**Examen scheikunde VWO**

 **Pilot 2015 tijdvak 1**

 Dit examen bestaat uit 29 vragen.

 Voor dit examen zijn maximaal 69 punten te behalen.

Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

 Bij dit examen zit een uitwerkbijlage

**Stanyl®**

Stanyl® is een hittebestendig polymeer dat bij ongeveer 300 °C vloeibaar wordt. Het is een condensatiepolymeer van de monomeren hexaandizuur en 1,4-butaandiamine. Het 1,4-butaandiamine wordt in een aantal stappen bereid. In de laatste stap wordt 1,4-butaandiamine bereid uit waterstof en

1butaandinitril ( )

1 3p Bereken hoeveel m3 waterstof (*T* = 298 K , *p* = *p*0) minimaal nodig is om 1,0 ton 1,4-butaandiamine te produceren uit 1,4-butaandinitril.

 Een ton is 103 kg.

Hexaandizuur kan op meerdere manieren worden bereid. De bereiding van hexaandizuur door cyclohexanol (C6H12O) te laten reageren met geconcentreerd salpeterzuur noemen we in deze opgave proces 1.

 De halfreactie van het salpeterzuur is hieronder gegeven.

 NO3─ + 3H+ + 2e─ → NHO2 + H2O

2 3p Geef de vergelijking van de halfreactie van de omzetting van cyclohexanol tot hexaandizuur. Gebruik molecuulformules. In de vergelijking van de halfreactie komen ook H2O en H+ voor.

3 2p Leid met behulp van beide halfreacties de vergelijking van de totaalreactie

 voor proces 1 af.

In proces 1 wordt HNO2 gevormd. Deze stof ontleedt bij de procesomstandigheden tot onder andere NO. De atoomefficiëntie (atoomeconomie) van proces 1 bedraagt 41,49%.

Een andere methode om hexaandizuur te maken (proces 2) is de reactie van cyclohexeen met waterstofperoxide (H2O2). Cyclohexeen reageert hierbij in een molverhouding van 1 : 4 met waterstofperoxide. Behalve hexaandizuur ontstaat hierbij alleen water.

4 3p Bereken de atoomefficiëntie (atoomeconomie) van proces 2.

5 2p Geef twee argumenten die gebruikt kunnen worden als een keuze tussen proces 1 en 2 moet worden gemaakt.

Geef argumenten gebaseerd op informatie uit deze opgave en/of

Binas-tabel 97A.

 **Vlamvertragers in zeezoogdieren**

1,2,5,6,9,10-hexabroomcyclododecaan, verder in de opgave HBCD genoemd, is een veelgebruikte vlamvertrager. Als aan producten HBCD is toegevoegd, wordt voorkomen dat producten snel vlam vatten en wordt de verspreiding van vuur vertraagd. Van HBCD bestaan veel verschillende stereo-isomeren. Een mengsel van drie van deze stereo-isomeren, alfa-, bèta- en gamma-HBCD genoemd, wordt toegepast als vlamvertrager.

 In figuur 1 is de structuurformule van HBCD schematisch weergegeven.

 figuur 1

 Bij de synthese van HBCD vindt een reactie plaats tussen een onverzadigde cyclische koolwaterstofverbinding X en broom in de molverhouding 1 : 3.

6 2p Geef de schematische structuurformule van verbinding X.

 Gebruik een vergelijkbare weergave als in figuur 1.

 Als HBCD in oppervlaktewater terecht komt, wordt de stof opgenomen door organismen zoals vissen en door visetende zoogdieren. Omdat HBCD sterk hydrofoob is, hoopt de stof zich op in het vetweefsel van deze dieren. Al bij een geringe vervuiling van het water met HBCD ontstaat zo een veel hogere concentratie HBCD in de vetweefsels van zeezoogdieren.

Recent is aangetoond dat het HBCD een schadelijk effect heeft op het immuunsysteem en de voortplanting van zeezoogdieren.

De HBCD-samenstelling, die door de industrie wordt gebruikt, bestaat voor ongeveer 12 massa% uit alfa-HBCD, voor 8 massa% uit bèta-HBCD en voor 78 massa% uit gamma-HBCD. Deze samenstelling vindt men ook terug in het oppervlaktewater.

Zeer verrassend blijkt dat de HBCD-samenstelling in het vetweefsel van zeezoogdieren voor ongeveer 90 massa% uit alfa-HBCD bestaat en voor de rest uit bèta-HBCD en gamma-HBCD.

 Voor het relatief veel grotere aandeel van alfa-HBCD in zeezoogdieren in vergelijking met het aandeel alfa-HBCD in het oppervlaktewater kunnen verschillende hypotheses worden opgesteld. Hieronder staan twee van deze hypotheses.

1 Het gamma-HBCD wordt in de lever van de zeezoogdieren via een isomerisatiereactie omgezet in alfa-HBCD.

2 Alfa-HBCD kan niet door de lever van de zeezoogdieren worden afgebroken en gamma-HBCD wel.

 In een experiment werden geïsoleerde levercellen van proefdieren blootgesteld aan een oplossing van alfa-, bèta- en gamma-HBCD.

 Vervolgens werd op vier tijdstippen een monster genomen van het mengsel van de cellen en HBCD. Na het openbreken van de cellen werd met chromatografie bepaald wat de samenstelling van het mengsel van HBCD-isomeren is. Omdat de monsters vele stoffen bevatten, is door de onderzoekers voorafgaand aan het experiment een bepaling uitgevoerd met behulp van chromatografie. Uit de resultaten hiervan konden zij afleiden welke piek in de chromatogrammen van de monsters overeenkomt met alfa-, bèta- of gamma-HBCD.

7 2p Leg uit welk experiment met behulp van chromatografie de onderzoekershebben uitgevoerd. Geef aan welk resultaat / welke resultaten ze hebben gebruikt om vast te stellen welke piek afkomstig is van alfa-, bèta- of gamma-HBCD in de chromatogrammen van de monsters.

In figuur 2 zijn de chromatogrammen van de vier monsters uit het experiment in één figuur weergegeven. Op de *y*-as staat de respons van de detector. Dit is hier een maat voor de hoeveelheid van de betreffende stof.

 **figuur 2**

8 2p Leg voor beide hypotheses uit of de hypothese in overeenstemming ismet de resultaten van deze experimenten.

Na afloop van het experiment is uit de levercellen een stof M geïsoleerd.

Stof M is door de levercellen gevormd uit HBCD. Het massaspectrum van de stof M is in figuur 3 weergegeven. Met de gebruikte techniek worden uitsluitend negatieve fragmentionen gevormd.

Boven een aantal pieken staat genoteerd aan welk fragmention de piek wordt toegeschreven. Hierbij staat bijvoorbeeld [M-H]─ voor het negatief geladen fragmention waarbij aan het molecuul van de geïsoleerde stof M één H atoom ontbreekt.

 Om kleine pieken zichtbaar te maken, is het spectrum sterk uitvergroot.

Hierdoor ontbreekt de schaalverdeling op de *y*-as en zijn er geen verschillen in hoogte te zien bij de hogere pieken.

 Waar bundels van pieken voorkomen is de *m/z*-waarde van de middelste piek aangegeven.

Rond *m/z* = 160 worden drie pieken waargenomen. Deze pieken verschillen in hoogte. De pieken zijn afkomstig van ionen Br2─

9 3p Leg uit dat rond *m/z* = 160 drie pieken aanwezig zijn, afkomstig van ionen Br2─ en leg uit welke van de drie pieken de hoogste is.

 Gebruik Binas-tabel 25.

Op basis van het bovenstaande massaspectrum en de massa van een molecuul HBCD (C12H18Br6) is na te gaan wat de molecuulformule is van de stof M. Van dit reactieproduct is ook bepaald dat de ringstructuur van HBCD behouden is en dat deze stof iets beter oplost in water dan HBCD.

10 3p Leg uit mede met behulp van figuur 3 wat de molecuulformule is van de stof waarin HBCD is omgezet.

11 2p Geef aan welke karakteristieke groep mogelijk gevormd is in stof M.

 Licht je antwoord toe.

 **Reactiemechanisme zichtbaar gemaakt**

Chemische reacties die uit verschillende deelreacties bestaan, verlopen vaak zo snel dat tussenproducten niet waarneembaar zijn.

Wetenschappers van de Universiteit van Tokio hebben een poreus materiaal ontwikkeld, waarin de moleculen van een stof kunnen worden ‘opgesloten’. In dit materiaal verlopen de betrokken deelreacties zo traag dat de structuur van de moleculen van de tussenproducten onderzocht kan worden.

De onderzoekers hebben deze aanpak gebruikt om de reactie die in figuur 1 is weergegeven te onderzoeken. In deze reactie wordt uit een aldehyde en een amine een zogeheten imine gevormd. Van deze reactie was al bekend dat deze in twee deelreacties verloopt. Het tussenproduct was echter nog nooit waargenomen.

**figuur 1**

deelreactie 1

deelreactie 2

R1 en R2 staan in figuur 1 voor koolstofketens. De stof met de algemene benaming hemiaminal is het tussenproduct.

12 3p Geef de structuurformule van het gevormde imine dat via deelreacties 1 en 2 ontstaat uit de stoffen propanal en 2-propaanamine.

Omdat deelreactie 2 veel sneller verloopt dan deelreactie 1, bestaat het hemiaminal heel kort en was daardoor moeilijk aan te tonen. De totale reactie (deelreactie 1 en 2 samen) is exotherm.

In figuur 2 zijn vier energiediagrammen voor reactiemechanismen die uit twee deelreacties bestaan, schematisch weergegeven.



13 2p Leg uit welk energiediagram uit figuur 2 het beste past bij het reactiemechanisme van de vorming van een imine.

Om de reactie te onderzoeken maakten de onderzoekers een poreus materiaal, opgebouwd uit grote moleculen die elk één NH2 groep bevatten. De NH2 groepen bevinden zich in holtes van het materiaal.

Ze brachten het materiaal in contact met ethanal, waardoor hemiaminalgroepen werden gevormd. Omdat de hemiaminal-groepen zich in de holtes van het materiaal bevinden, worden ze afgeschermd van de omgeving en kan deelreactie 2 pas bij hogere temperatuur verlopen.

De onderzoekers volgden de volgende vijf stappen.

1. Het poreuze materiaal werd bij een temperatuur van 215 K in contact gebracht met ethanal. Hierbij verliep deelreactie 1 volledig.
2. De temperatuur werd vervolgens verlaagd tot 90 K.
3. Het gevormde tussenproduct werd geanalyseerd met behulp van röntgenonderzoek.
4. Na het onderzoek werd de temperatuur verhoogd tot 270 K. Hierbij verliep deelreactie 2 volledig.
5. Het gevormde eindproduct werd geanalyseerd met behulp vanröntgenonderzoek.

Dat in stap 1 inderdaad een hemiaminal gevormd was, kon aannemelijk worden gemaakt met behulp van röntgenonderzoek. Met röntgenonderzoek kan namelijk de grootte van bindingshoeken tussen atoombindingen worden onderzocht.

Uit het röntgenonderzoek in stap 3 bleek dat de bindingshoeken van het hiernaast omcirkelde C atoom met andere atomen tijdens de reactie waren veranderd.

Uit het röntgenonderzoek in stap 5 bleek dat deze bindingshoeken opnieuw waren veranderd. De onderzoekers zagen hierin een aanwijzing dat na stap 1 het hemiaminal aanwezig was.

14 2p Leg uit waarom deze veranderingen van bindingshoeken rond het omcirkelde C atoom een aanwijzing zijn voor de vorming van het hemiaminal. Noem in je antwoord de grootte van de bindingshoeken rond het omcirkelde C atoom:

vóór de vorming van het hemiaminal;

nadat het hemiaminal is gevormd;

nadat er een imine is gevormd.

Het aantonen van het hemiaminal in stap 3 was een doorbraak voor de Japanse onderzoekers. Toch vonden ze het noodzakelijk om ook stap 4 en 5 uit te voeren.

15 2p Leg uit voor stap 4 én voor stap 5 waarom deze stappen noodzakelijk zijn om vast te kunnen stellen dat het aangetoonde hemiaminal een tussenproduct is in de vorming van een imine.

 **Thermoplastisch zetmeel**

 Thermoplastisch zetmeel (in deze opgave verder TPS genoemd) is een kunststof die onder andere als verpakkingsmateriaal voor groenten wordt gebruikt. TPS wordt bereid uit aardappelzetmeel, water en een weekmaker. In een extruder wordt het zetmeel grondig gemengd met water en de weekmaker. De gemiddelde molaire massa van zetmeel neemt hierbij door hydrolyse af van 3,7·107 g mol ─1 tot 1,9·106 g mol ─1 in TPS. Het gevormde TPS kan worden gesmolten enverwerkt.

16 2p Bereken het gemiddelde aantal monomeereenheden in een molecuul zetmeel met een gemiddelde molaire massa van 3,7·107 g mol ─1.

Ga er bij de beantwoording van deze vraag van uit dat zetmeel alleen uit amylose bestaat.

17 4p Bereken hoeveel gram water wordt verbruikt als 100 g zetmeel wordt omgezet tot TPS.

 Eén van de weekmakers die in TPS wordt gebruikt, is glycerol (1,2,3-propaantriol). Moleculen glycerol nestelen zich tussen polymeerketens en vormen daar waterstofbruggen mee.

Door de aanwezigheid van glycerol tussen de polymeerketens is TPS beter te vervormen dan zetmeel met een vergelijkbare ketenlengte.

 Een deel van twee polymeerketens van TPS is op de uitwerkbijlage die bij dit examen hoort, weergegeven.

18 2p Teken op de uitwerkbijlage een molecuul glycerol tussen de twee getekende delen van ketens van TPS. Geef in de tekening met stippellijntjes aan hoe het glycerolmolecuul met waterstofbruggen aan beide ketens is gebonden.

19 2p Leg uit met behulp van begrippen op deeltjesniveau hoe toevoeging van glycerol aan TPS het polymeer beter te vervormen maakt.

TPS kan worden toegepast als verpakkingsmateriaal. Veel verpakkingen zijn gemaakt van polystyreen. Hieronder is een gedeelte uit het midden van een polystyreenketen weergegeven.



 De uitstoot van CO2 bij de productie en het gebruik van een bepaald verpakkingsmateriaal is veel lager wanneer TPS wordt toegepast in plaats van polystyreen. Dit verschil wordt onder andere veroorzaakt door een veel groter energieverbruik tijdens de productie van polystyreen uit de grondstof aardolie. Ook in het stadium dat de verpakking als afval wordt weggegooid, is er een verschil. Wanneer polystyreen wordt verbrand, levert dat een veel grotere uitstoot van CO2 op dan wanneer een even grote massa TPS wordt verbrand.

 Bij volledige verbranding van 1,0 kg TPS bedraagt de CO2-uitstoot 1,6 kg.

20 2p Geef de vergelijking voor de volledige verbranding van polystyreen.

 Gebruik molecuulformules.

21 3p Bereken hoeveel procent de theoretische besparing in CO2-uitstoot bij volledige verbranding is wanneer men 1,0 kg polystyreen vervangt door 1,0 kg TPS.

**Bacteriën vullen betonscheuren**

Beton wordt gemaakt uit cement, water, zand en grind. Het cement gaat een reactie aan met water, waardoor onder andere calciumhydroxide (Ca(OH)2) ontstaat. Er ontstaat een hard materiaal. Door een overmaat aan water bevat beton ook met water gevulde poriën. De poriën in beton bevatten onder andere een verzadigde oplossing van calciumhydroxide.

Er stelt zich het volgende evenwicht in:

Ca(OH)2 (s) ⇄ Ca2+ (aq) + 2OH─ (aq) (evenwicht 1)

22 2p Geef de evenwichtsvoorwaarde van evenwicht 1.

23 3p Bereken de pH van dit poriewater (*T* = 298 K). Neem aan dat alleen het opgeloste calciumhydroxide de pH bepaalt.

Gebruik Binas-tabel 46; de onder *K*s gegeven waardes zijn de waardes voor de betreffende evenwichtsconstantes.

Beton wordt meestal voorzien van een wapening. Dat is een netwerk van ijzeren staven. Bij gewapend beton kunnen kleine scheuren in het materiaal al snel negatieve gevolgen hebben. Via deze kleine scheuren kan namelijk lucht binnendringen. Uit lucht afkomstig CO2 reageert met de oplossing van Ca(OH)2 tot onder andere calciumcarbonaat. Deze vorming van calciumcarbonaat wordt carbonatatie genoemd.

24 3p Geef de reactievergelijking voor carbonatatie.

De ijzeren staven in de wapening zijn aan de buitenzijde omgeven door een oxidelaag. Bij hoge pH beschermt deze oxidelaag de ijzeren staven tegen roest. Doordat CO2 door beton wordt opgenomen kan plaatselijk de pH dalen tot onder pH = 8. Bij deze omstandigheden is de beschermende oxidelaag niet meer stabiel en begint de corrosie van het betonijzer.

In figuur 1 is schematisch een stuk gewapend beton weergegeven. Als de oxidelaag van een staaf is aangetast, komt het ijzer in contact met het poriewater. Door de aanwezigheid van zuurstof en water in de poriën ontstaat dan een elektrochemische cel. In figuur 1 zijn met 1 en 2 de plaatsen aangegeven waar de halfreacties van de elektrochemische cel verlopen.



De oxidelaag is doorlaatbaar voor elektronen, maar niet voor ionen.

25 2p Geef de vergelijkingen van de beide halfreacties die plaatsvinden wanneer het ijzer van de wapening reageert met water en zuurstof.

26 2p Geef aan welke halfreactie(s) verloopt (verlopen) bij 1 en welke bij 2 in figuur 1. Licht je antwoord toe.

De dichtheid van de producten van de aantasting van de wapening is lager dan de dichtheid van ijzer. Hierdoor zet de wapening uit en worden de kleine scheuren in het beton groter. Het beton verliest dan snel zijn sterkte. Om verlies van sterkte van het beton te voorkomen, moeten betonscheuren worden opgevuld. Het beton verkrijgt daarmee weer de oorspronkelijke sterkte.

Een onderzoeksteam uit Gent onderzoekt of bacteriën die calciumcarbonaat produceren deze scheuren kunnen vullen.

In het beton worden glazen reparatiebuisjes verwerkt. De buisjes zijn in groepjes van drie aan elkaar gelijmd. Ze bevatten elk andere stoffen:

1. buisje 1 bevat een oplossing van bacteriën in water;
2. buisje 2 bevat een prepolymeer, dit is een polymeer met korte ketens;
3. buisje 3 bevat een polymerisatie-versneller en een oplossing van ureum en Ca(NO3)2 in water.

Als ergens een scheur in het beton ontstaat, breken de buisjes open. Het prepolymeer komt zo in contact met de polymerisatie-versneller en water.

Het prepolymeer polymeriseert waarbij een schuim wordt gevormd dat de bacteriën beschermt tegen de hoge pH van het beton. De bacteriën voeden zich met het ureum en scheiden carbonaationen uit. Deze carbonaationen vormen samen met de calciumionen uit het derde buisje calciumcarbonaat. Een scheur wordt op deze wijze opgevuld met calciumcarbonaat.

In figuur 2 is een molecuul van het gebruikte prepolymeer weergegeven. In de structuurformule worden met R1 en R2 koolwaterstofketens aangeduid.

**figuur 2** 

Het prepolymeer is een ketenpolymeer en wordt gevormd door polyadditie van een stof X en een stof met twee alcoholgroepen.

27 2p Geef de structuurformule van stof X.

 Maak gebruik van de notatie R1 en/of R2.

Als het prepolymeer reageert met water wordt eerst aan de moleculen van het prepolymeer één ~NH2 groep gevormd aan het rechter uiteinde van elk molecuul (zie figuur 2). Tevens komt hierbij een stof Y vrij.

Door vervolgreacties wordt uiteindelijk een netwerkpolymeer gevormd.

Er vormt zich een luchtig polymeerschuim dat de scheuren in het beton opvult. De bacteriën vullen vervolgens de holtes van het gevormde schuim met calciumcarbonaat.

28 2p Geef de formule van stof Y en leg uit waarom stof Y zorgt voor de vorming van een schuim.

29 2p Leg uit waarom minimaal drie buisjes gebruikt moeten worden.

Uitwerkbijlage Naam :

18

Uitwerkingen

 **Stanyl®**

1 M = 4 • 12,01 + 12 • 1,008 + 2 • 14,01 = 86,14

|  |  |
| --- | --- |
| kmol | kg |
| 1 | 88,16 |
| ? | 1.0 •103 |

 ? = = 11,3 kmol

 butaandiamine : H2 = 1 : 4

|  |  |
| --- | --- |
| kmol | kmol |
| 1 | 4 |
| 11,3 | ? |

 ? = 4 • 11,3 = 45,4 kmol

 Vm = 2,45 • 10─2 m3

|  |  |
| --- | --- |
| mol | m3 |
| 1 | 2,45 • 10─2 |
| 45,4 • 103 | ? |

 ? = 45,4 • 103 • 2,45 • 10─2 = 1,1 103 m3 H2

2 Basis C6H12O → C6H10O4

 Hulpdeeltjes C6H12O + H2O → C6H10O4 + H+

 massabalans C6H12O + 3H2O → C6H10O4 + 8H+

 ladingbalans C6H12O + 3H2O → C6H10O4 + 8H+ + 8e─

3 C6H12O + 3H2O → C6H10O4 + 8H+ + 8e─ 1x

 NO3─ + 3H+ + 2e─ → HNO2 + H2O 4x

 C6H12O + 3H2O + 4NO3─ + 12H+ → C6H10O4 + 8H++ 4HNO2 + 4H2O

 Gecorrigeerd voor gelijke deeltjes voor en na de pijl geeft

 C6H12O + 4NO3─ + 4H+ → C6H10O4 + 4HNO2 + H2O

4 reactievergelijking C6H10 + 4H2O2 → C6H10O4 + 4H2O

 M = 6 • 12,01 + 10 • 1,008 + 4 • 16 = 146,14

 M(H2O2) = 34,01

 M(C6H10) = 6 • 12,01 + 10 • 1,008 = 82,14

 Atoomefficiëntie = •100

 = • 100 = 66,97 %

5 Voorbeelden van juiste argumenten zijn (twee van de volgende):

* De atoomefficiëntie (atoomeconomie) van proces 2 is hoger (dus proces 2 verdient de voorkeur).
* In proces 1 wordt salpeterzuur gebruikt. Dit is een sterk zuur / sterke oxidator. Dit is gevaarlijk bij gebruik (dus proces 2 verdient de voorkeur).
* In proces 2 wordt waterstofperoxide gebruikt. Dit levert explosiegevaar als het wordt verhit (dus proces 1 verdient de voorkeur).
* In proces 1 wordt cyclohexeen gebruikt. Cyclohexeen geeft gevaarlijke dampen (dus proces 2 verdient de voorkeur).
* In proces 1 ontstaat NO. Dit geeft gevaarlijke dampen / reageert heftig met brandbare stoffen (dus proces 2 verdient de voorkeur).
* In proces 2 ontstaat alleen water (als afval, dus proces 2 verdient de voorkeur).

 **Vlamvertragers in zeezoogdieren**

6

7 Ze moeten voor alle drie HBCD een apart chromatogram opnemen zodat ze weten wat de retentietijd van die stof is . De pieken van het monster die dezelfde retentietijd hebben komen dus overeen met de 3 te bepalen stoffen.

8 Bij hypothese 1 zou gamma omgezet worden in alfa HBCD. De gamma piek zou dan kleiner moeten worden en de alfa piek zou groter moeten worden. In het chromatogram zien we wel dat de gamma piek afneemt , maar de alfa piek blijft gelijk dus het experiment is niet in overeenstemming met hypothese 1

 Bij hypothese 2 wordt gamma HBCD afgebroken door de lever dus de gamma piek moet kleiner worden. Dat zien we in het chromatogram dus het experiment is in overeenstemming met hypothese 2

9 In de natuur komen 2 soorten Br voor nl Br-79 en Br-81 in ongever gelijke verhoudingen. De drie verschillende Br2 fragmenten kunnen zijn 2x Br -79, 2x Br-81 of een combinatie van beide. Deze laatste komt 2x zoveel voor als elke gelijke de dus de hoogste piek behoort bij m/z 160

10 M(HBCD) = 12 • 12,01 + 18 • 1,008 • 6 • 80 = 642

 M -H fragment is 657 dus M = 658

 dus verschil is 16 dus 1 O meer formule is dus C12H18Br6O

11 De stof is iets beter oplosbaar in water dus dat wijst op een H-brug en heeft een O meer dus een OH groep is mogelijk gevormd in de stof M

**Reactiemechanisme zichtbaar gemaakt**

12

13 Het hele proces is exotherm dus vallen B en C af van dat zijn energiediagrammen van een endotherme reactie want daar ligt het energieniveau van het product hoger dan het energieniveau van de reactanten. Reactie 2 is erg snel dus kan deze geen hoge activeringsenergie hebben dus energiediagram D is goed.

14 Voor de vorming van hemiaminal is de omringing in het C atoom 3 dus is de bindingshoek 120 ᵒ . In hemiaminal is de omringing in dat C atoom 4 dus is de bindingshoek 109 ᵒ. In het imine hebben we weer omringing 3 dus is de bindingshoek weer 120ᵒ.

15 Het onderzoek heeft nu alleen nog maar aangetoond dat het hemiaminal is gevormd onder deze omstandigheden. Stap 4 moet dus uitgevoerd worden om de 2e reactiestap te kunnen laten plaatsvinden en stap 5 moet uitgevoerd worden of zo de imine ook daadwerkelijk gevormd wordt.

**Thermoplastisch zetmeel**

16 Repeterende eenheid is C6H10O5

 M = 6 • 12,01 + 10 • 1,008 + 5 • 16 = 162,14

|  |  |
| --- | --- |
| mol | g |
| 1 | 162,14 |
| ? | 3,7 • 107 |

 ? = = 2,3 • 105 monomeer eenheden

17 Dus moleculen worden = 19,5 x zo klein

 dus moeten ze in gemiddeld in 19,5 stukken gedeeld worden

 hiervoor zijn 19,5 - 1= 18,5 water nodig

 gemiddelde molmassa is 3,7 • 107

 100 g ≙ = 2,7 • 10─6

 dus 18,5 • 2,7 • 10─6 = 5,0 • 10─5 mol water

 M = 18,02

 5,0 • 10─5 • 18,02 = 9,0 • 10─4 g water

18

19 Doordat er glycerol moleculen tussen de polymeer moleculen zitten is de afstand tussen de ketens iets groter waardoor de aantrekkings kracht iets kleiner wordt en dus het polymeer wat beter te vervormen is.

20 (C8H8)n + 10n O2 → 8n CO2­ + 4n H2O

21 M(styreen) = 104 ,14

 1,0 kg ≙ = 9,6 mol

 verhouding is 1 : 8

 dus 8 • 9,6 = 76,8 mol CO2

 M = 44,02

 dus 76,8 • 44,02 = 3,38 • 103 g CO2 ≙ 3,38 kg CO2

 Besparing • 100 = 53 %

**Bacteriën vullen betonscheuren**

22 K = [Ca2+] • [OH─]2

23Ks = 5,0 • 10─5

Stel x mol lost op

[Ca2+] = x en [OH─] = 2x

invullen in K geeft

K = x • (2x)2 = 4x3 = 5,0 • 10─5

x3 = = 1,25 • 10─5

x = $\sqrt[3]{1,25•10^{-5}}$ = 2,32 • 10─2

[OH─] = 2 x = 2 • 2,32 • 10─2 =4,64 • 10─2

pOH = - log 4,64 • 10─2 = 1,33

pH = 14,00 ─ 1,33 = 12,67

24 Ca2+ + 2OH─ + CO2 → CaCO3 + H2O

 of

 Ca2+ + 2OH─ + H2CO3 → CaCO3 + 2H2O

25 Fe → Fe2+ + 2e─
O2 + 2H2O + 4e─ → 4OH─

26 Bij 1 kunnen beide halfvergelijkingen verlopen omdat daar het oxidelaagje is verbroken kan het ijzer in oplossing gaan.Bij 2 kan dit niet want het oxide laagje is niet doorlaatbaar voor ionen. Het opgeloste zuurstof kan zowel bij 1 als bij 2 elektronen opnemen want het oxidelaagje is wel doorlatend voor elektronen.

27 

28 De stof is CO2 . CO2 is een gas wat er voor zorgt dat het netwerkpolymeer opzwelt tot een schuim waarbij de holtes gevuld zijn met CO2

29 De bacteriën mogen niet in contact komen met het ureum omdat ze anders al het ureum al opmaken en dus niet meer werkzaam zijn als er een scheur ontstaat. Dus buisjes 1 en 3 mogen niet gemengd. Het prepolymeer mag niet in contact komen met water dus mag buisje 2 niet in contact met buisjes 1 en 3 en dus moet je 3 buisjes hebben.