EXAMEN SCHEIKUNDE 1 VWO 2003, TWEEDE TIJDVAK, opgaven

## Etheen 2003Sk1-II(I)

Tijdens het rijpen van vruchten krijgen ze een zoetere smaak. Dat komt onder andere doordat amylose (zetmeel) door hydrolyse wordt omgezet tot glucose.

Hieronder is een fragment van een amylosemolecuul in structuurformule weergegeven:



Op de bijlage bij dit examen is dit fragment nogmaals weergegeven als onderdeel van een niet-afgemaakte vergelijking van de gedeeltelijke hydrolyse van amylose.

3p 1 ❑ Maak op de bijlage, uitgaande van het weergegeven fragment, de reactievergelijking of van de gedeeltelijke hydrolyse van amylose, waarbij van het bovenstaande fragment twee glucosemoleculen worden afgesplitst.

Het rijpen van vruchten vindt plaats onder invloed van het gas etheen, C2H4. Etheen wordt in de vrucht in een stapsgewijs proces gevormd. Een van de tussenproducten daarbij is stof A:

  
 **stof A**

4p 2 ❑ Geef de systematische naam van stof A.

Het rijpingsproces van vruchten kan worden versneld door in de opslagruimte van de vruchten etheen te brengen. In sommige bedrijven wordt dit etheen geproduceerd door ethanol over een verhitte katalysator te leiden. De volgende reactie treedt daarbij op:

C2H5OH → C2H4 + H2O

3p 3 ❑ Bereken hoeveel gram ethanol moet worden omgezet om in een ruimte van 1000 m3 een etheenconcentratie van 1,0 volume-ppm te krijgen. Ga er bij je berekening van uit dat in de opslagruimte aanvankelijk geen etheen aanwezig was en dat *V*m = 23 dm3 mol−1

In veel gevallen mogen vruchten niet te snel rijp worden. Zo worden vruchten tijdens een lange zeereis op cruiseschepen bewaard samen met zakjes waarin zich een poedervormige vaste stof bevindt die met etheen reageert. De reactie van etheen met die vaste stof is een redoxreactie. Bij deze reactie ontstaat onder andere CO2. De vergelijking van de halfreactie van etheen is hieronder gedeeltelijk weergegeven:

C2H4 → CO2

In de vergelijking van deze halfreactie komen behalve C2H4 en CO2 ook e−, H2O en H+ voor.

3p 4 ❑ Geef de volledige vergelijking van deze halfreactie van etheen.

2p 5 ❑ Leg uit of de vaste stof waar etheen mee reageert een oxidator of een reductor is.

## Nicotine 2003Sk1-II(II)

In tabaksbladeren en ook in sigarettenrook komt de stof nicotine voor. Deze stof werkt sterk verslavend. Hieronder is de structuurformule van nicotine schematisch afgebeeld:



Bij een inhalerende roker komt nicotine via de longen in het bloed terecht. Nicotine is een zwakke base. In het bloed stelt zich het volgende evenwicht in:

Nic + H2O ⇌ NicH+ + OH−

Hierin stelt Nic het nicotinemolecuul voor en NicH+ het geconjugeerde zuur van nicotine. In het bloed van een roker is ongeveer evenveel Nic als NicH+ aanwezig.

4p 6❑ Bereken de verhouding [Nic] : [NicH+] in bloed met een pH = 7,40. Onder de omstandigheden die in bloed heersen, geldt dat p*K*z = 13,50 (*K*w = 3,2.10−14) en dat de p*K*b van nicotine gelijk is aan 5,96.

Het bloed transporteert de nicotine vervolgens naar de hersenen, waar het in het vetweefsel wordt opgeslagen. Wanneer de nicotine uit de hersenen verdwijnt, krijgt de roker zin om opnieuw een sigaret op te steken.

2p 7 ❑ Leg uit in welke vorm de nicotine in het vetweefsel van de hersenen zal voorkomen: in de vorm van Nic of in de vorm van NicH+.

Het nicotinegehalte van tabak kan worden bepaald met behulp van de volgende methode. Uit een hoeveelheid fijngemaakte tabak wordt alle nicotine opgelost. Door middel van filtratie worden de restanten van de tabak verwijderd. Aan het filtraat wordt vervolgens een overmaat pikrinezuuroplossing toegevoegd. Hierbij treedt een reactie op tussen nicotine en pikrinezuur, waarbij een onoplosbare stof wordt gevormd. De vaste stof wordt afgefiltreerd en de massa van het residu wordt bepaald.

Met behulp van de volgende formule kan het aantal mg nicotine dat zich in de tabak bevond, worden uitgerekend:

aantal mg nicotine = *f* × aantal mg residu  
Hierin is *f* een omrekeningsfactor.

Bij de reactie tussen nicotine en pikrinezuur ontstaat per mol nicotine een mol van de onoplosbare stof; er ontstaan geen andere reactieproducten. De molecuulmassa van nicotine is 162,2 u en de molecuulmassa van pikrinezuur is 229,1 u.

Met behulp van deze gegevens en de molverhouding waarin nicotine en pikrinezuur met elkaar reageren, is berekend dat *f* de waarde 0,2614 heeft.

3p 8 ❑ Bereken met behulp van bovenstaande gegevens hoeveel mol pikrinezuur reageert met een mol nicotine.

Bij zo'n nicotinebepaling werd 5,14 g tabak afgewogen. De massa van het residu was 390 mg.

2p 9 ❑ Bereken het massapercentage nicotine in de onderzochte tabak.

## Biowaterstof 2003Sk1-II(III)

Koolstofdioxide draagt bij tot een verwerkt broeikaseffect.

De hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer neemt langzaam maar zeker toe.

Op de observatiepost van Mauna Loa (Hawaï) wordt al vanaf 1958 ieder uur van de dag de concentratie koolstofdioxide in de atmosfeer gemeten. De resultaten van die metingen zijn (in mg m-3,omgerekend naar *p = p*oen 298 K) verwerkt in figuur 1. De maxima en minima in de zigzaglijn ontstaan door de seizoenen. In het voorjaar is de invloed van de fotosynthese op de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer anders dan in het najaar.

Scan0015.tif

3p 10❑ Bereken met hoeveel procent de koolstofdioxideconcentratie in de atmosfeer op Hawaï is toegenomen in de periode van 1980 tot 2000.

3p 11❑ Geef de reactievergelijking van de fotosynthese.

2p12❑ Leg aan de hand van deze reactievergelijking uit of een maximum in de zigzaglijn bij een grotere invloed of bij een kleinere invloed van de fotosynthese op de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer boven Mauna Loa hoort.

De toename van de hoeveelheid koolstofdioxide door de jaren heen wordt voor een groot deel veroorzaakt door de verbranding van fossiele brandstoffen (steenkool, aardolie, aardgas) om energie op te wekken. Bij de verbranding van waterstof ontstaat geen koolstofdioxide. Daarom is waterstof een aantrekkelijk alternatief om als brandstof gebruikt te worden, vooral wanneer die waterstof uit biomateriaal is ontstaan. Daarom onderzoekt men de productie van waterstof uit biomateriaal. Bij dit onderzoek wordt als biomateriaal een oplossing van glucose (C6H12O6) gebruikt. Daarbij worden twee reactoren gebruikt. In reactor 1 worden glucose en water omgezet tot azijnzuur (CH3COOH), koolstofdioxide en waterstofgas. Deze reactie verloopt onder invloed van speciaal geselecteerde bacteriën.

De hoeveelheid glucose die wordt omgezet in reactor 1 en de hoeveelheid waterstof die daarbij ontstaat, zijn nauwkeurig gemeten. De resultaten staan in figuur 2. Het blijkt dat de molverhouding tussen de omgezette glucose en de gevormde waterstof uiteindelijk 1 : 4 is.

Scan0016.tif

2p 13❑ Leid uit figuur 2 af dat de molverhouding tussen de omgezette glucose en de gevormde waterstof uiteindelijk 1 : 4 is.

Ook de molverhouding waarin de gassen koolstofdioxide en waterstof in reactor 1 ontstaan, is een belangrijk gegeven. Bij een bepaling van deze molverhouding blijkt dat in het gasmengsel het aantal mol waterstofgas twee keer zo groot is als het aantal mol koolstofdioxide.

3p 14❑ Beschrijf globaal de werkwijze van een bepaling van de molverhouding tussen koolstofdioxide en waterstof in het gasmengsel dat uit reactor 1 komt.  
Geef in de beschrijving onder meer de naam (namen) van de eventueel gebruikte stof(fen) of oplossing(en).

3p 15❑ Leid met behulp van de gegeven molverhoudingen de reactievergelijking af voor de omzetting van glucose en water tot azijnzuur, koolstofdioxide en waterstof.  
Gebruik in je reactievergelijking molecuulformules.

De inhoud van reactor 1 wordt in een tweede reactor geleid, terwijl de bacteriën in reactor 1 achterblijven. In deze tweede reactor, die de fotoreactor wordt genoemd, zetten andere bacteriën, onder invloed van licht, azijnzuur samen met water om tot koolstofdioxide en waterstof.

Van de gevormde hoeveelheid koolstofdioxide blijft in de fotoreactor ruim 60% in oplossing. In reactor 1 blijft van de gevormde hoeveelheid koolstofdioxide slechts een verwaarloosbare hoeveelheid in oplossing. Dit grote verschil in oplosbaarheid wordt onder andere veroorzaakt doordat de druk in reactor 1 anders is dan de druk in de fotoreactor. Met behulp van het verdelingsevenwicht tussen opgelost koolstofdioxide, CO2(aq), en gasvormig koolstofdioxide, CO2(g), kan men het verschil in oplosbaarheid van koolstofdioxide verklaren. Dit evenwicht kan als volgt worden weergegeven:

CO2(aq) ⇌ CO2(g)

De evenwichtsvoorwaarde voor dit evenwicht luidt: = *K.*

Hierin is de partiële druk van koolstofdioxide.

3p 16❑ Leg mede aan de hand van de evenwichtsvoorwaarde uit of, bij dezelfde temperatuur, de partiële druk van CO2 in reactor 1 groter of kleiner moet zijn dan de partiële druk van CO2 in de fotoreactor.

De gasmengsels die uit reactor 1 en uit de fotoreactor komen, worden samengevoegd en gebruikt voor de opwekking van elektrische stroom in een brandstofcel.

4p 17 ❑ Maak een schets van zo'n brandstofcel. Benoem de onderdelen van de cel. Geef in je tekening ook aan van welk(e) materia(a)l(en) de elektroden zijn gemaakt en wat tijdens de stroomlevering de positieve en de negatieve elektrode is.

2p 18❑ Geef de vergelijkingen van de halfreacties die plaatsvinden aan de positieve en negatieve elektrode. Noteer je antwoord als volgt:  
aan de positieve elektrode: ...  
aan de negatieve elektrode: ...

Het is de bedoeling om in de toekomst, na de onderzoeksfase, elektrische stroom op te wekken met behulp van waterstof dat geproduceerd is uit snel groeiende planten (bijvoorbeeld olifantsgras). Dat zal een gunstig effect hebben op het broeikaseffect. Zelfs als alle koolstofdioxide die bij deze productie van waterstof ontstaat, in de atmosfeer terecht zou komen, is deze methode een enorme verbetering ten opzichte van het opwekken van elektrische stroom met fossiele brandstoffen.

2p 19❑ Leg dit uit.

## Linezolide 2003Sk1-II(IV)

Aan de Universiteit van Nijmegen is een nieuwe methode ontwikkeld om in korte tijd nieuwe stoffen te bereiden die mogelijk als antibioticum kunnen worden gebruikt. De onderzoekers hebben hierover gepubliceerd in het artikel "Race tegen resistentie". De tekst op het informatieblad dat bij dit examen hoort, bevat delen uit dit artikel. Lees deze tekst en beantwoord vervolgens onderstaande vragen.

De vaste drager bestaat uit een polymeer waaraan de SO2Cl groepen zijn gebonden. Uit een gegeven dat in figuur 2 van het informatieblad is vermeld, is op te maken welk polymeer dit is.

3p 20❑ Geef de structuurformule van een fragment uit het midden van een molecuul van dit polymeer (zonder SO2Cl groepen). Dit fragment moet uit drie monomeereenheden bestaan.

In de eerste stap (zie figuur 2 van het informatieblad) reageert de primaire OH groep van het dialcohol met de SO2Cl groep. In een nevenreactie kan de secundaire OH groep van een molecuul dialcohol in plaats van de primaire OH groep met een SO2Cl groep reageren. In de tweede stap van de nevenreactie wordt een molecuul van het isocyanaat aan de primaire OH groep gekoppeld op dezelfde manier als aan de secundaire OH groep (zie figuur 2 van het informatieblad). Er ontstaat in dat geval ook een product met een zogenoemde lineaire structuur die geschikt is om ringsluiting en afsplitsing te ondergaan. De vorming van dit ongewenste bijproduct wordt zoveel mogelijk voorkomen door een geschikte keuze van oplosmiddel en base.

3p 21❑ Geef de structuurformule van het ongewenste bedoelde lineaire product dat na de koppeling van het isocyanaat in stap 2 wordt verkregen. Begin de structuurformule met - SO2 -, teken in de structuurformule alle koolstofatomen en waterstofatomen, geef de eerste zijgroep aan met Z1 en de tweede zijgroep met Z2.

Een Linezolidemolecuul heeft een asymmetrisch koolstofatoom. Er bestaat dus een optische isomeer van Linezolide.

Het is gebleken dat Linezolide bacteriedodende werking bezit. De optische isomeer van Linezolide heeft geen bacteriedodende werking. Uitgaande van een gegeven uit het artikel, dat de bacteriedodende werking van Linezolide verklaart, probeert een leerling een hypothese op te stellen waarmee hij verklaart hoe het komt dat de ene optische isomeer bacteriedodende werking bezit en de andere optische isomeer niet.

1p 22❑ Geef het gegeven in het artikel dat de bacteriedodende werking van Linezolide verklaart.

2p 23❑ Formuleer, uitgaande van dat gegeven, een hypothese waarmee verklaard kan worden dat de ene optische isomeer bacteriedodende werking bezit en de andere optische isomeer niet.

Bij de synthese van verbindingen met een asymmetrisch koolstofatoom ontstaan vaak mengsels van optische isomeren. Bij de in het artikel beschreven bereiding van Linezolide ontstaat echter slechts een optische isomeer. Dit heeft men bereikt door een juiste keuze van een van de beginstoffen.

1p 24❑ Welke beginstof wordt hier bedoeld?

2p 25❑ Leg uit hoe men door een juiste keuze van deze beginstof heeft bereikt dat een optische isomeer ontstaat.

Volgens het artikel verlopen reacties aan de vaste drager vaak langzamer dan reacties in oplossing. Met behulp van een oplosbaar sulfonylchloride kan worden onderzocht of in dit geval de reactie aan de vaste drager eveneens langzamer verloopt dan in oplossing.

3p 26❑ Beschrijf hoe je zo'n onderzoek zou moeten uitvoeren.

#### Scan0017.tifInformatieblad

**Race tegen resistentie**

Sommige ziekteverwekkende bacteriën worden ongevoelig voor veel gebruikte antibiotica.

Om deze zorgelijke ontwikkeling te keren, komt binnenkort het nieuwe antibioticum Linezolide (zie figuur 1) op de markt. Het is, zo verwacht men, een succesvol wapen tegen de zogenoemde ziekenhuisbacterie, MRSA, omdat het de bacteriën op een andere plaats treft dan de oude antibiotica. Linezolide blokkeert in een zeer vroeg stadium de eiwitproductie in de bacteriecel.

Linezolide behoort tot een klasse van verbindingen met een centrale ringvormige structuur en twee zijgroepen.

We proberen nu een zeer groot aantal varianten van Linezolide te maken in de hoop dat daartussen stoffen zitten die de bacteriën nog effectiever uitschakelen of die meer soorten bacteriën doden.

Voor de biologische werking is een aantal bestanddelen van dit molecuul essentieel en die laten we dus ongemoeid. Aan de twee zijgroepen kunnen we sleutelen.

Om nieuwe varianten te maken, bouwen we er chemische groepen in die totaal verschillend van aard zijn en ook weer verder veranderd kunnen worden. We bouwen de aan Linezolide verwante moleculen op uit kleine bouwstenen en doen dat op een nieuwe manier: we maken gebruik van een vaste drager. We stappen daarmee af van de oude en nog steeds gebruikelijke methode, waarbij de uitgangsstoffen (beginstoffen) en eventuele katalysatoren allemaal in een oplossing bijeen worden gebracht. Een vaste drager is veelal een polymeer waaraan den van de stoffen die bij de reactie betrokken zijn, gekoppeld wordt. Het voordeel van een vaste drager is dat het de synthese aanzienlijk versnelt.

Scan0018.tifDe tijdwinst zit in de gemakkelijke zuiveringsstap. We verwijderen bijproducten simpelweg door het reactiemengsel te filtreren. Het product – gebonden aan het onoplosbare polymeer – blijft achter op het filter. We hoeven het alleen nog van het dragerpolymeer af te splitsen.

In figuur 2 wordt de synthese met behulp van een vaste drager van Linezolide en aanverwante verbindingen duidelijk gemaakt. Hoewel de synthese als geheel -de verschillende reacties en de zuivering van het product- sneller is, dankzij de snelle zuivering, verlopen de reacties op zichzelf vaak minder snel dan in oplossing.

**Synthese aan vaste drager**

De vaste drager bestaat uit polystyreen meteen groot aantal sulfonylchloride-groepen(SO2Cl) eraan gebonden.

**1 Eerste zijgroep koppelen**

Aan deze groepen verankeren we 1,2-dialcohol waaraan de eerste zijgroep vastzit. Door deze koppeling wordt de primaire alcoholgroep geactiveerd, wat een vereiste is voor de laatste stap.

**2 Tweede zijgroep aanbrengen**

Aan de secundaire alcoholgroep koppelen we isocyanaat, en brengen daarmee de tweede zijgroep aan. Er ontstaat een carbamaatfunctie die de eigenschap bezit inde aanwezigheid van een base een geactiveerde alcoholgroep te kunnen substitueren.

**3 Ringsluiting en afsplitsing**

Dat gebeurt in de laatste stap van de synthese; de nieuwe verbinding sluit zich en splitst tegelijkertijd af. Alleen volledig gevormde lineaire producten die de juiste structuur hebben om de ringsluiting te kunnen ondergaan, kunnen worden afgesplitst.

**4 Affiltreren**

Wat overblijft na affiltreren van de vaste drager is zeer zuiver product.

*naar: N&T wetenschapsmagazine – april 2001*

**Einde**

**Bijlage bij vraag 1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Examen VWO 2003**  Tijdvak 2  Woensdag 18 juni 13.30 — 16.30 uur | **Examennummer** |
| **Naam** |
|  |  |

**Vraag** 1

