulp van diagram 2 af in welke verhouding koolhydraten en vetten zijn verbrand door deze proefpersoon.

Noteer je antwoord als volgt: percentage koolhydraten : percentage vetten = ... : ...

Onder bepaalde omstandigheden wordt in het menselijk lichaam behalve koolhydraten en vetten een derde soort voedingsstoffen gebruikt voor de energievoorziening.

- 4 Geef de naam van deze soort voedingsstoffen.

Opgave 9 Zoet

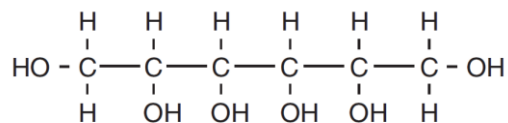
Een veel gebruikte natuurlijke zoetstof is sacharose (suiker). Het gebruik van sacharose heeft een aantal nadelen: het is de belangrijkste oorzaak van cariës (tandbederf) en bij de verbranding in het lichaam komt veel energie vrij.

- 1 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van sacharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Men is op zoek gegaan naar zoetstoffen die bovengenoemde nadelen niet bezitten.

Sorbitol is zo'n zoetstof die veel minder schadelijk is voor het gebit. Sorbitol wordt onder andere toegevoegd aan kauwgom die "goed is voor je tanden".

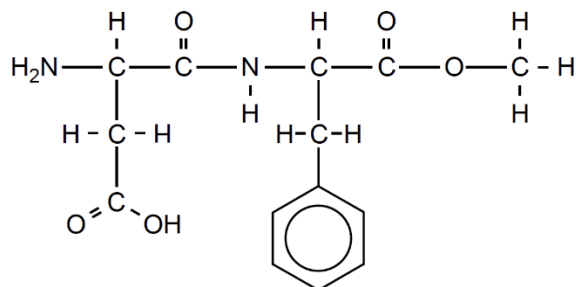
De structuurformule van sorbitol is hieronder getekend:



Sorbitol lost goed op in water.

- 2 Leg uit hoe het komt dat sorbitol goed oplost in water. Vermeld in je uitleg het gegeven uit de structuurformule dat je hebt gebruikt om tot je antwoord te komen.

Aspartaam is een zoetstof die veel zoeter is dan sacharose en sorbitol. In een boek is de structuurformule van aspartaam als volgt weergegeven:



Een molecuul aspartaam is opgebouwd uit twee aminozuren, die aan elkaar gekoppeld zijn en waarvan één aminozuur veresterd is. Bij volledige hydrolyse van aspartaam ontstaan daarom twee aminozuren en een alkanol.

- Geef de drieletter-symbolen van de twee aminozuren die bij de volledige hydrolyse van aspartaam worden gevormd.
- Geef de systematische naam van het alkanol dat bij de volledige hydrolyse van aspartaam wordt gevormd.

Bertus doet altijd één klontje suiker (sacharose) van 5,0 g in zijn kopje thee.

Bij een gelijke molariteit is een aspartaamoplossing 230 maal zo zoet als een sacharose-oplossing. De massa van een mol aspartaam is 294,3 g, de massa van een mol sacharose is 342,3 g.

- Bereken met deze gegevens hoeveel mg aspartaam Bertus in één kopje thee moet doen om zijn thee even zoet te krijgen als met één klontje suiker.

Nadine volgt een vermageringsdieet. Daarom drinkt zij light-frisdranken en koffie met zoetjes. Ze drinkt per dag 0,50 liter frisdrank en vier kopjes koffie met twee zoetjes per kopje. Nadine weegt 61 kg.

Light-frisdrank bevat 98 mg aspartaam per liter; één zoetje bevat 18 mg aspartaam.

In Binas is de ADI-waarde van aspartaam gegeven.

- Ga door berekening na of Nadine op deze manier de ADI-waarde voor aspartaam overschrijdt.

Opgave 10 Inktvraat

Vroeger werd met ijzergallusinkt geschreven. Om deze inkt te maken werd eerst looizuur gewonnen uit galnoten. (Een galnoot is een soort gezwel dat aan planten ontstaat.) Hieraan werd een ijzer(II)oplossing toegevoegd. Hieronder staat een oud recept hiervoor weergegeven:

tekst-
fragment

Voeg aan 130 gram water 18,0 gram verpulverde galnoten toe. Kook het mengsel gedurende twee uur en roer zo nu en dan. Zorg dat het mengsel niet droog kookt door zo nu en dan water toe te voegen. Laat het mengsel afkoelen en filtreer het. Los dan 15,0 gram ijzer(II)sulfaat heptahydraat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) op in 15,0 gram water en schenk dit bij het filtraat. Voeg hieraan 7,0 gram Arabische gom als bindmiddel toe.

naar: www.knaw.nl/ecpa/ink/html/make.html

- Geef de naam van de scheidingsmethode die men gebruikt om het looizuur uit de galnoten in oplossing te krijgen.

De schrijver van het recept neemt het niet zo nauw met termen als oplossing en suspensie. Wanneer men 15,0 gram ijzer(II)sulfaat heptahydraat wil oplossen in 15,0 gram water bij 298 K ontstaat een suspensie.

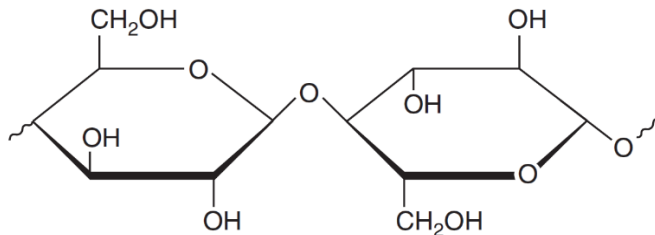
- Bereken met behulp van Binas-tabel 45B hoeveel gram van het $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ daarbij niet kan oplossen.

Een nadeel van het gebruik van ijzergallusinkt is dat op den duur inktvraat optreedt: aantasting van papier door ijzergallusinkt.

Inktvraat berust op twee vernietigende werkingen. Böhrenz probeert het zo duidelijk mogelijk uit te leggen: „De eerste vernietigende werking is dat het zuur in de inkt vrijkomt. Dit zuur katalyseert de hydrolyse van de cellulose.” Dat wil zeggen: het zuur versnelt de vernietiging van het papier door vocht. De tweede vernietigende werking die zich voordoet, is dat door het vocht de in de inkt aanwezige ijzerionen “uit het schrift migreren” en door hun omgeving “gaan wandelen”. En loslopende ijzerionen katalyseren weer de oxidatie door zuurstof van dat aangetaste papier. Bovendien worden zuren en ionen niet verbruikt in het proces, waardoor ze net zo lang doorgaan tot er geen papier meer over is.

naar: de Volkskrant

Papier bestaat voornamelijk uit cellulose. Cellulose is een polymeer dat is opgebouwd uit glucose-eenheden. Een stukje van de structuurformule van cellulose is hieronder getekend:



Het eerste probleem van inktvraat is de hydrolyse van cellulose in papier.

- 3 Geef de vergelijking in structuurformules voor de hydrolyse van dit stukje cellulose. Bij de hydrolyse wordt de binding tussen de twee getekende glucose-eenheden verbroken.

Het tweede probleem van inktvraat is de oxidatie van het aangetaste papier. De ijzer(II)ionen die deze oxidatie katalyseren, worden hierbij omgezet in ijzer(III)ionen. Later ontstaan hieruit opnieuw ijzer(II)ionen.

- 4 Leg uit of de ijzer(II)ionen, wanneer deze worden omgezet in ijzer(III)ionen, optreden als oxidator of als reductor.

Omdat de inktvraat oude documenten bedreigt, is het gewenst om maatregelen te treffen.

- 5 Noem een maatregel en leg uit waarom de genoemde maatregel inktvraat tegengaat.

Opgave 11 Biodiesel

Dieselolie is een veelgebruikte fossiele brandstof die voornamelijk bestaat uit een mengsel van alkanen waarvan de moleculen 13 tot 18 koolstofatomen bevatten.

Men is al geruime tijd op zoek naar brandstoffen die dieselolie kunnen vervangen omdat het gebruik van dieselolie onder andere de volgende twee nadelen heeft:

nadeel 1: de voorraad aan fossiele brandstoffen zal eens uitgeput zijn;

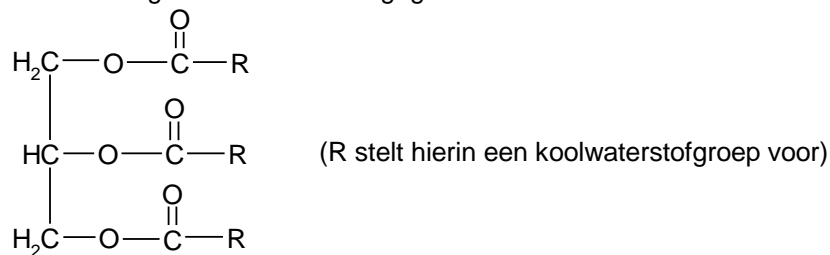
nadeel 2: de koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van fossiele brandstoffen, levert een bijdrage aan het broeikaseffect.

Enige jaren geleden is onderzocht of olie die uit plantenzaden verkregen kan worden, geschikt is als brandstof voor dieselmotoren. Deze olie noemt men bio-olie.

De onderzoekers zijn van mening dat het gebruik van bio-olie deze nadelen niet heeft.

- 1 Ben je het eens met deze onderzoekers? Geef bij beide genoemde nadelen een argument om jouw mening te ondersteunen.

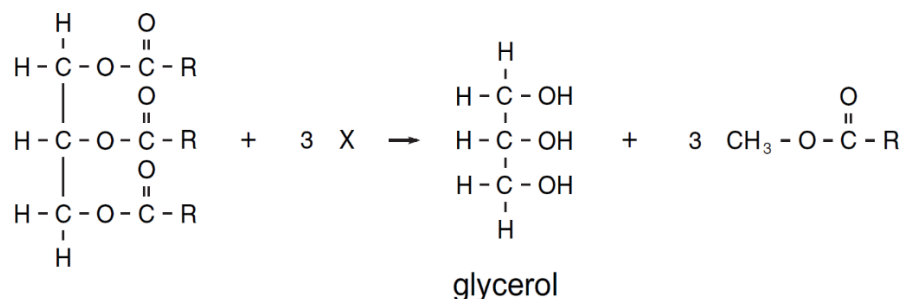
De olie die uit plantenzaden wordt verkregen, bestaat voornamelijk uit esters waarvan de structuurformule als volgt kan worden weergegeven:



Het bleek al snel dat bio-olie ongeschikt is als dieselbrandstof: bio-olie is te stroperig en verdampt te moeilijk. Deze eigenschappen zijn het gevolg van de sterkte van de binding tussen de moleculen waaruit bio-olie bestaat.

- 2 Geef de naam van de soort binding die tussen deze moleculen aanwezig is.

Om van bio-olie een bruikbare brandstof te maken, laat men de esters reageren met stof X. Daarbij treedt de volgende reactie op:

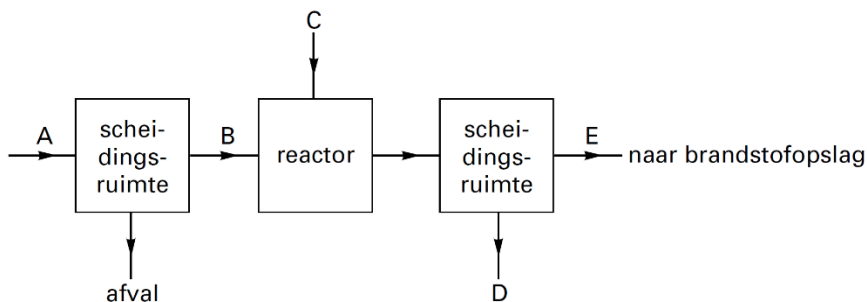


- 3 Geef de structuurformule van stof X.

De eigenschappen van de ontstane esters bleken vergelijkbaar met die van dieselolie. Ze kunnen in een gewone dieselmotor verbrand worden. Deze brandstof wordt biodiesel genoemd.

Hieronder is het productieproces van biodiesel met een blokschema weergegeven. In het schema stellen de letters A, B, C, D en E elk één van de volgende namen voor:

biodiesel, bio-olie, glycerol, stof X, zaden.



- 4 Welke namen stellen de letters A, B, C, D en E voor?

Noteer je antwoord als volgt:

A: ...

B: ...

C: ...

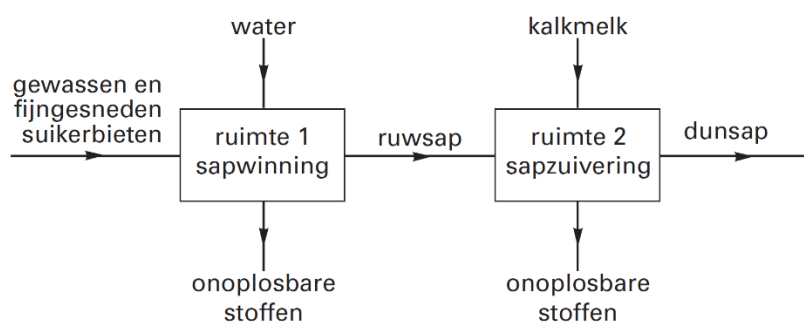
D: ...

E: ...

- 5 Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van biodiesel. Neem als formule van biodiesel $\text{C}_{19}\text{H}_{34}\text{O}_2$.

Opgave 12 Suiker

De winning van suiker (sacharose) uit suikerbieten gaat via een aantal bewerkingen. In onderstaand blokschema is de productie weergegeven van het zogenoemde dunsap, een tussenproduct bij de suikerwinning.



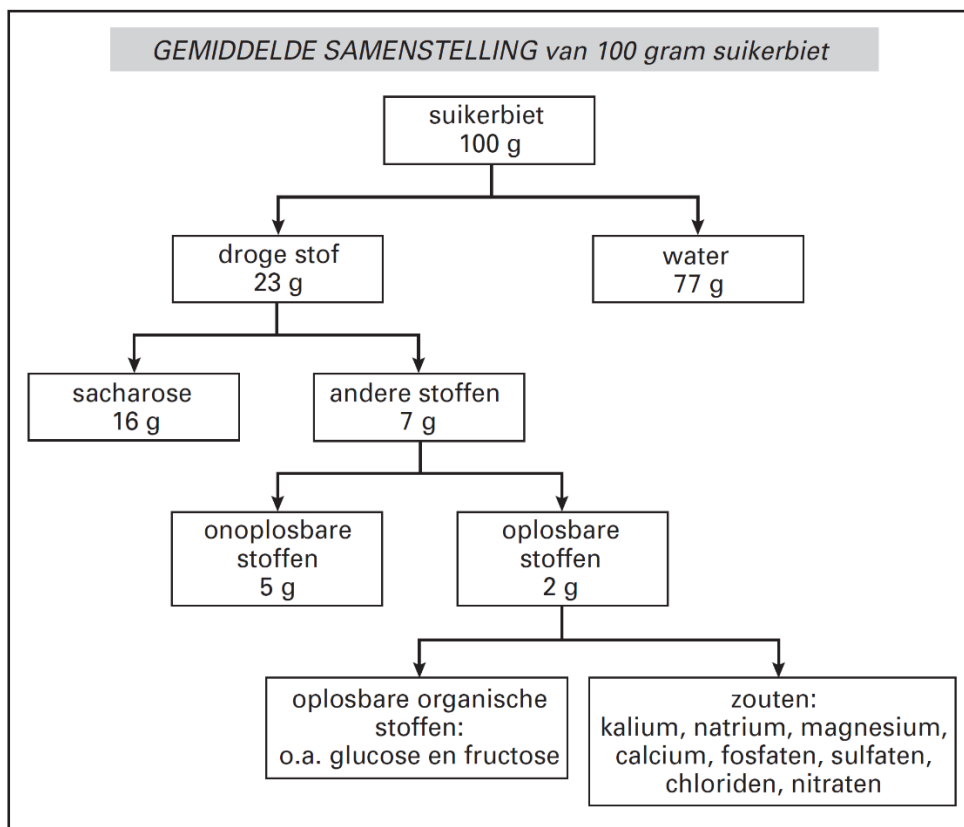
Nadat de suikerbieten zijn gewassen, vindt in ruimte 1 sapwinning plaats en in ruimte 2 sapzuivering. Om bij de sapwinning het ruwsap te verkrijgen uit de gewassen en fijngesneden suikerbieten worden in ruimte 1 twee scheidingsmethoden toegepast.

- 1 Geef de namen van de twee scheidingsmethoden die in ruimte 1 worden toegepast.

Bij de productie van suiker is het de bedoeling om uiteindelijk zuivere sacharose te verkrijgen. De zuiverheid wordt aangegeven met het Reinheid Quotiënt (RQ). Het RQ is gedefinieerd als het massapercentage sacharose van de totale hoeveelheid droge stof:

$$\text{RQ} = \frac{\text{massa sacharose}}{\text{totale massa droge stof}} \times 100\%$$

In onderstaand schema is de gemiddelde samenstelling van suikerbiet weergegeven.



naar: *Chemisch Weekblad*

Met behulp van dit schema kan het RQ in de onbewerkte suikerbiet als volgt berekend worden:

$$\text{RQ} = \frac{16 \text{ g (sacharose)}}{23 \text{ g (droge stof)}} \times 100\% = 70\%$$

Zuivere sacharose heeft een RQ van 100%. Ook aan een oplossing van sacharose kan een RQ worden toegekend. Een oplossing van alleen sacharose heeft een RQ van 100%. Bij het berekenen van het RQ is eventueel aanwezig water niet van belang.

Bij de sapwinning in ruimte 1 ontstaat zogenoemd ruwsap. Het RQ van het ruwsap is hoger dan 70%.

- 2 Bereken het RQ van het ruwsap dat uit ruimte 1 komt. Gebruik bij je berekening gegevens uit bovenstaand schema.

Bij de sapzuivering in ruimte 2 wordt kalkmelk toegevoegd. Kalkmelk is een suspensie van calciumhydroxide, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Er wordt kalkmelk toegevoegd totdat de pH van het sap 11,0 is.

- 3 Bereken $[\text{OH}^-]$ in mol L^{-1} in het sap na toevoeging van de kalkmelk.

In bovenstaand schema staan onder het kopje „zouten” de ionen genoemd die opgelost zijn in het ruwsap.

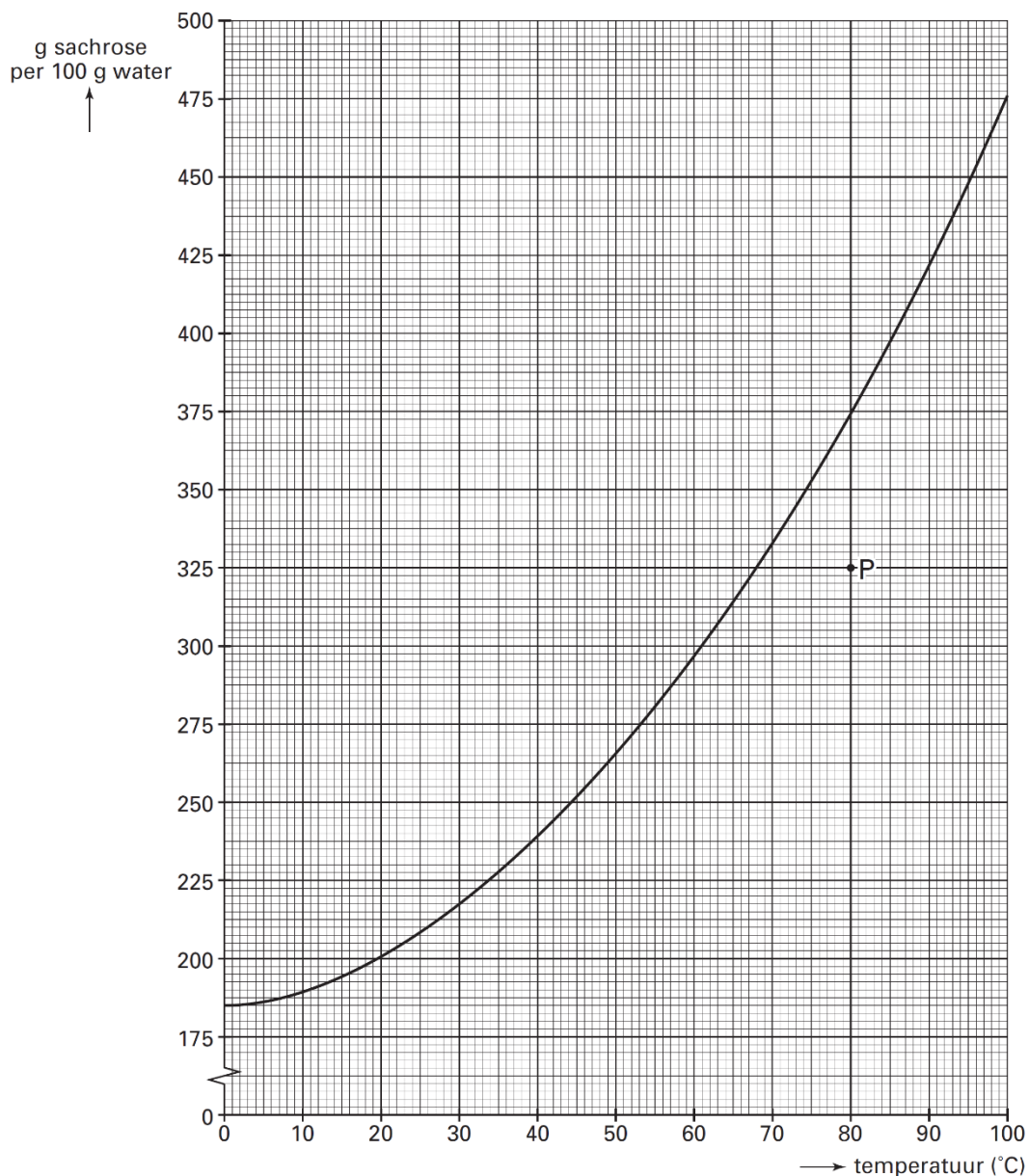
Met fosfaten worden hier voornamelijk di-waterstoffosfaationen (H_2PO_4^-) bedoeld.

Bij de sapzuivering reageert een deel van de hydroxide-ionen uit de kalkmelk met de di-waterstoffosfaationen in het ruwsap, waarbij onder andere fosfaationen worden gevormd. Deze reactie is een zuur-base reactie. De fosfaationen reageren vervolgens met calciumionen tot calciumfosfaat.

- 4 Geef de vergelijking van de zuur-base reactie van di-waterstoffosfaationen met hydroxide-ionen waarbij fosfaationen worden gevormd.
- 5 Geef de formule van calciumfosfaat.

Het dunsap dat uit ruimte 2 komt, wordt verwarmd. Na verdamping van een deel van het water blijft een geconcentreerde oplossing over, het zogenoemde diksap. Wanneer het diksap wordt afgekoeld, ontstaat vast suiker in de vorm van suikerkristallen.

In onderstaand diagram is de verzadigingscurve voor sacharose weergegeven. De curve geeft voor alle temperaturen tussen 0 °C en 100 °C aan hoeveel gram sacharose maximaal kan oplossen in 100 g water.



Het punt P in het diagram geeft voor een bepaald soort diksap met een temperatuur van 80 °C aan hoeveel g sacharose dat diksap per 100 g water bevat. Dit diksap wordt vervolgens afgekoeld tot 30 °C. Tijdens het afkoelen kristalliseert de sacharose uit die niet in oplossing kan blijven.

- 6 Leid met behulp van diagram 1 af hoeveel gram sacharose hierbij uitkristalliseert per 100 g water. Neem hierbij aan dat er een verzadigde sacharose-oplossing ontstaat.

Wordt binnenkort verder uitgebreid.