

Auteurs:

Prof. dr. J. Put
Prof. dr. W. Guedens
Lic. M. Reynders

Coördinatie:

Prof. dr. L. Van Poucke
Prof. dr. J. Mullens
Prof. dr. W. Guedens
Lic. M. Reynders

Kunststoffen

**PRACTICUM VOOR LEERLINGEN VAN HET SECUNDAIR ONDERWIJS
IN KLASVERBAND**



A.	THEORETISCH GEDEELTE	2
1.	Kunststoffen in ons dagelijks leven.....	2
2.	Indeling van de macromoleculen	2
3.	Macromoleculen: synthese.....	3
a.	Polymerisatie.....	4
b.	Polycondensatie.....	6
c.	Polyadditie.....	11
4.	Van grondstof tot kunststof.....	12
5.	Vorm geven aan kunststoffen.....	13
a.	Extruderen	13
b.	Kalenderen	14
c.	Spuitgieten.....	14
d.	Extrusievormblazen.....	15
e.	Schuimen	15
f.	Bewapening met vezels : composieten.....	16
g.	Beschermlagen	16
6.	Identificeren van kunststoffen	17
B.	EXPERIMENTEEL GEDEELTE	20
1.	Synthese van polymeren	20
	Experiment 1.1.: Bereiding van polystyreen.....	20
	Experiment 1.2.: Bereiding van polymethylmetacrylaat (Perspex)	21
	Experiment 1.3.: Bereiding van nylon-6,8.....	22
	Experiment 1.4.: Bereiding van alkydhars (polyesterhars)	23
	Experiment 1.5.: Bereiding van bakeliet.....	24
2.	Identificatie van kunststofplaatjes	25
	Experiment 2.1.: Dichtheid.....	25
	Experiment 2.2.: Brandbaarheid en geur	25
	Experiment 2.3.: Onderscheid PE en PP: vingernagelproef	26
	Experiment 2.4.: Onderscheid PE, PP en PS: Oplosbaarheid in perchlooretheen.....	26
	Experiment 2.5.: Breukproef	26
	SAMENVATTING :	27

Literatuur:

- Beroepssecties Kunststofproducenten en Kunststoffenverwerkers van de Federatie der Chemische Nijverheid, Kunststoffen vandaag en morgen. Brussel: J. Claerbout, p. 27, 31-33, 39, 50-51, 58-68.
- PUT, J., Kunststoffen, P.L.U.C. – Wetenschappelijke groep chemie, L.U.C., 29 januari 1986.
- VAN DER WEERDT, J., Herkennen van belangrijke thermoplastische kunststoffen. P.L.U.C. – Wetenschappelijke groep chemie, L.U.C., 26 februari 1986.
- HOOGEVEEN, J. et al., Chemie. 4-havo-Groningen. Wolters Noordhoff, p. 241-249.

A. THEORETISCH GEDEELTE

1. Kunststoffen in ons dagelijks leven

Toen de Gentenaar Theo Baekeland in 1906 wereldberoemd werd met het kunsthar bakeliet, werd de weg geopend voor een nieuwe industrie nl. deze van de synthetische materialen. Deze synthetische materialen, ook kunststoffen genoemd, worden gebruikt voor het vervaardigen van o.a. verpakkingen, bouwmaterialen, huishoudartikelen, textiel, lijmen, verven auto-onderdelen.

De kunststoffen zijn uit ons dagelijks leven haast niet meer weg te denken. Denk maar aan lichtkoepels van acrylglas, fonoplaten van PVC, braadpannen met een bekleding van Teflon®, kledingstukken van Terlenka®, enz.

2. Indeling van de macromoleculen

In de meest ruime betekenis van het woord zijn kunststoffen organische materialen die opgebouwd zijn uit macromoleculen en die ontstaan door wijziging van natuurproducten of door de synthese van grondstoffen uit aardolie, aardgas of steenkool. Macromoleculen zijn reuzenmoleculen die we kunnen indelen volgens oorsprong en synthese:

Natuurlijke stoffen:

cellulose (hout, stro), hoorn (harde eiwitstof), hars, rubber (rubberboom)

Gewijzigde natuurlijke stoffen:

ge vulkaniseerd rubber, gevulkaniseerde vezel, celluloid (nitrocellulose), kunsthoorn (caseïne-kunststof)

Synthetische stoffen:

Thermoplasten

Kunststoffen die plastisch en vervormbaar worden als ze verwarmd worden, zonder dat ze daarbij een chemische verandering ondergaan.

Thermoharders

Driedimensionaal sterk vernette kunststoffen die hard en temperatuurbestendig zijn en die niet plastisch navervormd of gesmolten kunnen worden.

Elastomeren

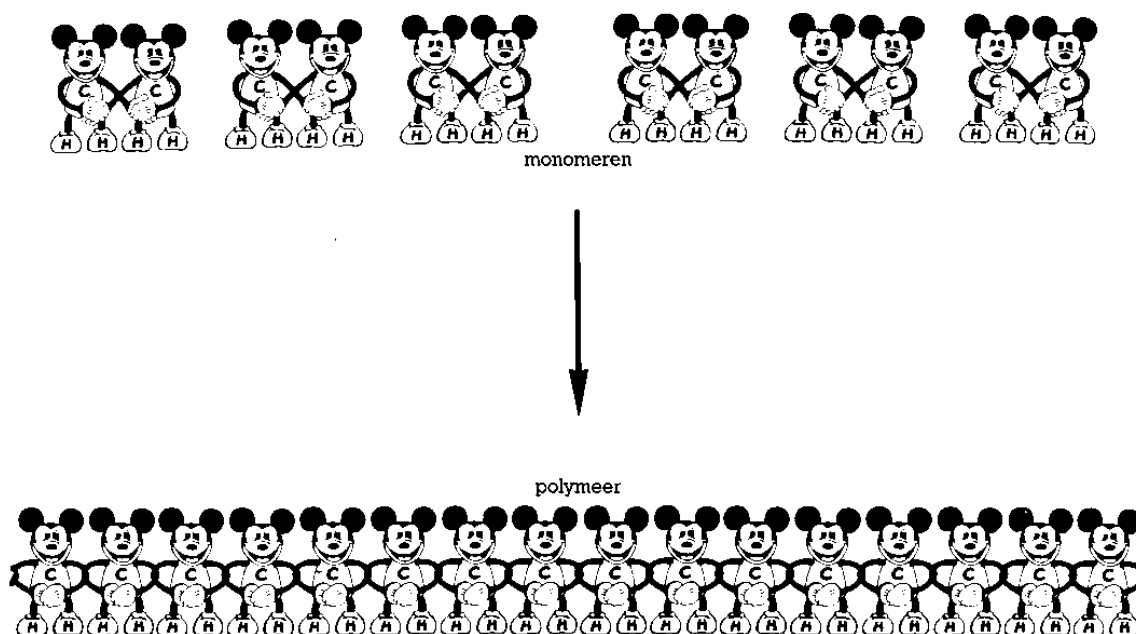
Driedimensionaal licht vernette kunststoffen die veerkrachtig zijn zoals rubber.

Synthetische macromoleculen worden ook "hoogpolymeren" genoemd. De term polymeer is afgeleid van het Griekse poly (veel) en meros (deeltjes). Door het voorvoegsel "hoge" wordt gespecificeerd dat deze moleculen niet uit 5 of 10, maar uit zeer veel deeltjes samengesteld zijn. De deeltjes noemen we structureenheden.

3. Macromoleculen: synthese

Hoe komen we aan zulke reuzenmoleculen, m.a.w. het proces van de kunststofsynthese?

Macromoleculen worden verkregen door aaneenschakeling van kleine moleculen: **MONOMEREN**, die na het aan elkaar hechten de structureenheden van macromoleculen vormen.



Om dit proces te begrijpen kan men uitgaan van het begrip "functionaliteit". De functionaliteit geeft het aantal reactiemogelijkheden aan van een chemische stof bij de opbouw van een macromolecule.

Functionele groepen (functio = werking) zijn de atoomgroepen in organische moleculen, die reacties kunnen veroorzaken, vb. aminogroepen, hydroxylgroepen, maar ook dubbele bindingen. De bouwstenen van een macromolecule moeten tenminste **bifunctioneel** zijn: zij moeten minstens twee verbindingen kunnen aangaan.

Een treinwagon is een voorbeeld van een bifunctionaliteit: een treinstel kan maar worden samengesteld als er voor en achter aan elke wagon een koppeling zit.

De vorm en afmetingen van de reagerende moleculen – evenals het aantal en de stand van de reactieve groepen die ze bevatten – bepalen de eigenschappen van de reactieproducten. Als men bifunctionele stoffen met elkaar in contact brengt, ontstaat er altijd een lineair product dat bij stijging van de temperatuur zal beginnen smelten.

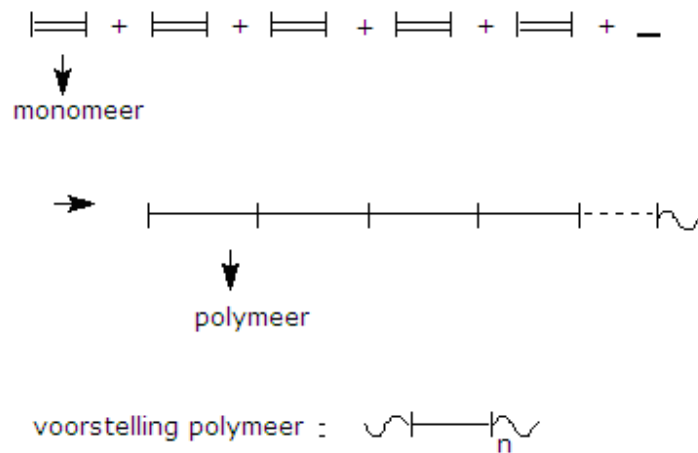
Daarentegen krijgt men een onoplosbare en niet smeltbare kunststof als tenminste één van de uitgangsstoffen tri- of polyfunctioneel is.

a. Polymerisatie

Polymerisatie is een chemische reactie die meestal onder invloed van speciale katalysatoren plaatsgrijpt en waarbij uit kleine bouwstenen (basismoleculen) met elk één dubbele binding een molecuulketen wordt opgebouwd. Deze dubbele binding klapt open waardoor twee valenties vrijkomen die zich met andere vrije valenties van naburige moleculen zullen verbinden.

Bij polymerisatie ontstaat geen enkel nevenproduct.

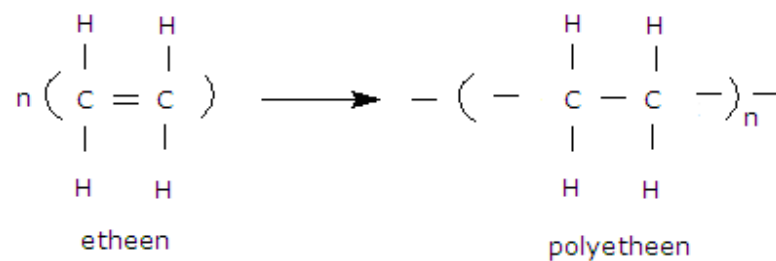
Schema



Voorbeelden

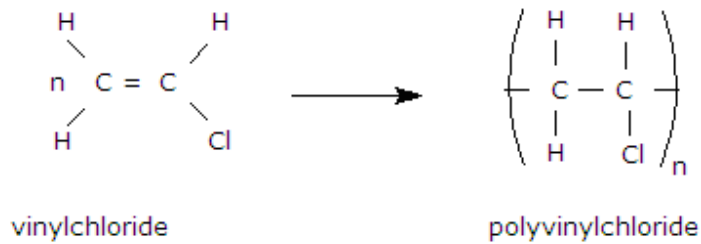
De basismoleculen kunnen identiek zijn:

- **Etheen** polymeriseert tot **polyetheen** (PE)



Polyetheen wordt gebruikt voor de productie van boterhamzakjes, inpakmateriaal, keukengerei, dozen, flessen. Door de moderne productie- en verwerkingstechnieken kunnen polyetheen-varianten gemaakt worden met streng gecontroleerde eigenschappen.

- **Vinylchloride** polymeriseert tot **polyvinylchloride** (PVC)



Polyvinylchloride is één van de meest gebruikte kunststoffen (20 %). Het wordt gebruikt in buizen, dakgoten, schoenen, tegels,

- **Tetrafluoretheen** polymeriseert tot **polytetrafluoretheen** (Teflon)



Dit polymeer is bestendig tegen hoge temperaturen. Het vindt onder andere toepassing als anti-baklaag voor braadpannen.

- **Styreen** polymeriseert tot **polystyreen** (experiment 1.1.). Polystyreen (PS) is een vrij bros materiaal, dat veel verwerkt wordt tot schuim (isomo).
- **Methylmetacrylaat** polymeriseert tot **polymethylmetacrylaat** (PMMA) (experiment 1.2.). PMMA is beter gekend onder benaming plexiglas of kunstglas.

Ook basismoleculen die niet identiek zijn maar elk een dubbele binding bevatten, kunnen met elkaar polymeriseren:

- het **styreen-acrylonitril copolymeer** (SAN)
- het **acrylonitril-butadien-styreen copolymeer** (ABS)

Beide zijn gemodificeerde polystyrenen.

b. Polycondensatie

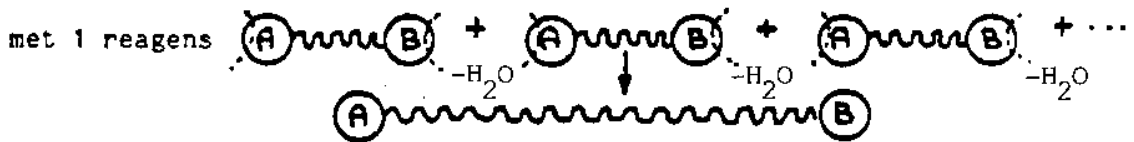
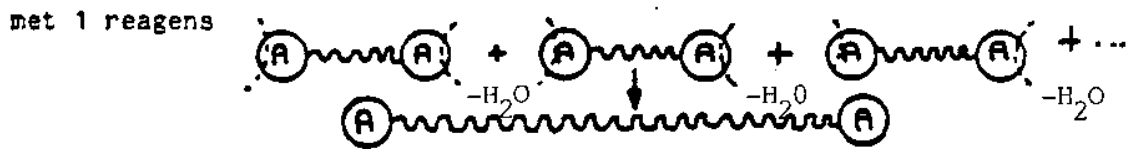
Polycondensatie is een chemische reactie tussen twee identieke of verschillende moleculaire bouwstenen die elk tenminste twee reactieve groepen hebben. Bij de reactie worden eenvoudige laagmoleculaire nevenproducten afgesplitst zoals water, zoutzuur of gelijkaardige stoffen.

🚩 Uitbouw tot lineaire moleculen (kunstvezels)

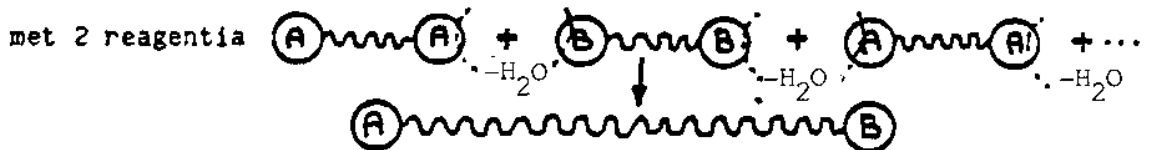
Wanneer de twee monomeren bifunctioneel zijn, worden lineaire macromoleculen gevormd.

Schema

Ofwel

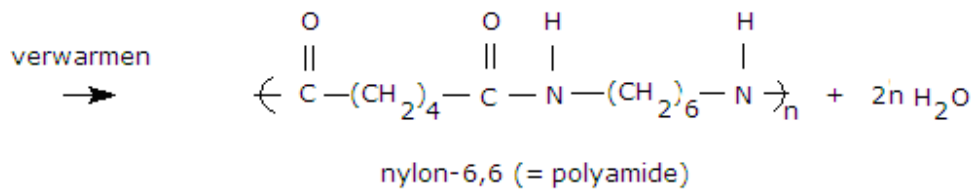
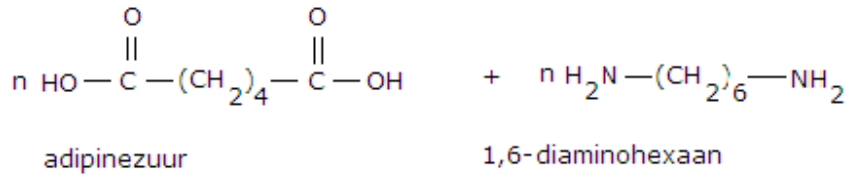


ofwel.

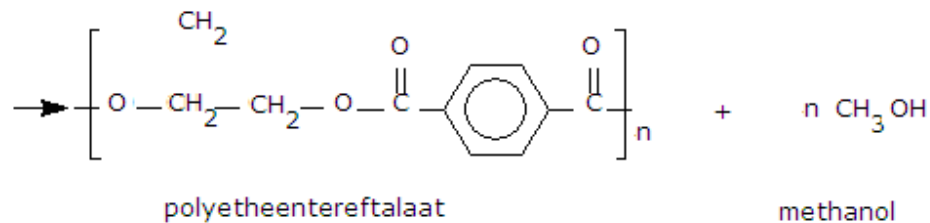
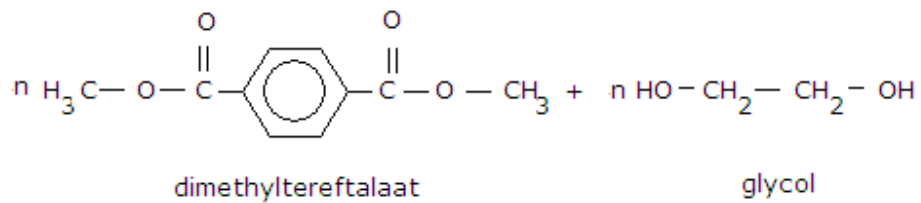


Voorbeelden➤ **polyamiden** (nylons)

vb. 1: nylon-6,6



vb. 2: nylon-6,10 (experiment 1.3.)

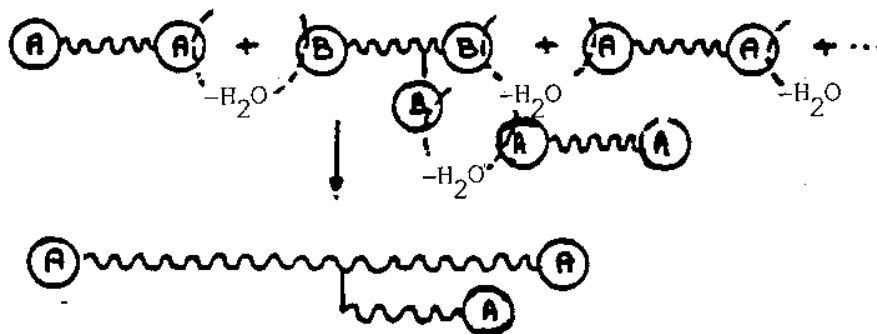
➤ **polyesters**

Het polyester staat bekend onder de handelsvormen Terlenka[®], Terylene[®], Dacron[®], Trevira[®] en Diolen[®] en wordt verwerkt in kleding en ander textiel.

✚ Uitbouw tot driedimensionale moleculen (harsen)

Om een driedimensionaal hars te bekomen, moet één van beide monomeren trifunctioneel zijn.

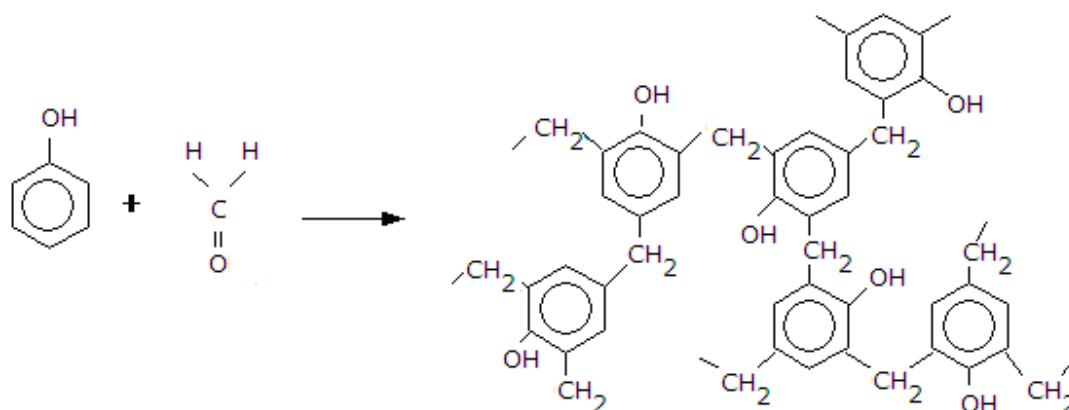
Schema



Voorbeelden

- > **polyesterhars** (alkydhars): experiment 1.4.
- > bakeliet en andere harsen.

Leo Baekeland maakte zijn bakeliet uit fenol en formaldehyde.
Er wordt een driedimensionaal netwerk bekomen:



fenol

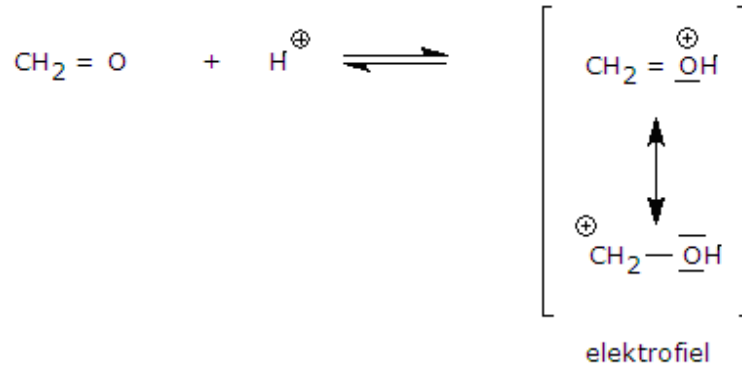
formaldehyde

bakeliet

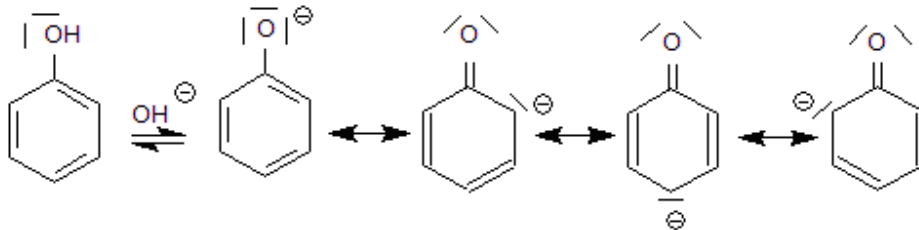
Deze reactie is in feite een elektrofile substitutie op de aromatische ring, in ortho en para van de hydroxylgroep.

Ze kan door zuur en door base gekatalyseerd worden:

- o in **zuur** midden wordt het **elektrofiel** deeltje veel reactiever:
- o

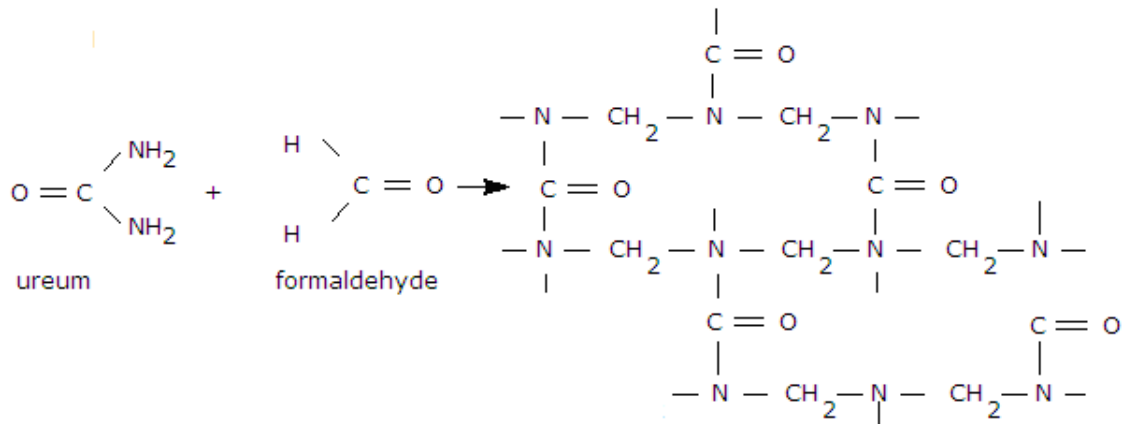


- o in **basisch** midden wordt het **substraat** veel reactiever:

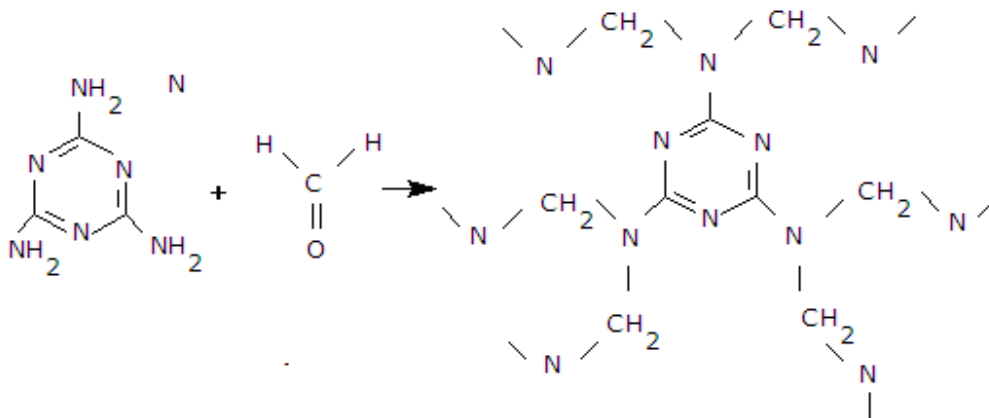


Bereiding van bakeliet: experiment 1.5.

Een gelijkaardig polymeer wordt bekomen uit de reactie van ureum met formaldehyde (**ureumhars**).



Soms wordt melamine gebruikt met formaldehyde (**melaminehars**)



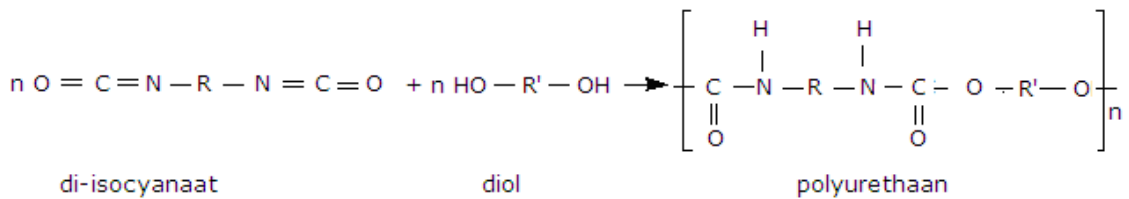
vernette polyesterharsen zoals lakken en gietharsen.

c. Polyadditie

Bij deze chemische reactie worden twee verschillende moleculaire bouwstenen die elk minstens twee reactieve groepen hebben, met elkaar verbonden. Er ontstaan geen nevenproducten. De reactie berust immers op de eenvoudige uitwisseling van waterstofatomen tussen de functionele groepen, waarbij telkens valenties vrijkomen die zich aaneensluiten.

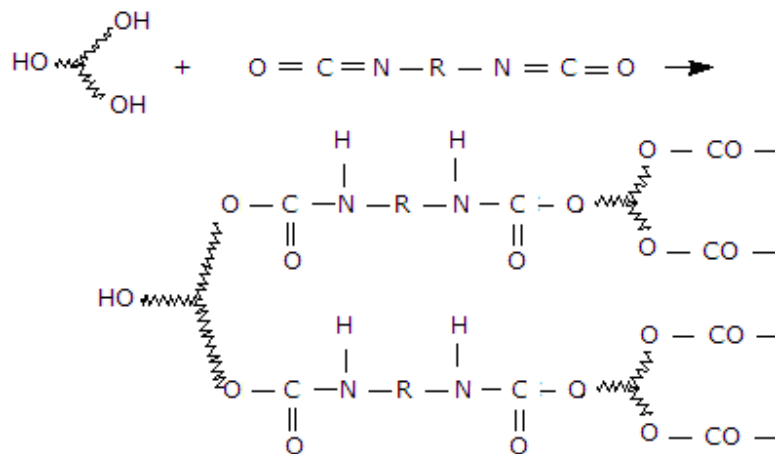
Voorbeelden

- Wanneer een bifunctioneel isocyaanaat: een di-isocyaanaat reageert met een bifunctioneel alcohol: een diol, dan wordt een lineair polyurethaan gevormd:



De grote reactiviteit van de isocyaanaatgroep beperkt zich niet tot de alcoholgroep, maar strekt zich uit tot aminogroepen, zuurgroepen en andere. Ook met water is reactie mogelijk. De grote verscheidenheid aan reacties met isocyaanaat, maakt het gebied van de polyurethanen zeer uitgebreid.

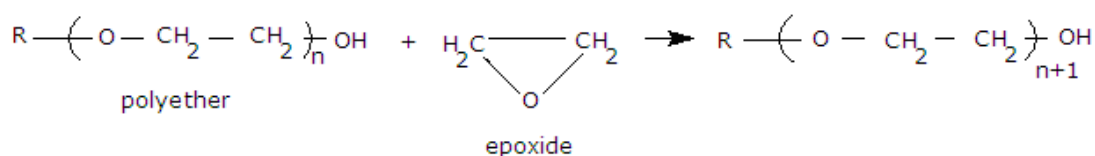
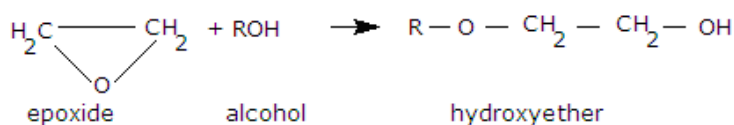
- **Polyurethaan** wordt vooral gebruikt in de vorm van schuim. Daarvoor laat men een bifunctioneel isocyaanaat: een **di-isocyaanaat** (methyleendi-isocyaanaat, MDI) reageren met een polyfunctioneel alcohol (polyetherpolyol, PEPOL). Er ontstaat een driedimensioneel netwerkpolymeer. Door een drijfgas toe te voegen (meestal freon), dat tengevolge van de reactiewarmte vrijkomt in kleine belletjes, ontstaat schuim. Dikwijls wordt een siliconenolie toegevoegd om de ontstane cellen te stabiliseren. Amines worden toegevoegd als katalysator voor de reactiesnelheid.



Soms wordt een kleine hoeveelheid water toegevoegd aan het polyol, dat met het isocyaanaat reageert waarbij er CO₂ ontstaat dat tevens gasbellen vormt.

➤ **Polyethers**

De reactie wordt in gang gezet door de additie van een kleine hoeveelheid **water of alcohol** aan een **epoxide**. Een epoxide is een drieringether. Er wordt een hydroxy-ether gevormd, dat dan zelf opnieuw kan adderen aan een nieuw molecule epoxide, enz... .



**Kunststoffen kunnen we volgens syntheseproces indelen:
polymerisatie-, polycondensatie- en polyadditiekunststoffen.**

4. Van grondstof tot kunststof

We hebben al gezien dat aardolie naast aardgas de belangrijkste grondstof is voor de productie van kunststoffen.

Het gaat dus om verbindingen van koolstof (C) en waterstof (H). Ze kunnen ook zuurstof (O), stikstof (N) en zwavel (S) bevatten.

In de raffinaderij wordt aardolie door destillatie in meerdere bestanddelen gescheiden. In de fractioneerkolom zullen gas, benzine, petroleum en gasolie bij verschillende kooktemperaturen afgescheiden worden. Het restproduct van het destillatieproces, nl. bitumen (asfalt), wordt bij de wegenbouw gebruikt. De belangrijkste fractie voor de productie van kunststoffen is de ruwe benzine (nafta).

De ontstane benzine wordt dan in een thermisch splijtproces, ook "kraken" genoemd, omgevormd tot ethyleen, propyleen, butyleen en andere KWS-verbindingen.

Uit etheen kan men bij latere reacties bijvoorbeeld styreen of vinylchloride winnen.

De kunststofindustrie gebruikt slechts 4 % van de aardolieproductie. De rest gaat naar verwarming (35 %), elektriciteit, industrie (22 %), verkeer (19 %), andere (7 %).

5. Vorm geven aan kunststoffen

Een aantal belangrijke verwerkingsmethoden met hun producten worden hierna opgesomd:

Methode (machinaal)	Producten
Extruderen	profielen, buizen, platen, folie, kabel- en profielmantels
Kalenderen	bladen, banen
Spuitsieten	vormstukken, kratten, kopjes, tandwielen, kasten
Extrusievormblazen	holle voorwerpen
Schuimen	blokken, platen, profielen, vormstukken

Uiteraard hebben we voor respectievelijke thermoplasten, thermoharders en elastomeren verschillende verwerkingstechnieken nodig.

Thermoplasten worden door verwarming in een weke of vloeibare toestand gebracht, dan in hun vorm geperst en tenslotte snel afgekoeld.

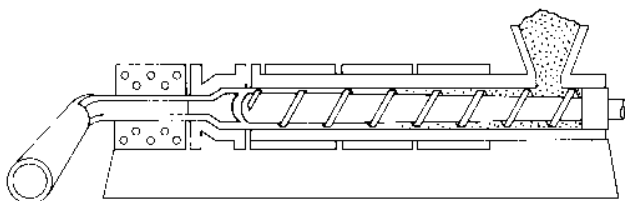
Bij thermoharders mag de vernetting niet op gang komen tijdens het vormgeven maar pas erna.

Ook bij rubbers (elastomeren) moet eerst de vorm gemodelleerd worden, die we pas daarna door vulkaniseren kunnen fixeren.

Van elk van de hogervernoemde methoden zullen we een korte beschrijving geven, alsook van de composietmaterialen en beschermstoffen voor polymeren:

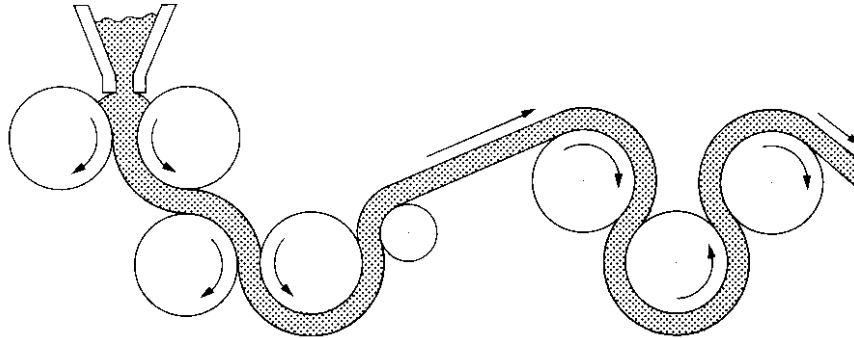
a. Extruderen

De techniek is een continu proces waarbij in een verhitte cilinder een schroef draait die het materiaal naar voor brengt, verdicht, plastificeert (dus smelt) en homogeen maakt. Aan het eind van de schroef bevindt zich een spuitkop die aan de plastische massa de gewenste vorm geeft bij het verlaten van de schroef.



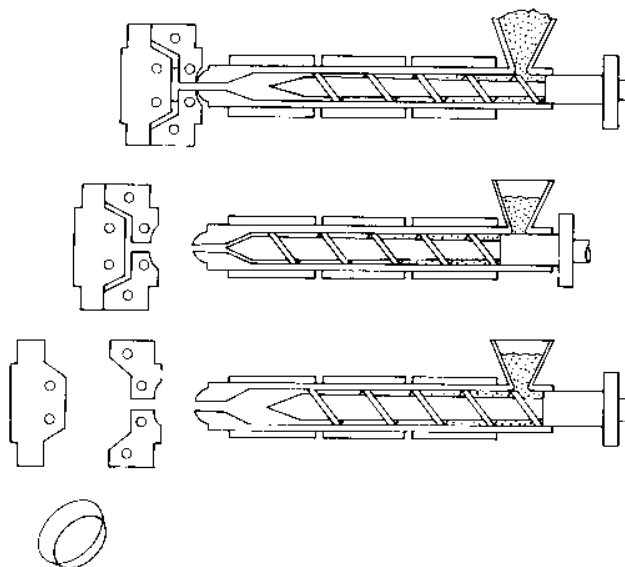
b. Kalanderen

Een kalender is een apparaat dat uit een aantal draaiende rollen bestaat (zie figuur). Deze rollen verwarmen de polymeerkorrels, zodat er een smelt ontstaat, die we op de gewenste dikte brengen en daarna afkoelen door een ander rollensysteem. Tenslotte wordt de folie opgerold. Met dergelijke apparatuur kan men zowel folie als een plastic plaat maken.



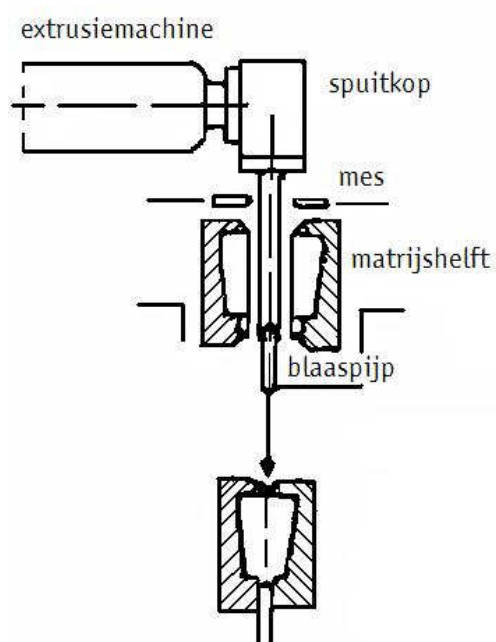
c. Spuitgieten

Bij deze techniek perst men vloeibaar polymeer onder druk in een matrijs. Zodra het product in de matrijs voldoende stevigheid heeft verkregen, wordt de matrijs geopend en het product verwijderd. De temperaturen van matrijs en cilinder zijn van groot belang om goede producten te krijgen.



d. Extrusievormblazen

Deze methode wordt gebruikt om alle holle voorwerpen uit thermoplasten te vervaardigen. Een plastische buis wordt naar beneden geëxtrudeerd tussen de twee helften van een open matrijs. Deze sluiten zich en knijpen zo de uiteinden van de buis dicht. Daarna wordt er lucht ingeblazen waardoor het materiaal tegen de afkoelende binnenwanden van de matrijs wordt gedrukt. Zo ontstaat een hol voorwerp.



e. Schuimen

De oudste vorm van schuimtechniek bestond uit het opkloppen van latex met zeep, die daarna in de juiste vorm werd geïmpregneerd bij ongeveer 100 °C. Dit heet het DUNLOP-procédé. Veel schuimplastics maakt men tegenwoordig door het uitgangspunt te mengen met een blaasmiddel. Onder de omstandigheden waarbij het product wordt gevormd, ontwikkelt dit blaasmiddel gasbelletjes.

Fysische blaasmiddelen zijn opgeloste gassen, bijv. freon met kookpunt 84 °C.

Chemische blaasmiddelen ontwikkelen gassen via een chemische reactie, bijv. CO₂ uit isocyanaat met water.

Polymeerschuimen zijn niet meer weg te denken uit onze maatschappij.

De reeds behandelde verwerkingsmethodes zoals spuitgieten, extruderen, kalenderen laten ook toe voorwerpen uit geschuimde kunststof te produceren.

f. Bewapening met vezels: composieten

Allerlei vezels kunnen we in combinatie met polymeren gebruiken om een beter product te krijgen, dit noemt men bewapening met vezels. Hiervoor komen in aanmerking: papier, canvas, glasvezel, asbest, roestvrij staal, grafiet, koolstofvezels, Het product zal nu veel betere eigenschappen hebben dan wanneer alleen plastic gebruikt wordt.

Een dergelijk materiaal noemt men ook een composiet. Natuurlijke composieten zijn hout en beenderen.

Een veelgebruikte combinatie in de botenbouw is polyester met glasvezelbewapening.

g. Beschermlagen

Beschermlagen worden vaak aangebracht als poeder op het te beschermen voorwerp, waarna bijv. door verwarmen dit poeder tot een laagje polymeer wordt omgevormd. Tegenwoordig worden fietsen en auto's op deze manier "geverfd".

Ook kunnen we dunne lagen metaal aanbrengen op plastic voorwerpen of folies. Een voorbeeld hiervan zijn de verpakkingsfolies met een dun laagje aluminium.

6. Identificeren van kunststoffen

Een belangrijke eigenschap van kunststoffen is de massadichtheid. De meeste kunststoffen bezitten een massadichtheid tussen 0,9 en 1,3 g/cm³. Alle verbindingen die veel waterstof bevatten, hebben een kleine massadichtheid.

Bij de thermoplasten is dit het geval voor de polyolefinen (PE = polyetheen en PP = polypropreen). Polyetheen ($\rho = 0,98 \text{ g/cm}^3$) en polypropreen drijven op water. Alle andere kunststoffen zinken in water, eventueel met behulp van een detergens.

Het belangrijkste herkenningmiddel is de brandproef. Ook de geur die men kan waarnemen na het doven van de vlam vormt een bijkomend identificatiemiddel. Alle stoffen die halogenen bevatten (vb. PVC = polyvinylchloride) zijn slecht tot niet brandbaar. Alle verbindingen die veel koolstof bevatten, nl. alle aromatische verbindingen, branden met een sterk roetende vlam. Daartoe behoren polystyreen PS (en copolymeren zoals ABS) en polyetheentereftalaat. De andere kunststoffen, die uit alifatische moleculen zijn opgebouwd, en in verhouding minder koolstof bevatten, branden niet roetend, met blauwachtige vlam. Daartoe behoren polyetheen (PE), polypropreen (PP), polymethylmethacrylaat (PMMA), polyamide (PA) en polyoxymethyleen (POM).

Bij het branden kunnen zich de volgende mogelijkheden voordoen:

1. er ontstaat een as met een bepaalde kleur en samenstelling;
2. het materiaal smelt samen tot een parel;
3. het smeltend materiaal vormt druppels;
4. de afvallende druppels branden verder.

Bij het verbranden wordt de kunststof gedeeltelijk gedepolymeriseerd. De gevormde monomeren bezitten een karakteristieke geur. Bij polyolefinen herinnert de geur aan brandende paraffine-, stearine- of waskaarsen, omdat hun grondstoffen veel overeenkomst vertonen met de polyolefinen. Polystyrenen en polystyreencopolymeren ruiken naar styreen, een zoetige geur die aan teer of aan lichtgas herinnert. Polycarbonaat (PC) ruikt duidelijk naar fenol (tandarts) en polyamide, met een op eiwit gelijkende structuur, ruikt naar verbrande hoorn.

Sommige kunststoffen **lossen op** in bepaalde organische oplosmiddelen.
In perchlooretheen lost uitsluitend polystyreen op.

De **vingernagelproef** is een eenvoudig onderscheidingsmiddel tussen PE en PP; PE vertoont krassporen, PP niet.

Tot slot geeft het **breukbeeld** bijkomende informatie. Men maakt onderscheid tussen taaie breuk (witte breuk), losse breuk (glasachtig) en geen breuk.

KUNSTSTOF	PE	PP	PS	PVC	PMMA	PA	PC	POM
<i>Gedrag in water</i>								
drijft	PE	PP						
zinkt			PS	PVC	PMMA	PA	PC	POM
<i>Brandgedrag uit de vlam</i>								
brandt niet-roetend, gele vlam, blauwe rand, brandende druppels	PE	PP						
sterk roetend (roet-vlokken) geel lichtende vlam			PS					
verkoolt, brandt niet (de vlam dooft)				PVC				
brandt knetterend met brandende druppels, helgele vlam					PMMA			
brandt met blauwachtige vlam, vormt harde, glanzende droppen						PA		
de sterk roetende, gele vlam dooft, verkoolt							PC	
brandt met haast onzichtbare vlam, brandende druppels								POM

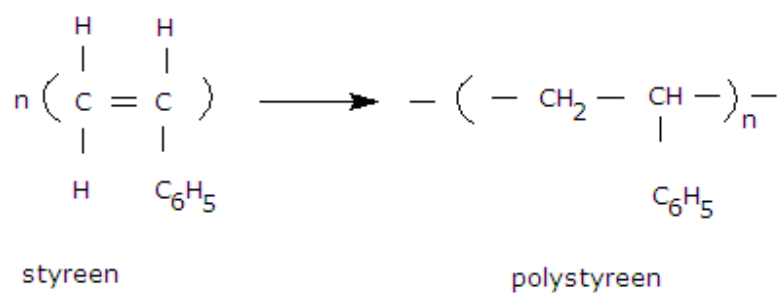
KUNSTSTOF	PE	PP	PS	PVC	PMMA	PA	PC	POM
Geur van de damp								
naar brandende kaarsen	PE	PP						
zoetig, naar teer of lichtgas			PS					
onaangenaam, prikkelend (HCl)				PVC				
aangenaam, naar fruit					PMMA			
naar verbrande hoorn (haar)						PA		
naar fenol (tandarts)							PC	
onaangenaam, prikkelend (HCHO)								POM
Oplosbaar in perchlooretheen								
ja			PS					
Krasbaar								
ja	PE							
nee		PP						
Breukproef								
brosse breuk (glasachtig)			PS		PMMA			

B. EXPERIMENTEEL GEDEELTE

→ Geen producten door de gootsteen gieten !

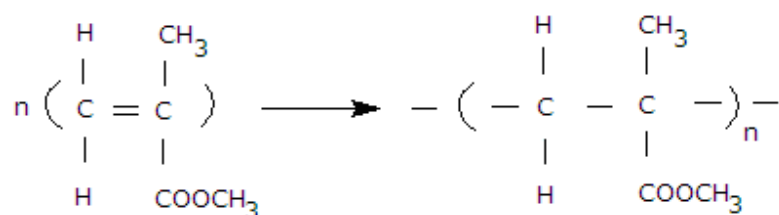
1. Synthese van polymeren

Experiment 1.1.: Bereiding van polystyreen



1. Breng 3 ml styreen in een reageerbuis.
2. Voeg hieraan een mespuntje benzoylperoxide toe.
3. In een zuurkast de inhoud van de reageerbuis verhitten en zachtjes laten koken.
4. Wat neem je waar in verband met de viscositeit van de inhoud?
5. Er ontstaat " polystyreen".

Experiment 1.2.: Bereiding van polymethylmetacrylaat (Perspex)



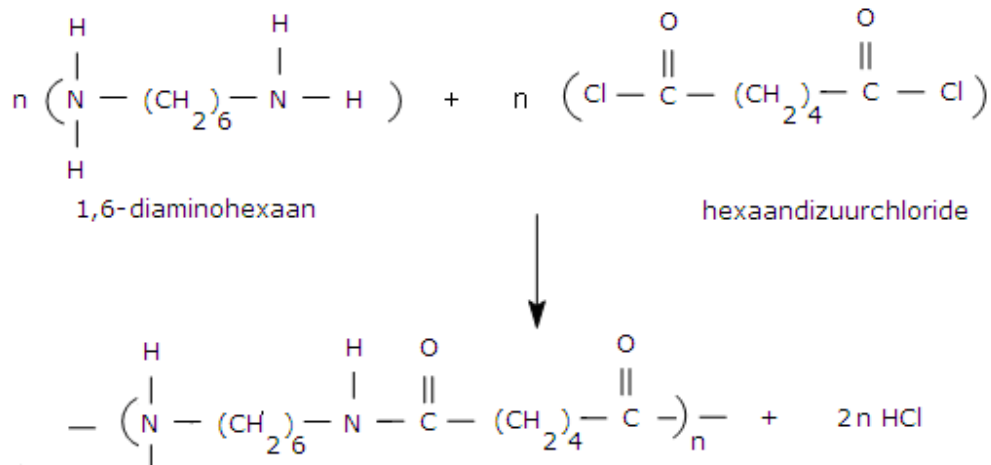
methylmetacrylaat

polymethylmetacrylaat

1. Breng in een reageerbuis ongeveer 5 ml methylmetacrylaat (methyl-2-methyl-propenaat).
2. Voeg hieraan 100 mg benzoylperoxide toe als katalysator.
3. Sluit het buisje af met een kurk en schud de oplossing om de vaste stof op te lossen.
4. Verwijder de kurken stop en plaats het buisje in een waterbad van 95 °C.
5. Het vaste polymeer vormt zich na 15 à 30 minuten.

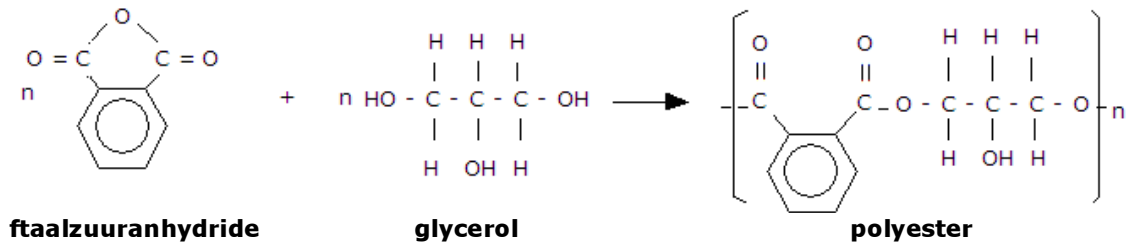
Het waterbad dient op 95 °C te worden gehouden omdat bij 100 °C er een te sterke verdamping van het polymeer optreedt aangezien het kookpunt bij 100 °C ligt. Er kan dan een polymeer ontstaan dat niet helemaal helder is door de aanwezigheid van dampbelletjes.

Experiment 1.3.: Bereiding van nylon-6,8



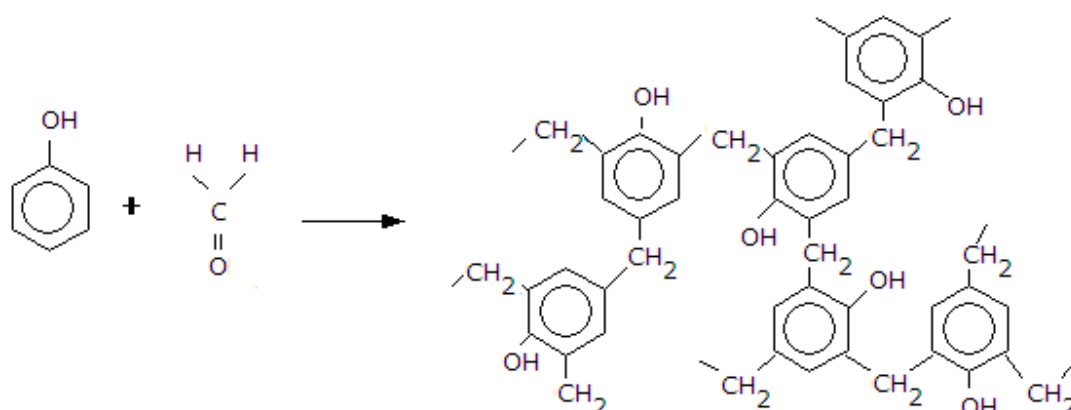
1. Breng 5 ml van een 5 % 1,6-diaminohexaan oplossing in water (deze oplossing is bereid) in een bekglas van 100 ml.
2. Voeg hierbij voorzichtig 5 ml van een 5 % sebacylchloride oplossing in toluen (deze oplossing is eveneens bereid).
3. Kom niet met je handen aan deze oplossingen !
4. Trek voorzichtig met een roerstaaf het zich op de grenslaag vormende nylon uit het bekglas.
5. Nadien giet je de inhoud van je beker in het afvalvat code groen; de beker even naspoeien met een beetje aceton en dit eveneens in het afvalvat code groen gieten.

Experiment 1.4.: Bereiding van alkydhars (polyesterhars)



1. Breng in een reageerbuis 3 g ftaalzuuranhydride.
2. Voeg hier 2 g glycerine aan toe en verhit het mengsel tot 160 °C met de opening van je reageerbuis naar de zuurkast gericht.
3. Zodra zich stoom ontwikkelt, kan de temperatuur langzaam opgedreven worden tot 250 °C.
4. Er ontstaat een polyesterhars (alkydhars).

!!! Onder de zuurkast werken !!!

Experiment 1.5.: Bereiding van bakeliet**fenol****formaldehyde****bakeliet**

1. Los in een jampotje of een oud bekertje 10 g resorcinol (=1,3-dihydroxybenzeen) op in 10 ml water.
2. Voeg hierbij 12 ml 36 % formaldehyde.
3. Aan dit mengsel wordt nu 1 ml NaOH 5 M als katalysator toegevoegd.
4. Verwarm het mengsel langzaam in een waterbad (= inox kom met water boven een bunzenbrander). Stop met verwarmen zodra de reactie start. Let op want de reactie is vrij heftig.

!!! Voer de reactie in de zuurkast uit !!!

2. Identificatie van kunststofplaatjes

Je beschikt over 7 kunststofplaatjes. Door de hieronder beschreven proeven uit te voeren is het mogelijk om de 7 plaatjes te identificeren. De samenvatting op bladzijde 16/22 kan je hierbij helpen.

Experiment 2.1.: Dichtheid

1. Vul een beker van 600 ml half met water en doe er een scheutje afwasmiddel bij.
2. Leg de 7 kunststofplaatjes in de beker.
3. Er zullen nu 2 staafjes gaan bovendrijven. Duid op het antwoordblad aan welke staafjes drijven en welke zinken.
4. Om de dichtheid van de oplossing te doen stijgen, voorzichtig keukenzout toevoegen in kleine hoeveelheden.
5. Roer om het keukenzout op te lossen.
6. Voeg zout toe totdat er 4 staafjes bovendrijven en noteer in welke volgorde ze bovenkomen.

Experiment 2.2.: Brandbaarheid en geur

1. Veiligheidsbril opzetten!!!
2. Ontsteek een bunsenbrander en houd een kunststofplaatje met behulp van een tang in het puntje van de vlam.
3. Als het materiaal ontvlamt (vuur vat), het plaatje uit de vlam nemen want het is nog nodig voor de volgende experimenten (let op voor druipende plaatjes, laat druppen boven inox kom).
4. Indien het plaatje brandt, blaas je het voorzichtig uit.
5. Door rooksierten, afkomstig van het plaatje voorzichtig naar je toe te waaien, bepaal je de geur.
6. Duid op je antwoordblad aan welke waarnemingen bij welk nummer van het plaatje horen.

Experiment 2.3.: Onderscheid PE en PP: vingernagelproef

1. Gebruik voor dit experiment de 2 plaatjes die in het water bovendrijven bij
 - i. experiment 2.1.
2. Kras met je nagel over de plaatjes.
3. Noteer je bevindingen op het antwoordblad.

Experiment 2.4.: Onderscheid PE, PP en PS: Oplosbaarheid in perchlooretheen

1. Gebruik hiervoor dezelfde plaatjes als in 2.3. en PS.
2. Leg de plaatjes in een beker van 250 ml die voor $\frac{1}{4}$ gevuld is met perchlooretheen ($\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$).
3. Vul de waarnemingen in op het antwoordblad.
4. De oplossing perchlooretheen na gebruik terug in de fles gieten om te hergebruiken.

Experiment 2.5.: Breukproef

1. Dit experiment laat je toe om te controleren of je het PS en PMMA hebt herkend.
2. Neem het staafje dat vermoedelijk PS is.
3. Controleer de breuk.
4. Doe hetzelfde voor het staafje PMMA.

SAMENVATTING:

KUNSTSTOF	1	2	3	4	5	6	7
*Gedrag in water							
drijft in water							
zinkt in water							
*Brandgedrag							
brandt niet- roetend, gele vlam, blauwe rand, brandende druppels							
rooksluier met roetvlokken, geel lichtende vlam die blijft branden							
verkoolt, brandt niet (de vlam dooft)							
brandt knetterend met brandende druppels, helgele vlam							
brandt met blauwachtige vlam, vormt harde, glanzende druppels							
de sterk roetende, gele vlam dooft, verkoolt							
*Geur van de damp							
naar brandende kaarsen							
zoetig, naar teer of lichtgas							
onaangenaam, prikkelend (HCl)							
aangenaam, naar fruit							
naar verbrande hoorn (haar)							
naar fenol (tandarts)							
onaangenaam, prikkelend (HCHO)							
*Krasbaar (vingernagelproef)							
ja							
nee							
*Oplosbaar in perchlooretheen							
ja							
*Breukproef							
brosse breuk (glasachtig)							