

OEFENOPGAVEN H8 NOVA-MAX

Bindingen

Gegeven de volgende bindingen: atoombinding, vanderwaalsbinding, dipool-dipoolbinding en waterstofbrug. Beantwoordt voor elk van de bindingen de onderstaande vragen,

- 1 Is er sprake van een binding tussen atomen of tussen moleculen?
- 2 Hoe komt de binding tot stand?
- 3 Bij welke soorten moleculen komt de binding voor?

Zwavel

Als zwavel wordt verhit dan ontstaat er een violette damp. Deze wordt veroorzaakt door S_2 -moleculen. Onder normale omstandigheden zijn deze niet stabiel. Ze gaan over in ringvormige S_8 -moleculen. De stof is dan lichtgeel van kleur.

- 1 Teken de lewisstructuur van S_2 .
- 2 Teken de lewisstructuur van S_8 .

Als zwavel verbrandt dan ontstaat zwaveldioxide. Dit is een niet-cyclisch molecuul.

- 3 Teken de lewisstructuur van zwaveldioxide. Zwavel heeft hierin covalentie 4, een uitgebreid octet.
- 4 Bepaal met de VSEPR-methode wat de ruimtelijke bouw van zwaveldioxidemoleculen is.
- 5 Leg uit of zwaveldioxidemoleculen dipolen zijn.

Je kunt ook lewisstructuren van zwaveldioxide tekenen waarin zwavel geen uitgebreid octet heeft. Het molecuul bevat dan wel formele ladingen.

- 6 Teken de grensstructuren van zwaveldioxide die formele ladingen hebben. Geef deze ladingen duidelijk aan.

Zwavetrioxyde

Met ozon kan zwaveldioxide zwavetrioxyde worden. Dit molecuul is niet-cyclisch.

- 1 Geef de vergelijking van deze reactie in molecuulformules.
- 2 Teken de lewisstructuur van zwavetrioxyde. Zwavel heeft hier covalentie 6.
- 3 Leg met behulp van de VSEPR-methode uit hoe groot de hoeken in een zwavetrioxydemolecuul zijn.

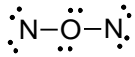
Een deeltje met dezelfde atomen als zwavetrioxyde is het sulfietion SO_3^{2-} .

- 4 Teken een lewisstructuur van het sulfietion. Geef alle formele ladingen aan.
- 5 Teken alle grensstructuren van het sulfietion. Geef met pijltjes bij de elektronenparen aan hoe de grensstructuren in elkaar overgaan.

Lachgas

Distikstofmono-oxide, triviale naam lachgas, is een anesthetisch gas. Dat wil zeggen dat het wordt gebruikt bij verdovingen. Het wordt ook gebruikt in motoren om het motorvermogen te verhogen. In de atmosfeer is lachgas een broeikasgas.

Harm tekent een lewisstructuur van lachgas:



- 1 Leg uit dat in deze lewisstructuur elk atoom het juiste aantal valentie-elektronen om zich heen heeft.
- 2 Leg uit waarom de lewisstructuur van Harm toch niet juist kan zijn.
De juiste lewisstructuur bevat atomen met een formele lading.
- 3 Geef een kloppende lewisstructuur van lachgas. Geef duidelijk de formele ladingen aan.
- 4 Teken een grensstructuur van de structuur die je bij 3 hebt getekend. Geef met pijltjes aan hoe de ene structuur in de andere overgaat.

DMSO

Dimethylsulfoxide (doorgaans afgekort tot DMSO) is een kleurloze vloeistof met als molecuulformule C_2H_6SO . Het is mengbaar met een groot aantal organische oplosmiddelen, maar ook met water. Buiten het gebruik als oplosmiddel wordt het ook gebruikt als verfstripper: het kan veel verschillende verfsoorten in korte tijd verwijderen van zowel hout als metaal.

- 1 Teken de lewisstructuur van DMSO. Het zwavelatoom heeft hierin covalentie 6.
- 2 Bepaal met de VSEPR-methode wat de ruimtelijke bouw van DMSO-moleculen is.
- 3 Leg uit of DMSO-moleculen dipolen zijn. Zo ja, teken de structuur en geef hierin de partiële ladingen aan.

Batterij opladen met NaSi (2017-2)

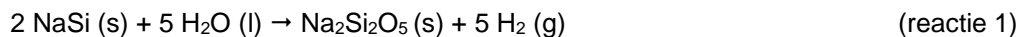
In 2012 werd op een vakantiebeurs een draagbare batterijoplader gepresenteerd om bijvoorbeeld een mobieltje op te laden.

In de oplader bevindt zich een eenmalig te gebruiken capsule met natriumsilicide. Het benodigde natriumsilicide wordt bereid door siliciumpoeder en vloeibaar natrium met elkaar te laten reageren bij $400\text{ }^\circ\text{C}$.

De verhoudingsformule van natriumsilicide is $NaSi$. Natriumsilicide is opgebouwd uit Na^+ en Si_4^{4-} ionen. Een Si_4^{4-} ion heeft de vorm van een tetraëder. Op elk hoekpunt van de tetraëder is een Si deeltje aanwezig.

- 1 Geef de Lewisstructuur van een ion Si_4^{4-} . Geef formele ladingen aan.

In de oplader wordt het natriumsilicide in contact gebracht met water, waarbij waterstof ontstaat (reactie 1).

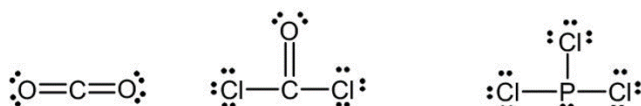


In de technische toelichting bij de oplader staat dat een capsule 4,5 g natriumsilicide-poeder bevat. Per capsule ontstaat 4,0 L waterstofgas ($T = 298\text{ K}$, $p = p_0$).

- 2 Bereken het rendement van de waterstofproductie in de oplader ($T = 298\text{ K}$, $p = p_0$).

Ruimtelijke bouw

Onderstaand zijn de lewisstructuren van CO_2 , $COCl_2$ en PCl_3 gegeven.

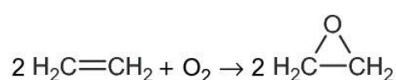


- 1 Bepaal voor elke verbinding het omringingsgetal van het centrale atoom.
- 2 Voorspel met behulp van het omringingsgetal de ruimtelijke bouw van deze moleculen.

Carbon

Het weefsel carbon is uiterst geschikt voor het maken van lichte, maar stevige constructies. Carbon wordt gemaakt uit koolstofvezels, versterkt door een epoxyhars.

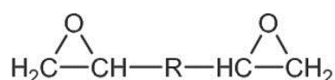
Een epoxyhars wordt gevormd uit onder andere di-epoxiden. De grondstof voor de di-epoxiden is epoxyethaan dat wordt gemaakt door etheen te laten reageren met zuurstof.



Als nevenreactie wordt etheen met zuurstof omgezet in koolstofdioxide en water. Het mengsel dat uit de reactor komt wordt in de scheidingsruimte in contact gebracht met water. Het epoxyethaan lost hier in op; het koolstofdioxide en het niet-omgezet etheen lossen vrijwel niet op in het water.

- 1 Leg uitgaande van de molecuulbouw van epoxyethaan en koolstofdioxide uit waarom je mag verwachten dat epoxyethaan beter oplosbaar is in water dan koolstofdioxide.

Van epoxyethaan wordt een di-epoxide gemaakt, waarvan je de structuur als volgt kunt weergeven:



Een epoxidegroep is op te vatten als een cyclische ether. Van alle ethers blijken de stoffen met een epoxidegroep veel reactiever te zijn dan lineaire ethers. De reden hiervoor is dat de bindingshoeken in de ring van een epoxidegroep afwijken van wat de VSEPR-theorie voorspelt. Hierdoor is de activeringsenergie voor het verbreken van de C–O-binding in een epoxidegroep veel lager dan bij een lineaire ether.

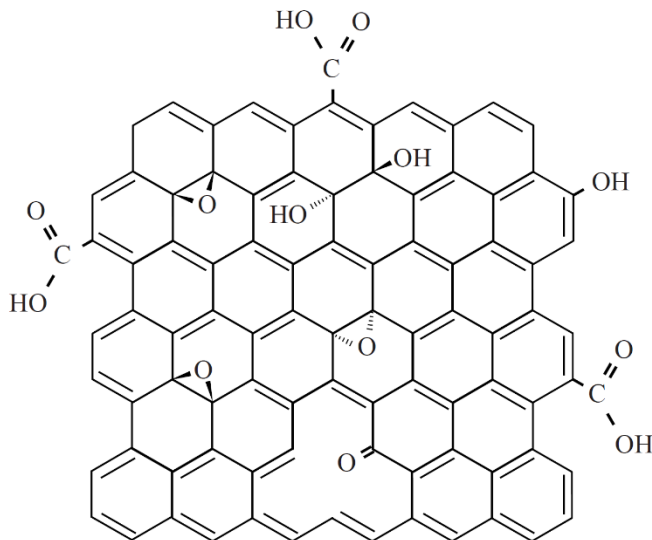
- 2 Leg uit dat de bindingshoeken in de ring van een epoxidegroep afwijken van wat de VSEPR-theorie voorspelt.

Na het vormen van de epoxyhars uit de di-epoxide ontstaat er op de plek van de epoxidegroep een OH-groep. Om een voorwerp van carbon te produceren worden de bestanddelen van de epoxyhars, samen met een koolstofvezel in een mal geperst. Voor de sterkte van het carbon is het van belang dat de koolstofvezels goed hechten aan de epoxyhars. Op microniveau bestaan de vezels uit meerdere koolstoflaagjes van elk één atoom dik, vergelijkbaar met grafiet (Binas tabel 67E). Dankzij de platte vorm liggen de lagen dicht op elkaar.

- 3 Leg uit welk omringingsgetal en ruimtelijke bouw de koolstofatomen moeten hebben om de laagjes een dikte van één atoom aan te laten nemen.

Om de hechting met het netwerkpolymeer te verbeteren worden de koolstofvezels voorbehandeld met een oxidator. In figuur 1 is weergegeven hoe een laagje er dan uit kan zien.

figuur 1

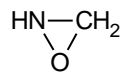


- 4 Leg uit op microniveau waarom deze voorbehandeling van de koolstofvezels leidt tot een betere hechting tussen de koolstofvezels en de hierboven beschreven epoxyhars.
Door deze voorbehandeling blijkt de sterkte van de koolstofvezels zelf af te nemen. Men verklaart dit uit een afname van de onderlinge hechting van de koolstoflaagjes.
- 5 Geef een verklaring op microniveau waarom de onderlinge hechting van de koolstoflaagjes afneemt door de voorbehandeling.

Raketbrandstof

Hydrazine, N_2H_4 , en waterstofperoxide, H_2O_2 , kunnen samen dienstdoen als (raket)brandstof. Tussen de stoffen treedt een sterk exotherme reactie op, waarbij stikstof en water ontstaat.

- 1 Geef de lewisstructuren van hydrazine en waterstofperoxide.
- 2 Bepaal met de VSEPR-methode wat de ruimtelijke bouw van een hydrazine-molecuul is.
De synthese van hydrazine bestaat uit meerdere stappen, waarbij ook organische verbindingen een rol spelen. Eén van deze verbindingen is oxaziridine. De structuurformule van oxaziridine is hieronder weergegeven.



- 3 Geef de lewisstructuur van oxaziridine.
De bindingshoeken in de ring van oxaziridine wijken af van wat je op basis van de VSEPR-methode zou verwachten.
- 4 Geef aan welke bindingshoeken je op basis van de VSEPR-methode zou verwachten en leg uit waarom de bindingshoeken in de ring van oxaziridine hiervan afwijken.

Cis-trans-isomeer?

Van welke van de volgende verbindingen bestaan *cis*- en *trans*-isomeren? Lichtje antwoord toe met structuurformules.

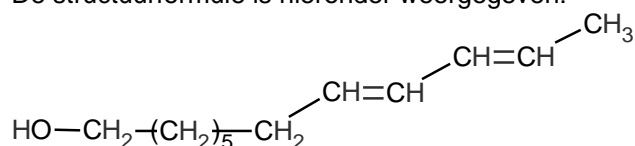
- a 1,1-dichlooretheen
- b 1,2-dibroometheen
- c 2-methylpent-1-een

- d 3-chloorhex-3-een
- e cyclohexeen
- f penta-1,3-dieen
- g 1-chloor-2-methylbuta-1,3-dieen

Codlemon

De stof codlemon is een feromoon. Feromonen spelen een belangrijke rol bij de manier waarop insecten met elkaar communiceren. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt om partners te lokken of om gevaar te signaleren.

De structuurformule is hieronder weergegeven:

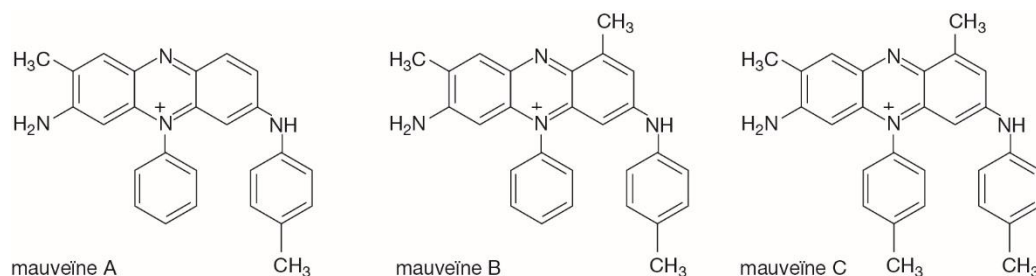


- Geef bij beide dubbele bindingen aan welke configuratie de dubbele bindingen hebben. Kies uit *cis* of *trans*.

Mauveïne

In 1856 probeerde William Perkin kinine, een medicijn tegen malaria, te synthetiseren. Hij verkreeg geen kinine maar een mengsel met een paarse kleur. In de reactie was een paarse kleurstof gevormd, die later geschikt bleek om textiel te verven. Perkin noemde deze stof mauveïne en deze toevallige ontdekking werd een mijlpaal in de geschiedenis van de textielverf.

In 1994 onderzocht men de samenstelling van de paarse kleurstof uit verschillende historische textielmonsters. De kleurstof bleek een mengsel te zijn van verwante verbindingen, waaronder mauveïne A, B en C. De structuurformules van de drie stoffen die het meest in het paarse mengsel aanwezig zijn, zijn hieronder weergegeven.



Bij nader onderzoek naar de structuur van de moleculen bleek dat mauveïne A in twee vormen voorkomt. Deze vormen kunnen worden opgevat als een *cis*- en een *trans*-isomeer.

Op de uitwerkbijlage is de Lewisstructuur gegeven van mauveïne A en de onvolledige Lewisstructuur van een andere grensstructuur. In deze grensstructuur is de positieve lading verplaatst naar een ander N atoom. In het molecuul is dan ook een andere C=N binding aanwezig.

Met behulp van deze grensstructuur kan het bestaan van *cis-trans*-isomerie in mauveïne A worden verklaard.

- Maak op de uitwerkbijlage de onvolledige Lewisstructuur compleet met elektronenparen en formele lading(en).
- Geef een verklaring dat bij mauveïne A *cis-trans*-isomerie mogelijk is.

Buteendizuur

Er bestaan twee stereo-isomeren van buteendizuur. Het *cis*-isomeer noem je ook wel maleïnezuur, het *trans*-isomeer heet fumaarzuur.

a Teken de structuurformule van maleïnezuur en fumaarzuur.

De twee isomeren hebben door de andere ruimtelijke bouw heel verschillende eigenschappen. Zo is maleïnezuur oplosbaar in water en fumaarzuur niet.

Ook het smeltpunt verschilt enorm. Maleïnezuur smelt bij 137 °C en fumaarzuur bij 287 °C. Dit verschil is te verklaren door veel efficiëntere intermoleculaire interacties. Bovendien kan maleïnezuur een inwendige waterstofbrug vormen.

b Leg uit waarom maleïnezuur wel een inwendige waterstofbrug kan vormen en fumaarzuur niet.

c Leg uit waarom het vormen van inwendige waterstofbruggen het smeltpunt verlaagt.

Ook de zure eigenschappen van de stoffen verschillen waardoor de K_z van beide stoffen anders is. De K_z van maleïnezuur is $1,2 \cdot 10^{-2}$ de K_z van fumaarzuur is $9,6 \cdot 10^{-4}$.

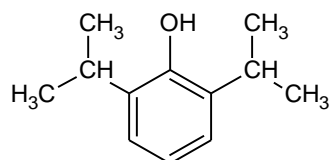
d Bereken de pH van 0,10 M fumaarzuur.

C₄H₉OH

Leg uit hoeveel alkanolen er bestaan met de formule C₄H₉OH. Houd hierbij rekening met eventuele stereo-isomerie. Licht je antwoord toe met structuurformules.

Propofol

Michael Jackson is in juni 2009 overleden aan een overdosis van het verdovingsmiddel propofol. De structuurformule van propofol is:



propofol

- 1 Teken een *structuurisomeer* van propofol met twee asymmetrische koolstofatomen erin. Markeer de asymmetrische koolstofatomen met een sterretje. Teken geen driedimensionale structuur maar alles in het platte vlak, net zoals hierboven.
- 2 Leg uit of er bij propofol *cis-trans*-isomerie mogelijk is.

Optisch actief alkeen C₆H₁₄

Leid de structuurformule voor een optisch alkeen met molecuulformule C₆H₁₂ af dat met waterstof tot een optisch niet-actief alkaan reageert.

Stereoisomeer of niet

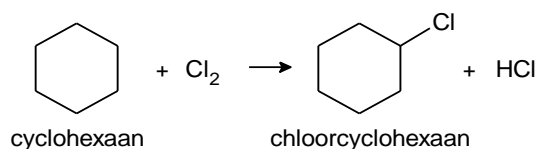
Bij welke van de onderstaande stoffen is er sprake van stereo-isomerie (*cis-trans* en/of spiegelbeeldisomerie)? Indien wel, geef dan aan hoeveel stereo-isomeren er zijn.

- 1 chloorcyclopentaan

- 2 3-fluor-1-fenylpropaan
- 3 4,6-dibroomhex-2-een

Gechloreerde cycloalkanen

Alkanen reageren onder invloed van uv-licht met chloor. Hierbij treedt een substitutiereactie op waarbij waterstofatomen worden vervangen door chlooratomen. Deze reactie is hieronder voor cyclohexaan weergegeven.



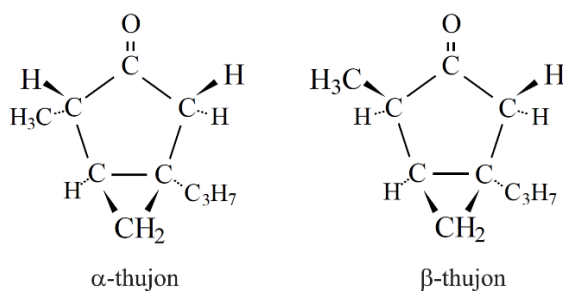
Als er een overmaat chloor aanwezig is, kunnen meer waterstofatomen vervangen worden door chlooratomen. De producten die hierbij ontstaan kunnen zowel structuurisomeren als stereo-isomeren van elkaar zijn.

- 1 Geef de structuurformules van tenminste drie structuurisomeren die kunnen ontstaan als er bij het chloor-cyclohexaanmolecuul uit de reactie hierboven een tweede H-atoom wordt gesubstitueerd.
- 2 Geef bij elk van de structuren van vraag 1 aan of er stereo-isomerie (*cis-trans* en/of spiegelbeeldisomerie) mogelijk is. Geef eventuele asymmetrische koolstofatoom aan.

Absint

Absint is een sterk alcoholisch extract van diverse kruiden. Absint in veel landen lange tijd verboden geweest vanwege gezondheidseffecten. Rond 1900 werd ontdekt dat in absint de verbinding thujon voorkomt. In experimenten met proefdieren bleek deze stof schadelijke werkingen te hebben.

In de natuur komen twee soorten thujon voor: α -thujon en β -thujon. Hieronder staan de ruimtelijke structuurformules van α -thujon en β -thujon.



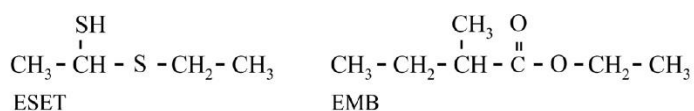
- 1 Leg aan de hand van de structuurformules uit of een molecuul α -thujon het spiegelbeeld is van een molecuul β -thujon.
- 2 Hoe wordt het paar stereo-isomeren α -thujon en β -thujon genoemd?
Leg aan de hand van de structuurformules uit of α -thujon en β -thujon *cis-trans*-isomeren zijn.

Doerian

Doerian is een vrucht met een kenmerkende geur. De een houdt ervan terwijl de ander de geur weerzinwekkend vindt. Uit onderzoek is gebleken dat in doerians vooral twee verbindingen geurbepalend zijn: ESET en EMB. Als een van beide verbindingen ontbreekt, is de kenmerkende doerian-

geur er niet. De structuurformules van deze verbindingen zijn weergegeven in figuur 1.

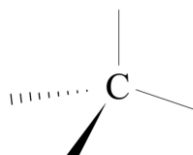
figuur 1



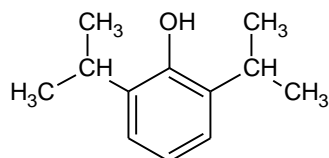
Gebleken is dat van ESET twee stereo-isomeren voorkomen in doerians.

- 1 Teken de twee stereo-isomeren van ESET en geef aan welke de *R*- en welke de *S*-configuratie heeft.

Maak hierbij gebruik van onderstaande aanduidingen.



Michael Jackson is in juni 2009 overleden aan een overdosis van het verdovingsmiddel propofol. De structuurformule van propofol is:



propofol

- a Teken een structuurisomeer van propofol met twee asymmetrische koolstofatomen erin. Markeer de asymmetrische koolstofatomen met een sterretje. Teken geen driedimensionale structuur maar alles in het platte vlak, net zoals hierboven.
- b Leg uit of er bij propofol *cis-trans*-isomerie mogelijk is.

Tetrahydrofuraan

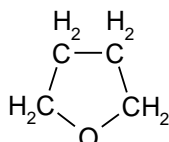
Er bestaan diverse verbindingen met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, bijvoorbeeld alkanalen.

- 1 Geef de structuurformules van de alkanalen met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

Er zijn ook verbindingen met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ die op te vatten zijn als cyclische ethers. In een cyclische ether bevat de ring van een molecuul, behalve koolstofatomen, ook een zuurstofatoom.

Een voorbeeld van een cyclische ether met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ is tetrahydrofuraan.

Deze verbinding heeft de volgende structuurformule:

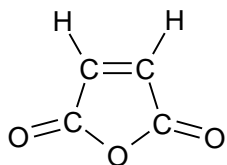


Een molecuul tetrahydrofuraan bevat een vijfkring.

Er bestaan drie cyclische ethers met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ waarvan de moleculen een vierring bevatten; twee van die verbindingen zijn optische isomeren van elkaar.

- 2 Leg met behulp van structuurformules uit welke drie cyclische ethers met de molecuulformule $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ dat zijn.

De verbinding tetrahydrofuraan wordt in een fabriek volgens een continu proces gemaakt uitgaande van buteendizuuranhydride ($C_4H_2O_3$). De structuurformule van buteendizuuranhydride is:



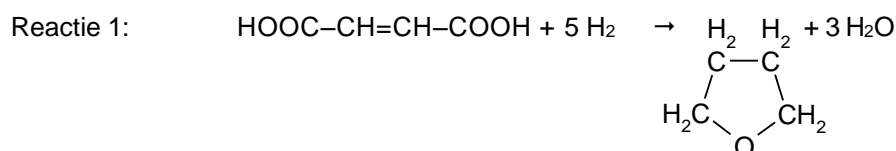
De omzetting van buteendizuuranhydride in tetrahydrofuraan vindt plaats via buteendizuur: $HOOC-CH=CH-COOH$.

Deze verbinding wordt in een reactor gevormd door de reactie van buteendizuuranhydride met water. Bij deze reactie wordt in een molecuul buteendizuuranhydride de C = C binding niet verbroken.

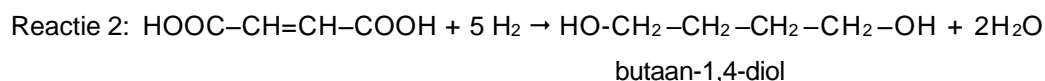
Er zijn twee verbindingen buteendizuur bekend. Slechts een daarvan wordt bij de reactie van buteendizuuranhydride met water gevormd.

- 3 Met welke aanduiding in de naam wordt het buteendizuur dat bij deze reactie wordt gevormd, onderscheiden van het andere buteendizuur?
- 4 Leg uitgaande van de structuur van een molecuul buteendizuuranhydride uit hoe verklaard moet worden dat het andere buteendizuur bij deze reactie niet gevormd wordt.

Men scheidt in de fabriek het gevormde buteendizuur als zuivere stof af en laat het vervolgens in een andere reactor reageren met waterstof. Daarbij treden gelijktijdig de volgende twee reacties op.



tetrahydrofuran



Daarna scheidt men het ontstane mengsel in de afzonderlijke stoffen tetrahydrofuraan, butaan-1,4-diol en water. Deze scheiding is mogelijk doordat de kookpunten van deze drie stoffen aanzienlijk verschillen. Zo is er een groot verschil tussen de kookpunten van tetrahydrofuraan en butaan-1,4-diol.

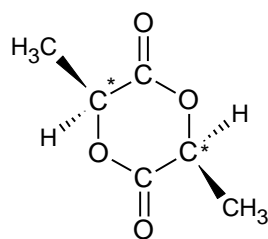
- 5 Leg uit welke van deze twee koolstofverbindingen het hoogste kookpunt zal hebben. In de reactor waarin de genoemde reacties 1 en 2 plaatsvinden, wordt per seconde 12 mol zuiver buteendizuur via de reacties 1 en 2 volledig omgezet in tetrahydrofuraan en butaan-1,4-diol en water. Hierbij ontstaat 35 mol water.
- 6 Bereken hoeveel mol tetrahydrofuraan die reactor per seconde verlaat. Stel daarbij het aantal mol tetrahydrofuraan dat per seconde ontstaat op x.

Geef van alle mogelijke substitutieproducten de (ruimtelijke) structuurformule en geef hierbij aan in welke gevallen er sprake is van stereoisomerie. Geef bovendien aan welke vorm van stereoisomerie optreedt

Lactide

Polymelkzuur, grote moleculen van vele moleculen melkzuur aan elkaar gekoppeld, wordt in de chirurgie toegepast als hechtgaren. Het voordeel van polymelkzuur is dat het lichaam de hechtgaren na verloop van tijd afbreekt en dus hoeft je deze niet meer operatief te verwijderen.

De synthese van polymelkzuur gaat makkelijker en is beter te controleren als men uit melkzuur eerst het cyclische dimeer, lactide genaamd, maakt. De structuurformule van lactide zie je hieronder.



lactide

Lactide heeft een vlakke ringstructuur van 2×2 C-atomen en 2 O-atomen. De ring bevat twee asymmetrische koolstofatomen, aangegeven in de structuurformule met een sterretje. Deze koolstofatomen zijn, zoals alle koolstofatomen, tetraëdrisch omringd. De methylgroep en het waterstofatoom die hieraan zitten, steken respectievelijk naar boven ('uit het papier') en naar beneden ('in het papier').

Er bestaan drie stereo-isomeren van lactide. Hierboven is er één getekend. Twee van de drie optische isomeren zijn spiegelbeeldisomeren. Eén daarvan vertoont geen optische activiteit, omdat het door de aanwezigheid van een symmetrie-as identiek is aan zijn eigen spiegelbeeld. Dit heet een meso-verbinding.

- 1 Neem de structuurformule van het lactide over en geef op dezelfde manier de structuurformule van de twee andere optische isomeren.
- 2 Geef bij de structuurformules aan welke structuur bij het meso-lactide hoort.

uitwerkbijlage

Naam & klas _____

1

mauveïne A

