



Universiteit Utrecht

Faculteit
Bètawetenschappen
Scheikunde



Esters: polymelkzuur

Lesbrief

Esters

Versie 1
November 2014

Gepubliceerd en gedistribueerd door

Universiteit Utrecht
Departement Scheikunde
Onderwijsinstituut Scheikunde
Sorbonnelaan 16
3584 CA Utrecht
Nederland

Ontwikkelaar: Anneke Drost, vwo docent bij de sectie Organic Chemistry and Catalysis
Begeleider: Prof. Dr. L.W. (Leo) Jenneskens, Organic Chemistry and Catalysis

Deze opdracht is ontwikkeld in het project VWO docent bij een Scheikundesectie van de UU.
Het departement Scheikunde van de Universiteit Utrecht heeft middelen uit het sectorplan Scheikunde ingezet voor dit project.

Omslag: Jenny Smit

2014 Onderwijsinstituut Scheikunde, Universiteit Utrecht, Nederland
Mits deze bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van bovenstaande uitgever deze uitgave binnen de lessituatie geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen. De ontwikkelaar stelt het op prijs geïnformeerd te worden over het gebruik van deze uitgave en de ervaringen die ermee zijn opgedaan: A.Drost@uu.nl of i.k.caris@uu.nl.

Lesbrief polymelkzuur

Inleiding

Uit een organisch zuur en een alcohol kun je een ester maken.

Als je een dizuur en een diol gebruikt, kun je een heel groot molecuul maken: een polyester.

opdracht 1:

Teken een stukje van de polyester die je krijgt als je ethaan-1,2-diol en ethaandizuur laat reageren.

Voor het maken van een polyester kun je ook gebruik maken van een molecuul met een alcoholgroep en een zuurgroep.

opdracht 2:

Teken de structuurformule van 2-hydroxypropaanzuur.

De stof 2-hydroxypropaanzuur wordt ook wel melkzuur genoemd.

Als je melkzuur polymeriseert, ontstaat er polymelkzuur.

opdracht 3:

Teken een stukje polymelkzuur.

Polymelkzuur wordt onder andere gebruikt als verpakkingsmateriaal.

opdracht 4:

Maak voor de volgende opdrachten gebruik van de website: <http://www.milieucentraal.nl/> en zoek op: "composteerbaar kunststof".

- a Wat zijn de milieuvordelen van composteerbaar kunststof?
- b Hoe herken je polymelkzuur als verpakkingsmateriaal?
- c In welke bak (GFT/rest/plastic) moet je polymelkzuur verpakkingsmateriaal weggoien?

opdracht 5:

Polymelkzuur kan makkelijk gerecycled worden,

Bekijk het (Engelstalige) filmpje op: http://www.youtube.com/watch?v=S_C4x-ijZBc .

Welke recyclingsstappen worden er in het filmpje genoemd?

Recyclen van plastics

opdracht 6:

Lees het (Engelstalige) artikel op: <http://www.rsc.org/chemistryworld/2014/03/depolymerise-waste-plastic-milestone-catalyst> .

Beantwoord de onderstaande vragen:

- a Wat is het nadeel van traditionele recycling?
- b Wanneer noem je een stof een katalysator?
- c Wat is de molecuulformule van de in het artikel genoemde katalysator?
Et staat hier voor ethyl; ^tBu betekent tertiair butyl, dit is een C(CH₃)₃ groep.
- d Welke voordelen heeft dit proces?
- e Neem aan dat deze reactie ook met polymelkzuur kan.
Welk reactieproduct krijg je dan?

Practicum: het maken van polymelkzuur

Bij deze proef kun je 10 tot 30 melkzuurmoleculen laten reageren tot een groot molecuul. In de industrie laten ze honderden moleculen reageren. Polymelkzuur uit de industrie heeft daardoor andere eigenschappen dan het polymelkzuur dat je zelf gaat maken.

veiligheid:

Draag een labjas en een veiligheidsbril.

Richt bij het verwarmen de reageerbuis niet op een andere leerling.

Het kookpunt van melkzuur is 122 °C. Het wordt dus erg heet bij deze proef.

Melkzuur is bijtend voor de ogen en irriterend voor de huid en de ademhalingsorganen. Het is verstandig de proef in de zuurkast uit te voeren.

voorschrift:

Vul een reageerbuis voor een vijfde met melkzuur.

Voeg 5 druppels 2 M HCl toe en twee kooksteentjes.

Verwarm de reageerbuis (in een knijper) met behulp van een brander.

Laat het mengsel zachtjes koken en schud af en toe.

Na 10 tot 15 minuten krijgt het mengsel een gele kleur. Verwarm nog ca 2 minuten.

Giet de inhoud van de reageerbuis in een petrischaal en laat het mengsel afkoelen.

Eigenschappen van polymelkzuur

opdracht 7:

Leg uit waarom er van melkzuur spiegelbeeldisomeren bestaan.

opdracht 8:

Leg uit waarom er veel verschillende soorten polymelkzuur bestaan.

Polymelkzuur wordt ook wel PLA (Poly Lactic Acid) genoemd.

Spiegelbeeldisomeren kunnen worden aangegeven met de letters L en D.

Deze letters worden ook gebruikt om aan te geven welke spiegelbeeldisomeren er in een polymeer voorkomen.

opdracht 9:

Leg uit wat er dan bedoeld zal worden met PDLLA.

PDLLA is amorf.

opdracht 10:

Zoek op wat amorf betekent.

Het amorfe polymelkzuur wordt vaak al zacht bij temperaturen in de buurt van de 60 °C.

Je kunt er daardoor geen koffiebekertjes van maken.

In de industrie is hiervoor een oplossing bedacht.

Er is een vorm van polymelkzuur ontwikkeld die tegen temperaturen van 180 °C kan.

Deze vorm van polymelkzuur bestaat uit PLLA homopolymeer waar een kleine hoeveelheid PDLA homopolymeer aan is toegevoegd.

In de industrie wordt melkzuur eerst omgezet in een lactide.

Een lactide is een cyclisch molecuul, dat is gevormd uit twee estermoleculen.

Het lactide wordt vervolgens (mbv een katalysator) omgezet in polymelkzuur.

opdracht 11:

Teken de structuurformule van het lactide van melkzuur.

De industrie verkoopt 2 soorten lactides. Het L-lactide is een dimeer van L-melkzuur.

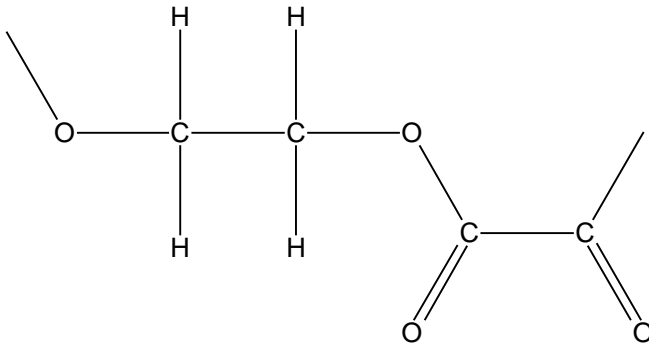
Het D-lactide is een dimeer van D-melkzuur.

opdracht 12:

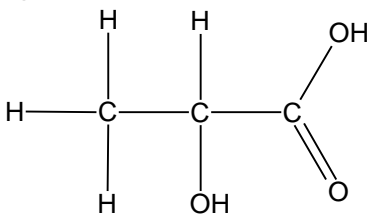
Leg uit hoe ze in de industrie het warmtebestendige polymelkzuur zullen maken.

Handleiding lesbrief polymelkzuur

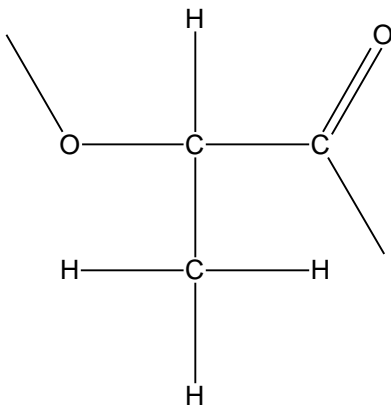
opdracht 1:



opdracht 2:



opdracht 3:



opdracht 4:

- De grondstoffen van composteerbaar kunststof zijn hernieuwbaar.
- Het is doorzichtig en knispert.
- Bij voorkeur in de biobak, anders bij het restafval.

opdracht 5:

cleaning, shredder, extruder, 3D printing

opdracht 6:

- a Traditionele recycling leidt in het algemeen tot nieuwe plastics met minder goede eigenschappen.
- b Als de stof een reactie versnelt, maar niet verbruikt wordt.
- c $\text{RuC}_{20}\text{H}_{35}\text{N}_2\text{OP}$
- d De producten kunnen gezuiverd worden voordat ze verder worden gebruikt. Het proces kan ook stoffen opleveren die meer waarde hebben dan de monomeren waaruit de kunststof is opgebouwd.
- e propaan-1,2-diol

opdracht 7:

Het middelste C-atoom is asymmetrisch.

opdracht 8:

Je kunt polymeren maken waarin 1 spiegelbeeldvorm voorkomt, maar ook polymeren waarin beide spiegelbeeldvormen voorkomen. De verhouding van de spiegelbeeldisomeren en de ketenlengte zullen invloed hebben.

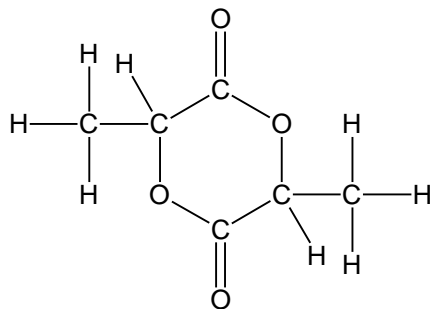
opdracht 9:

Polymelkzuur waarbij beide spiegelbeeldisomeren in de keten voorkomen.

opdracht 10:

Een amorphe stof is een stof die niet vloeibaar is en geen kristallijne structuur heeft.

opdracht 11:



opdracht 12:

Een polymeer maken van het L-lactide (je krijgt PLLA) en een polymeer maken van het D-lactide (je krijgt PDLA). Vervolgens PLLA en PDLA mengen. Het L-lactide en het D-lactide samen polymeriseren kan niet, je krijgt dan het amorphe PDLLA.