

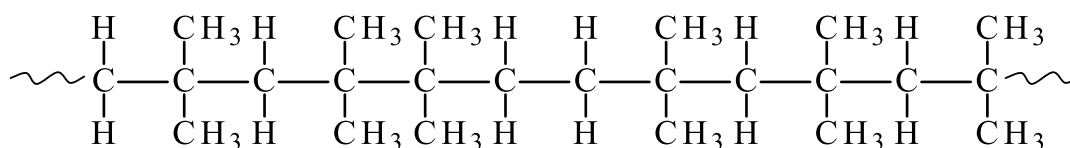
Polybut-2-een en polyisobuteen

But-2-een is een stof die onder bepaalde omstandigheden kan polymeriseren.

- 1 Teken een brokstuk van een polymeerketen van but-2-een. Ga hierbij uit van drie monomeermoleculen.
- 2 Leg uit dat je met behulp van broomwater kunt nagaan of de polymerisatiereactie is afgelopen.

Polyisobuteen is een polymeer van isobuteen, waarvan je in figuur 1 een stuk van een polymeerketen ziet.

figuur 1



Polyisobuteen wordt gemaakt van het monomeer isobuteen. Isobuteen is een triviale naam.

- 3 Leidt m.b.v. de bovenstaande figuur de structuurformule van isobuteen af en geef de systematische naam.

Plexiglas

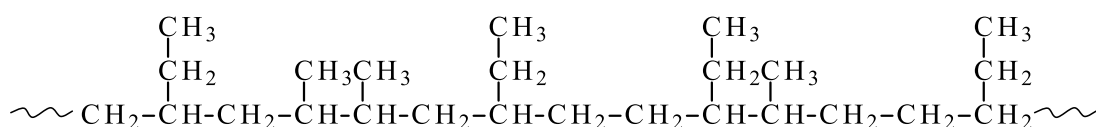
Plexiglas is een polymeer met de naam polymethylmethacrylaat (PMMA). Het monomeer (methylmethacrylaat) voor dit polymeer is een ester van methanol en 2-methylpropeenzuur.

- 4 Geef de reactievergelijking voor de vorming van methylmethacrylaat uit methanol en 2-methylpropeenzuur.
- 5 Teken een stuk van de keten van PMMA. Gebruik ten minste drie monomeren.

Copolymeer

Laat men een mengsel van twee alkenen polymeriseren, dan ontstaat een zogenaamd copolymeer. Een copolymeer is opgebouwd uit meer dan één soort monomeren. In de ontstane polymeermoleculen zijn de twee soorten monomeermoleculen in een willekeurige volgorde aaneengeschakeld. In figuur 1 is een stukje weergegeven van de structuur van een polymeermolecuul dat kan worden verkregen door copolymerisatie van twee alkenen.

figuur 1

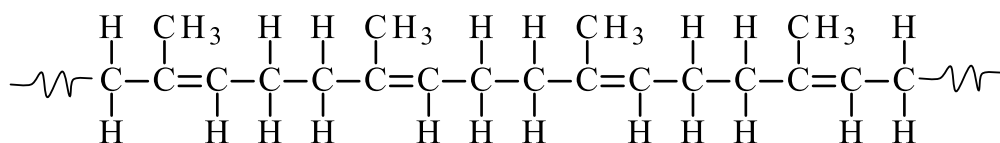


- 6 Geef de structuurformules en de namen van de twee alkenen waaruit dit copolymeer gevormd kan worden.

Rubber

In figuur 1 is een stukje weergegeven van de structuurformule van polyisopreen. Het wordt geproduceerd van het monomeer isopreen.

figuur 1



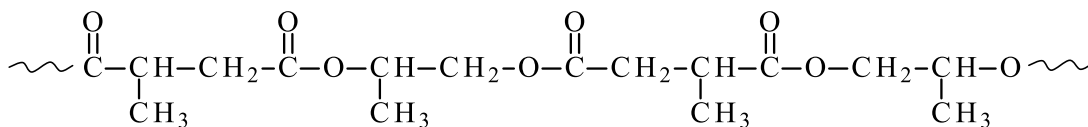
- 7 Geef de structuurformule van isopreen. Gebruik Binastabel 66A.
- 8 Leg uit waarom er additieven worden toegevoegd die uv-licht absorberen?

Het herhalende onderdeel in polyisopreen bevat steeds vier C-atomen in de keten met één CH₃-groep aan de zijkant. De polymerisatiegraad is een getal dat aangeeft wat de gemiddelde ketenlengte is gemeten in aantal monomeren.

- 9 Bereken de polymerisatiegraad van een bepaalde soort polyisopreen waarvan de massa van een polyisopreenmolecuul gemiddeld $1,7 \cdot 10^5$ u is.

Copolymeren

Copolymeren zijn polymeren waarvan de moleculen zijn ontstaan door koppeling van verschillende monomeermoleculen. Van een bepaald copolymeer is hieronder de structuur van een gedeelte van een molecuul weergegeven.



Dit copolymeer is ontstaan uit twee monomeren.

- 10 Geef de structuurformules van deze monomeren.

Een copolymeer van twee monomeren, A en B, heeft vaak één van de volgende twee structuren:

– A – B – A – B – A – B – A – B – A – B – (structuur 1)

– A – A – A – B – A – A – B – B – A – B – (structuur 2)

In structuur 1 zijn de monomeren A en B om en om aaneengehecht.
In structuur 2 is de volgorde van A en B willekeurig.

Bij de bereiding van een bepaald polyamide laat men een mengsel van 6-aminoheptaanzuur en 5-amino-5-methylhexaanzuur polymeriseren. Hierbij ontstaat een copolymeer met een structuur zoals structuur 2.

- 11 Leg uit waarom het copolymeer, een structuur zal hebben zoals structuur 2.

Om een polyamide te maken met een structuur zoals structuur 1 moet worden uitgegaan van andersoortige monomeren.

- 12 Geef de structuurformules van twee mogelijke monomeren die bij copolymerisatie leiden tot een polyamide met een structuur zoals structuur 1.

Kevlar®

Kogelwerende vesten worden gemaakt van een sterke polymeervezel. Dit polymeer wordt gemaakt door DuPont en heet Kevlar®. Kevlar® wordt gemaakt door de monomeren tereftaalzuur en p-fenyleendiamine.

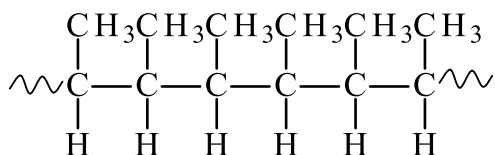


- 13 Zoek op internet de structuurformules op van deze monomeren.
- 14 Wordt Kevlar® gevormd door additiepolymerisatie of door condensatiepolymerisatie? Licht je antwoord toe.
- 15 Teken een brokstuk van Kevlar® bestaande uit twee monomeren tereftaalzuur en twee monomeren p-fenyleendiamine

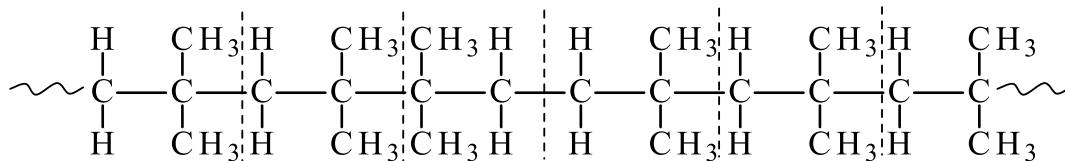
Uitwerkingen

Polybut-2-een en polyisobuteen

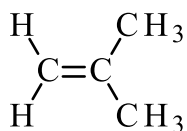
- 1 Een stuk polymeerketen van drie monomeren van but-2-een:



- 2 Met broomwater kun je dubbele bindingen aantonen. Broom heeft een bruine kleur en kan volgens additie met but-2-een reageren. Als je dus een test doet met broomwater en het ontkleurd, is de polymerisatie nog niet afgelopen. Als broomwater bruin blijft, zijn alle monomeren opgezet tot polymeerketens.
- 3 Zoek het herhalende onderdeel. Merk op dat de moleculen op twee manieren in de keten voorkomen. Sommige hebben “andersom” gereageerd:

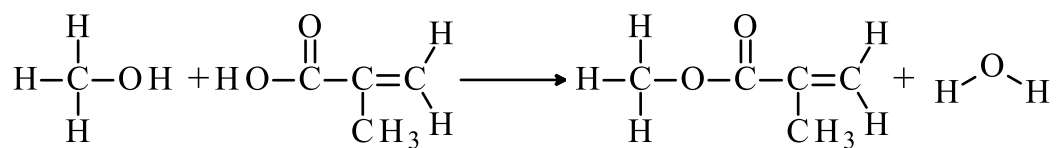


Het monomeer is dus methylpropeen:

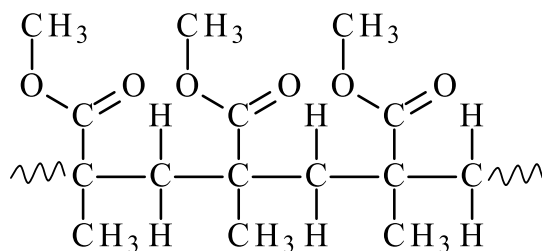


Plexiglas

- 4 De verestering van methanol en 2-methylpropeenzuur:

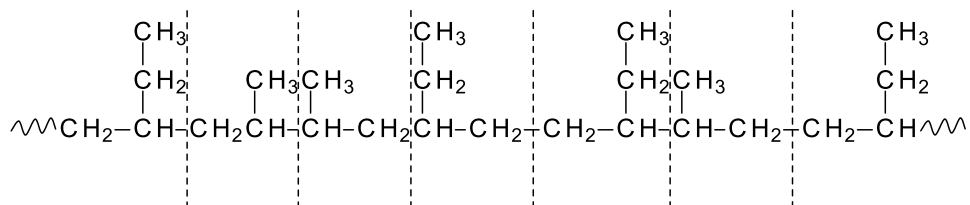


- 5 Teken de dubbele binding op de regel en alles wat eraan zit naar boven en naar beneden. Dan koppelen:



Copolymeer

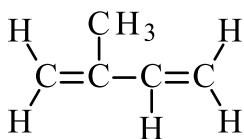
- 6 Herhalende onderdelen zoeken:



Er zijn hier *twee* verschillende monomeren die in *willekeurige* volgorde gekoppeld zijn en sommigen ook nog “achterstevoren”. Goed kijken levert twee monomeren op: but-1-een en propen.

Rubber

- 7 2-methylbuta-1,3-dieen:



- 8 Het polymeer bevat C=C bindingen. Deze zijn gevoelig voor UV-licht en breken als er UV-licht op komt. Daardoor worden ketens korter en veranderen de eigenschappen van het polymeer.

Het herhalende onderdeel in polyisopreen bevat steeds vier C-atomen in de keten met één CH₃-groep aan de zijkant.

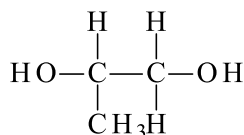
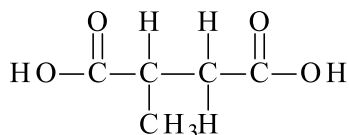
- 9 Het herhalende onderdeel is C₅H₈, dus kun je de massa van het herhalende onderdeel berekenen in u:

$$\text{C}_5\text{H}_8: \quad 5 \cdot 12,01 + 8 \cdot 1,008 = 68,114 \text{ u}$$

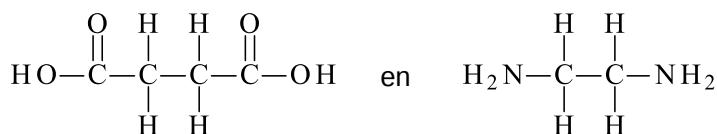
$$\text{polymerisatiegraad} = \frac{1,7 \cdot 10^5}{68,114} = \underline{\underline{2,5 \cdot 10^3}}$$

Copolymeren

- 10 methylbutaandizuur en 1,2-propaandiol

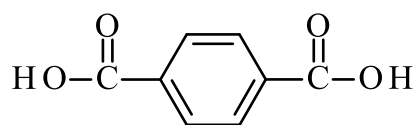


- 11 Beide monomeren hebben zowel een amino als een zuurgroep (aminocarbonsuren), dus kunnen ze in willekeurige volgorde met elkaar reageren.
- 12 Daarvoor is nodig een dizuur en een diamine, bijvoorbeeld butaandizuur en ethaandiamine:



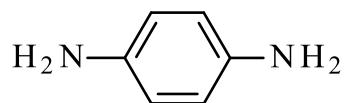
Kevlar®

13 Structuurformules van de momomeren:



tereftaalzuur

en



p-fenyleendiamine

14 Condensatiepolymerisatie.

15 Fragment van het polymeer:

