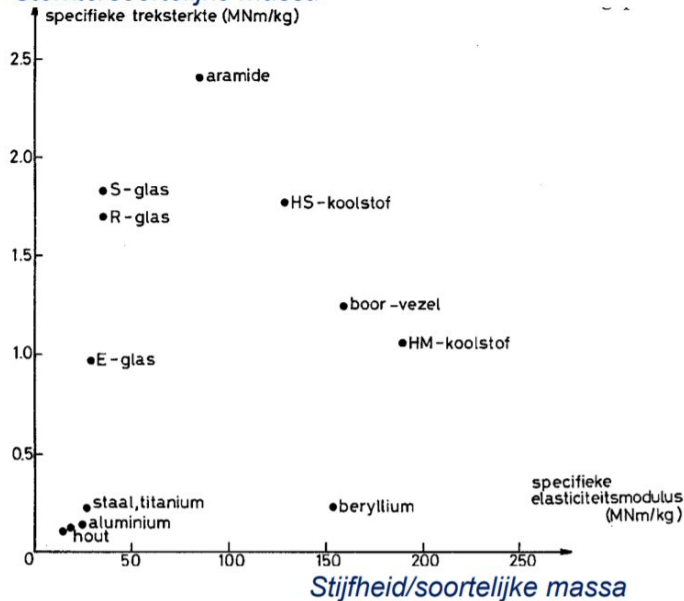


Examenvragen Materialenleer

1. **Bespreek glasvezel. Indien glasvezel wordt gebruikt voor het versterken van een thermoharder, hoe groot zullen de verbeteringen zijn op vlak van treksterkte, stijfheid en soortelijke massa?**

Glasvezel is een versterkingsvezel bekomen door het trekken van dunne draad uit gesmolten glasbad. Ze hebben een diameter van 5 tot 20 μm . Ze gebruiken voor het versterken van een thermoharder zorgt voor betere mechanische eigenschappen: de sterkte en stijfheid per soortelijke massa nemen toe. De soortelijke massa zelf zal niet veel veranderen aangezien dit zeer lichte vezels zijn. In vergelijking met andere versterkingsvezels zijn er betere alternatieven als men de stijfheid wilt verhogen.

Sterkte/soortelijke massa



2. **Welke invloed heeft zirkoniumoxide op de mechanische eigenschappen van aluminiumoxide? Beschrijf wat er gebeurt.**

Om de invloed te bespreken moeten we een onderscheid maken in korrelgrootte van de ZrO_2 deeltjes toegevoegd and Al_2O_3

- a. Kleine korrelgrootte $\Rightarrow$ transformatietaaiheid

Zirkoniumoxide is monoklien tot 1150°C , tetragonaal tussen 1150°C en 2370°C en daarboven kubisch. Bij de overgang van tetragonaal naar kubisch neemt het volume toe met 4%. Bij afkoelen na sinteren op 1600°C blijft de metastabiele tetragonale vorm behouden. Hierdoor kan het materiaal niet met de gewenste 4% uitzetten en ontstaan er druk in de matrix die scheurgroei bemoeilijkt

- b. Grotere korrelgrootte $\Rightarrow$ verhogen van taaiheid door microscheuren

Wel overgang van tetragonaal naar monokliene structuur. Deeltjes zijn groot genoeg om matrix te 'verscheuren' waardoor microscheurtjes ontstaan waardoor grotere vervormingen mogelijk zijn en dus een verhoging van de taaiheid

3. Waarom gebruikt men in volgende gevallen keramische materialen?

a) onderkant van de space shuttle

Sterkte bij hoge temperaturen

b) hartkleppen

Corrosiebestendigheid

c) trekstenen

Hardheid

d) verbrandingsmotor

Slijtvastheid

4. Welke kunststof is dit? [c-c-c-c-c-c-c-...c=c]

Polyethyleen

a) Hoe wordt deze stof gesynthetiseerd en hoe gaat dit in zijn werk?

Additie-reactie startende van etheen.

Men voegt bij etheen een initiator/katalysator toe die met één van de twee C-atomen een binding aangaat waardoor er één elektron vrijkomt. Dit vrije elektron stelt het gebonden etheen-molecule in staat om een binding aan te gaan met een ongebonden etheenmolecule. Dit proces herhaalt zich meerdere malen zodat er een lange keten wordt gevormd, een polymeer.

b) Is dit een thermoplast of thermoharder?

thermoplast

c) Becijfer de stijfheid.

E: 1-2 GPa

Treksterkte: 25 MPa

d) Geef de belangrijkste fysische kenmerken.

Goede taaiheid, recycleerbaar, licht, lasbaar, beperkte krimp, viskeus

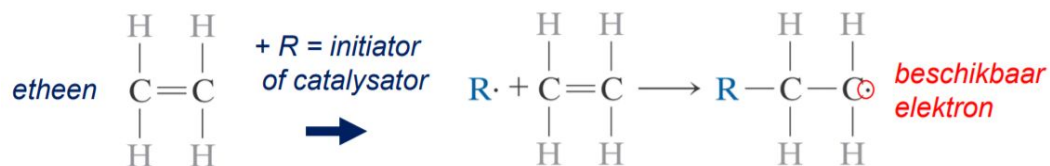
e) Geef enkele concrete toepassingen.

Krimpkousen, krimpfolies, leidingen, vuilniszakken en composieten(als matrix en vezel)

5. Geef alle mogelijke manieren om synthetische macromoleculen te maken bij polymeren, evenals de reacties en de eigenschappen van het verkregen eindproduct.

a. Additiepolymerisatie:

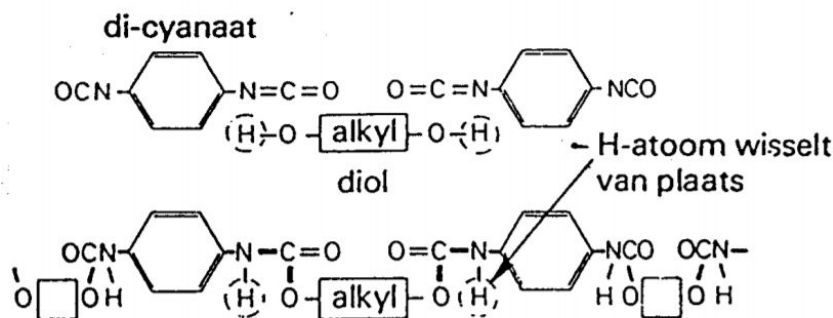
Enkelvoudige molecule + initiator/katalysator → verbonden complex met vrij elektron om binding aan te gaan met een ander enkelvoudige molecule



Levert een thermoplast

b. Poly-additie:

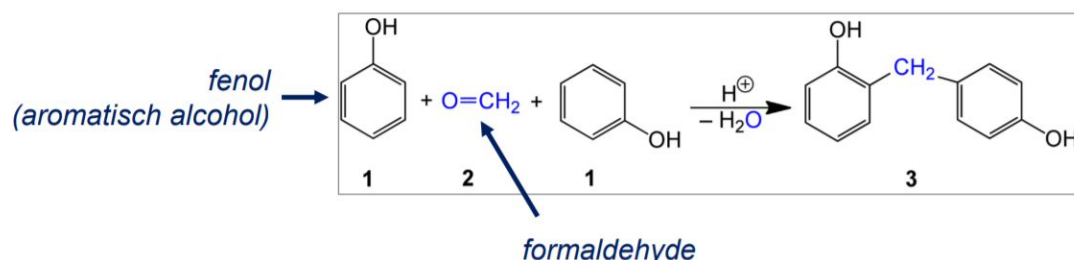
2 monomeren + energie → verbonden complex tussen 2 van de ene en 1 van de andere monomeer



lineaire moleculeketen (polyadduct)

Levert een thermoplast: zacht-elastisch tot hard-taai

c. Poly-condensatie:



Levert een thermoharder (hier: bakeliet)

Lage elektrische geleidbaarheid, hoge warmteweerstand, hoge stijfheid, hoge sterkte

6. Wat kan je vertellen over kristallisatie. Geef ook 2 voorbeelden van kunststoffen die kunnen (gedeeltelijk) kristalliseren.

Niet-vertakte en isotactische moleculen passen in elkaar, zijgroepen komen in dalen van nevenliggende molecules te liggen. Vooral gestimuleerd bij korte, lineaire ketens. Wordt afgewisseld met amorse gebieden, bevordert door langzame afkoeling vanuit smelt.

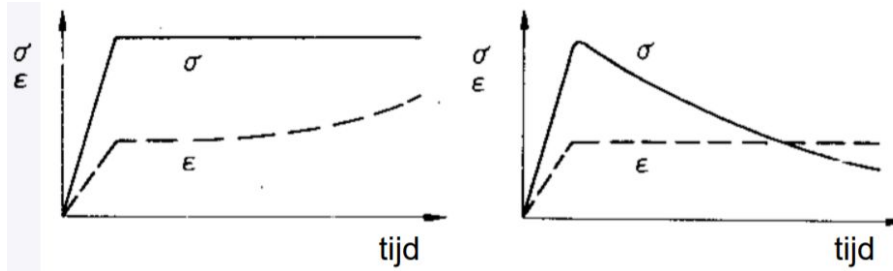
Voorbeelden: polyetheen en natuurrubber

7. Wat is kruip en wat is relaxatie? Onderscheid tussen beide? Geef van elk een voorbeeldtoepassing?

Waarom zijn thermoplasten hier gevoeliger voor?

Kruip: toenemende vervorming bij constante spanning, $E_c(t) = \frac{\sigma_0}{\varepsilon(t)}$

Relaxatie: vervorming blijft constant bij dalende spanning, $E_r(t) = \frac{\sigma(t)}{\varepsilon_0}$



Voorbeelden

Kruip: wasgoed aan een waslijn. Waslijn verlengt door de belasting van het wasgoed. Er treedt rek op doordat er schakels verspringen tov van elkaar.

Relaxatie: voorgespannen kabel in beton. De rek van de kabel blijft hetzelfde, maar de spanning zal dalen door het visco-elastisch gedrag van het materiaal.

Thermoplasten zijn hier gevoelig voor omwille van de secundaire bindingen. Ze zijn minder vormvast dan bijvoorbeeld metalen: 2 bouwstenen kunnen verspringen t.o.v. elkaar.

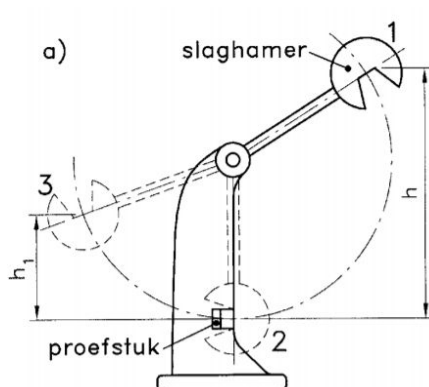
8. Beschrijf het spuitpers (spuitgiet) proces. Bij welke kunststoffen kan men dit uitvoeren? Kan men dit ook bij composieten? Zo ja, welke?

Polymeer verweekt in verwarmde kamer, plastische smelt wordt door zuiger of transportschroef in vorm gespoten waarna het gekoeld wordt onder kamertemperatuur

Dit kan men uitvoeren bij thermoplasten.

Bij composieten kan men dit uitvoeren bij thermoplastische granulaten met korte vezels

9. Bespreek het verloop van de kerfslagproef. Wat wordt hieruit afgeleid? Welke omstandigheden leiden tot een ongunstige respons? Welke materiaalgerelateerde factoren beïnvloeden de uitslag van de kerfslagproef?



Proefstaaf tussen twee steunpunten met een slag op buiging belasten waardoor er een drie-assige spanningstoestand ontstaat.

Potentiële energie W_p wordt vanaf valhoogte h omgezet in kinetische energie om proefstuk in (2) te breken waarna de hamer (3) bereikt met restenergie W_t op lagere hoogte h_1 .

Hoe lager h_1 , hoe meer energie is opgenomen door het materiaal, hoe taaier het materiaal.

Leiden tot een ongunstige respons:

- Impact: korte vervormingstijd $\Rightarrow$ grote kans op ontstaan van inwendige scheuren
- Kerf: volume vervormd materiaal beperkt tot omgeving van kerf
- Drie-assige spanningen: materiaal kan niet vrij vloeien, in geen van de drie richtingen

Materiaalgerelateerde factoren:

- Roosterstructuur: vlakken gecentreerd < hexagonaal < ruimtelijk
- Fijnkorreligheid: hoe fijner de korrel, hoe meer glijvlakken, hoe meer mogelijkheden tot plastische vervorming
- Koudvervorming: materiaal is al plastisch vervormd dus kan minder plastisch vervormen tijdens proef
- Niet-metallische insluitels

10. Definieer (kort) volgende begrippen en vermeld met welke proef (evt. proeven) deze kunnen worden nagegaan. Taaiheid, stijfheid, vermoeiingsterkte en hardingsdiepte.

Taaiheid: maat voor vervormbaarheid, recht evenredig met arbeid nodig om materiaal te breken. Proef: kerfslagproef

Stijfheid: mate waarin materiaal gaat vervormen tgv belasting, mate van weerstand tegen vervorming. Proef: trekproef (continu/intermitterend/trapsgewijs), drukproef

Vermoeiingssterkte: gemiddelde spanningsamplitude die een materiaal blijvend kan verdragen zonder dat breuk optreedt. Proef: vermoeiingsproef, omwentelingsbuigproef

Hardingsdiepte: diepte in het staal tot waar verharding optreedt. Proef: Jominy-proef

11. a) Rangschik metalen, keramieken en kunststoffen van klein naar groot volgens volgende eigenschappen: elektrische geleidbaarheid, thermische geleidbaarheid, thermische uitzetting, ontvlambaar- en brandbaarheid en nog twee andere.

Elektrische geleidbaarheid: kunststoffen < keramieken < metalen

Thermische geleidbaarheid: keramieken < kunststoffen < metalen

Thermische uitzetting: keramieken < metalen < kunststoffen

Ontvlambaarheid en brandbaarheid: keramieken < metalen < kunststoffen

b) Geef de grootte-orde van volgende eigenschappen voor metalen, keramieken en kunststoffen: stijfheid, treksterkte, breukrek (in trek), soortelijke massa.

	metalen	keramieken	kunststoffen
stijfheid	$E_{\text{staal}} = 210 \text{ GPa}$	$E = 30 \text{ GPa}$	$E = 1\text{-}5 \text{ GPa}$
treksterkte	Staal: 400 MPa	Beton, druk: 2MPa	40-60MPa
breukrek	Bijna 0	Bijna 0	> 100%
Soortelijke massa	Staal 8000 kg/m ³ Al: 2700 kg/m ³	2000-2200 kg/m ³	900-2000 kg/m ³

12. a) Bespreek koolstofvezels (max half tot één blad).

Één van de meestgebruikte versterkingsvezel,

diameter 3-7 μm ,

bekomen door opeenvolgende oxidatie (200-400°C), verkoking/pyrolyse (300-1600°C)

van een opgespannen precursor (PAN of pek), al dan niet gevolgd door grafitisering (2000-3000°C)

Hebben kleine tot licht negatieve thermische uitzettingscoëfficiënt en zijn elektrisch geleidend

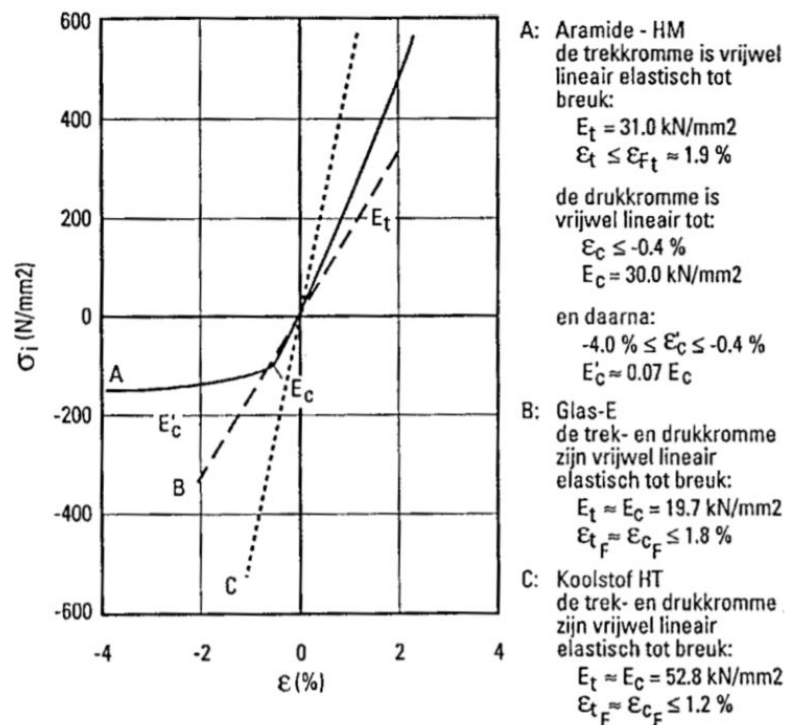
Heeft gerimpeld oppervlak omdat de precursor opgespannen werd en dus niet kan vervormen in de langse richting en dus enkel kan krimpen in de radiale richting

Soortelijke massa: 2000 kg/m³

Stijfheid: 200-700 GPa

Sterkte: 2000-5000 MPa

b) Schets het verloop van de spanning-rekkrommen in een trek- én drukproef voor glas-, koolstof- en aramidevezels. Geef ook telkens de maximale grootte-orde van de spanning en rek weer.



13. Verklaar waarom volgende materialen worden gebruikt:

a. Aluminium in blikjes

Corrosiebestand, goed vervormbaar, licht

b. Keramische korrels schuurpapier

Hoge hardheid, slijtagebestand

c. Keramische materialen motoronderdelen

Corrosiebestand (corrosieve producten in uitlaatgassen), hoge sterkte bij hoge temperatuur, minder koeling nodig ($\Rightarrow$ minder verbruik)

d. polycarbonaat in koepels

Doorzichtig, isolerend, lasbaar, impactresistent

14. Wat zijn de beproevingsmethoden voor hardheid + bespreek 1

Statisch: Brinell, Vickers, Rockwell

Dynamisch: Shore

Vickers

Indringingslichaam: stompe, vierzijdige diamanten piramide

Beproevingbelasting: geometrisch gelijkvormige indukking, belastingsgebied 98N-980N

Meetwaarde: $HV = 0.102F/A$

Weergave van de meetresultaten: voorbeeld: 640 HV 50 met $50/0.102=490N$ gedurende 10-15s, 180 HV 20/30 met $20/0.102=196N$ gedurende 30s

Toepassingsgebied:

- Allerlei materialen met zeer verschillende hardheden, zeer harde materialen
- Dunne harde oppervlaktelagen, proefbelasting klein en diagonaal indrukking kleiner dan $\frac{2}{3}$ van de laagdikte

15. Sandwichplaten uitleggen en 2 combinaties van stoffen waaruit deze kunnen bestaan en 2 voorbeelden.

Huid: metaal, glasvezelversterkte plaat

Kern: hout, schuim, honingraat van aluminium of papier

Voorbeelden: wanden laadruimte vrachtwagen, isolatiepanelen