

## Examenopgaven koolstofchemie havo

[Samenvatting](#) klik [hier](#) als je vlak voor je examen kort een samenvatting van bekijken



koolstofchemie wilt



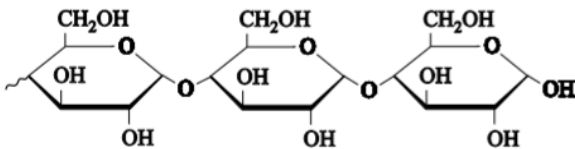
[Wikiwijsarrangement](#) met filmpjes over alle onderwerpen die horen bij koolstofchemie.

Dit zijn de opgaven over koolstofchemie (inclusief polymeren) uit de examens van 2015 t/m 2019. Die van 2021 en 2022 staan er niet bij, zodat je die examens als heel examen kunt oefenen. Bij elke opgave staat een linkje naar een uitlegfilmpje en een QR code voor als je dit op papier maakt.

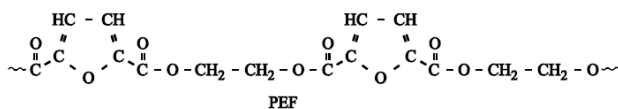
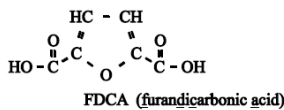
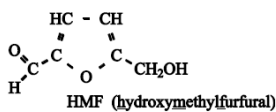
### 2015 voorbeeldexamen

Het hoofdbestanddeel van tarwemeel is amylose (zetmeel). Amylose bestaat uit lange ketens die zijn opgebouwd uit glucose-eenheden (zie Binas-tabel 67F3). Amylosemoleculen zijn niet allemaal even groot. Er zijn amylosemoleculen die bestaan uit enkele honderden glucose-eenheden, maar er zijn ook amylosemoleculen die uit vele duizenden glucose-eenheden bestaan. Een bepaalde amylosesoort heeft een gemiddelde molare massa van  $2,5 \cdot 10^5 \text{ g mol}^{-1}$ .

- 2p 1 Bereken het gemiddelde aantal glucose-eenheden in de moleculen van deze amylosesoort.
- 3p 2 Geef op de uitwerkbijlage de reactievergelijking voor de afsplitsing van een molecuul maltose. Ga daarbij uit van de al gegeven structuurformule en noteer de reactieproducten in vergelijkbare structuurformules.



[Uitlegfilmpje:](#)



PEF is een polyester die wordt gevormd uit het monomeer FDCA en nog een ander monomeer X.

2p 18 Geef de structuurformule van monomeer X.

Frisdrankflessen die van PEF zijn gemaakt, kunnen worden gerecycled. Dit kan worden verklaard aan de hand van de structuurformule van PEF.

2p 19 Geef deze verklaring.

2p 20 Beargumenteer of PEF een biogebaseerd polymeer mag worden genoemd.



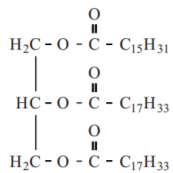
[Uitlegfilmpje](#)

2015-I



van ene en structure.

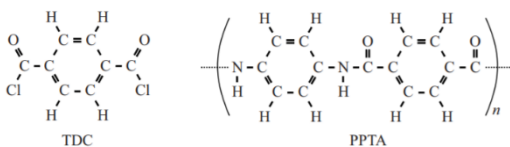
Olie (vet) bestaat voornamelijk uit glyceryltri-esters: esters van glycerol en vetzuren. Een vereenvoudigde structuurformule van een glyceryltri-ester die in mayonaise voorkomt is:



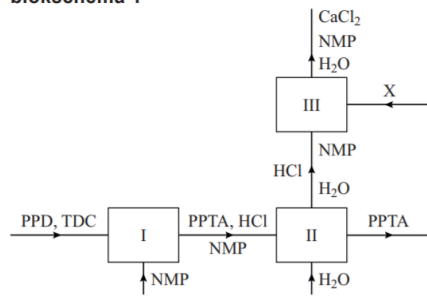
Hierin zijn verschillende typen vetzuren veresterd. Vetzuren kunnen worden onderverdeeld in de volgende typen: verzadigd, enkelvoudig onverzadigd en meervoudig onverzadigd.

2p 1 Beredeneer welk type of welke typen veresterde vetzuren in de hierboven gegeven structuurformule aanwezig zijn.

[Uitlegfilmpje:](#)



**blokschema 1**



Uit de structuurformules van TDC en van PPTA en uit blokschema 1 kan de structuurformule van PPD worden afgeleid.

2p 31 Geef de structuurformule van het monomeer PPD.



[Uitlegfilmpje:](#)



Om de eigenschappen van het materiaal waaruit autobanden bestaan te beïnvloeden, worden in dit materiaal diverse stoffen verwerkt. Daarmee wordt bijvoorbeeld ook het brandstofverbruik van een auto beïnvloed. Het basismateriaal van een autoband is rubber. Rubber is een natuurproduct en kan beschouwd worden als het additiepolymeer van isopreen. De molecuulformule van isopreen is  $C_5H_8$ . Poly-isopreen kan worden weergegeven met de formule  $(C_5H_8)_n$ .

- 2p 1 Geef een mogelijke structuurformule van een molecuul isopreen. Hierin komt tweemaal een dubbele binding voor tussen koolstofatomen in de hoofdketen. Ook bevat het molecuul één  $CH_3$  zijgroep.
- 1p 2 Neem je antwoord op vraag 1 over en omcirkel de bindingen die verbroken kunnen worden bij de additiepolymerisatie van isopreen.

### [Uitlegfilmpje:](#)

Tot Annemiek's verbazing smaken de twee kopjes ijsthee niet even zoet. De ijsthee waarin suiker is gedaan toen de thee nog heet was, smaakt zoeter dan de andere ijsthee. Dit komt doordat in heet water de sacharose niet alleen oplost, maar ook wordt omgezet. Hierbij ontstaan per mol sacharose 1 mol glucose en 1 mol fructose. Deze reactie vindt nauwelijks plaats in koud water.

- 1p 16 Geef de naam van dit type reactie waarbij sacharose wordt omgezet tot glucose en fructose. Maak eventueel gebruik van Binas-tabel 67F.



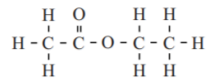
- 2p 17 Geef een verklaring voor het gegeven dat deze omzetting van sacharose wel optreedt in heet water maar nauwelijks in koud water. Gebruik in je antwoord het botsende-deeltjes-model.

### [Uitlegfilmpje:](#)



DCM heeft nadelen, daarom wordt tegenwoordig gebruikgemaakt van andere oplosmiddelen. Het meest gebruikt wordt de ester ethylacetaat (zie figuur 1). Maar ook warm water (80 °C) wordt als oplosmiddel toegepast.

figuur 1



ethylacetaat

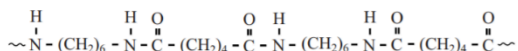
- 2p 22 Geef de structuurformules van de twee stoffen waaruit door verestering ethylacetaat wordt gevormd.

[Uitlegfilmpje:](#)

## 2016-I

De vrijgekomen warmte wordt opgenomen door het airbagkussen dat gemaakt is van de kunststof nylon-6,6 HT. De aanduiding HT staat voor High Tenacity (= hoge sterkte).

Hieronder is een fragment van de structuurformule van nylon-6,6 weergegeven:



- 2p 8 Geef de structuurformules van de twee monomeren waaruit nylon-6,6 is gevormd.

Uit de toevoeging HT bij nylon-6,6 blijkt dat er verschillende kunststoffen op basis van nylon-6,6 bestaan. De overeenkomst tussen deze kunststoffen is dat ze nylon-6,6 bevatten.

- 2p 9 Noem twee mogelijke verschillen tussen verschillende kunststoffen op basis van nylon-6,6.

- 2p 10 Noem twee stofeigenschappen die gewenst/noodzakelijk zijn voor de kunststof op basis van nylon-6,6 die voor airbags wordt gebruikt en leg uit waarom deze stofeigenschappen voor airbags van belang zijn. Noteer je antwoord als volgt:

stofeigenschap	uitleg

[Uitlegfilmpje:](#)



- 2p 30 Verklaar met behulp van begrippen op microniveau waardoor de polysaccharideketens een groot waterbindend vermogen geven aan mucinemoleculen.

De eiwitketens van mucinemoleculen bestaan uit delen waarin het aminozuur cysteïne veel voorkomt en uit delen waar de aminozuren serine, threonine en proline veel voorkomen. Het fragment  $\sim\text{Ser-Thr-Pro}\sim$  komt regelmatig voor in mucinemoleculen.

- 4p 31 Geef de structuurformule van dit fragment. Neem aan dat geen polysaccharideketens zijn gebonden aan dit fragment. Maak gebruik van Binas-tabel 67H.

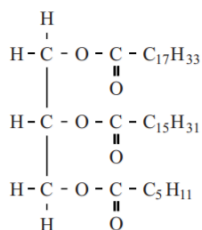
[Uitlegfilmpje:](#)



## 2016-II

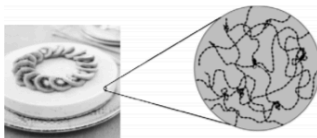
In dit molecuul is een molecuul glycerol veresterd met een molecuul oliezuur, een molecuul palmitinezuur en één ander molecuul.

figuur 1



- 2p 1 Geef de systematische naam van het andere molecuul.
- 2p 2 Licht toe dat in slagroom, behalve water en vet, een stof aanwezig is die ont mengen voorkomt. Geef je toelichting op macroniveau met behulp van de begrippen hydrofiel, hydrofoob en het begrip dat voor dit type stof gebruikt wordt.

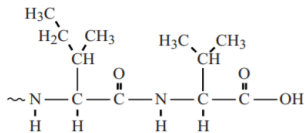
De taartmix bevat gelatine. Gelatine is in water oplosbaar en bestaat uit eiwitten. Bij dalende temperatuur vormen de eiwitmoleculen met behulp van waterstofbruggen een netwerkachtige structuur. Daarbij worden andere stoffen in het kwarkmengsel ingesloten en ontstaat een stevig geheel.



De fabrikant van het kant-en-klaarpakket waarschuwt dat verse kiwi niet door het kwarkmengsel moet worden geroerd. De taart kan dan niet opstijven en zal bovendien bitter gaan smaken. Kiwi bevat namelijk het enzym actinidase, dat vrijkomt wanneer verse kiwi wordt gesneden of gepureerd. Dit enzym verbreekt peptidebindingen in eiwitten.

- 2p 3 Leg uit dat actinidase ervoor zorgt dat de taart niet opstijft.

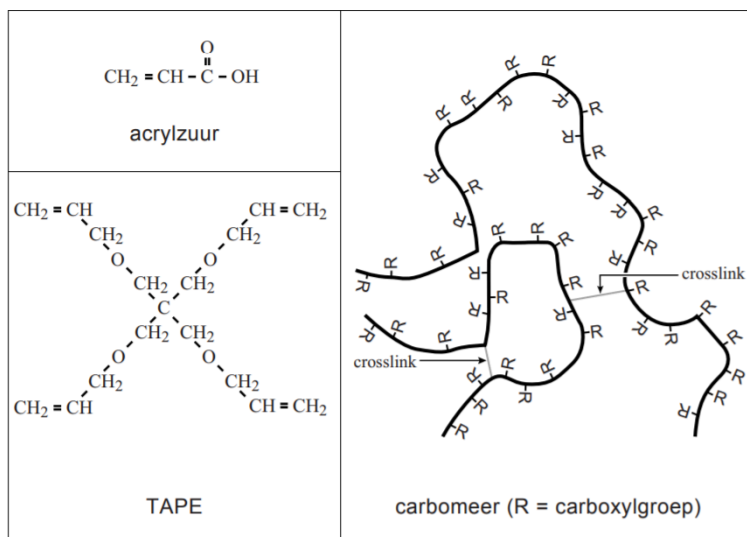
Kwark en slagroom bevatten eiwitten, zoals het eiwit caseïne. Daaruit kunnen door actinidase aminozuren worden afgesplitst. Sommige aminozuren, zoals valine, hebben een bittere smaak. In figuur 2 is de structuurformule van het uiteinde van een molecuul caseïne weergegeven. In dit eiwitfragment komen de aminozuren isoleucine en valine voor. Bij de hydrolyse van de peptidebinding tussen deze twee aminozuren ontstaat het bitter smakende valine.



Op de uitwerkbijlage is dit eiwitfragment nogmaals weergegeven.

- 3p 4 Maak op de uitwerkbijlage de vergelijking af van de hydrolyse waarbij uitsluitend het bitter smakende valine wordt afgesplitst. Gebruik daarbij structuurformules voor de organische verbindingen.

[Uitlegfilmpje:](#)



- 3p 10 Geef in structuurformule een gedeelte weer van een additiepolymeer van acrylzuur. Het weergegeven gedeelte moet komen uit het midden van de polymeerketen en moet bestaan uit drie acrylzuureenheden.
- 2p 11 Leg uit dat crosslinks ontstaan wanneer polymerisatie optreedt in een mengsel van acrylzuur en TAPE.

[Uitlegfilmpje:](#)



2017-I

Een veelgebruikt bindmiddel in olieverf is lijnolie. Lijnolie is een vloeibaar mengsel van triglyceriden. Triglyceriden zijn tri-esters van glycerol en vetzuren. De koolwaterstofgedeeltes van de vetzuren in lijnolie bevatten veel C=C bindingen. In tabel 1 staat de gemiddelde vetzuursamenstelling van lijnolie.

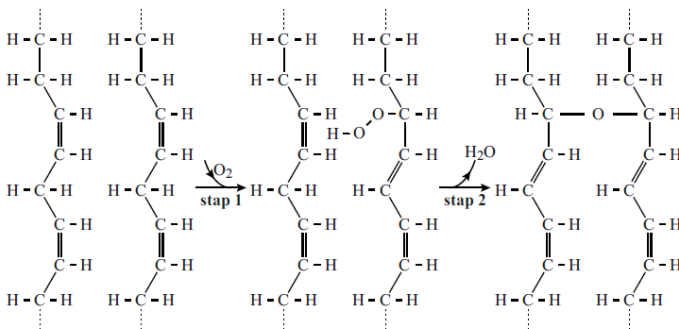
tabel 1

gemiddelde vetzuursamenstelling van lijnolie		
vetzuur	koolwaterstof-gedeelte	aantal per 100 vetzuurmoleculen
palmitinezuur	-C <sub>15</sub> H <sub>31</sub>	5
stearinezuur	-C <sub>17</sub> H <sub>35</sub>	2
oliezuur	-C <sub>17</sub> H <sub>33</sub>	16
linolzuur	-C <sub>17</sub> H <sub>31</sub>	15
α-linoleenzuur	-C <sub>17</sub> H <sub>29</sub>	62

- 2p 9 Geef de structuurformule van het triglyceride waarin uitsluitend het vetzuur α-linoleenzuur is veresterd. Geef het koolwaterstofgedeelte van het vetzuur weer zoals in tabel 1.
- 3p 10 Bereken het gemiddelde aantal C=C bindingen per triglyceridemolecuul in lijnolie.  
Maak hierbij gebruik van:
- tabel 1;
  - Binas-tabel 67G2 of ScienceData-tabel 13.2 g.

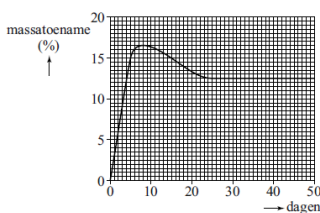
Het uitharden van olieverf wordt ook wel 'drogen' genoemd. Onder invloed van (uv-)licht reageren hierbij C=C bindingen met zuurstof. Bij dit proces ontstaan geleidelijk steeds meer crosslinks. In figuur 1 is de uitharding schematisch weergegeven.

figuur 1



Het volledig uitharden van verf die op basis van lijnolie is gemaakt, kan een flink aantal dagen duren. Een producent van olieverf heeft onderzoek gedaan aan de uitharding. Bij dat onderzoek werd onder andere de verandering van de massa van lijnolie tijdens het uitharden gevolgd. In diagram 1 is het resultaat weergegeven van een onderzoek aan een laagje olieverf met een dikte van 0,254 mm. Deze olieverf was samengesteld uit lijnolie en het witte pigment titaan(IV)oxide. Dit pigment wordt tegenwoordig gebruikt in plaats van het giftige loodwit.

diagram 1



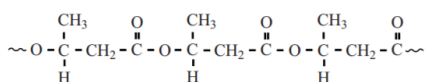
- 2p 11 Leg uit dat het toenemen van de massa in de eerste acht dagen én het afnemen van de massa in de volgende dagen verklaard kunnen worden met behulp van het uithardingsproces dat in figuur 1 is weergegeven.

- 2p 12 Laat met behulp van een berekening zien dat op dag 50 de massa per mol triglyceriden 109 g groter is dan de massa op dag 0.
- Maak gebruik van diagram 1.
  - De gemiddelde molaire massa van de triglyceriden bedraagt  $873 \text{ g mol}^{-1}$ .
  - De massa van titaan(IV)oxide mag worden verwaarloosd.
- 2p 13 Bereken het aantal mol crosslinks per mol triglyceriden op dag 50. Ga ervan uit dat:
- op dag 50 de massa per mol triglyceriden 109 g groter is dan de massa op dag 0;
  - er geen andere reacties optreden dan in figuur 1;
  - stap 1, waarin zuurstof reageert, en stap 2, waarin water ontwijkt, volledig verlopen;
  - er op dag 0 geen crosslinks aanwezig waren.



[Uitlegfilmpje:](#)

PHB is een polyester. De structuurformule van een fragment van PHB is hieronder weergegeven:



PHB kan worden beschouwd als een condensatiepolymeer dat is gevormd uit het monomeer  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ .

- 2p 21 Geef de structuurformule van het monomeer  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ .

Voor de omzetting van PHB tot koolstofdioxide en water is zuurstof nodig.

- 3p 22 Geef de vergelijking in molecuulformules van deze omzetting. Gebruik de formule  $(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2)_{1000}$  voor PHB.

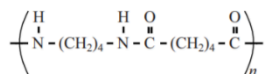
[Uitlegfilmpje:](#)



Stanyl is een copolymeer dat ontstaat door polycondensatie van twee soorten monomeren.

Een van deze twee is butaan-1,4-diamine,  $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$ .

Hieronder is de structuurformule van Stanyl schematisch weergegeven:



Bij de vorming van Stanyl via polycondensatie ontstaat water als bijproduct.

- 2p 25 Geef de structuurformule van het andere monomeer waaruit Stanyl wordt gevormd via de hierboven beschreven polymerisatie.

Het fragment dat in de structuurformule van Stanyl (zie hierboven) tussen de grote haken staat, wordt de repeterende eenheid genoemd.

De eigenschappen van een polymeer worden mede bepaald door de gemiddelde molecuulmassa van het polymeer. Een veelgebruikte Stanyl-soort heeft de gemiddelde molecuulmassa  $2,0 \cdot 10^4 \text{ u}$ .

- 2p 26 Bereken hoeveel repeterende eenheden gemiddeld voorkomen in een molecuul van deze Stanyl-soort.

[Uitlegfilmpje:](#)



Povidonjodium bestaat uit additiepolymeren van vinylpyrrolidon waaraan jood is gebonden. Deze binding is niet covalent. De structuurformule van vinylpyrrolidon is hieronder weergegeven:



- 3p 5 Geef de structuurformule van een fragment van het polymeer van vinylpyrrolidon. Dit fragment moet komen uit het midden van het polymeermolecuul en bestaan uit drie monomeereenheden.

[Uitlegfilmpje:](#)



Glucose wordt door planten gebruikt als brandstof en als bouwstof voor allerlei organische verbindingen. Zo wordt het polymeer cellulose gevormd door polycondensatie van glucose. Hierbij ontstaat ook water.

- 2p 7 Geef de vergelijking van deze polycondensatie in molecuulformules. Gebruik voor cellulose de formule  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ .

[Uitlegfilmpje:](#)



Ons voedsel bestaat voornamelijk uit vetten, koolhydraten en eiwitten. Deze eiwitten kunnen van dierlijke of plantaardige oorsprong zijn. Een voorbeeld van een plantaardig eiwit is rubisco, dat aanwezig is in bladeren van planten, zoals suikerbiet en spinazie. In ons lichaam wordt rubisco afgebroken. De hydrolyseproducten worden vervolgens omgezet tot nieuwe eiwitten.

- 1p 26 Geef aan welke functie eiwitten in het lichaam hebben.

In de eiwitketens van rubiscomoleculen komt het volgende fragment voor:

~Val-Gly-Leu~

- 3p 27 Geef de structuurformule van dit fragment. Maak gebruik van Binas-tabel 67H1 of ScienceData-tabel 13.7c.

Het natriumthiosulfaat (stap b) wordt toegevoegd om de ruimtelijke structuur van de rubiscomoleculen te behouden. Eiwitketens zijn opgevouwen tot een driedimensionale structuur door middel van onder meer waterstofbruggen, vanderwaalsbindingen en crosslinks. Als eiwitmoleculen in contact komen met zuurstofmoleculen kan deze driedimensionale structuur worden verbroken en ontstaan uitgevouwen eiwitmoleculen. In figuur 1 worden schematisch een opgevouwen en een uitgevouwen eiwitmolecuul weergegeven.

figuur 1



opgevouwen eiwitmolecuul      uitgevouwen eiwitmolecuul

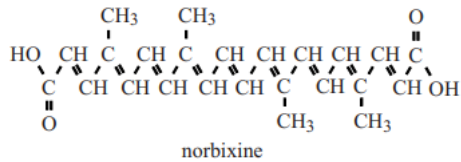
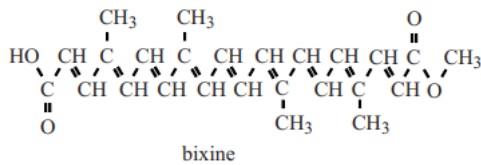
Wanneer rubiscomoleculen zijn uitgevouwen, kunnen de moleculen van sommige opgeloste stoffen uit het plantensap aan de rubiscomoleculen binden. Deze moleculen zijn grotendeels apolair. Het eiwit krijgt door deze moleculen een onaangename smaak en geur. Om dit te voorkomen wordt bij stap b) natriumthiosulfaat toegevoegd dat met zuurstof reageert.

- 1p 28 Geef een verklaring voor het gegeven dat de moleculen van de stoffen die een onaangename smaak en geur veroorzaken, gemakkelijker binden wanneer de rubiscomoleculen zijn uitgevouwen.

[Uitlegfilmpje:](#)



2018 I



Tijdens de productie van anatto uit de zaden kan bixine gehydrolyseerd worden. Behalve norbixine ontstaat hierbij nog een andere stof.

2p 20 Geef de structuurformule van deze stof.

### uitlegfilmpje

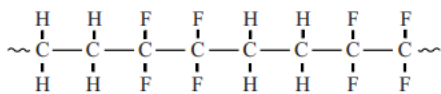
Uit cellulose kan bio-ethanol worden geproduceerd. De omzetting van cellulose tot bio-ethanol start met de hydrolyse van cellulose tot glucose.

3p 24 Geef de reactievergelijking van de hydrolyse van cellulose tot glucose. Gebruik de formule  $(C_6H_{10}O_5)_n$  voor cellulose.

### uitlegfilmpje

ETFE is een copolymeer dat door poly-additie uit twee soorten monomeren wordt gevormd. De twee monomeren reageren daarbij in de molverhouding 1 : 1. In figuur 1 is de structuurformule van een gedeelte uit het midden van een ETFE-molecuul weergegeven.

figuur 1



In dit gedeelte van ETFE wisselen de twee soorten monomeereenheden elkaar regelmatig af.

2p 31 Geef de structuurformules van de twee soorten monomeren waaruit ETFE is gevormd.

ETFE heeft de volgende eigenschappen:

- Het laat 95% van het licht door. Dit is meer dan glas doorlaat, terwijl het slechts 1% van het gewicht van glas bezit.
- Een regenbui spoelt vuil en stof gemakkelijk van ETFE af.
- Het heeft een hoge smelttemperatuur.

2p 32 Leg uit op microniveau, aan de hand van figuur 1, dat water niet goed hecht aan ETFE.

2p 33 Noem twee gegevens in deze opgave waaruit blijkt dat ETFE een thermoplast is.

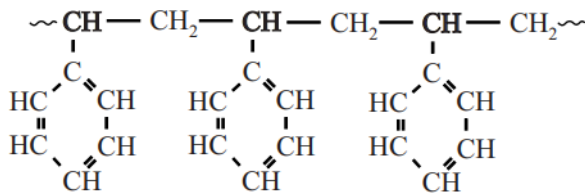
Er zijn verschillende soorten ETFE die met de formule  $(C_4H_4F_4)_n$  kunnen worden weergegeven. Deze soorten verschillen van elkaar op microniveau en verschillen ook in stoffeigenschappen.

2p 34 Geef een verschil op microniveau en een verschil in stoffeigenschappen. Noteer je antwoord als volgt:  
verschil op microniveau: ....  
verschil in stoffeigenschappen: ....



### [Uitlegfilmpje](#)

### 2018 II



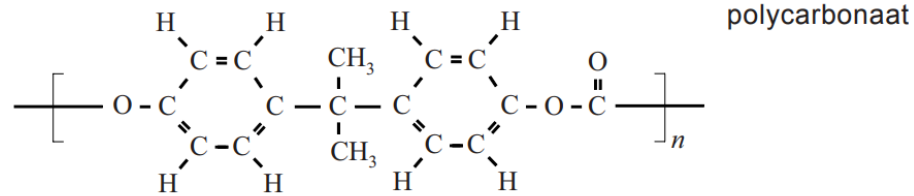
Als de bodem na de oogst wordt ontsmet met stoom, schrompelen de bolletjes ineen doordat het polystyreen zacht wordt en de lucht ontsnapt uit de bolletjes. Polystyreen is niet biodegradeerbaar en blijft achter in de bodem.

2p 2 Geef de structuurformule van het monomeer styreen.

### [Uitlegfilmpje](#)



1b

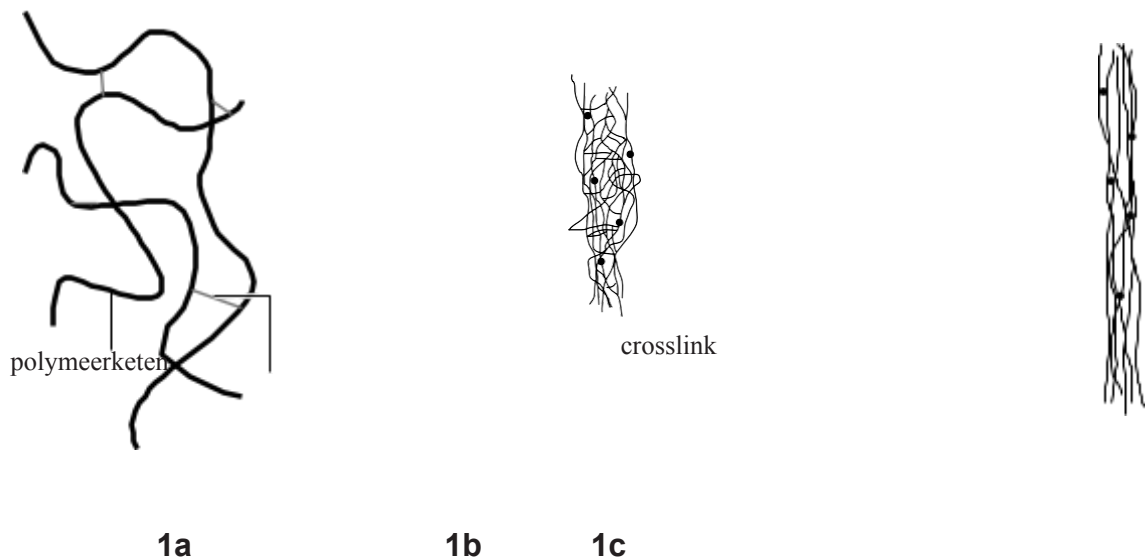


- 2p 6 Licht toe met behulp van een kenmerk op microniveau en een eigenschap op macroniveau, dat producten die bestaan uit polycarbonaat kunnen worden gevormd door middel van spuitgieten.  
 Noteer je antwoord als volgt:
- kenmerk op microniveau: ...
  - eigenschap op macroniveau: ...

## Kauwgombasis

De kauwgombasis is het onoplosbare deel van kauwgom dat uiteindelijk wordt weggegooid. Deze basis bevat elastomeren, harsen, weekmakers en emulgatoren. Elastomeren bestaan uit lange polymeerketens die met elkaar zijn verbonden door enkele crosslinks. Een stukje van zo'n elastomeer is schematisch weergegeven in figuur 1a. Elastomeren hebben een groot elastisch vermogen, waardoor het materiaal kan uitrekken (1b) en weer in zijn oorspronkelijke vorm (1c) kan terugkeren. In figuur 1b en 1c zijn de crosslinks weergegeven met een ●.

figuur 1

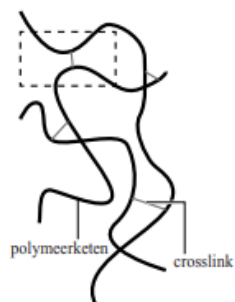


- 1p 12 Beschrijf welke functie de crosslinks hebben bij het uitrekken van elastomeren.

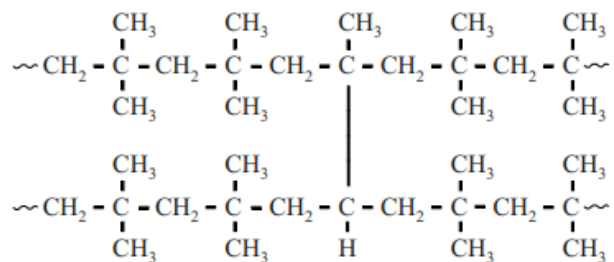
Veel kauwgomsoorten bevatten het elastomeer butylrubber. Butylrubber is een copolymeer, dat voor 98% bestaat uit monomeereenheden isobuteen (een vertakt isomeer van buteen) en voor 2% uit monomeereenheden

isopreen. De isopreen-eenheden vormen de crosslinks. In figuur 2a is een gedeelte van het elastomeer nogmaals weergegeven. Het omcirkelde gedeelte daarin is 'uitvergroot' tot de structuurformule in figuur 2b. De twee polymeerketens in dit gedeelte bestaan beide uit vier eenheden isobuteen en zijn verbonden door middel van één isopreen-eenheid. Deze isopreen-eenheid maakt deel uit van beide polymeerketens.

figuur 2



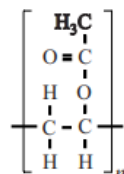
2a



2b

- 2p 13 Geef de structuurformule van isobuteen.  
 1p 14 Omcirkel de isopreen-eenheid.

Een synthetische hars die in kauwgom vaak wordt toegepast is PVAc (polyvinylacetaat). PVAc is een additiepolymeer dat is gevormd uit één soort monomeer. De algemene structuurformule van PVAc is hiernaast weergegeven.



- 2p 15 Bereken uit hoeveel monomeereenheden een PVAc-molecuul in kauwgom gemiddeld is opgebouwd. Neem aan dat de massa van een PVAc-molecuul in kauwgom gemiddeld  $1,7 \cdot 10^3$  u is.

Weekmakers worden aan kauwgom toegevoegd om deze beter vervormbaar te maken tijdens het kauwen. Een veel gebruikte weekmaker in kauwgom is paraffine. Paraffine is een mengsel van alkanen met koolstofketens die in lengte variëren van 22 tot 27 koolstofatomen. Paraffinemoleculen nestelen zich tussen polymeerketens en verzwakken zo een bepaald soort binding tussen de polymeerketens.

- 3p 16 Leg uit waarom door toevoeging van paraffine de kauwgom beter vervormbaar wordt. Gebruik in je antwoord begrippen op microniveau en de naam van het type binding dat verzwakt wordt.

Kauwgom die op straat wordt uitgespuugd, kan daar wel 20 tot 50 jaar blijven liggen.

- 2p 17 Beredeneer waarom de kauwgombasis niet snel zal worden afgebroken. Baseer je antwoord op figuur 2.

[Uitlegfilmpje](#)



Hieronder is een gedeelte van een rijsteiwitmolecuul weergegeven.

~ Met – Ala – Pro ~

- 4p 19 Geef dit gedeelte weer in structuurformule.

Veel soorten sake bevatten de natuurlijke geurstof ethylcaproaat.  
Ethylcaproaat is de ester van hexaanzuur en ethanol.

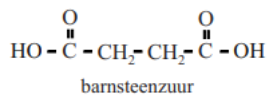
3p **22** Geef de structuurformule van ethylcaproaat.

2019 I

De bacteriën zijn volgens de onderzoekers in staat 'twee barnsteenzuurmoleculen te maken uit twee koolstofdioxidemoleculen en één glucosemolecuul'.

Methaan wordt niet verbruikt en verstoort het proces niet.

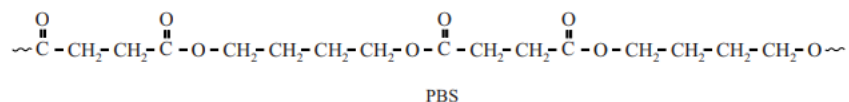
- 10 Om de oplosbaarheid van  $\text{CO}_2$  te vergroten wordt de druk verhoogd. Onder deze condities wordt per liter reactorvolume per dag  $2,59 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$  omgezet en  $14,4 \text{ g}$  barnsteenzuur geproduceerd. Het gas dat de suspensie verlaat, bevat ruim 95 volumepercent methaan. Voor de meeste toepassingen is dat zuiver genoeg.



De beschrijving van de reactie die in de regels 6 tot en met 8 wordt gegeven, is niet volledig.

- 2p 7 Leg uit, aan de hand van de formules van de betrokken stoffen, of barnsteenzuur het enige reactieproduct kan zijn.
- 3p 8 Laat met behulp van een berekening zien dat voor elke mol koolstofdioxide die wordt verbruikt, één mol barnsteenzuur ontstaat. Gebruik hierbij:
- gegevens uit de regels 11 en 12;
  - het gegeven dat het volume van  $1,00 \text{ mol}$  koolstofdioxide  $21,3 \text{ dm}^3$  is.

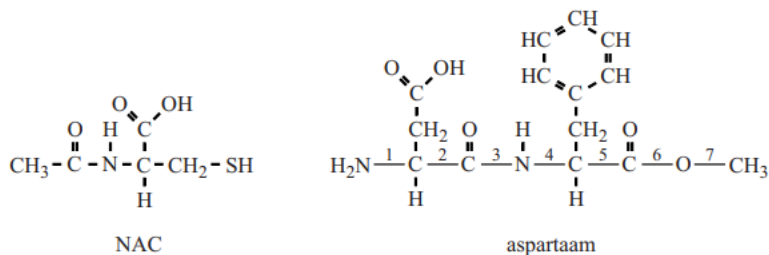
Barnsteenzuur kan worden gebruikt om PBS te maken. PBS is een kunststof die wordt gebruikt in de verpakkingindustrie. PBS wordt gevormd uit barnsteenzuur en butyleenglycol. Hieronder is een fragment van PBS weergegeven, bestaande uit twee monomeereenheden van beide beginstoffen.



- 2p 9 Geef de structuurformule van butyleenglycol.

[Uitlegfilmpje](#)



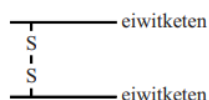


Een molecuul aspartaam is opgebouwd uit twee aminozuureenheden die door een peptidebinding aan elkaar gekoppeld zijn. Een van deze aminozuureenheden is ook veresterd. In de structuurformule van aspartaam is een aantal atoombindingen voorzien van een nummer.

- 2p 31 Geef het nummer van de binding die is gevormd bij de koppeling van de aminozuureenheden en het nummer van de binding die is gevormd bij de verestering van een van de aminozuureenheden.  
 Noteer je antwoord als volgt:  
 – koppeling van de aminozuureenheden: nummer ...  
 – verestering: nummer ...
- 2p 32 Geef de 3-letter-symbolen van de twee aminozuren die in aspartaam aan elkaar gekoppeld zijn.  
 Gebruik Binax-tabel 67H1 of ScienceData-tabel 13.7c.

Slijm bestaat onder andere uit eiwitten, water en zouten. In dik, vastzittend slijm komen relatief veel eiwitten voor. Tussen de eiwitketens komen crosslinks voor in de vorm van S-S bindingen, zogenoemde zwavelbruggen. In figuur 2 is zo'n zwavelbrug schematisch weergegeven.

**figuur 2**



De werking van NAC berust op het verbreken van zwavelbruggen in het slijm. Het verbreken van de zwavelbruggen is een redoxreactie. Op de uitwerkbijlage is de vergelijking van de halfreactie van het verbreken van zwavelbruggen in slijm schematisch weergegeven. De structuurformule van NAC is hierbij weergegeven als R-CH<sub>2</sub>-SH. De vergelijking van deze halfreactie is onvolledig: de elektronen (e<sup>-</sup>) en de coëfficiënten ontbreken.

- 3p 33 Maak de onvolledige vergelijking op de uitwerkbijlage compleet door e<sup>-</sup> aan de juiste kant van de pijl te zetten en de vergelijking kloppend te maken.

Door Fluimucil® te gebruiken verandert de microstructuur van slijm, waardoor het slijm beweeglijker wordt. Vastzittend slijm is hierdoor gemakkelijker op te hoesten.

- 2p 34 Leg uit op microniveau, dat slijm "beweeglijker" wordt door het gebruik van Fluimucil®.

[Uitlegfilmpje](#)



<https://havovwo.nl/havo/hsk/bestanden/hsk19iio3g3.pdf>

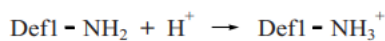
[uitlegfilmpje](#)



Honing wordt door bijen gemaakt uit nectar, een suikerrijke vloeistof uit bloemen. Nectar bevat behalve water onder andere sacharose, glucose en fructose. Bijen zetten deze nectar met behulp van enzymen om tot honing, waarbij het massapercentage suikers (koolhydraten) toeneemt. Daarbij wordt de sacharose grotendeels omgezet tot glucose en fructose. Deze reactie is een hydrolyse.

- 2p 22 Leg uit dat door de hydrolyse van sacharose het massapercentage suikers toeneemt.

De bovenstaande oorzaken zijn echter onvoldoende om de ontsmettende werking van honing volledig te verklaren. Bij een onderzoek werd in een bepaald soort honing het eiwit 'defensine 1' ontdekt. Bijen gebruiken defensine 1 in hun afweersysteem. Defensine 1 is in de lichtzure honing (pH = 4) positief geladen. De zijgroepen van bepaalde aminozuren in het eiwit hebben dan een positieve lading. Deze positieve lading is noodzakelijk voor de antibacteriële werking van het eiwit. Schematisch kan het ontstaan van de positieve lading als volgt worden weergegeven:



Hieronder is de aminozuurvolgorde in een fragment van dit eiwit weergegeven:

~~Leu - Leu - Ser - Phe - Lys - Gly~~

- 2p 25 Geef het 3-lettersymbool van het aminozuur in bovenstaand fragment dat deze positieve lading zou kunnen krijgen.
- Gebruik Binas-tabel 67H1 of ScienceData-tabel 13.7c.
  - Licht je antwoord toe.
- 2p 26 Leg uit waardoor er minder positieve lading aanwezig is in basisch milieu (pH groter dan 7).

Honing zal na verloop van tijd kristalliseren. Door de honing voorzichtig te verwarmen kan de honing weer kristalvrij worden gemaakt. Wanneer de honing echter enige tijd boven 40 °C is verwarmd, blijkt een groot deel van de antibacteriële activiteit, ook na afkoelen, verloren te zijn gegaan.

- 2p 27 Geef aan de hand van de informatie uit deze opgave twee mogelijke verklaringen voor deze afname van de antibacteriële activiteit.



[Uitlegfilmpje](#)

<https://scheikundehavovwo.nl/>

## Antwoorden

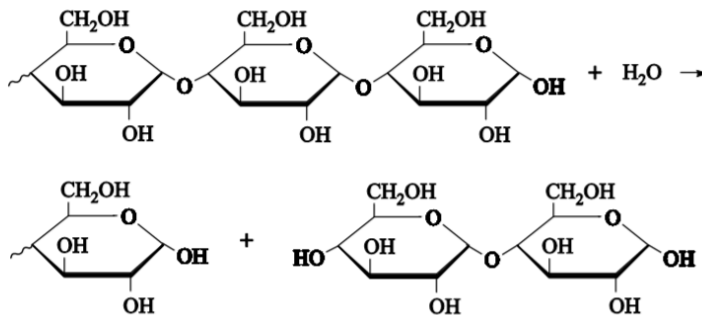
### 2015 voorbeeldexamen

#### 1 maximumscore 2

Een juiste berekening leidt tot de uitkomst  $1,5 \cdot 10^3$  (glucose-eenheden).

- berekening van de molaire massa van een glucose-eenheid ( $C_6H_{10}O_5$ ) (bijvoorbeeld via Binas-tabel 99:  $162,14 \text{ g mol}^{-1}$ )
- berekening van het aantal glucose-eenheden:  $2,5 \cdot 10^5 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$ , eventueel verminderd met  $18 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}$ , delen door de gevonden molaire massa van een glucose-eenheid

#### 2 maximumscore 3



### 2015-I

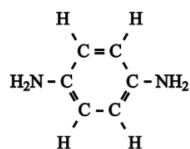
#### 1 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- De  $C_{15}H_{31}$  groep bevat geen dubbele binding / bevat alleen enkelvoudige bindingen. Dit vetzuur behoort tot de verzadigde vetzuren. De  $C_{17}H_{33}$  groepen bevatten (elk) één dubbele binding. Deze vetzuren behoren tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren.
- De  $C_{15}H_{31}$  groep komt voor in palmitinezuur. Dit vetzuur behoort tot de verzadigde vetzuren. De  $C_{17}H_{33}$  groepen komen voor in oliezuur. Dit vetzuur behoort tot de (enkelvoudig) onverzadigde vetzuren.
- De  $C_{15}H_{31}$  groep komt voor in een verzadigd vetzuur want deze voldoet aan  $C_nH_{2n+1}$ . De  $C_{17}H_{33}$  groep komt voor in een (enkelvoudig) onverzadigd vetzuur want deze voldoet aan  $C_nH_{2n-1}$ .

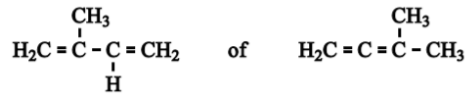
#### 31 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



### 2015-II

1 maximumscore 2



2 maximumscore 1

Alle C=C bindingen omcirkeld in de structuurformule die is overgenomen van vraag 1.

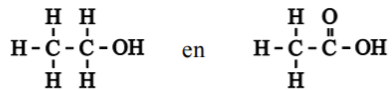
16 hydrolyse maximumscore 1

17 maximumscore 2

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Bij hogere temperatuur botsen de sacharosemoleculen en de watermoleculen harder (en vaker), daardoor neemt de reactiesnelheid (van de hydrolyse) toe.
- Bij hogere temperatuur botsen de sacharosemoleculen en de watermoleculen harder (en vaker), daardoor kan de activeringsenergie (van de omzetting) gemakkelijker worden overbrugd.
- Bij hogere temperatuur botsen de sacharosemoleculen en de watermoleculen harder (en vaker), daardoor is de kans op effectieve botsingen groter (en neemt de reactiesnelheid toe).

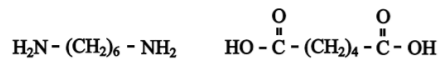
22 maximumscore 2



2016-I

8 maximumscore 2

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



9 maximumscore 2

Voorbeelden van juiste verschillen zijn:

- de ketenlengte / het aantal monomeren (per molecuul nylon-6,6)
- (het gebruik van) weekmakers / verschillende soorten/hoeveelheden weekmakers
- (het gebruik van) vulstoffen
- de manier waarop de kunststofvezels zijn geweven
- de dichtheid



**11 maximumscore 2**

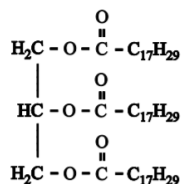
Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

TAPE bevat vier C=C groepen (per molecuul). Elke C=C groep kan (door polyadditie/polymerisatie) in een andere acrylzuurketen worden opgenomen / gebonden worden aan acrylzuurmonomeren van verschillende ketens (waardoor dwarsverbindingen ontstaan).

- TAPE bevat (vier) C=C groepen / meer dan één C=C groep
- notie dat deze C=C groepen in verschillende polyacrylzuurketens kunnen worden opgenomen/gebonden

**2017-I****9 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

**10 maximumscore 3**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{62 \times 3 + 15 \times 2 + 16 \times 1}{100} \times 3 = 7,0 \text{ (C=C bindingen per triglyceridemolecuul)}$$

- berekening van het aantal C=C bindingen per 100 vetzuurmoleculen: de som van  $62 \times 3$  en  $15 \times 2$  en  $16 \times 1$
- berekening van het gemiddelde aantal C=C bindingen per vetzuurmolecuul: het berekende aantal C=C bindingen per 100 vetzuurmoleculen delen door 100
- berekening van het gemiddelde aantal C=C bindingen per triglyceridemolecuul: het berekende gemiddelde aantal C=C bindingen per vetzuurmolecuul vermenigvuldigen met 3

**11 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Bij stap 1 neemt de massa toe door reactie met zuurstof / doordat zuurstof(moleculen/atomen) wordt (worden) gebonden. Bij stap 2 neemt de massa af doordat water vrijkomt / ontstaat (en verdamppt uit de verf).

- bij stap 1 neemt de massa toe door reactie met zuurstof / doordat zuurstof(moleculen/atomen) wordt (worden) gebonden
- bij stap 2 neemt de massa af doordat water vrijkomt / ontstaat

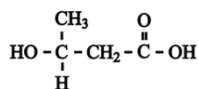
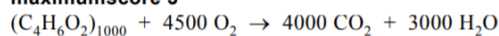
**12 maximumscore 2**

Een voorbeeld van een juiste berekening is:

$$\frac{873}{10^7} \times 12,5 = 109 \text{ (g per mol triglyceriden)}$$

**21 maximumscore 2**

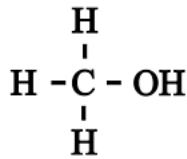
Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

**22 maximumscore 3**

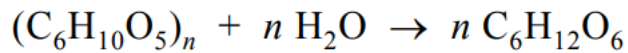


**20 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:

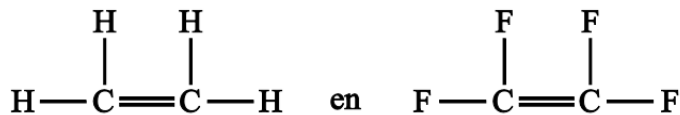


**24 maximumscore 3**



**31 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



**32 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt geformuleerd zijn:

In ETFE(-ketens/-moleculen) komen geen OH of NH groepen voor. Dus er kunnen geen waterstofbruggen worden gevormd met watermoleculen.

**33 maximumscore 2**

Voorbeelden van juiste gegevens zijn:

- Er zijn geen dwarsverbindingen (tussen de polymeermoleculen). / ETFE-moleculen zijn lineair / ketenvormig.
- ETFE heeft een smelttemperatuur. / ETFE kan smelten.

**34 maximumscore 2**

Voorbeelden van juiste of goed te rekenen verschillen op microniveau:

- het aantal monomeereenheden (per molecuul) / de polymerisatiegraad / de index  $n$  / de ketenlengte / (de sterkte van) de vanderwaalsbindingen
- de volgorde van de twee soorten monomeereenheden / de structuurformule / de plaats van de H atomen en de F atomen aan de koolstofketen

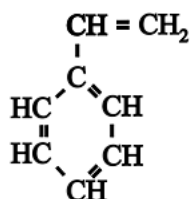
Voorbeelden van juiste of goed te rekenen verschillen in stoffeigenschappen:

- de smelttemperatuur
- de sterkte
- de dichtheid
- de doorlaatbaarheid van licht
- de kleur

**2018 II**

**2 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn weergegeven:



**6 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist kenmerk op microniveau zijn:

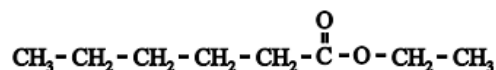
- Een polycarbonaatmolecuul is lineair / een (lange) losse keten.
- Polycarbonaatmoleculen zijn niet verbonden door middel van crosslinks.
- Polycarbonaatmoleculen vormen geen netwerk.

Voorbeelden van een juiste eigenschap op macroniveau zijn:

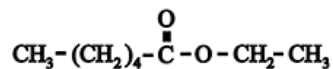
- Polycarbonaat wordt zacht bij verwarmen.
- Polycarbonaat wordt vervormbaar bij verwarmen.
- Polycarbonaat heeft thermoplastische eigenschappen.

22 maximumscore 3

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:



en



2019 I

31 maximumscore 2

- koppeling van de aminosuureenheden: nummer 3
- verestering: nummer 6

*Opmerking*

*Wanneer voor de verestering nummer 7 is gegeven, dit goed rekenen.*

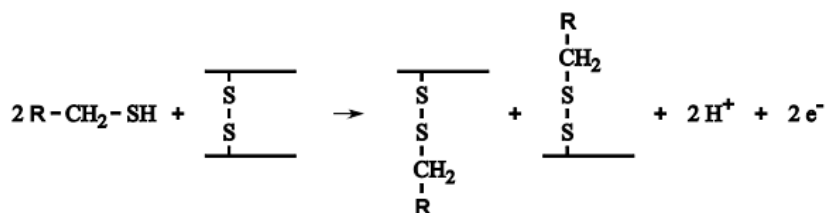
32 maximumscore 2

- Asp
- Phe

*Opmerking*

*Wanneer als antwoord 'D en F' of 'asparaginezuur en fenylalanine' is gegeven in plaats van 'Asp en Phe', dit goed rekenen.*

33 maximumscore 3



34 maximumscore 2

Een voorbeeld van een juist antwoord is:

Fluimucil(moleculen) verbreekt (verbreken) de netwerkstructuur/crosslinks/zwavelbruggen/atoombindingen (tussen eiwitketens) waardoor de eiwitketens/eiwitmoleculen vrij ten opzichte van elkaar kunnen bewegen.

2019 II

<https://havovwo.nl/havo/hsk/bestanden/hsk19iiant3.pdf>

<https://scheikundehavovwo.nl/>

**22 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- Bij de hydrolyse (van sacharose) wordt water omgezet, daardoor neemt het gehalte water af (en het massapercentage suikers dus toe).
- Bij de hydrolyse (van sacharosemoleculen) worden de H atomen en de O atomen van de watermoleculen "ingebouwd" / gebruikt voor de vorming van glucosemoleculen en fructosemoleculen. De massa van de (oorspronkelijke) watermoleculen komt dus terecht in de moleculen van suikers (waardoor het massapercentage suikers toeneemt).
- Sacharose weegt 342 g per mol en glucose en fructose wegen elk 180 g per mol, dus de totale massa suikers neemt toe (met 18 gram per mol sacharose) wanneer sacharose wordt gehydrolyseerd. (Het massapercentage suikers neemt daardoor toe.)
- Bij de hydrolyse ontstaan per molecuul sacharose steeds twee moleculen suiker: glucose en fructose. De massa van een molecuul glucose en een molecuul fructose samen is groter dan die van een molecuul sacharose (dus het massapercentage neemt toe).

**25 maximumscore 2**

Een juist antwoord kan als volgt zijn geformuleerd:

Lys, want dit aminozuur heeft een vrije  $\text{NH}_2$ -groep / de zijtak van dit aminozuur heeft een  $\text{NH}_2$ -groep (die bij lage pH  $\text{H}^+$  opneemt /  $\text{NH}_3^+$  wordt).

**26 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:

- In basisch milieu is er weinig  $\text{H}^+$  zodat er geen  $\text{Def1-NH}_3^+$  gevormd kan worden / alle Def1 als  $\text{Def1-NH}_2$  aanwezig is.
- Bij een pH hoger dan 7 zal de aanwezige  $\text{OH}^-$  reageren met  $\text{Def1-NH}_3^+$  tot (het ongeladen)  $\text{Def1-NH}_2$ .
- Bij hoge(re) pH is er veel/meer  $\text{OH}^-$  en daardoor zal alle Def1 in de vorm  $\text{Def1-NH}_2$  aanwezig zijn.

**27 maximumscore 2**

Voorbeelden van een juiste of goed te rekenen verklaring zijn:

- Er verdampt water bij verwarmen, daardoor wordt glucose-oxidase inactief (en ontstaat dus geen waterstofperoxide).
- Doordat water verdampt, ontstaat minder/langzamer waterstofperoxide.
- Er verdampt water, waardoor minder/geen glucose wordt omgezet (en minder/geen waterstofperoxide ontstaat).
- Het eiwit defensine 1 gaat kapot / denatureert boven  $40\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Het enzym glucose-oxidase gaat stuk / denatureert (boven die temperatuur).