Examen HAVO

2011

tijdvak 1
dinsdag 24 mei
13.30 - 16.30 uur

scheikunde (pilot)

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 35 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 82 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Bismut en Woodsmetaal

Bismut is een wit, broos metaal met een roze-achtige gloed. In de natuur komt bismut uitsluitend voor als Bi-209.
Bismut wordt gewonnen uit een erts met als hoofdbestanddeel bismutglans, Bi_2S_3. Voor de productie van bismut wordt bismutglans met zuurstof eerst omgezet tot bismutoxide (Bi_2O_3). Hierbij ontstaat ook zwaveldioxide. Het bismut wordt vervolgens verkregen door bismutoxide te laten reageren met cokes (koolstof):

$$Bi_2O_3 + 3\ C \rightarrow 2\ Bi + 3\ CO$$

Per jaar wordt wereldwijd $5{,}0 \cdot 10^3$ ton bismut geproduceerd.

2p **1** Hoeveel protonen en hoeveel neutronen bevat een atoom Bi-209?
Noteer je antwoord als volgt:
aantal protonen: …
aantal neutronen …

2p **2** Leid de lading af van het bismution in bismutoxide.

3p **3** Geef de reactievergelijking van de omzetting van bismutglans tot bismutoxide.

3p **4** Bereken hoeveel ton bismutglans nodig is om $5{,}0 \cdot 10^3$ ton bismut te produceren.
Een ton is 10^3 kg.

Bismut wordt veel verwerkt in legeringen (alliages). Een veelgebruikte legering is Woodsmetaal. Deze legering wordt onder andere toegepast in sprinklerinstallaties. Ongeveer 50 massaprocent van het Woodsmetaal is bismut, de rest is andere metalen.

3p **5** Betekent het feit dat het massapercentage bismut in Woodsmetaal het grootst is ook dat het aantal Bi atomen in Woodsmetaal het grootst is? Geef een verklaring voor je antwoord.

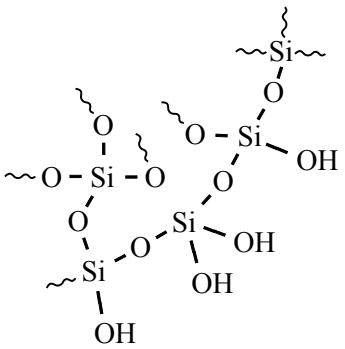
Vochtvreters

Calciumchloride is een zout dat gebruikt wordt om waterdamp uit de lucht op te nemen. Het water wordt daarbij opgenomen in het kristalrooster van het zout. Gebleken is dat daarbij per mol $CaCl_2$ 6,2 mol water wordt opgenomen.

3p **6** Bereken hoeveel gram water kan worden opgenomen door 15 gram $CaCl_2$.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Silicagel is een andere vaste stof die, meestal in korrelvorm, gebruikt wordt om waterdamp uit de lucht te binden. Op de website van een fabrikant van silicagel staat over de werking van deze stof onder andere het volgende:
“Silicagel is een polymeer, dat bestaat uit een groot poreus netwerk van siliciumatomen en zuurstofatomen. De adsorptie van water berust onder andere op vanderwaalsbinding.” Ook is de hiernaast staande afbeelding gegeven van een gedeelte van dit poreuze netwerk.



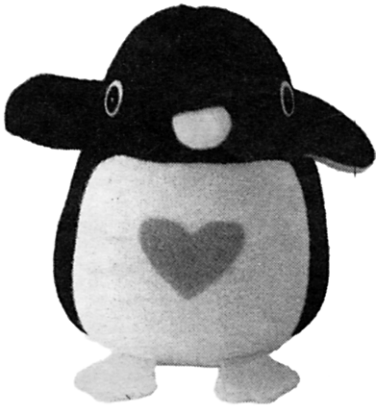
1p **7** Geef de naam van het type binding tussen de Si atomen en de O atomen in silicagel.

Uit de afbeelding kan worden afgeleid dat bij het binden van water, behalve de vanderwaalsbinding, ook een ander type binding een rol speelt.

2p **8** Welk bindingstype is dat? Motiveer je antwoord aan de hand van de afbeelding.

2p **9** Beschrijf een werkplan voor een onderzoek om te bepalen hoeveel gram water door één gram silicagel kan worden opgenomen.

Silicagel heeft als voordeel dat het kan worden hergebruikt. Daarom wordt silicagel onder andere toegepast in de zogenoemde vochtslurpende pinguïn. Deze pinguïn is gevuld met silicagel en kan bijvoorbeeld worden gebruikt om waterdamp uit een vochtige kast te verwijderen.
Op de buik van de pinguïn is een vilten hartje aangebracht. Dit vilten hartje bevat de stof kobaltchloride. Kobaltchloride is een blauwe stof. Kobaltchloride kan ook water opnemen. Dan wordt het rood.



Pas wanneer de silicagel in de pinguïn verzadigd is met water, neemt het kobaltchloride in het vilten hartje vocht op. Daardoor verkleurt het hartje van blauw naar rood. Dit is het signaal om de pinguïn 5 minuten in de magnetron op 600 Watt te zetten. Dan verdampt het gebonden water en wordt het hartje weer blauw. De pinguïn kan daarna opnieuw worden gebruikt.
Als het hartje rood is geworden, kan de pinguïn dus geen water meer opnemen. Je kunt je afvragen of, zodra de kleur van het hartje weer blauw is, alle water uit de pinguïn is verdwenen.

2p **10** Geef een beschouwing waarin je een onderbouwd antwoord geeft op deze vraag.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

GTL-technologie maakt aardgasvelden rendabel

Gazprom gaat GTL-technologie van het Amerikaanse bedrijf Syntroleum inzetten bij de exploitatie van nieuwe Russische gasvelden. Hierbij wordt aardgas omgezet tot synthetische olie.
In de eerste stap van dit zogenoemde Syntroleum-proces worden aardgas, samengeperste lucht en stoom samengebracht in een reactor. In deze reactor vinden verschillende reacties plaats waarbij een gasmengsel ontstaat dat voornamelijk bestaat uit stikstof, koolstofmono-oxide en waterstof.
Het ontstane gasmengsel wordt naar een tweede reactor geleid.
In deze tweede reactor ontstaat volgens het zogenoemde Fisher-Tropsch-proces onder invloed van een katalysator een mengsel van vloeibare alkanen, waarvan de moleculen meer dan 33 koolstofatomen bevatten.
Dit paraffine-achtige product is zeer geschikt om er in een derde reactor dieselolie (met moleculen met 13 tot 22 koolstofatomen) van prima kwaliteit van te maken.
Gazprom gaat twaalf nieuwe aardgasvelden exploiteren. Per dag zal 45 miljoen m^3 aardgas verwerkt worden tot 140.000 vaten synthetische dieselolie.

naar: Technisch Weekblad

De twee reacties die voornamelijk plaatsvinden in de eerste reactor zijn:

$2\ CH_4 + O_2 \rightarrow 2\ CO + 4\ H_2$ (reactie 1)

$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3\ H_2$ (reactie 2)

De molverhouding $CO : H_2$ in het gasmengsel dat uit de eerste reactor komt, wordt bepaald door de verhouding waarin de reacties 1 en 2 plaatsvinden.

3p **11** Leid af wat de molverhouding $CO : H_2$ in het gasmengsel is dat uit de eerste reactor komt, wanneer de helft van de CH_4 moleculen reageert volgens reactie 1 en de andere helft volgens reactie 2.
Geef de afleiding en noteer je antwoord als:
aantal mol CO : aantal mol H_2 = 1,0 : …

Bij de vorming van de alkanen in de tweede reactor ontstaat waterdamp als bijproduct.

4p **12** Geef de reactievergelijking van de vorming van het alkaan met 35 koolstofatomen per molecuul uit koolstofmono-oxide en waterstof.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

De tweede reactor moet voortdurend worden gekoeld om de temperatuur op 400 °C te houden.

2p **13** Is het proces in de tweede reactor een endotherm of een exotherm proces? Verklaar je antwoord.

Uit de regels 13 tot en met 15 wordt niet duidelijk wat er precies in de derde reactor gebeurt. In deze reactor vindt een ontledingsproces plaats dat bekend is uit de aardolie-industrie. Hierbij ontstaat, behalve een mengsel van alkanen, nog een andere soort koolwaterstoffen. Om ervoor te zorgen dat uitsluitend een mengsel van alkanen uit de reactor komt, moet H_2 in de reactor worden geleid.

2p **14** Geef de naam van het ontledingsproces dat in de derde reactor plaatsvindt. Geef ook de algemene naam van de andere soort koolwaterstoffen die bij dit ontledingsproces ontstaat.
Noteer je antwoord als volgt:
ontledingsproces: …
andere soort koolwaterstoffen: …

Door ervan uit te gaan dat het gebruikte Russische aardgas voor 80 volumeprocent uit methaan bestaat en dat methaan de enige koolstofbevattende verbinding hierin is, kan berekend worden dat $1{,}9 \cdot 10^7$ kg koolstof aanwezig is in het aardgas dat per dag wordt omgezet tot synthetische dieselolie.

3p **15** Geef deze berekening. Maak daarbij gebruik van Binas-tabel 12.

De synthetische dieselolie die per dag uit het aardgas wordt gemaakt, bevat $1{,}5 \cdot 10^7$ kg koolstof.

1p **16** Bereken het rendement van de omzetting van aardgas tot synthetische dieselolie op basis van de hoeveelheid koolstof.

Op de uitwerkbijlage bij dit examen staat een blokschema waarmee het Syntroleum-proces vereenvoudigd kan worden weergegeven. Hierin ontbreken de bijschriften bij de pijlen. Met behulp van informatie uit het artikel en deze opgave kan het blokschema worden voltooid.

3p **17** Schrijf op de uitwerkbijlage de volgende stoffen bij de juiste pijlen:
- aardgas;
- alkanen (meer dan 33 C atomen per molecuul);
- CO en H_2;
- dieselolie (13 tot 22 C atomen per molecuul);
- lucht;
- stikstof;
- stoom;
- waterdamp.

Elke stof moet één keer worden vermeld, met uitzondering van stikstof. Stikstof moet twee keer worden vermeld. Het is mogelijk dat bij een pijl meer dan één stof moet worden vermeld.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

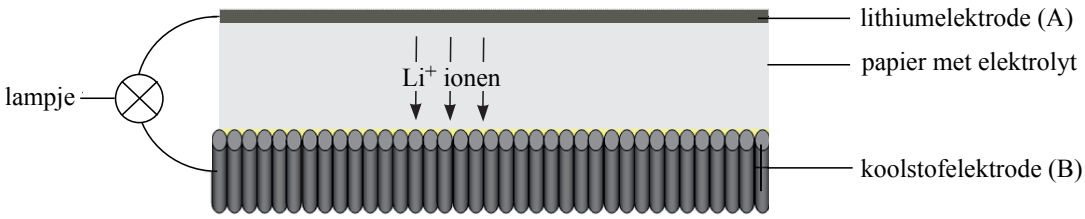
Een papieren lithiumbatterij

De batterij in figuur 1 is amper groter dan een postzegel en niet dikker dan een blaadje papier. Toch kan deze nieuwe batterij van papier voldoende energie geven om een klein lampje te laten branden. Hoe werkt deze batterij?

figuur 1

In figuur 2 is een schematische voorstelling van de batterij te zien. Eén pool is gemaakt van koolstof, de andere van lithium. Tussen de polen bevindt zich papier dat doordrenkt is met een geleidende vloeistof.

figuur 2



Aan elektrode A vindt de volgende halfreactie plaats:
$Li \quad Li^+ + e^-$

2p **18** Is elektrode A de positieve of de negatieve elektrode? Licht je antwoord toe.

In het organische oplosmiddel waarmee het papier is doordrenkt, is de stof $LiPF_6$ opgelost. $LiPF_6$ bestaat uit twee soorten deeltjes: Li^+ ionen en één soort negatieve ionen.

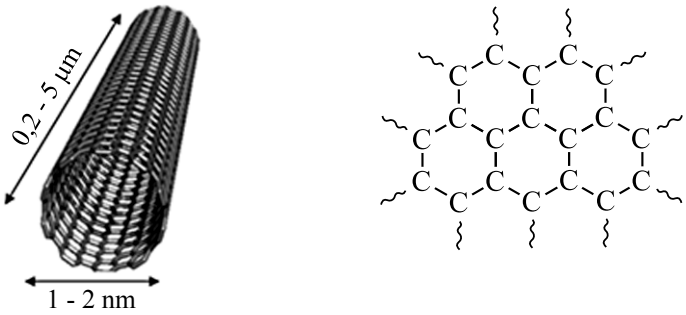
1p **19** Geef de formule van deze negatieve ionen.

2p **20** Verklaar waarom de oplossing, waarmee het papier is doordrenkt, de elektrische stroom geleidt. Maak daarbij gebruik van begrippen op microniveau (deeltjesniveau).

Met de koolstofelektrode in de papieren batterij is iets bijzonders aan de hand. Deze elektrode bestaat uit zogenoemde koolstof nanobuisjes. Deze nanobuisjes bestaan uitsluitend uit C atomen. In figuur 3A is een model van zo'n koolstof nanobuisje weergegeven. In figuur 3B is weergegeven hoe de koolstofatomen in een nanobuisje aan elkaar zijn gebonden: ieder C atoom (behalve de C atomen aan de uiteinden van de nanobuisjes) is met drie atoombindingen aan drie andere C atomen gebonden.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

figuur 3



Koolstof nanobuisjes geleiden de elektrische stroom doordat ze zogenoemde vrije (beweeglijke) elektronen bevatten. Elektronen die zijn betrokken bij een atoombinding kunnen zich niet als vrije elektronen gedragen.

3p **21** Leg uit, aan de hand van figuur 3B, hoeveel vrije elektronen elk C atoom (behalve de C atomen aan de uiteinden van de nanobuisjes) heeft.

De belangrijkste oorzaak waardoor deze papieren lithiumbatterij elektrische stroom levert, berust op een eigenschap van de koolstof nanobuisjes. Deze kunnen namelijk Li atomen binden. De binding van de Li atomen aan de nanobuisjes is zelfs sterker dan de binding tussen de Li atomen in de lithiumelektrode. Bij stroomlevering komen de Li^+ ionen los uit de lithiumelektrode, bewegen naar de koolstofelektrode en worden uiteindelijk als Li atomen aan de koolstof nanobuisjes gebonden.
In de koolstof nanobuisjes worden twee Li atomen per zes koolstofatomen gebonden. De verbinding wordt weergegeven met de formule C_6Li_2.
De stroomlevering van de batterij stopt wanneer voor alle koolstofatomen in de koolstofelektrode geldt dat per zes koolstofatomen twee Li atomen zijn gebonden. Aan de andere elektrode is dan nog steeds lithium aanwezig.
De capaciteit van een batterij kan worden gedefinieerd als de hoeveelheid elektronen die deze batterij kan leveren. Voor de papieren lithiumbatterij wordt de capaciteit bepaald door het aantal koolstofatomen in de koolstofelektrode.

3p **22** Geef de vergelijking van de halfreactie van de vorming van C_6Li_2 uit Li^+ ionen en koolstof.

2p **23** Bereken hoeveel mol elektronen een papieren lithiumbatterij met een koolstofelektrode van 210 mg maximaal kan leveren.

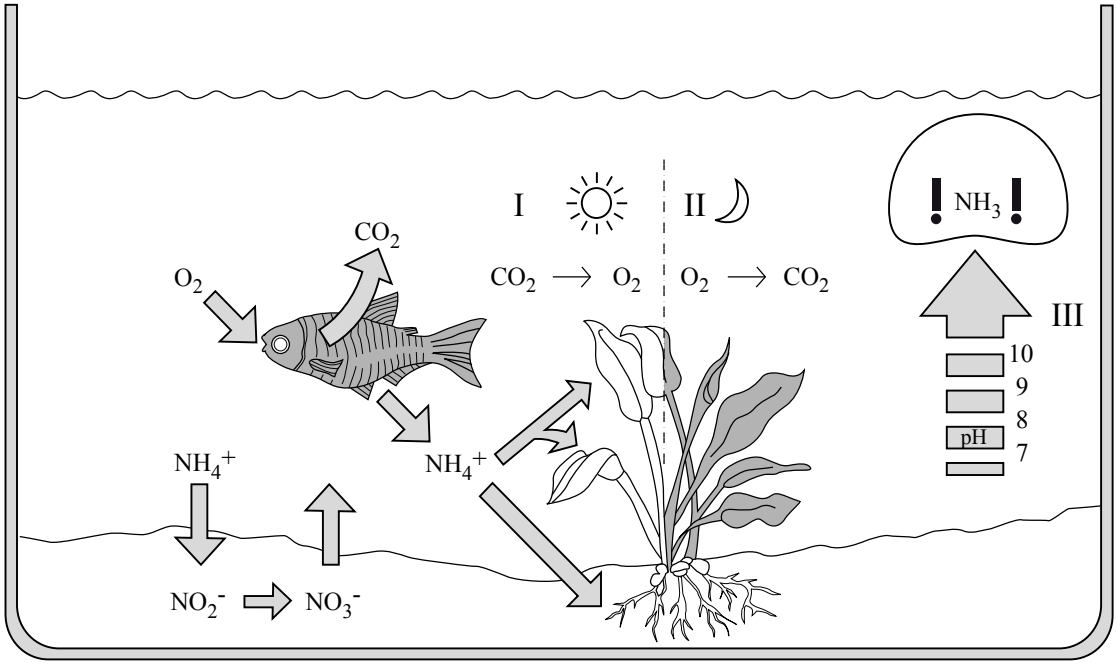
De in deze opgave beschreven batterij is oplaadbaar.

2p **24** Leg uit hoe het komt dat deze batterij oplaadbaar is.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Aquarium

Hieronder staat een tekening uit een boek over het houden van een aquarium. De tekening geeft onder andere een aantal chemische processen in een aquarium vereenvoudigd weer. Bekijk de tekening en beantwoord vervolgens de vragen.



Onder I, in het midden van de tekening, is de reactievergelijking onvolledig weergegeven van een proces dat fotosynthese heet. Zowel voor de pijl als na de pijl ontbreekt de formule van een stof; bovendien zijn de coëfficiënten weggelaten. Bij de fotosynthese ontstaan als enige stoffen zuurstof en glucose.

2p **25** Neem deze onvolledige vergelijking over, voeg de ontbrekende formules toe en maak de vergelijking kloppend door de juiste coëfficiënten in te vullen.

Uit de tekening blijkt dat de fotosynthese onderdeel is van een kringloopproces. Tevens kun je uit de tekening opmaken in welk opzicht de omstandigheden waaronder de stappen van dit kringloopproces zich afspelen van elkaar verschillen.

2p **26** Geef aan hoe uit de figuur blijkt dat de fotosynthese onderdeel is van een kringloopproces en geef ook aan in welk opzicht de omstandigheden waaronder de stappen van dit kringloopproces zich afspelen van elkaar verschillen.

Zoals uit de tekening blijkt, komen er door de vissen ammoniumionen in het water terecht. Deze ionen kunnen door planten worden opgenomen. Ammoniumionen zijn een belangrijke stikstofbron voor planten.

3p **27** Bereken het massapercentage stikstof in een ammoniumion. Geef je antwoord in vier significante cijfers.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Linksonder in de tekening is weergegeven dat in de grond NH_4^+ ionen worden omgezet tot NO_2^- ionen. Dit is een bacterieel proces.
De reactie waarbij NH_4^+ ionen worden omgezet tot NO_2^- ionen is een redox-reactie. De vergelijking van de halfreactie van de reductor is hieronder onvolledig weergegeven. De elektronen (e^-) en de coëfficiënten zijn weggelaten.

$$NH_4^+ + H_2O \rightarrow NO_2^- + H^+$$

3p **28** Neem deze onvolledige vergelijking over, zet e^- aan de juiste kant van de pijl en maak de vergelijking kloppend.

In de tekening is bij III afgebeeld dat toenemende pH (in het weergegeven pH-gebied) leidt tot de vorming van het schadelijke NH_3 uit NH_4^+.

2p **29** Leg uit waardoor bij de weergegeven pH-stijging de vorming van NH_3 uit NH_4^+ toeneemt.

Voor een goed functionerend aquarium is het belangrijk dat de pH van het aquariumwater tussen de 6,0 en 7,5 ligt. Als de pH te hoog wordt, kan men aan het water een scheutje zogenoemd 'pH-minus' toevoegen. Dit is een oplossing die door een fabrikant van aquariumbenodigdheden op de markt is gebracht. De oplossing bevat 5,1 gram H_2SO_4 per 100 mL oplossing.

3p **30** Bereken het aantal mol H^+ dat maximaal geleverd kan worden door 15 mL 'pH-minus'.

Op het etiket van 'pH-minus' staat onder andere vermeld dat eerst de $[HCO_3^-]$ van het aquariumwater moet worden bepaald, voordat 'pH-minus' kan worden gebruikt. De hoeveelheid 'pH-minus' die moet worden toegevoegd voor een gewenste pH-daling, bijvoorbeeld van 8,3 naar 7,2, is ook afhankelijk van de $[HCO_3^-]$ van het aquariumwater.

2p **31** Moet bij een hogere $[HCO_3^-]$ meer of minder 'pH-minus' aan aquariumwater worden toegevoegd, om de pH te laten dalen van 8,3 naar 7,2, dan bij een lagere $[HCO_3^-]$? Geef een verklaring voor je antwoord.

Let op: de laatste opgave van dit examen staat op de volgende pagina.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.

Synthetisch dipeptide voor aspartaam

Aspartaam is een kunstmatige zoetstof. In een aspartaammolecuul komen twee aminozuurresten voor: één van asparaginezuur (Asp) en één van fenylalanine (Phe). Bij de bereiding van aspartaam wordt eerst een stof gevormd die kan worden weergegeven als Asp – Phe. Dit is een zogenoemd dipeptide. Asp en Phe zijn hierin via een peptidebinding aan elkaar gekoppeld. De NH_2 groep van de asparaginezuureenheid heeft bij de vorming van die peptidebinding niet gereageerd.
Het dipeptide Asp – Phe wordt gevormd wanneer men in een oplossing asparaginezuur en phenylalanine laat reageren. Behalve Asp – Phe ontstaat echter een groot aantal andere verbindingen, waaronder nog drie dipeptiden.

2p **32** Geef de formules van de drie andere dipeptiden die ontstaan wanneer men in een oplossing Asp en Phe laat reageren. Gebruik daarbij de drie-letter-symbolen om de aminozuren weer te geven.

Omdat er zoveel andere stoffen ontstaan wanneer men in een oplossing Asp en Phe laat reageren, zoekt men naar andere manieren om het dipeptide Asp – Phe te bereiden dat nodig is voor de productie van aspartaam.
Onderzoekers zijn daar onlangs in geslaagd. Zij maakten daarbij onder andere gebruik van genetisch veranderde bacteriën. Deze bacteriën maken uit een oplossing waarin Asp en Phe voorkomen, een polymeer dat als volgt kan worden weergegeven:

$$\left(\text{Asp - Phe} \right)_{150}$$

De onderzoekers hebben het gevormde polymeer vervolgens onder invloed van een enzym gehydrolyseerd. Daarbij verkregen ze het gewenste dipeptide.

2p **33** Geef een reden waarom een enzym wordt gebruikt bij de bereiding van het dipeptide Asp – Phe uit $\left(\text{Asp - Phe} \right)_{150}$.

Na de bereiding van het dipeptide Asp – Phe laat men dit reageren met methanol. Hierbij ontstaat aspartaam. Bij de reactie tussen Asp – Phe en methanol reageert de zuurgroep van het Phe in een molecuul Asp – Phe met de OH groep van een methanolmolecuul.

3p **34** Geef de structuurformule van het dipeptide Asp – Phe. Maak daarbij gebruik van informatie uit het begin van deze opgave en Binas-tabel 67C.

2p **35** Geef de structuurformule van aspartaam.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

Beschikbaar gesteld door Stichting Studiebegeleiding Leiden (SSL).
Voor alle eindexamens, zie www.alleexamens.nl. Voor de perfecte voorbereiding op je eindexamen, zie www.sslleiden.nl.