Examenopgaven vwo scheikunde koolstofchemie

Hier staat een overzicht van alles van koolstofchemie. Een korte samenvatting van wat je op het examen kunt verwachten over koolstofchemie staat hier en over polymeren hier.

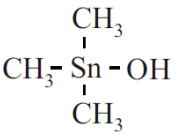
2014-II (pilot)

PVC wordt in de chemische industrie op grote schaal gemaakt door polymerisatie van chlooretheen. PVC wordt vervolgens in korrelvorm geleverd aan fabrieken waar men van PVC bijvoorbeeld kozijnen, deuren, waterleidingen en kabels maakt. Hierbij wordt gebruikgemaakt van het feit dat PVC een thermoplast is.

Voorafgaand aan de verwerking tot kozijn voegt men aan de PVC-korrels allerlei stoffen toe, zoals kleurstoffen en stabilisatoren. Als PVC wordt verwarmd zonder een stabilisator, ontleedt het bij verwarmen waarbij waterstofchloride ontstaat. Bij deze ontleding ontstaan in moleculen PVC zogenoemde geconjugeerde bindingen. Daarbij zijn om en om C–C en C=C bindingen aanwezig. De H atomen rondom de C=C bindingen nemen hierbij de *trans*-configuratie aan.

4p **2** Geef met behulp van structuurformules deze reactie van PVC weer. Geef hierbij een fragment uit het midden van een PVC keten weer, bestaande uit totaal 6 koolstofatomen.

Uit onderzoek is gebleken dat het waterstofchloride dat bij de ontleding ontstaat, deze ontleding verder katalyseert. Aan PVC worden daarom stabilisatoren toegevoegd die als functie hebben waterstofchloride te binden.
Vaak worden zogenoemde organo-tinverbindingen gebruikt. Dit zijn stoffen met de algemene formule R_nSnY_{4-n}, waarbij n = 1, 2, 3 of 4.
R is een organische groep (methyl, ethyl, etc). Y is een karakteristieke groep, bijvoorbeeld een Cl atoom of een OH groep.
De covalentie van het tinatoom is in deze verbindingen dus gelijk aan vier. Een voorbeeld van een organo-tinverbinding, trimethylhydroxytin, is hiernaast weergegeven.



Een veelgebruikte stabilisator is dibutyltinmaleaat. Het tinatoom is hierin door twee estergroepen gebonden aan één maleaatgroep. De naam maleaat is afgeleid van maleïnezuur (*cis*-buteendizuur). Esters van maleïnezuur worden maleaten genoemd. Tevens zijn twee butylgroepen gebonden aan het tinatoom.
Bij de reactie van dibutyltinmaleaat met waterstofchloride ontstaan butaan en monobutyl-monochloortinmaleaat.

4p **4** Geef met behulp van structuurformules de reactievergelijking voor de reactie van dibutyltinmaleaat met waterstofchloride.

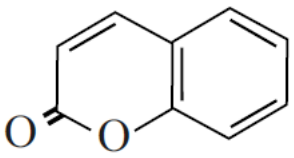
Uitlegfilmpje

De zijketen van Asp bevat een negatieve lading en wordt schematisch weergegeven met Asp^-. Het fragment in DMT1 dat de bindingsplek bevat is $\sim Leu - Asp^- - Pro \sim$.

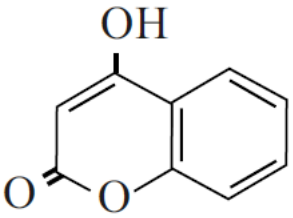
4p **16** Geef het fragment $\sim Leu - Asp^- - Pro \sim$ weer in structuurformule. Geef in deze structuurformule ook de negatieve lading aan.

Uitlegfilmpje

2015-II (pilot)

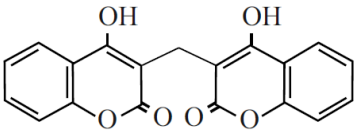


coumarine



4-hydroxycoumarine

In de bedorven klaver reageerde 4-hydroxycoumarine in de molverhouding 2 : 1 met een andere stof tot dicoumarol en water. De stof dicoumarol bleek verantwoordelijk voor de bloedingen.

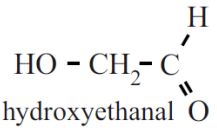


dicoumarol

2p **2** Geef de structuurformule van de stof die met 4-hydroxycoumarine reageert tot dicoumarol en water.

uitlegfilmpje

In de zoektocht naar het ontstaan van leven hebben astronomen voor het eerst een koolhydraat ontdekt in een gebied van het heelal waar sterren en mogelijk ook planeten ontstaan.
Het gaat om hydroxyethanal.
De stof is interessant omdat er aanwijzingen zijn dat deze kan reageren tot een groter koolhydraat:
ribose, een belangrijke bouwsteen voor RNA.
Een bekend mechanisme voor de vorming van ribose is een reeks van opeenvolgende reacties, de zogenoemde formosereacties.



hydroxyethanal

In de eerste formosereactie vindt een additiereactie plaats: uit twee methanalmoleculen wordt een molecuul hydroxyethanal gevormd.
In de tweede formosereactie vindt ook een additiereactie plaats, nu tussen methanal en hydroxyethanal. Bij deze additiereactie zijn de aldehydegroepen van beide soorten moleculen betrokken. De moleculen die ontstaan, bezitten twee hydroxylgroepen per molecuul.

1p **6** Geef de vergelijking van de eerste formosereactie in structuurformules.

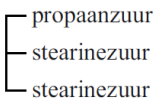
3p **7** Leg uit hoeveel verschillende producten in de tweede formosereactie kunnen ontstaan.
- Geef de structuurformules van de stoffen die kunnen ontstaan.
- Houd in je uitleg ook rekening met eventuele spiegelbeeldisomeren.

Uitlegfilmpje

https://scheikund

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

2p **24** Geef de structuurformule van dit triglyceride.
- Maak hierbij gebruik van Binas-tabel 67B.
- De koolwaterstofrest van stearinezuur mag worden weergegeven met $C_{17}H_{35}$.

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.

3p **25** 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.

Uitlegfilmpje

2016 voorbeeldexamen

Hexaanzuur is nog niet geschikt voor gebruik als dieselbrandstof. Het is mogelijk om door middel van een ketonisatie-reactie hexaanzuur om te zetten tot een stof die wel geschikt is om als dieselbrandstof te gebruiken. Ketonisatie is een reactie van carbonzuren en kan als volgt worden weergegeven:

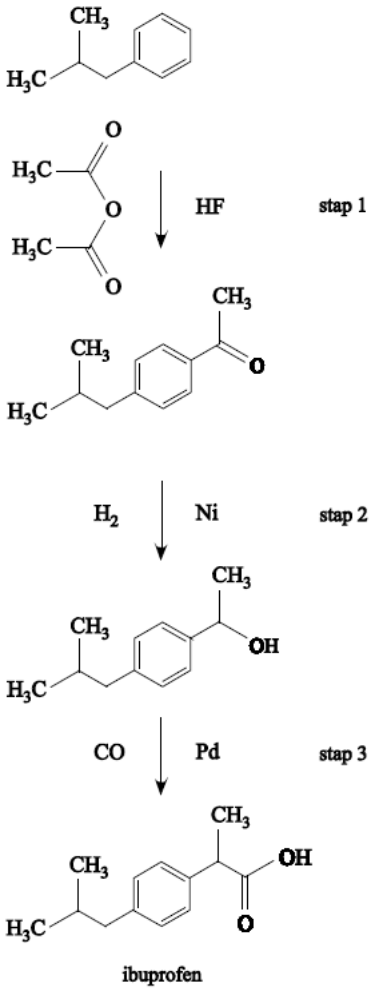
2 mol carbonzuur $\rightarrow$ 1 mol keton + 1 mol water + 1 mol koolstofdioxide

Bij de ketonisatie van ethaanzuur ontstaat propanon.

3p **14** Geef de reactievergelijking van de ketonisatie van hexaanzuur.
Geef de organische verbindingen in structuurformules weer.

Uitlegfilmpje

BHC-synthese



In deze weergave van de BHC-synthese zijn schematische structuurformules gebruikt. Links naast de reactiepijlen staan de reactanten weergegeven en rechts de katalysatoren (HF, Ni en Pd).
Alle reactanten reageren in de molverhouding 1 : 1.
In de BHC-synthese van ibuprofen ontstaat een mengsel van twee stereo-isomeren.

2p **18** Leg uit in welke stap van de BHC-synthese van ibuprofen voor het eerst een mengsel van stereo-isomeren ontstaat.

Als gevolg van het ontstaan van twee stereo-isomeren in de synthese, is het medicijn ibuprofen een mengsel van twee stereo-isomeren. Voordat ibuprofen als medicijn werd toegelaten, werd onderzoek gedaan naar de werking van beide stereo-isomeren. Het bleek dat slechts één van beide stereo-isomeren werkzaam is als pijnstiller. Deze werking berust op de koppeling van de werkzame stereo-isomeer aan het enzym cycloöxygenase. Tevens bleek dat de niet werkzame isomeer in het lichaam langzaam wordt omgezet tot de werkzame isomeer.

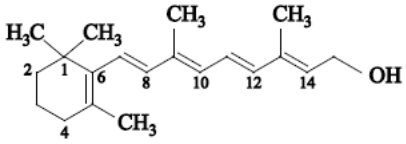
2p **19** Geef een verklaring waarom slechts één stereo-isomeer werkzaam is.

In de BHC-synthese van ibuprofen ontstaat slechts één bijproduct. Daarnaast ontstaat een klein percentage stoffen dat als afval moet worden beschouwd.

2p **20** Geef de naam van het enige bijproduct dat ontstaat in de BHC-synthese en leg uit of dit bijproduct in de fabriek gerecycled kan worden.

Uitlegfilmpje

Vitamine A (retinol) werd reeds in 1909 ontdekt als een vetoplosbare substantie die onmisbaar is voor het leven. Gevarieerde voeding, met onder andere wortelen en groene groenten, levert voldoende bètacaroteen dat in het lichaam wordt omgezet tot retinol. Hieronder is de schematische structuurformule van retinol weergegeven.

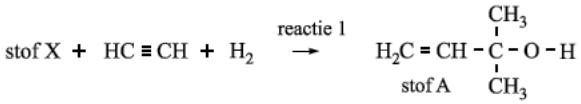


Als in de Tweede Wereldoorlog de voedselsituatie verslechtert, krijgen twee jonge chemici, Arens en Van Dorp, van de firma Organon de opdracht om synthetisch retinol te maken. In 1945 lukt het de mannen om de stof retinol te synthetiseren uit eenvoudige grondstoffen als bijvoorbeeld ethyn. Helaas blijkt hun synthese niet geschikt voor industriële productie. Het reactieproduct bevat namelijk slechts 35% retinol en verder verschillende stereo-isomeren van retinol.

3p **21** Leid af hoeveel stereo-isomeren maximaal mogelijk zijn van retinol. Gebruik in je uitleg nummers van de koolstofatomen zoals in de structuurformule hierboven.

2p **22** Leg uit met behulp van Binas-tabel 67I waarom bij de vorming van retinol uit bètacaroteen in het lichaam slechts één stereo-isomeer ontstaat.

Niet lang na het werk van Arens en Van Dorp werden betere methodes ontwikkeld om vitamine A te synthetiseren. Een veel gebruikte methode om retinol op grote schaal te produceren begint met reactie 1. In reactie 1 reageert 1 mol van stof X met ethyn en waterstof, zoals hieronder is weergegeven.



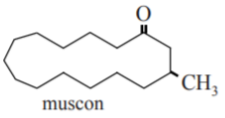
Reactie 1 kan worden opgevat als een additiereactie.

2p **23** Geef de structuurformule van stof X.

Uitlegfilmpje

2016 I

Muskus is een belangrijke geur die onderdeel uitmaakt van vrijwel alle parfums. Al ver voor het begin van onze jaartelling werd er gehandeld in muskus. Door het geringe aanbod was natuurlijke muskus altijd uiterst kostbaar. De belangrijkste geurstof in muskus is muscon, een stof met de molecuulformule $C_{16}H_{30}O$. De structuurformule van muscon is hiernaast schematisch weergegeven.



muscon

2p **1** Geef aan of er spiegelbeeldisomeren mogelijk zijn bij muscon.
Licht je antwoord toe aan de hand van bovenstaande schematische structuurformule.

Biomassa bestaat voornamelijk uit koolhydraten, vetten en eiwitten. De vorming van biogas uit biomassa gebeurt in vier stappen. Deze stappen verlopen tegelijkertijd.
Stap 1: hydrolyse. Tijdens deze stap worden de koolhydraten, eiwitten en vetten met behulp van enzymen buiten de bacteriecellen afgebroken tot suikers, aminozuren, vetzuren en glycerol. De producten van de hydrolyse worden door bacteriën opgenomen.

4p **11** Geef de reactievergelijking in structuurformules voor de hydrolyse van het eiwitfragment ~ Ala – Ser – Met tot ~ Ala en de losse aminozuren.

Stap 2: verzuring. De in stap 1 gevormde stoffen worden in de bacteriën omgezet tot zuren en alcoholen. Hierbij ontstaan tevens waterstof en koolstofdioxide. Als bijproducten worden ammoniak en waterstofsulfide (H_2S) gevormd.

2p **12** Geef aan uit welke soort(en) stof(fen) die na stap 1 aanwezig zijn in het reactiemengsel, ammoniak en waterstofsulfide kunnen worden gevormd.
Licht je antwoord toe.

Stap 3: azijnzuurvorming. Zogenoemde azijnzuurvormende bacteriën zetten de in stap 2 gevormde zuren en alcoholen met water om tot ethaanzuur en waterstof. Als in een zuur of alcohol een oneven aantal C atomen aanwezig is, ontstaat hierbij tevens CO_2. Bij een even aantal C atomen ontstaat geen CO_2. De reacties in stap 3 kunnen worden voorgesteld als evenwichtsreacties.

3p **13** Geef de reactievergelijking voor de omzetting van hexaanzuur in stap 3.

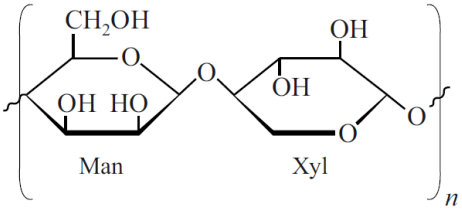
Uitlegfilmpje

2016-II

4p **1** Geef het gedeelte ~ TCT ~ in een structuurformule weer en geef weer hoe een molecuul water aan dit gedeelte gebonden zit.

Hierbij is de 1 letter code voor aminozuren uit binas 67H gebruikt.

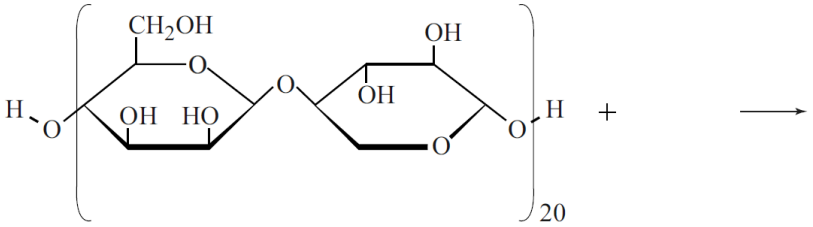
figuur 2



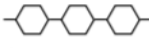
Bij het onderzoek werd de polysacharide onder invloed van een enzym bij pH = 7,5 volledig gehydrolyseerd. De ontstane oplossing bleek het beschermende effect tegen bevriezing niet te bezitten.
Op de uitwerkbijlage is de structuurformule van zo'n polysacharide weergegeven.

3p **3** Geef op de uitwerkbijlage de reactievergelijking in structuurformules van de volledige hydrolyse van deze polysacharide.

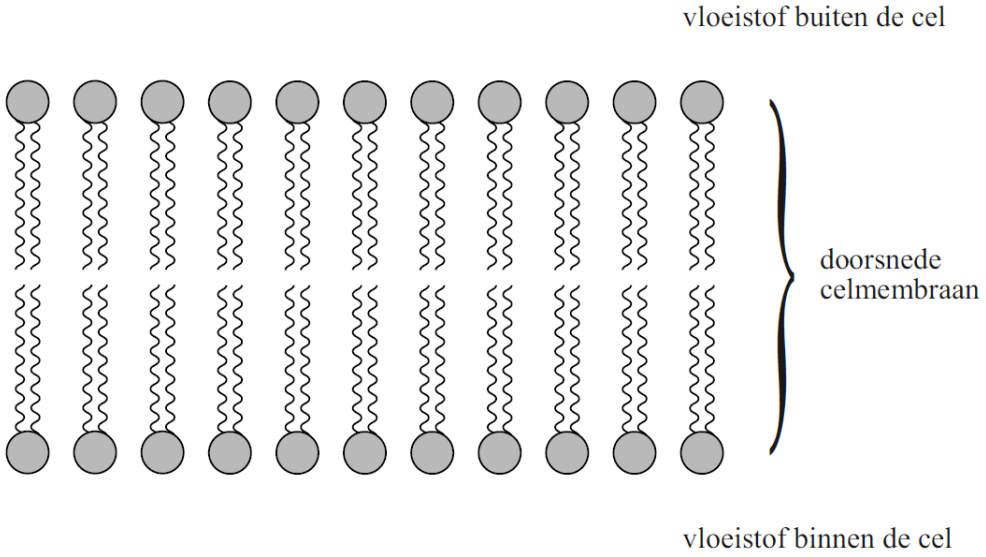
3



In de oplossing die ontstond na de hydrolyse waren ook vrije vetzuren aanwezig. Een onderzoeker vermoedde dat moleculen van de polysacharide veresterd zijn met één of meerdere moleculen van de vetzuren. Hij stelde de volgende hypothese op: "Moleculen van de antivriesstof bevinden zich in de vloeistof buiten de cel. Deze moleculen zijn verankerd in het celmembraan door de staarten van één of meerdere vetzuren."
Op de uitwerkbijlage staat een celmembraan schematisch weergegeven.

2p **4** Geef schematisch op de uitwerkbijlage weer hoe een molecuul van de antivriesstof volgens deze onderzoeker in het celmembraan verankerd is.
Geef het polysacharide-gedeelte weer als .
Geef het vetzuur-gedeelte weer als .
Geef de verestering weer als .

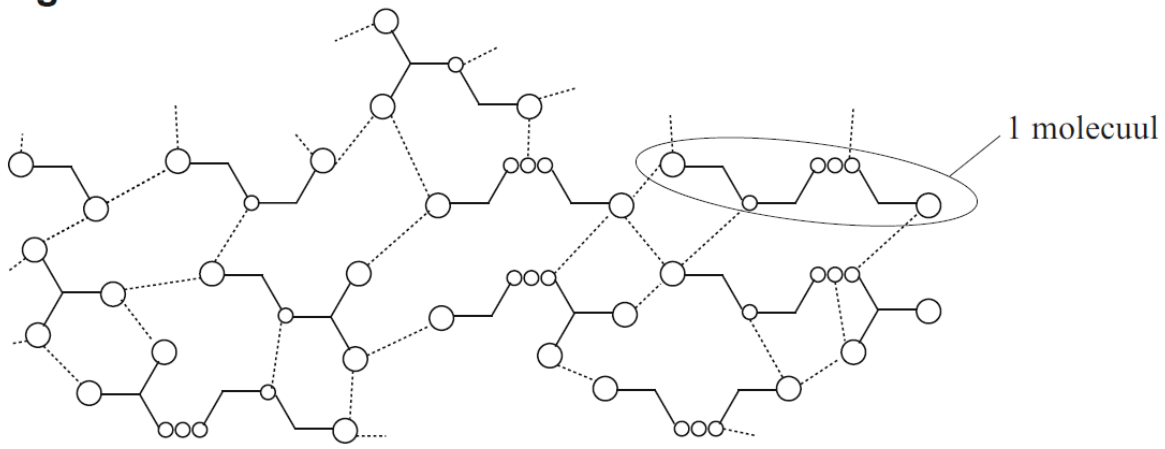
4



uitlegfilmpje

Een groep onderzoekers heeft een elastisch materiaal ontwikkeld met zelfherstellende eigenschappen. Als een elastiekje van dit materiaal wordt doorgesneden, hechten de twee delen bij samendrukken weer aan elkaar. Na afloop is het elastiekje weer net zo sterk en elastisch.
Het materiaal bestaat uit allerlei verschillende moleculen, die elk zijn opgebouwd uit een aantal dezelfde basiseenheden. In figuur 1 is de microstructuur van dit materiaal schematisch weergegeven.

figuur 1

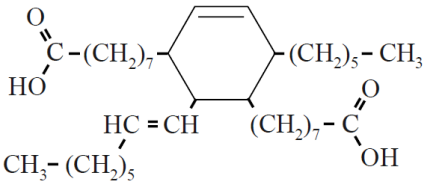


De stippellijnen geven waterstofbruggen weer tussen de verschillende moleculen. Door de vele waterstofbruggen vormen de moleculen een stevige netwerkstructuur, waardoor het materiaal elastische eigenschappen krijgt.

De vorming van het materiaal kan in drie stappen worden weergegeven.
Stap 1: door een additiereactie van twee moleculen van een meervoudig onverzadigd vetzuur wordt een dizuur gevormd.
Het mechanisme van deze additiereactie is hiernaast vereenvoudigd weergegeven.

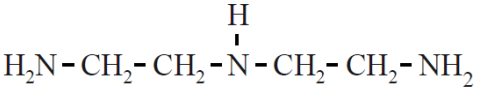


De structuurformule van het dizuur dat volgens deze additiereactie is gevormd, is hieronder weergegeven.



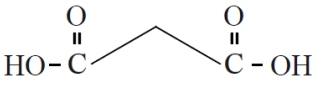
3p **10** Geef de structuurformule van het vetzuur dat als grondstof voor het dizuur is gebruikt. Je hoeft bij de beantwoording geen rekening te houden met eventuele stereo-isomerie.

Stap 2: men laat het dizuur reageren met diëthyleentriamine (DET) om aan het gevormde dizuur waterstofbrugvormende groepen aan te brengen. De structuurformule van DET is hieronder weergegeven.

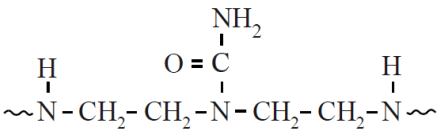


Afhankelijk van de gekozen molverhouding tussen het dizuur en DET worden verschillende producten gevormd.

3p **11** Geef de vergelijking van de reactie wanneer twee moleculen DET reageren met één molecuul van het dizuur.
Gebruik structuurformules en geef het dizuur schematisch weer zoals hiernaast.



Stap 3: om nog meer waterstofbrugvormende groepen aan te brengen laat men de in stap 2 gevormde producten reageren met ureum.
Atoomgroepen van de eenheden DET vormen atoombindingen met ureum-moleculen, waarbij onder andere atoomgroepen worden gevormd zoals hieronder is weergegeven.

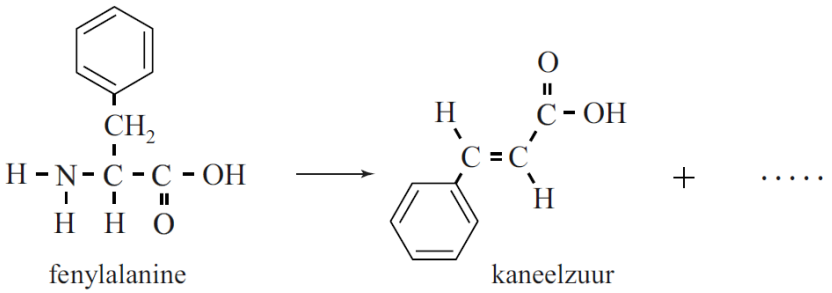


In deze reactie wordt nog een andere stof gevormd.

1p **12** Geef de naam van de andere stof die wordt gevormd als ureum met een eenheid DET reageert. Gebruik Binas-tabel 67J.

Uitlegfilmpje

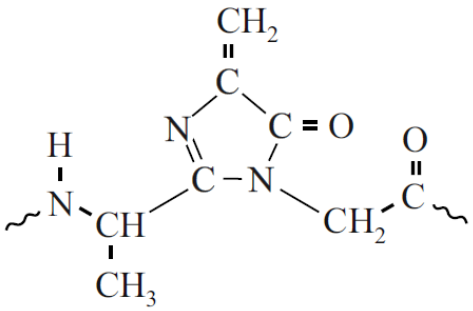
2017 I



1p **1** Geef de formule van het ontbrekende deeltje.

Uit onderzoek naar de structuur van PAL bleek dat in PAL een opvallende kenmerkende groep aanwezig is: de zogeheten MIO-groep. De MIO-groep is in figuur 2 weergegeven. De MIO-groep wordt bij de synthese van PAL gevormd door ringsluiting van een deel van de eiwitketen dat kan worden weergegeven met ~ Ala – Ser – Gly ~.

figuur 2



De eerste stap in de vorming van de MIO-groep is de sluiting van de in figuur 2 weergegeven vijfring door een additiereactie binnen het enzymmolecuul. In de reacties die leiden tot MIO worden twee watermoleculen afgesplitst. Hierbij wordt onder andere de C=C binding gevormd.

4p **2** Geef de structuurformule van het gedeelte ~ Ala – Ser – Gly ~.
Geef in de structuurformule met een pijl/pijlen aan welke twee atomen met elkaar worden verbonden bij de ringsluiting.
Omcirkel in de structuurformule de H atomen en de O atomen die bij de vorming van de MIO-groep worden afgesplitst.

De onderzoekers vermoedden dat de MIO-groep een rol speelt in de omzetting van fenylalanine tot kaneelzuur. Om vast te stellen welke aminozuureenheden nog meer een rol spelen bij de omzetting, hebben ze rondom de MIO-groep veranderingen aangebracht in de aminozuur-samenstelling van PAL. Wanneer op positie 110 het aminozuur Phe werd ingebouwd, bleek de gevormde PAL nauwelijks nog katalytische activiteit te vertonen. In actieve PAL is op plaats 110 de aminozuureenheid Tyr (Tyr110) aanwezig.

2p **3** Geef twee chemische redenen waarom Phe is gekozen als vervanger van Tyr110. Licht je antwoord toe, zodat duidelijk wordt waarom dit voor het onderzoek relevante redenen zijn.

Om deze PAL-variant te kunnen produceren, hebben de onderzoekers in een micro-organisme een puntmutatie aangebracht in het deel van het DNA dat codeert voor PAL. Een puntmutatie is de vervanging van een basenpaar in het DNA door een ander basenpaar. De code voor het eerste aminozuur van PAL begint bij het basenpaar met nummer 1.

3p **4** Geef de symbolen van het basenpaar van de puntmutatie, zowel voor de actieve PAL met Tyr110 als voor de inactieve PAL met Phe110.
Gebruik Binas-tabel 71G.
Noteer je antwoord als volgt en licht je antwoord toe:

	actieve PAL	inactieve PAL
base op coderende streng:	…..	…..
base op matrijsstreng:	…..	…..

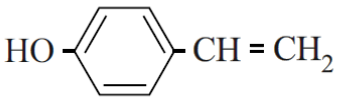
Toelichting: …..

2p **5** Geef aan wat het nummer is van het basenpaar van de puntmutatie.
Licht je antwoord toe.

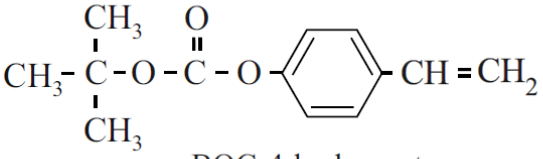
Uitlegfilmpje

https://scheikundel

Een computerchip wordt gemaakt van een dunne plaat van puur silicium, een zogeheten wafer. Hierop worden patronen van afwisselend geleidende en niet-geleidende materialen aangebracht. Om deze patronen aan te brengen, maakt men gebruik van een fotogevoelig materiaal, waarvan de oplosbaarheid verandert onder invloed van uv-licht. Een veelgebruikt fotogevoelig materiaal bevat onder andere een copolymeer dat door additiepolymerisatie is ontstaan uit 4-hydroxystyreen en BOC-4-hydroxystyreen. Dit copolymeer noemen we in deze opgave copolymeer X.



4-hydroxystyreen



BOC-4-hydroxystyreen

BOC-4-hydroxystyreen wordt gemaakt uit 4-hydroxystyreen en di-*tert*-butyldicarbonaat. Bij deze reactie ontstaan, behalve BOC-4-hydroxystyreen, ook methylpropaan-2-ol en één andere stof. Op de uitwerkbijlage vind je een onvolledige vergelijking voor deze reactie.

2p **15** Maak de vergelijking op de uitwerkbijlage compleet. Gebruik structuurformules.

Op de wafer wordt eerst een laag siliciumdioxide aangebracht. Daarop wordt een fotogevoelige laag aangebracht. De fotogevoelige laag bevat copolymeer X en een fotogevoelige stof, PAG. De fotogevoelige laag wordt met uv-licht in het gewenste patroon beschenen. Onder invloed van uv-licht vormt een molecuul PAG één H^+ ion. De gevormde H^+ ionen zitten niet vast op één plek, maar diffunderen langzaam door de fotogevoelige laag. De H^+ ionen katalyseren de omzetting van de BOC-4-hydroxystyreen-eenheden uit copolymeer X tot 4-hydroxystyreen-eenheden, methylpropeen en koolstofdioxide.

3p **16** Geef de vergelijking in structuurformules van de omzetting van één BOC-4-hydroxystyreen-eenheid uit copolymeer X tot één 4-hydroxystyreen-eenheid.

2p **17** Leg uit of je verwacht of de molverhouding $\frac{\text{PAG}}{\text{BOC-4-hydroxystyreen-eenheden}}$ in de fotogevoelige laag groter is dan 1, kleiner is dan 1 of gelijk is aan 1.

uitlegfilmpje

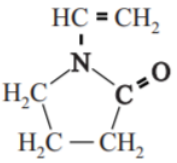
Chemicaliën die in de chemische industrie in grote hoeveelheden worden gebruikt (bulkchemicaliën) worden nu vaak gemaakt van aardolie. Om het gebruik van aardolie terug te dringen, wordt veel onderzoek gedaan om deze bulkchemicaliën te produceren op basis van biomassa.
Glutaminezuur is in veel plantenafval het meest voorkomende aminozuur.
In een onderzoek is gekeken of glutaminezuur uit plantenafval gewonnen kan worden met behulp van een zogenoemde reactieve extractie.
Daartoe werden water en een overmaat butaan-1-ol toegevoegd aan een hoeveelheid gehydrolyseerd plantenafval. Butaan-1-ol lost slecht op in water en vormt een laag boven op het water.
Het glutaminezuur vormt een di-ester met butaan-1-ol. De gevormde di-ester lost vervolgens op in de laag butaan-1-ol.

2p **21** Geef de structuurformule van de di-ester van glutaminezuur en butaan-1-ol. Gebruik Binas-tabel 67H1.

Behalve glutaminezuur reageren ook de andere aminozuren met butaan-1-ol tot esters. De vorming van deze esters treedt op aan het grensoppervlak van beide vloeistoffen. De omzetting verloopt sneller wanneer het reactiemengsel intensief wordt geroerd.

2p **22** Leg uit met behulp van het botsende deeltjesmodel waarom de omzetting van een aminozuur tot de ester sneller verloopt, wanneer het reactiemengsel intensief wordt geschud.

Na het afscheiden van de gevormde (di-)esters van aminozuren uit butaan-1-ol worden de esters gehydrolyseerd. Uit het onderzoek bleek dat het mogelijk is om op deze wijze uit plantenafval een mengsel van aminozuren te winnen met een hoog gehalte aan glutaminezuur.
Een Nederlandse onderzoeker heeft in zijn proefschrift een vervolgonderzoek hierop gepubliceerd. Hij heeft onderzocht of uit het onzuivere glutaminezuur twee belangrijke bulkchemicaliën kunnen worden geproduceerd.
Deze chemicaliën zijn N-vinylpyrrolidon (NVP) en N-methylpyrrolidon (NMP). NVP is het monomeer voor het veelgebruikte polymeer polyvinylpyrrolidon dat via additiepolymerisatie wordt gevormd uit NVP.

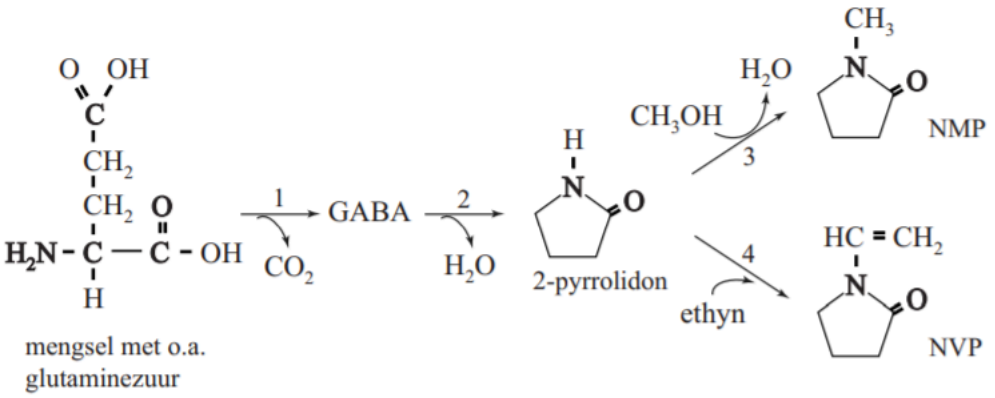


NVP

2p **23** Geef een gedeelte uit het midden van een molecuul polyvinylpyrrolidon in structuurformule weer. Dit gedeelte moet zijn ontstaan uit twee eenheden NVP.

In figuur 1 zijn de routes weergegeven die de onderzoeker voorstelt om glutaminezuur uit het mengsel van aminozuren om te zetten tot NMP en NVP. In figuur 1 is een aantal structuurformules schematisch weergegeven.

figuur 1



In reactie 1 uit figuur 1 wordt het onzuivere glutaminezuur omgezet tot de stof GABA en CO_2. In een scheidingsruimte wordt GABA gescheiden van het afval, waarin onder andere ongereageerde aminozuren aanwezig zijn.
In reactie 2 treedt ringsluiting van GABA op waarbij water ontstaat.

2p **25** Geef de structuurformule van GABA.

In reactie 2 ontstaat 2-pyrrolidon, de grondstof voor zowel NMP als NVP. Voor de productie van NVP laat men in reactie 4 het 2-pyrrolidon reageren met ethyn.

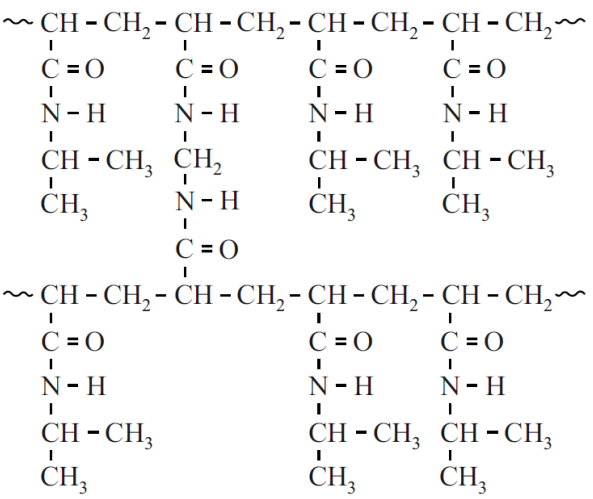
2p **26** Leg uit of reactie 4 uit figuur 1 een additie- of een substitutiereactie is.

Uitlegfilmpje

2017 II

Omdat pHEMA in de praktijk bleek tegen te vallen, is het verwante polymeer pNIPAM onderzocht. In figuur 1 is een gedeelte van de microstructuur van pNIPAM weergegeven. pNIPAM is een netwerkpolymeer dat wordt gemaakt uit twee monomeren. Bij de polymerisatie treden uitsluitend additiereacties op.

figuur 1

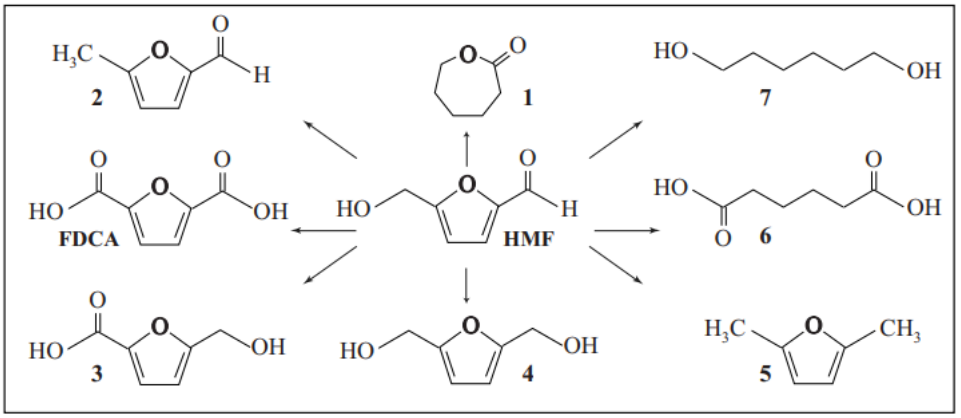


2p **21** Geef de structuurformule van het monomeer dat voor de crosslinks in pNIPAM zorgt.

uitlegfilmpje

2018 I

schema



Zowel PET als PEF zijn polyesters. PEF is een copolymeer van ethaan-1,2-diol en FDCA (zie schema).

3p **3** Geef een gedeelte van een molecuul PEF in structuurformule weer. Dit gedeelte moet komen uit het midden van het molecuul en moet bestaan uit twee eenheden van beide monomeren.

Sommige andere stoffen uit het schema kunnen ook worden gebruikt als monomeren voor polyesters. De polymeren zijn dan meestal copolymeren van twee monomeren. Eén stof uit het schema kan echter zonder een ander monomeer als grondstof dienen voor een polyester.

1p **4** Geef het nummer van de stof uit het schema die zonder gebruik van een ander monomeer een polyester kan vormen.

Avantium heeft een productieproces ontwikkeld waarbij FDCA met een hoog rendement geproduceerd kan worden uit HMF. De productie start met de reactie van HMF met methanol waarbij de stof MMF ontstaat. MMF is een ether.

HMF + methanol → MMF + H_2O (reactie 1)

In het Avantium-proces wordt MMF vervolgens omgezet tot FDCA volgens reactie 2.

MMF + zuurstof → FDCA + methanol (reactie 2)

3p **5** Geef de vergelijking van reactie 2. Gebruik structuurformules voor de ether MMF, FDCA en methanol.

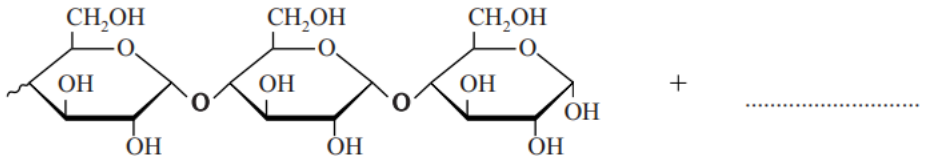
Uitlegfilmpje

vsk18iopg2.pdf (havovwo.nl)

uitlegfilmpje

2018 II

3p **7** Maak op de uitwerkbijlage de reactievergelijking af van de gedeeltelijke hydrolyse van amylose, waarbij van het weergegeven fragment twee moleculen glucose worden afgesplitst. Geef koolstofverbindingen weer met structuurformules.



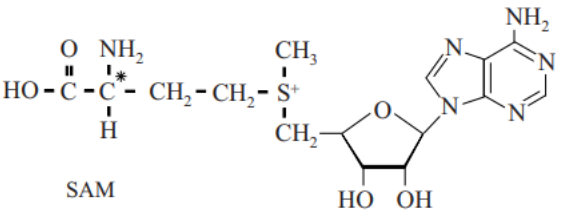
uitlegfilmpje

2019 I

https://havovwo.nl/vwo/vsk/bestanden/vsk19iopg2.pdf

uitlegfilmpje

2019 II



SAM

Het methionine heeft maar één stereo-isomeer. Bij de vorming van SAM verandert de ruimtelijke bouw rondom het C*-atoom van methionine niet. Toch kunnen in reactie I twee stereo-isomeren van SAM worden gevormd. Dit wordt veroorzaakt doordat de groepen rondom het S-atoom in SAM, net als bij een koolstofatoom, op twee verschillende manieren kunnen zijn gerangschikt.

2p **1** Leg uit dat van SAM twee stereo-isomeren bestaan.
- Geef in je antwoord de Lewisstructuur van SAM.
- Gebruik hierbij de aanduiding R_1 enzovoort als notatie voor de atoomgroepen rondom het S-atoom.

Uit onderzoek blijkt dat slechts een van beide stereo-isomeren van SAM wordt gevormd door SAM-synthetase.

1p **2** Leg uit waarom slechts een van beide stereo-isomeren van SAM wordt gevormd door SAM-synthetase.

In reactie II van het reactieschema wordt SAM onder invloed van het enzym ACC-synthase omgezet. De biosynthese van dit enzym verloopt in twee stappen. Op basis van de DNA-code wordt eerst een aminozuurketen gevormd van 473 aminozuren. Vervolgens wordt de aminozuurketen op twee plaatsen gehydrolyseerd, waardoor de ACC-synthase nog 421 aminozuren bevat. Een van de beide plaatsen waar hydrolyse optreedt, is tussen de aminozuren Gly–430 en Glu–431.

3p **3** Geef de hydrolyse van het gedeelte ~Gly – Glu~ in een reactievergelijking weer. Gebruik structuurformules.

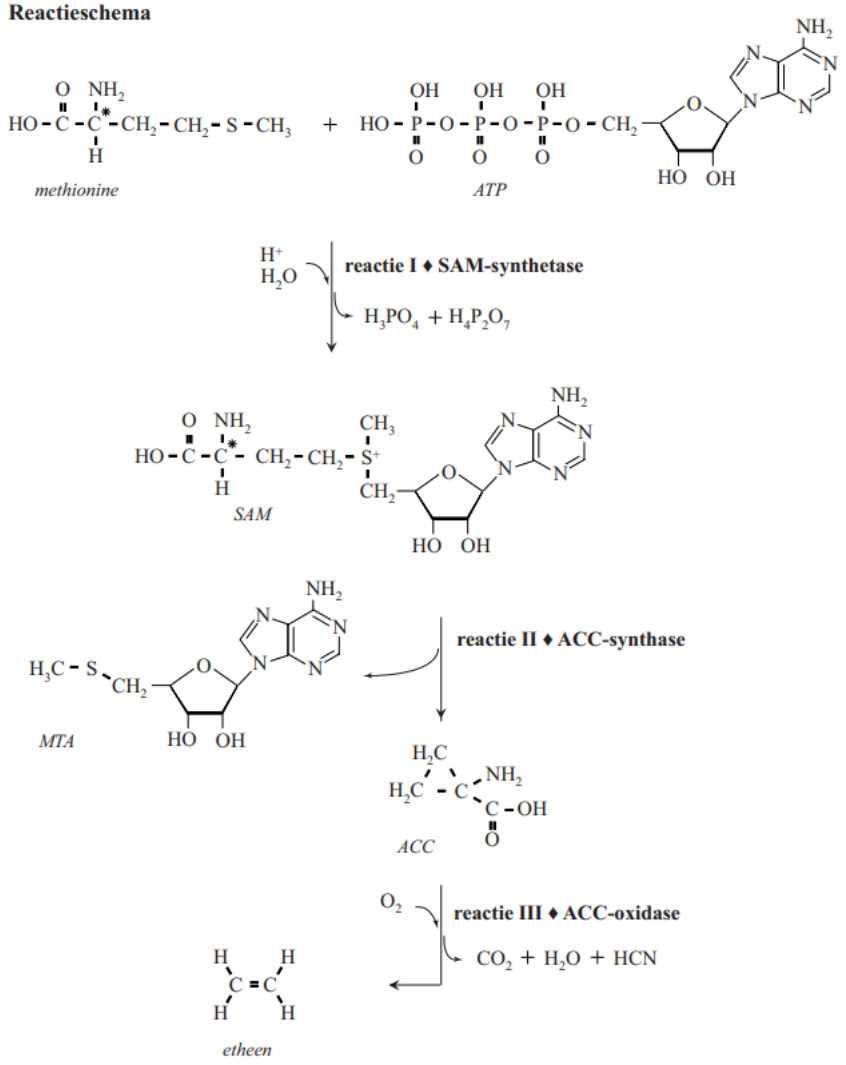
Het in reactie II gevormde ACC ($C_4H_7NO_2$) wordt in reactie III onder invloed van het enzym ACC-oxidase omgezet tot onder andere etheen. Uit één molecuul ACC wordt hierbij één molecuul etheen gevormd.

2p **4** Geef de vergelijking van reactie III in molecuulformules. Gebruik informatie uit het reactieschema.

Uit het reactieschema is af te leiden dat de atomen in etheen, via SAM en ACC, uiteindelijk van methionine afkomstig zijn.

2p **5** Omcirkel op de uitwerkbijlage in de structuurformules van methionine, SAM en ACC de atomen die uiteindelijk in etheen terechtkomen.

Reactieschema



[Uitlegfilmpje]

2019 II

Xylose ($C_5H_{10}O_5$) kan worden voorgesteld als een eenheid (α)D-glucose, waarbij de CH_2-OH-groep op C-atoom nummer 5 is vervangen door een H-atoom.
In een xylose-oligomeer zijn de xylose-eenheden aan elkaar verbonden door middel van de OH-groepen aan de C-atomen met nummers 1 en 4.

3p **14** Geef een gedeelte uit het midden van een xylose-oligomeer in structuurformule weer. Dit gedeelte moet zijn ontstaan uit twee eenheden xylose.
- Gebruik de notatie die ook in het informatieboek wordt gehanteerd.
- Gebruik Binas-tabel 67F1 of ScienceData-tabel 13.1d.

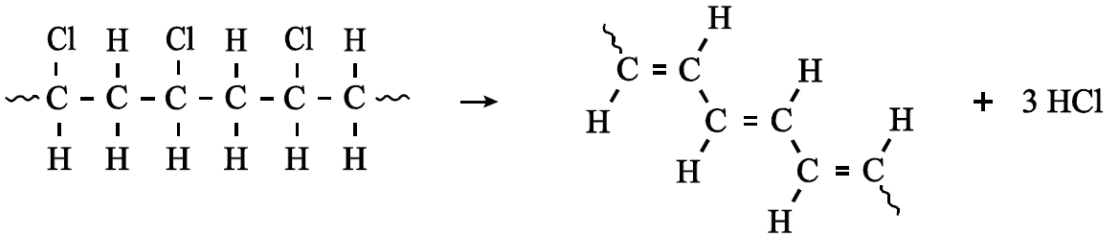
[Uitlegfilmpje]

Antwoorden

2014-II (pilot)

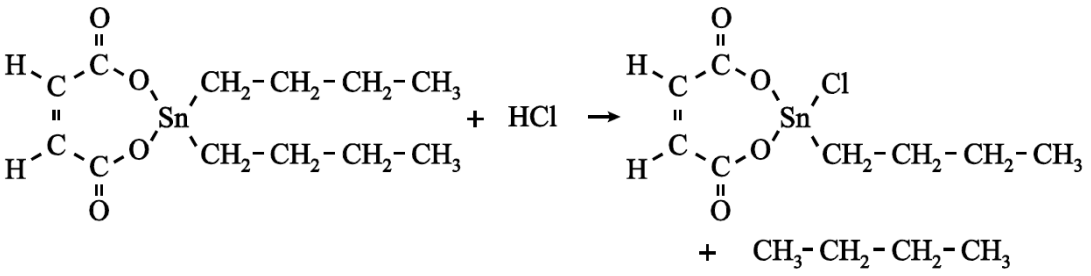
2 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



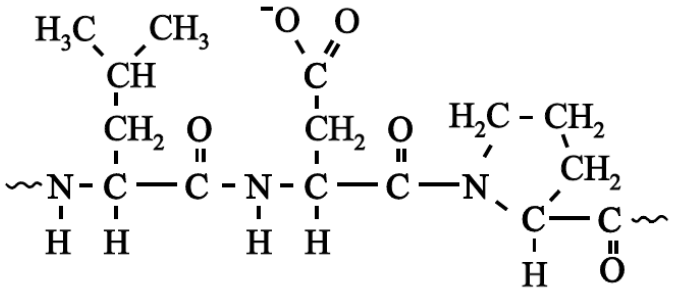
4 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



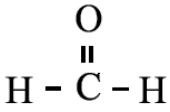
16 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

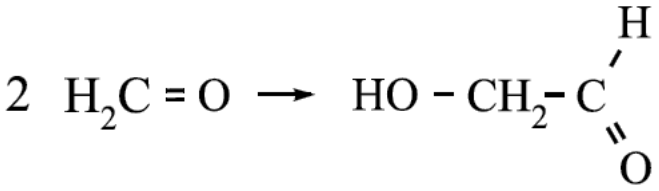


2015-II (pilot)

2 maximumscore 2

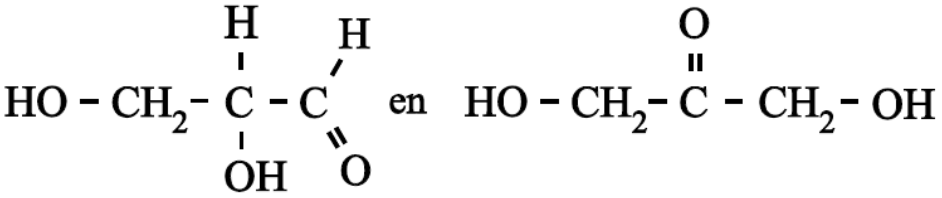


6 maximumscore 1



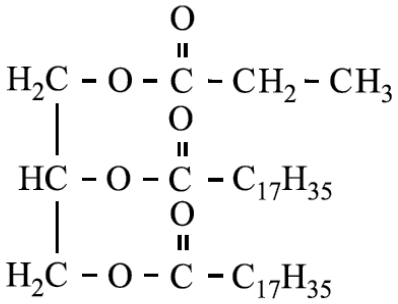
7 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:



24 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



25 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

- stearinezuur
- propaanzuur
- stearinezuur

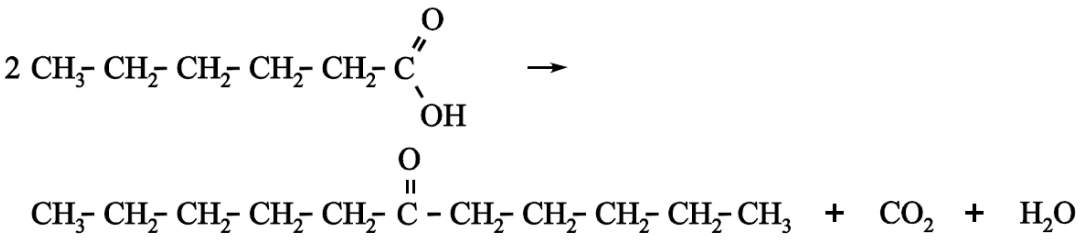
- propaanzuur
- propaanzuur
- stearinezuur

- propaanzuur
- stearinezuur
- propaanzuur

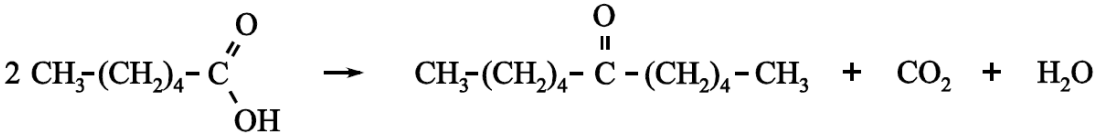
2016 voorbeeldexamen

14 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



of



18 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- In stap 2 ontstaat voor het eerst een mengsel van stereo-isomeren. In een molecuul van het reactieproduct van stap 2 komt namelijk een asymmetrisch koolstofatoom voor (en dat koolstofatoom was nog niet asymmetrisch in het molecuul dat als beginstof van stap 2 reageerde).
- In stap 2 ontstaat voor het eerst een mengsel van stereo-isomeren. Want (in een molecuul van de beginstof van stap 2 komt geen asymmetrisch koolstofatoom / koolstofatoom met vier verschillende groepen voor en) in (een molecuul van) het reactieproduct van stap 2 komt voor het eerst een asymmetrisch koolstofatoom / koolstofatoom met vier verschillende groepen voor.

19 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:
Slechts één van beide stereo-isomeren past in het actieve centrum van het enzym.

20 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:
(In stap 1 ontstaat) ethaanzuur/azijnzuur. Dit kan worden gebruikt voor de productie van azijnzuuranhydride (die in stap 1 nodig is). Dus ethaanzuur kan worden gerecycled.

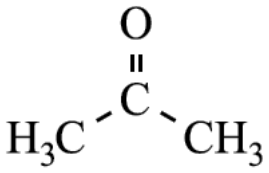
21 maximumscore 3

Een voorbeeld van een juist antwoord is:
In de structuur van vitamine A zijn C=C bindingen aanwezig, waarbij de omringende atomen/atoomgroepen op twee manieren kunnen voorkomen (*cis-trans/Z-E*) (en er zijn geen asymmetrische C atomen).
De C=C bindingen waar dit voor geldt bevinden zich bij de atomen C7/C8 en C9/C10 en C11/C12 en C13/C14.
Dit betekent dat er theoretisch $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ stereo-isomeren mogelijk zijn (dus naast retinol nog 15 andere stereo-isomeren).

22 maximumscore 2

Een voorbeeld van juiste antwoord is:
(Als 1 mol bètacaroteen wordt omgezet tot retinol ontstaat 2 mol retinol.)
Bij de omzetting van bètacaroteen tot retinol wordt de middelste C=C binding verbroken, waarbij (ter plaatse van C15 in retinol) geen (nieuwe) stereo-isomeren worden gevormd. In bètacaroteen bevinden zich alle C=C bindingen in dezelfde configuratie als in retinol. (Omdat alle andere bindingen in dezelfde configuratie blijven zal er maar één stereo-isomeer zal ontstaan.)

23 maximumscore 2



2016 I

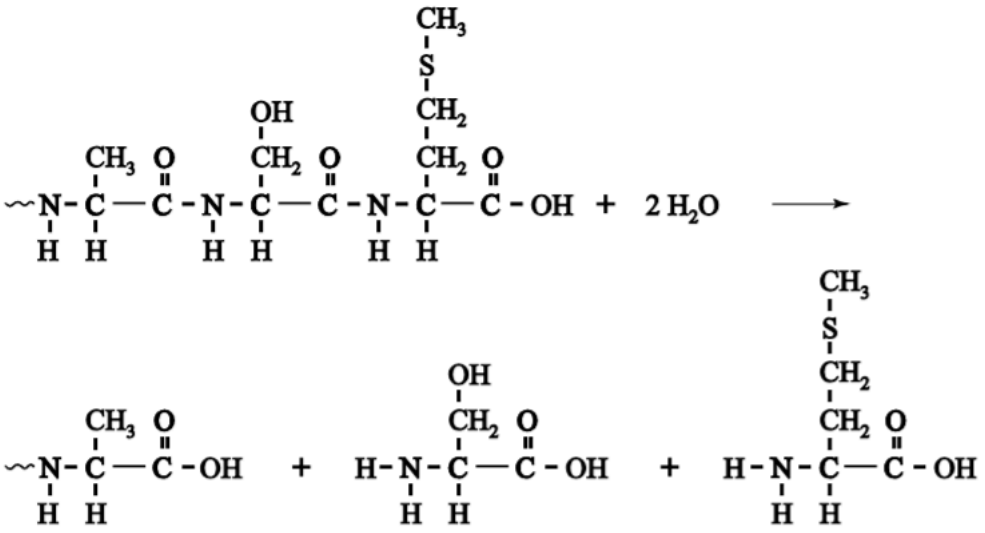
1 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Het koolstofatoom met de methylgroep is een asymmetrisch koolstofatoom, dus er zijn (twee) spiegelbeeldisomeren.
- Het C atoom met de CH_3 heeft 4 verschillende groepen, dus er zijn (twee) spiegelbeeldisomeren.

11 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



12 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Suikers, vetzuren en glycerol bevatten alleen C, H en O atomen, dus ze (H_2S en NH_3) zijn gevormd uit aminozuren.
- Aminozuren zijn de enige stoffen die S en N atomen bevatten.

13 maximumscore 3

$C_6H_{12}O_2 + 4\ H_2O \rightleftharpoons 3\ C_2H_4O_2 + 4\ H_2$

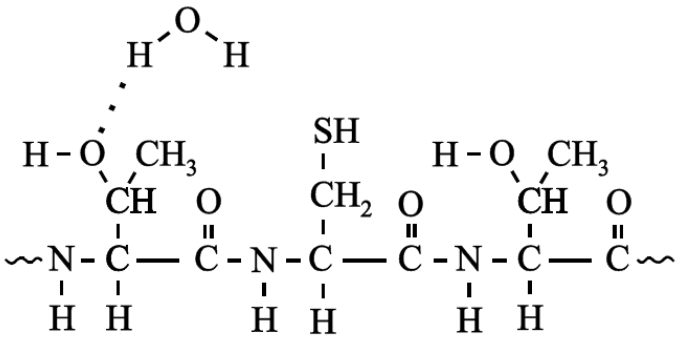
of

$CH_3(CH_2)_4COOH + 4\ H_2O \rightleftharpoons 3\ CH_3COOH + 4\ H_2$

2016 II

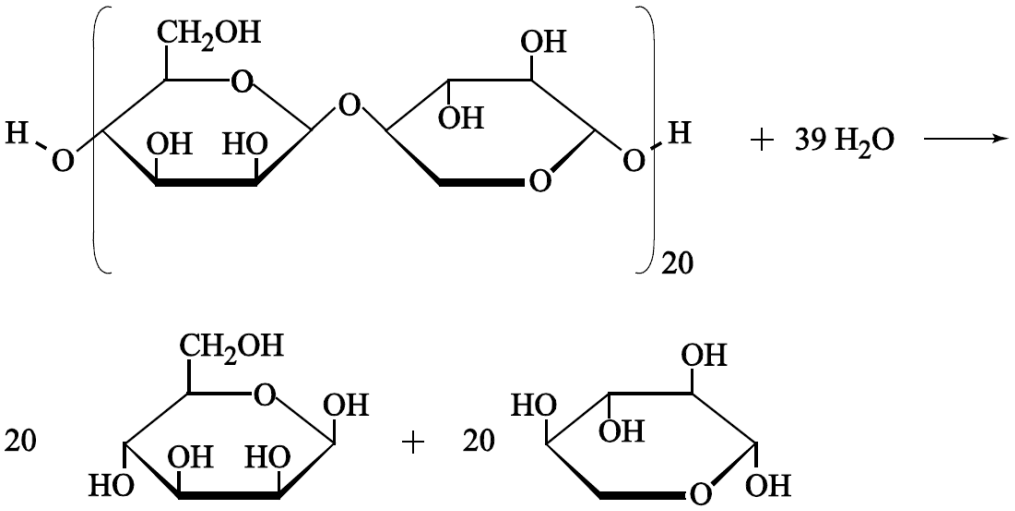
1 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



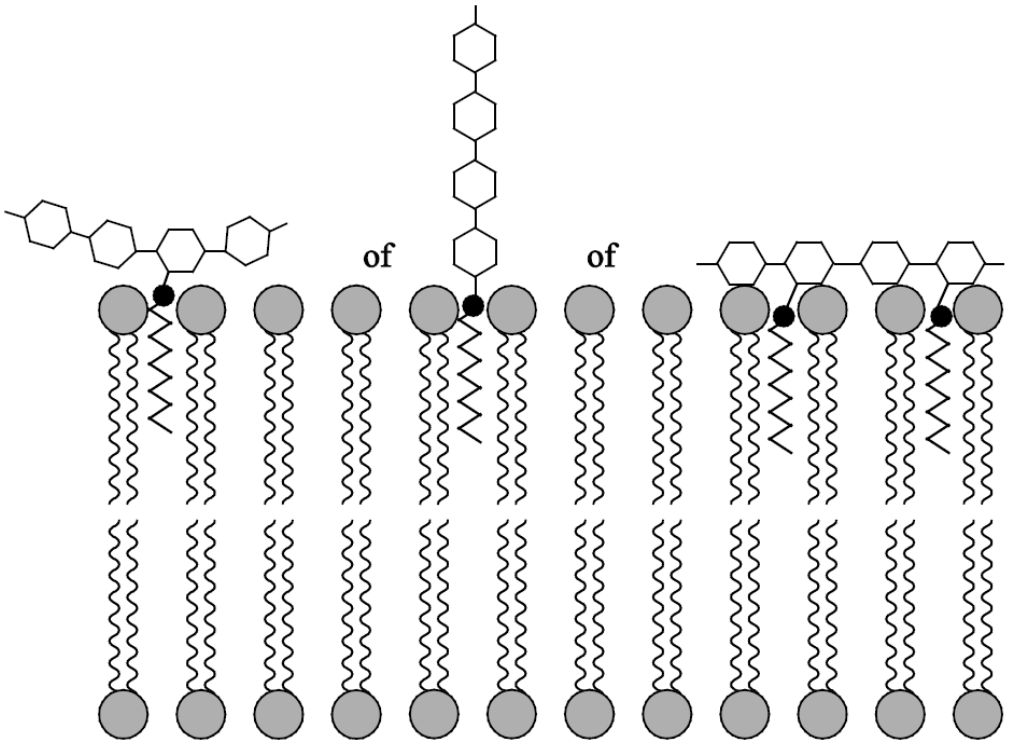
3 maximumscore 3

Een juist antwoord kan er als volgt uit zien:



4 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



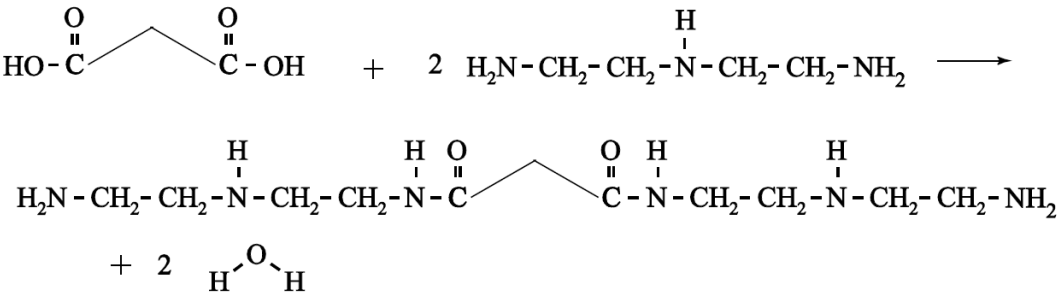
10 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



11 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



12 maximumscore 1

ammoniak

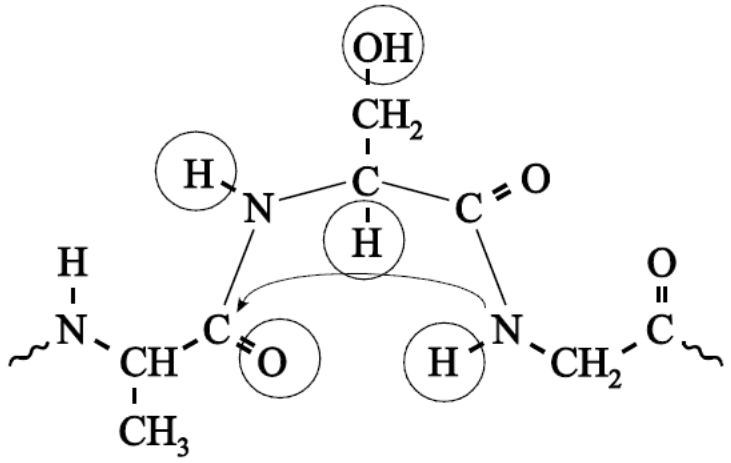
https://scheikundehavovwo.nl/

1 maximumscore 1

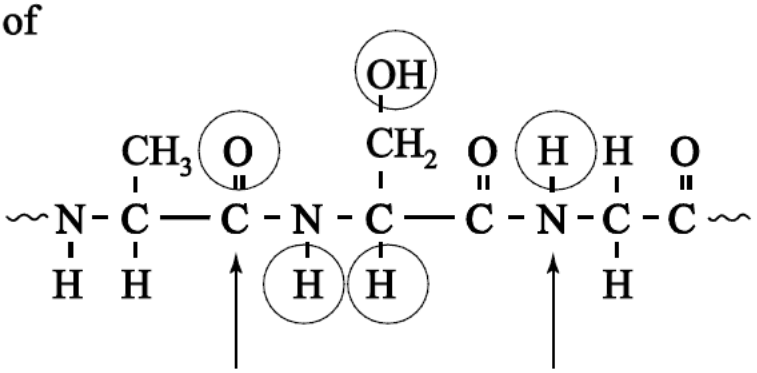
NH_3

2 maximumscore 4

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



of



3 maximumscore 2

Voorbeelden van een juiste reden met toelichting zijn:

- Door Phe in te bouwen is in de restgroep geen OH groep meer aanwezig. Zo kan de invloed van de OH groep worden onderzocht.
- Tyr is enigszins polair terwijl Phe apolair is. Zo kan de invloed van de polariteit worden onderzocht.
- De restgroep van Phe lijkt van alle aminozuren (ruimtelijk) het meest op Tyr. Zo wordt de vorm van het eiwit zo min mogelijk beïnvloed.
- Tyr en Phe zijn beiden aromatische aminozuren. Zo houd je de invloed van die groep constant.

per juiste reden met toelichting waarom die reden relevant is voor het onderzoek 1

4 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

	actieve PAL	inactieve PAL
base op coderende streng:	A	T
base op matrijsstreng:	T	A

Voorbeeld van een toelichting:
De middelste base op het mRNA van Tyr is een A en bij Phe een U.
De coderende streng heeft dezelfde basevolgorde als het mRNA, maar op de coderende streng komt een T voor in plaats van een U. De base bij Tyr/actieve PAL is dus een A en bij Phe/inactieve PAL een T.
De matrijsstreng is complementair aan de coderende streng dus op de matrijsstreng komt bij Tyr/actieve PAL een T voor en bij Phe/inactieve PAL een A.

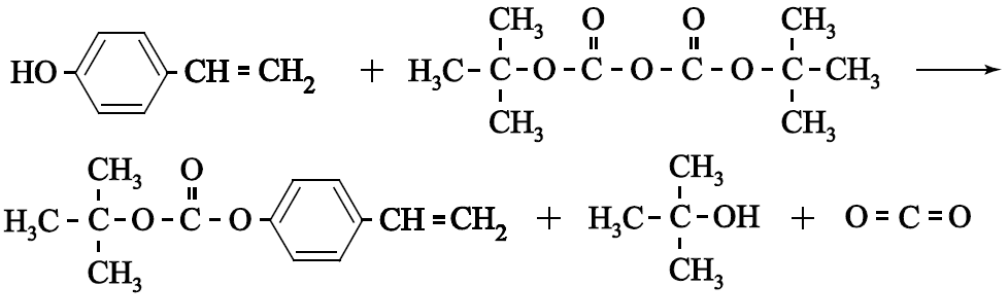
5 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Van het codon met nummer 110 is het tweede basenpaar anders.
  De nummers van de basenparen op codon 110 zijn 328–329–330. Dus het nummer van de puntmutatie is 329.
- Van het codon met nummer 110 is het tweede basenpaar anders.
  Dus het basenpaar met nummer $110 \times 3 - 1 = 329$ / $109 \times 3 + 2 = 329$ is anders.

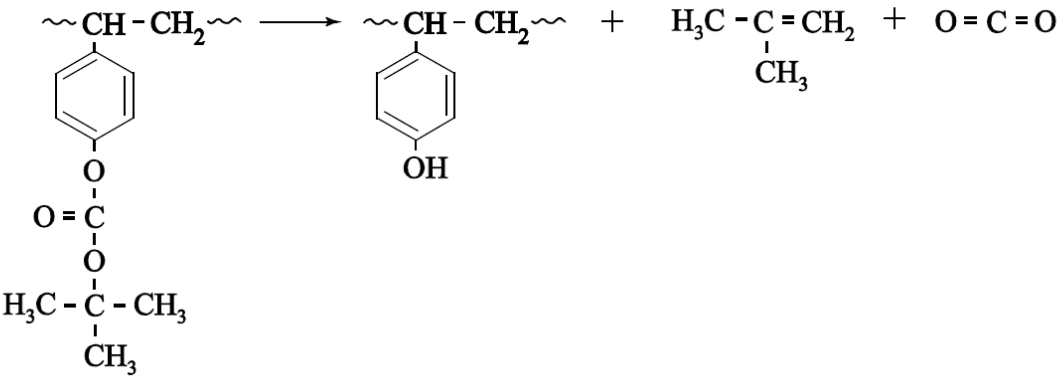
15 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



16 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



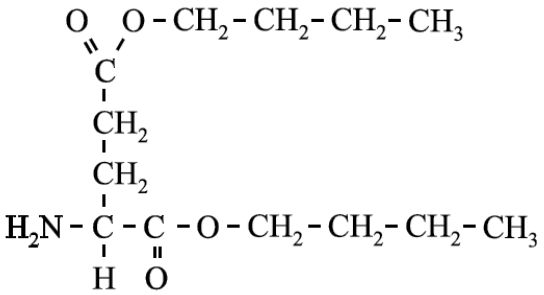
17 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

H^+ wordt niet verbruikt in de reactie (omdat H^+ de katalysator is).

Eén H^+ kan de omzetting van meerdere BOC-4-hydroxystyreeneenheden katalyseren, waardoor de molverhouding $\frac{\text{PAG}}{\text{BOC-4-hydroxystyreeneenheden}}$ kleiner dan 1 zal zijn.

21 maximumscore 2



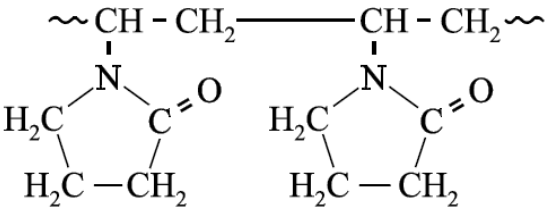
22 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

De reactie tussen de aminozuren en butaan-1-ol kan alleen optreden doordat de moleculen aan het grensvlak van de vloeistoffen botsen. Wanneer flink wordt geroerd, wordt het (totale oppervlak van het) grensvlak tussen de vloeistoffen groter, waardoor er meer (effectieve) botsingen (per tijdseenheid) kunnen plaatsvinden (waardoor de reactiesnelheid groter wordt).

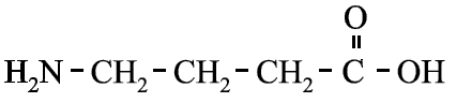
23 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



25 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



26 maximumscore 2

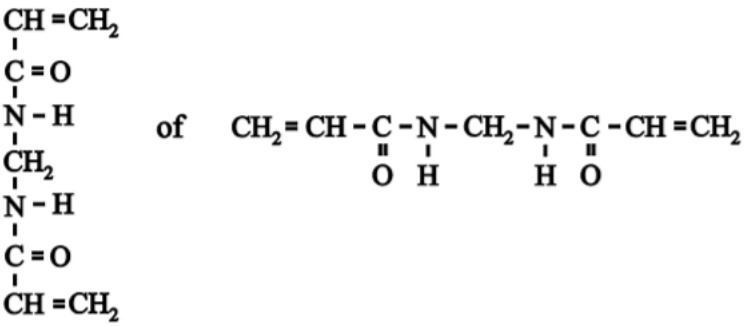
Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Reactie 4 is een additiereactie, want één C–C binding van de drievoudige binding in ethyn verdwijnt (en er ontstaan geen andere stoffen).
- Bij een substitutiereactie ontstaan twee stoffen/deeltjes. Hier ontstaat maar één stof, dus het is een additiereactie.

2017 II

21 maximumscore 2

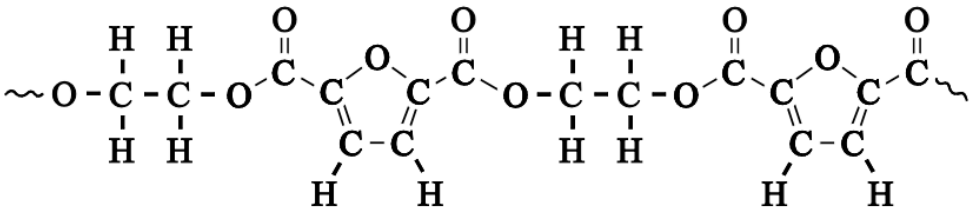
Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



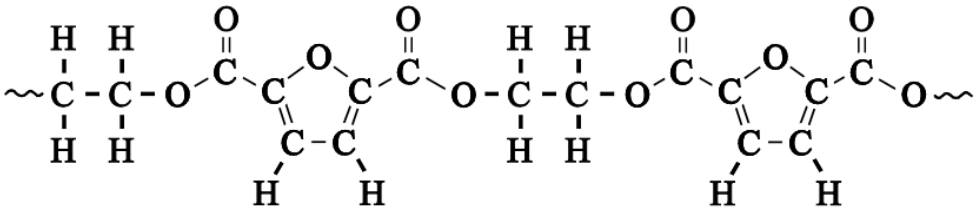
2018 I

3 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



of



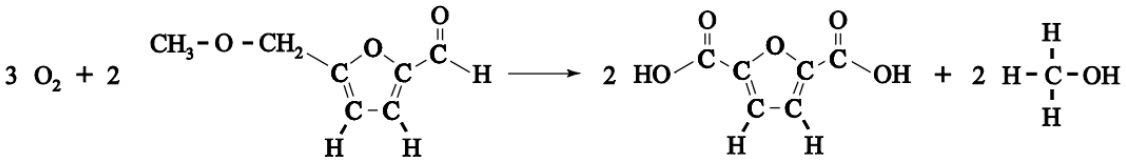
4 maximumscore 1

nummer 3

Opmerking
Wanneer als antwoord 'nummer 1' is genoemd, dit goed rekenen.

5 maximumscore 3

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



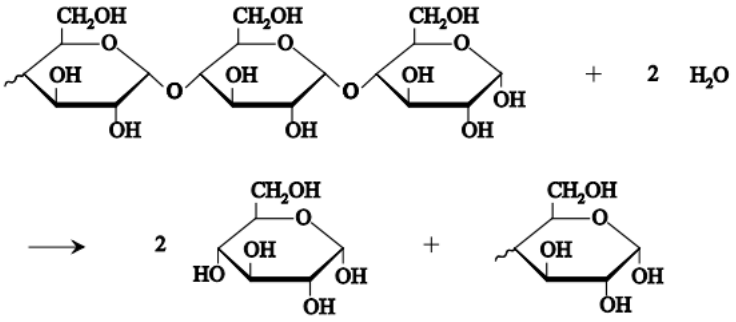
Opgave zijde verven:

vsk18iant2.pdf (havovwo.nl)

2018 II

7 **maximumscore 3**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



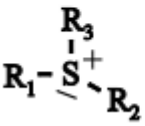
2019 I

https://havovwo.nl/vwo/vsk/bestanden/vsk19iant2.pdf

2019 II

1 **maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:



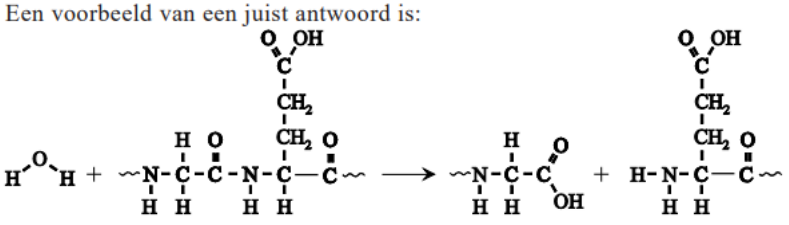
2 **maximumscore 1**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- SAM–synthetase werkt (kennelijk) stereospecifiek.
- De vorm van het actieve centrum van SAM–synthetase is (kennelijk) zodanig dat maar één stereo-isomeer wordt gevormd.

3 **maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

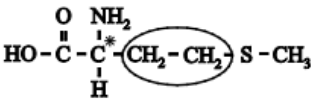


4 **maximumscore 2**

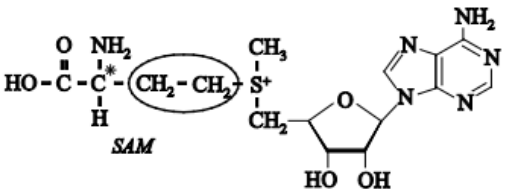
$2\ C_4H_7NO_2 + O_2 \rightarrow 2\ C_2H_4 + 2\ CO_2 + 2\ HCN + 2\ H_2O$

5 maximumscore 2

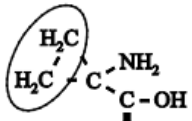
Een voorbeeld van een juist antwoord is:



methionine



SAM

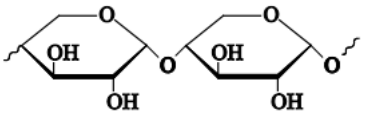


ACC

2019 II

14 maximumscore 3

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



of

