**PTA toets T2 6VWO**

**Veel succes!**

**Salatrim, een vetvervanger**

Omdat het eten van te veel vet schadelijk is voor de gezondheid, is de voedingsmiddelenindustrie al geruime tijd op zoek naar zogenoemde vetvervangers. Dit zijn stoffen die in de mond aanvoelen als plantaardige of dierlijke vetten, maar bij vertering in het lichaam minder energie leveren. Salatrim is zo’n vetvervanger en wordt verwerkt in koekjes en chocolade.

Salatrim bestaat uit een mengsel van triglyceriden. In de moleculen van deze triglyceriden is glycerol op minstens één positie veresterd met een verzadigd vetzuur met een lange koolstofketen en op minstens één positie met een (vet)zuur met een korte koolstofketen.

Hieronder is zo’n triglyceride schematisch weergegeven:



triglyceride A

1 2p Geef de structuurformule van dit triglyceride.

* Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 67G.
* De koolwaterstofrest van stearinezuur mag worden weergegeven met C17H35

Triglyceride A kan worden gevormd uit glyceryltristearaat (een triglyceride dat uitsluitend vetzuren met een lange koolstofketen bevat) en glyceryltripropanoaat (een triglyceride dat uitsluitend (vet)zuren met een korte koolstofketen bevat).

Deze twee soorten triglyceriden worden toegevoegd aan een oplossing van het enzym lipase. Er treedt dan een zogenoemde om-estering op:

De triglyceriden worden gehydrolyseerd tot glycerol en (vet)zuren en daaruit worden vervolgens nieuwe triglyceriden gevormd.

Na afloop is een mengsel ontstaan van triglyceriden waarbij de verschillende soorten (vet)zuren random zijn verdeeld over de verschillende triglyceriden. In dit mengsel komen onder andere glyceryltristearaat, glyceryltripropanoaat en triglyceride A voor.

2 3p Geef op eenzelfde wijze als voor triglyceride A is gedaan, de schematische aanduiding van drie andere triglyceriden die in dit mengsel voorkomen. Laat hierbij spiegelbeeldisomerie buiten beschouwing.

**Epoxypropaan**

1,2-Epoxypropaan is een belangrijke grondstof voor verschillende soorten polymeren. Het is een cyclische koolstofverbinding met de volgende structuurformule:



Een recent ontwikkelde methode om op industriële schaal 1,2-epoxypropaan te produceren, is gebaseerd op de reactie van propeen met waterstofperoxide:



Bij deze methode reageren propeen en waterstofperoxide in aanwezigheid van een vaste katalysator. Als oplosmiddel dient methanol. De katalysator lost niet op in methanol en blijft in de reactor achter.

Methanol doet niet alleen dienst als oplosmiddel; de stof heeft in het proces ook nog een andere functie. Om een volledige omzetting van propeen te bereiken, moet waterstofperoxide in overmaat worden gebruikt. Deze zeer reactieve stof levert bij verdere bewerking van reactiemengsels veelal problemen op. Om deze problemen te vermijden, moet de overmaat waterstofperoxide volledig worden omgezet. Dat kan door de aanwezigheid van methanol. Tijdens het proces zet het niet-verbruikte waterstofperoxide een deel van de methanol om tot een stof X. Deze stof X reageert vervolgens met overgebleven methanol. Bij deze reactie ontstaat uiteindelijk onder andere methylmethanoaat.

Op de uitwerkbijlage bij deze opgave is de vergelijking van de laatste reactie onvolledig weergegeven. Deze laatste reactie is een reactie tussen twee stoffen.

3 2p Maak de reactievergelijking op de uitwerkbijlage af. Zet daarin boven ‘stof X’ de structuurformule van stof X.

Na de reactie van propeen met waterstofperoxide volgt een serie destillaties.

In de eerste destillatieruimte wordt 1,2-epoxypropaan uit het reactiemengsel afgescheiden.

In de tweede destillatieruimte wordt het bijproduct water afgescheiden. Tegelijkertijd vinden hierin de reacties plaats waarbij het niet-verbruikte waterstofperoxide wordt omgezet en methylmethanoaat wordt gevormd.

Tenslotte worden in de derde destillatieruimte methanol en methylmethanoaat gescheiden. Methanol wordt hergebruikt in het proces.

Doordat een gedeelte van het oplosmiddel methanol wordt omgezet tot methylmethanoaat moet bij dit continue proces dus ook voortdurend methanol worden toegevoerd.

Het hiervoor beschreven continue proces voor de bereiding van 1,2-epoxypropaan kan in een blokschema worden weergegeven. Op de uitwerkbijlage bij deze opgave is het gedeelte van dit continue proces weergegeven tot en met de afscheiding van het 1,2-epoxypropaan.

4 4p Maak het blokschema op de uitwerkbijlage compleet door het plaatsen van nog twee blokken voor destillatieruimte 2 en destillatieruimte 3 en lijnen met pijlen voor de daarbij behorende stofstromen.

* Zet bij de pijlen die de blokken verlaten de naam van de desbetreffende stof.
* Zet bij de stofstroom van de reactor naar destillatie 1 en bij de stofstromen tussen de destillatieblokken geen namen van stoffen.
* Ga ervan uit dat in het proces behalve 1,2-epoxypropaan geen andere stoffen dan water en methylmethanoaat worden gevormd.

In een bepaalde uitvoering van dit proces reageert 90 procent van het waterstofperoxide met propeen dat hierbij volledig wordt omgezet. De overmaat waterstofperoxide wordt door de reactie met methanol volledig omgezet. Per mol methylmethanoaat die hierbij ontstaat, reageren twee mol waterstofperoxide en twee mol methanol.

5 3p Bereken hoeveel ton methanol wordt verbruikt bij de productie van 5,0·103 ton 1,2-epoxypropaan volgens bovenstaand proces. Een ton is 103 kg.

### Sikkelcel-anemie

Zuurstof wordt in het bloed getransporteerd door hemoglobine. Hemoglobinemoleculen bestaan onder andere uit vier polypeptideketens: twee ketens van zogenoemd globine α en twee ketens van globine β.

In een keten van globine β is de volgorde van de eerste acht aminozuren als volgt:

Val – His – Leu – Thr – Pro – Glu – Glu – Lys ~ globine β

Bij een bepaalde ziekte, sikkelcel-anemie, is in de ketens van globine β een verandering opgetreden. De hemoglobine van mensen met sikkelcel-anemie wordt hemoglobine S genoemd. Normaal hemoglobine wordt hemoglobine A genoemd. De globine β in hemoglobine S wordt in het vervolg van deze opgave aangeduid met globine βS.

Globine βS en globine β verschillen van elkaar in het zesde aminozuur: in globine βS is dat valine (Val) en in globine β is dat glutaminezuur (Glu). De volgorde van de eerste acht aminozuren in een keten van globine βS is dus als volgt:

Val – His – Leu – Thr – Pro –Val – Glu – Lys ~ globine βS

6 3p Geef het gedeelte ~ Thr – Pro – Val ~ van globine βS in structuurformule weer.

In een hemoglobinemolecuul is de structuur van de globineketens zodanig dat de zijketens van de glutaminezuureenheden op de zesde positie van de ketens van globine β zich aan de buitenkant van het hemoglobinemolecuul bevinden.

Bij mensen met sikkelcel-anemie bevinden de zijketens van de valine-eenheden op de zesde positie van de ketens van globine βS zich eveneens aan de buitenkant van het hemoglobinemolecuul.

Wat betreft de structuur van eiwitten maakt men onderscheid tussen de primaire, de secundaire en de tertiaire structuur.

7 2p Leg uit welk van de gegevens die vanaf het begin van deze opgave zijn verstrekt, betrekking heeft op de tertiaire structuur.

Mensen met sikkelcel-anemie hebben sikkelvormige rode bloedcellen in hun bloed. Men veronderstelt dat deze afwijkend gevormde cellen ontstaan doordat onder bepaalde omstandigheden de hemoglobine samenklontert. Daarbij worden bindingen gevormd tussen CH­3– CH – CH3 groepen van de valine-eenheden die zich aan de buitenkant van de hemoglobinemoleculen bevinden. Omdat er per molecuul hemoglobine S twee ketens globine βS aanwezig zijn, kunnen moleculen hemoglobine S polymeerachtige structuren vormen.

Moleculen hemoglobine A kunnen dergelijke polymeerachtige structuren niet vormen. De reden daarvoor is dat in globine β de COOH groepen van de glutaminezuureenheden grotendeels zijn omgezet tot COO─ groepen

8 2p Leg uit welk type binding tussen de CH3 – CH – CH3 groepen van de valine-eenheden wordt gevormd wanneer moleculen hemoglobine S bovengenoemde polymeerachtige structuren vormen.

9 1p Geef aan waarom moleculen hemoglobine A bovengenoemde polymeerachtige structuren niet kunnen vormen.

**-testtrips**

Wanneer je door een virus bent besmet, maakt het lichaam zogenoemde antilichamen aan. Deze antilichamen zijn eiwitten die zich specifiek binden aan de eiwitten die door het virus worden gevormd. Hiervan maakt men onder andere gebruik bij de test of iemand besmet is met het HIV-virus. Bij deze test worden teststrips gebruikt waarop de HIV-eiwitten, gesorteerd op grootte, zijn aangebracht.

Voordat de HIV-eiwitten op de strips kunnen worden aangebracht, moeten ze eerst worden gedenatureerd. Daarvoor gebruikt men een oplossing van SDS. SDS is een zout dat bestaat uit Na+ ionen en C12H25SO4− ionen.

Men neemt aan dat de C12H25SO4− ionen zich gelijkmatig langs de aminozuurketen aan het eiwit binden, zodat de keten zich strekt.

Schematisch wordt dat vaak weergegeven als in figuur 1.



De C12H25SO4− ionen zijn onder andere via ionbindingen aan de aminozuurketen gebonden.

10 2p Geef de naam van een aminozuur waarmee C12H25SO4− ion een ionbinding kan vormen. Licht je antwoord toe.

Men heeft vastgesteld dat de verhouding tussen het aantal aminozuureenheden in de keten en het aantal C12H25SO4− ionen langs de keten in een gedenatureerd eiwit 9,0 : 5,0 is. Deze verhouding is voor alle eiwitten hetzelfde.

11 3p Bereken hoeveel gram SDS nodig is om 1,0 gram eiwit te denatureren. Ga ervan uit dat de gemiddelde massa van een aminozuureenheid in een eiwitmolecuul 112 u is.

Bij het denatureren wordt ook de stof DTT gebruikt. De systematische naam van DTT is 1,4–disulfanyl–2,3–butaandiol. Het voorvoegsel sulfanyl geeft een SH groep weer (zie ook Binas-tabel 66D). DTT zorgt ervoor dat S – S bindingen tussen cysteïne-eenheden in een eiwitmolecuul worden verbroken. De reactievergelijking waarbij een S – S binding door DTT wordt verbroken, is hieronder schematisch weergegeven:

~ Cys – S – S – Cys ~ + DTT → ~ Cys – SH + HS – Cys~ + A

In deze reactie worden weer nieuwe S – S bindingen gevormd.

12 2p Geef de structuurformule van stof A.

Uitwerkbijlage Naam :

3





4

**Salatrim, een vetvervanger 2015 tijdvak 2 (pilot)**

1



2



**Epoxypropaan 2009 sk 1,2 tijdvak 1**

3



4



5 5,0 • 103 ton ≙ 5.0 • 106 kg ≙ 5,0 • 109 g

M (1,2 epoxypropaan) = 3 • 12,01 + 6 • 1,008 + 16,00 = 58,08 g/mol

5,0 • 109 g ≙ = 8,61 • 107 mol

dit komt over een met 90 % van de H2O2

10 % H2O2 reageert met methanol

dus = 9,57 • 106 mol H2O2

H2O2 : CH3OH = 1 : 1

Dus ook 9,57 • 106 mol CH3OH

M(CH3OH) = 12,01 • 4 • 1,008 + 16 = 32,04

9,57 • 106 mol ≙ 9,57 • 106 • 32,04 = 3,1 • 108 g methanol

dus 3,1 • 102 ton methanol

## Sikkelcel-anemie 2009 sk 1 tijdvak 1

6



7 dat de valine eenheden aan de buitenkant van het hemoglobine molecuul zitten

8 vd Waals bindingen tussen de valine eenheden

9 de COOH groepen in gluaminezuur eenheden hebben H+ afgestaan en zullen elkaar dus onderling afstoten en elkaar niet aantrekken zoals de valine eenheden.

## HIV 2013 tijdvak 2

10 Ion binding moet dus met een positief ion. Alleen een aminozuur met een basische zijgroep kan een H+ opnemen en zo een positief ion Het aminozuur moet dus in de zijgroep een NH2 groep hebben. Dit is het geval bij Histeine, lysine of argenine

11 1,0 g eiwit ≙ = 8,9 • 10–3 mol aminozuureenheden.  
Verhouding aminozuur : SDS = 9 : 5  
Dus nodig • 5 = 4,96 • 10–3 mol SDS  
M(SDS) = 12 • 12,01 + 25 • 1,008 + 32,06 + 4 • 16,00 + 22,99 = 288,37  
4,96 • 10–3 ≙ 4,96 • 10–3 • 288,37 = 1,4 g

12

