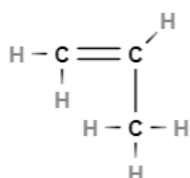


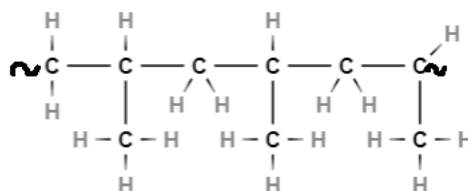
Additiepolymeren

Leerdoelen

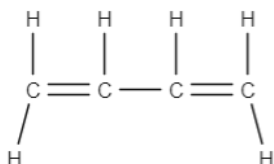
- Je kunt een 1,2-additiepolymeer tekenen, herkennen en een naam geven.
- Je kunt een 1,4-additiepolymeer tekenen, herkennen en een naam geven.
- Je kunt aan de hand van de structuurformule van een polymeer uitleggen of het polymeer een thermoplast of een thermoharder is.



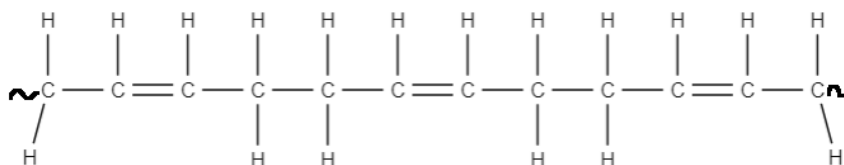
propeen



polypropeen is ontstaan door 1,2-additie



buta-1,3-diene



polybuta-1,3-diene is ontstaan

door 1,4-additie

Thermoplasten bestaan uit ketens zonder dwarsverbindingen tussen de ketens.

Thermoharders zijn netwerkpolymeren, er zijn dwarsverbindingen tussen de ketens.

[uitlegfilmpje 1,2-additie](#)



[uitlegfilmpje 1,4-additie](#)



[voorbeeldexamenopgave](#)



[nog een voorbeeldexamenopgave](#)



Opgave 1

Styreen(fenyletheen) is de grondstof voor een aantal kunststoffen. Eén van die kunststoffen is ABS (Acrylonitril-ButadienStyreen). Eén van de grondstoffen voor de bereiding van ABS is een polymeer van buta-1,3-dieen. Als buta-1,3-dieen polymeriseert, zijn de koolstofatomen 1 en 4 betrokken bij de polymerisatie. In een molecuul van dit polybuta-1,3-dieen is hierdoor per monomere eenheid nog een C = C binding in de hoofdketen aanwezig. Door de aanwezigheid van deze C = C bindingen kan polybutadien met acrylonitril en styreen reageren. Er ontstaan dan zijtakken aan de polybutadienmoleculen waarin moleculen acrylonitril ($\text{CH}_2=\text{CHCN}$) en styreen zijn verwerkt.

a Geef van het hierboven beschreven polybutadien een gedeelte uit het midden van een polymeermolecuul in structuurformule weer. Dit gedeelte dient te zijn opgebouwd uit twee monomeereenheden. Houd geen rekening met eventuele cis-trans isomerie.

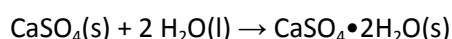
b Geef de structuurformule van een fragment van een molecuul ABS. Dit fragment moet bestaan uit één polybutadien-eenheid, één acrylonitril-eenheid en één styreen-eenheid. Geef hierbij de CN groep van acrylonitril als $-\text{CN}$ weer.

Opgave 2

Leg uit dat het polymeer van hexa-1.5-dieen een thermoharder is.

Opgave 3

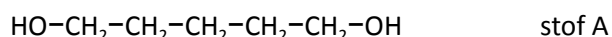
Vroeger stabiliseerde men gebroken armen en benen met gipsverband. Rondom de breuk werd een verbandgaas aangelegd, waarop een papje werd aangebracht van vast calciumsulfaat, $\text{CaSO}_4(\text{s})$, en vloeibaar water, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Deze stoffen reageren met elkaar onder vorming van vast gips, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$. Na verloop van enige tijd is een harde vaste stof ontstaan. Tijdens dit uitharden van het gips voelt het verband warm aan. De volgende reactie is dan opgetreden:



- a. Bereken hoeveel gram gips ontstaat wanneer 500 g calciumsulfaat volgens bovenstaande reactievergelijking reageert.

Tegenwoordig wordt voor dit soort verbanden bijna geen gips meer gebruikt, maar voornamelijk zogenoemde polyurethanen.

Een polyurethaan kan worden gevormd uit twee verschillende stoffen. Een van de beginstoffen die bij de vorming van zo'n polyurethaan gebruikt wordt, stof A, heeft de volgende structuurformule:



- b. Geef de systematische naam van stof A.

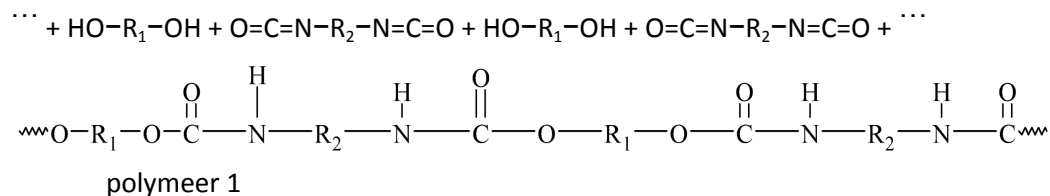
Een mogelijke andere beginstof voor de vorming van een polyurethaan, stof B, heeft de volgende structuurformule:



De groep $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ heet isocyanaat.

In het vervolg van deze opgave wordt stof A aangeduid met $\text{HO}-\text{R}_1-\text{OH}$ en stof B met $\text{O}=\text{C}-\text{N}-\text{R}_2-\text{N}=\text{C}=\text{O}$.

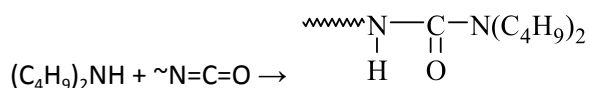
De vorming van een polyurethaan berust op het feit dat OH groepen niet isocyanaatgroepen kunnen reageren. Bij de polymerisatie van stof A met stof B treedt de volgende reactie op:



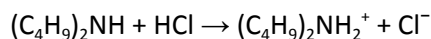
Deze polymerisatie zou kunnen worden opgevat als additiepolymerisatie.

- c. Geef twee argumenten die de opvatting ondersteunen dat deze polymerisatiereactie berust op additie.

Isocyanaatgroepen kunnen ook met NH groepen reageren. Van de reactie van isocyanaatgroepen met NH groepen maakt men onder andere gebruik bij een methode om vast te stellen wat het massapercentage van stof B in een monster van stof B is. Bij zo'n bepaling voegt men aan een monster van stof B een overmaat dibutylamine, $(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{NH}$, toe. De isocyanaatgroepen van de moleculen van stof B reageren als volgt met dibutylaminemoleculen:



De hoeveelheid dibutylamine die niet heeft gereageerd, wordt vervolgens getitreerd met een oplossing van waterstofchloride in methanol. De vergelijking van de reactie die dan optreedt, kan als volgt worden weergegeven:



Bij zo'n bepaling liet men 538 mg van een monster van stof B reageren met 20,0 mL van een 0,989 M dibutylamineoplossing. Voor de titratie van het niet-gereageerde dibutylamine was 12,5 mL 1,025 M HCl-oplossing nodig.

d. Bereken hoeveel mmol dibutylamine met stof B heeft gereageerd.

e. Bereken het massapercentage van stof B in het onderzochte monster.

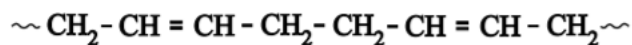
Omdat isocyanaatgroepen met NH groepen kunnen reageren, kan er ook een reactie optreden tussen polymeer 1 en stof B. Bij die reactie ontstaat een nieuw polymeer, polymeer 2. Polymeer 2 wordt vanwege zijn eigenschappen toegepast in moderne verbanden om gebroken ledematen te stabiliseren. Bij het maken van zo'n verband legt men rondom de breuk een verbandgaas aan, waarop een mengsel van polymeer 1 en stof B is aangebracht, en laat de reactie tussen polymeer 1 en stof B optreden. Nadat de reactie heeft plaatsgevonden, is een verband verkregen dat uitstekend geschikt is om een gebroken ledemaat te stabiliseren.

f. Leg uit dat polymeer 2 gebruikt kan worden in een verband dat dient om een gebroken ledemaat te stabiliseren.

Antwoorden

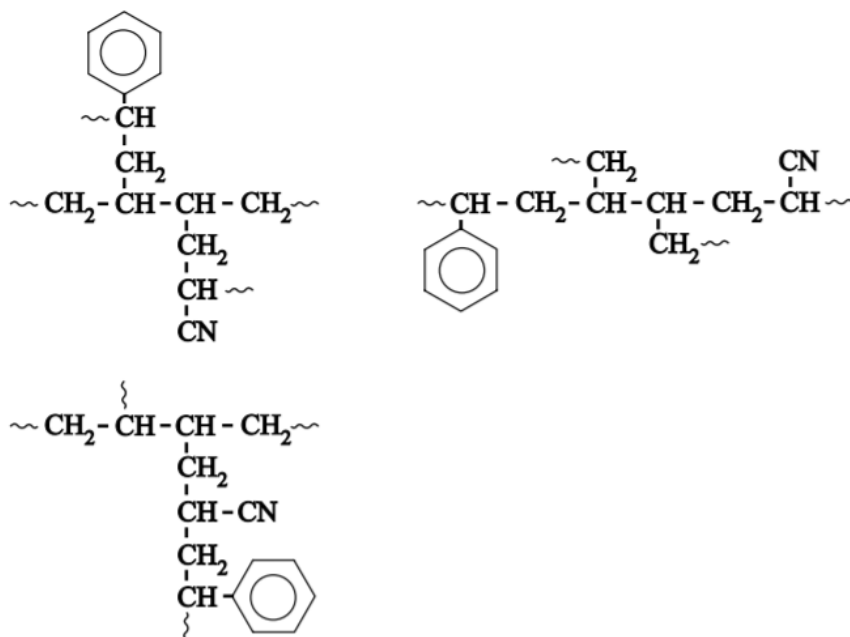
Opgave 1

a



b.

Voorbeelden van een juist antwoord zijn:



Opgave 2

De beide C=C bindingen kunnen in verschillende polymeerketens ingebouwd worden. Daardoor ontstaan dwarsverbindingen tussen de ketens. Er ontstaat een netwerkpolymeer, dus is de stof een thermoharder.

Opgave 3

a. $500/136,14=3,67$ mol CaSO_4 .

Dit reageert met $2 \times 3,67=7,35$ mol H_2O

$7,35 \text{ mol} \times 18,015 \text{ g/mol} = 132$ gram water.

De totale massa is dan $500 + 132 = 632$ gram.

b. pentaan-1,5-diol

c. Er verdwijnen dubbele bindingen (tussen C en N in moleculen van stof B) en er ontstaat een (soort) stof.

d. Er is $20,0 \text{ mL} \times 0,989 \text{ mmol/mL} = 19,78$ mmol dibutylamine toegevoegd.

Er is $12,5 \text{ mL} \times 1,025 \text{ mmol/mL} = 12,81 \text{ mmol}$ zoutzuur toegevoegd bij de titratie, dus was er ook $12,81 \text{ mmol}$ dibutylamine over.

Er heeft dus $19,78 \text{ mmol} - 12,81 \text{ mmol} = 7,0 \text{ mmol}$ dibutylamine heeft met stof B gereageerd.

e. Een juiste berekening leidt tot de uitkomst 91% .

Er heeft $7,0 \text{ mmol} / 2 = 3,5 \text{ mmol}$ stof B gereageerd.

De molaire massa van stof B is $6 \times 12,01 + 2 \times 14,01 = 2 \times 16,00 + 8 \times 1,008 = 140,1 \text{ g/mol}$.

$3,5 \text{ mmol} \times 140,1 = 491 \text{ mg}$ stof B.

$491 \text{ mg} / 538 \text{ mg} \times 100 \% = 91 \%$.

1

f. Isocyaanogroepen van moleculen van stof B kunnen met NH groepen reageren van twee (verschillende) ketens van polymeer. Daarbij ontstaat (een polymeer met) een netwerkstructuur.

Stoffen met een netwerkstructuur zijn hard / niet vervormbaar.