

Kunststoffen

13.1 Additiepolymerisatie

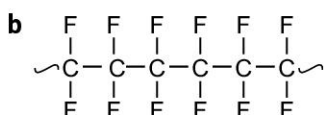
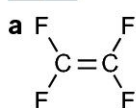
A 1

- a Geen, alle dubbele bindingen zijn opengebroken om het polymeer te vormen.
- b Met een golfje ~ dat weergeeft dat je maar een deel van het polymeer hebt getekend
- c Door middel van additiepolymerisatie en condensatiepolymerisatie

A 2 

Initiatie, propagatie en terminatie

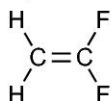
B 3



- c In de tekst staat dat het vrijwel nergens mee reageert en bestand is tegen hoge temperaturen. De stof zal dus niet gemakkelijk worden afgebroken.
- d De fluoratomen in het teflon kunnen het schadelijke gas fluor vormen, F_2 .

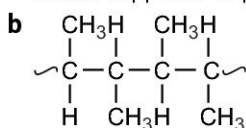
B 4

1,1-difluoretheen:

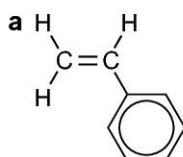


B 5 

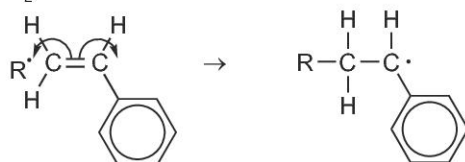
- a Ze heeft er geen rekening mee gehouden dat de C-atomen van de dubbele binding aan elkaar koppelen. In plaats daarvan heeft ze alle C-atomen op een rij gezet.

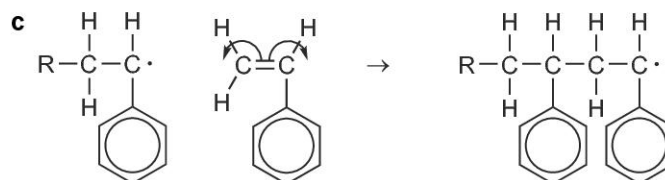


C 6

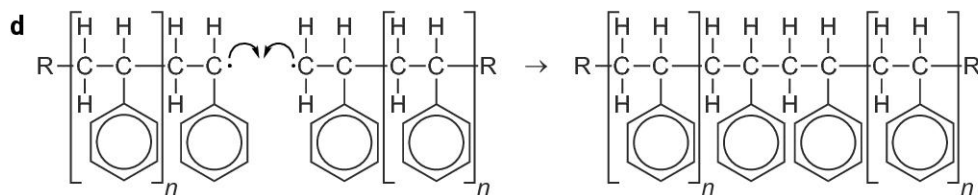
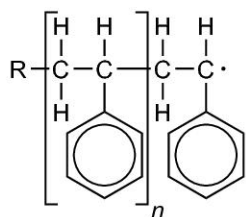


b $R_2 \rightarrow 2 R\cdot$

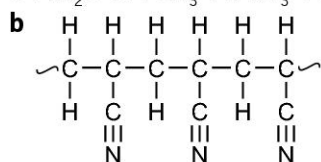




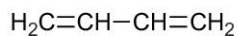
Dit proces herhaalt zich vele malen. Er ontstaat:



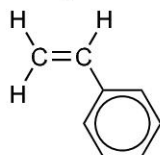
C 7 ★



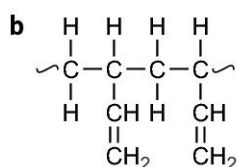
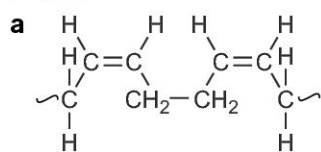
c buta-1,3-dien:



en styreen:

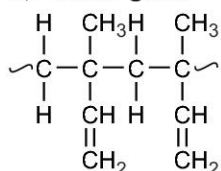


C 8

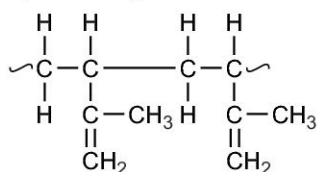


- c** Doordat er een extra methylgroep aanwezig is, is de 1,2-additie anders dan de 3,4-additie.

1,2-additie geeft:



3,4-additie geeft:



13.2 Condensatiepolymerisatie

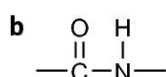
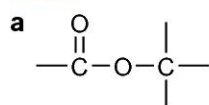
A 9

- a** Uit twee moleculen wordt een groter molecuul gevormd en een klein molecuul wordt afgesplitst.
b Een molecuul splitst in twee kleinere moleculen door de opname van water.

A 10

Een polymeer dat is gevormd uit verschillende monomeren.

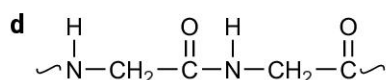
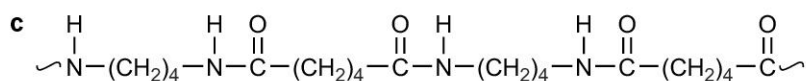
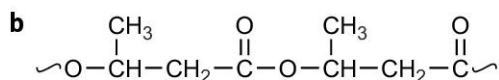
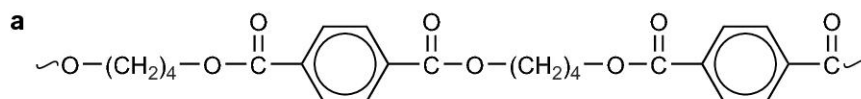
A 11



B 12

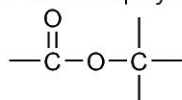
- a** Het is een nucleofiel deeltje, het houdt van kernen. Het neemt een H^+ op van het zuur.
b Het is een nucleofiel deeltje, het houdt van kernen.
c Het H^+ -ion dat in stap 1 wordt opgenomen, wordt in stap 4 weer losgelaten (met een watermolecuul ontstaat er weer H_3O^+). Het kan dus weer meedoen met een nieuwe reactie.

B 13

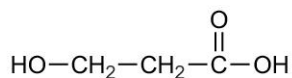


B 14

a Het is een polyester, want er zit een estergroep in.



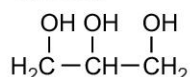
b 3-hydroxypropaanzuur



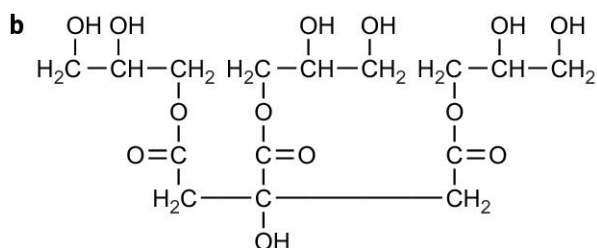
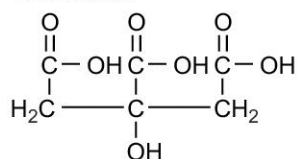
c Nee, er is maar één monomeer gebruikt om dit polymeer te maken.

B 15

a Glycerol:

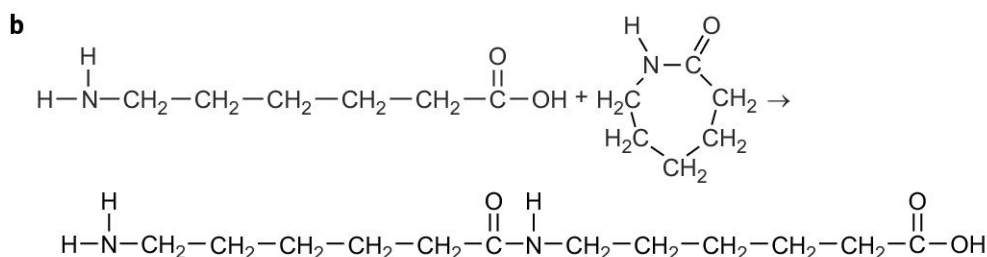
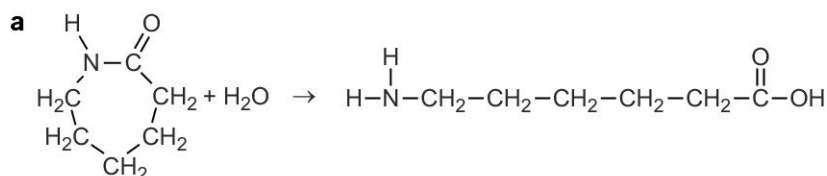


Citroenzuur:

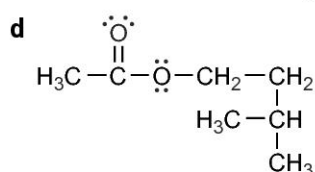
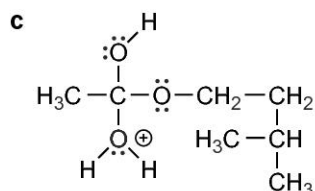
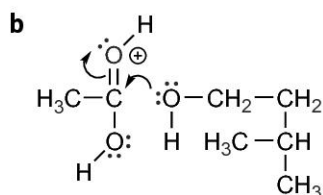
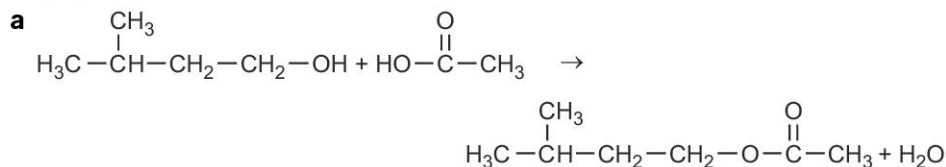
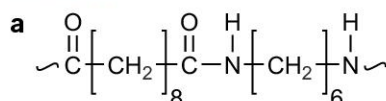


c De OH-groepen van de glycerolmonomeren kunnen reageren met de zuurgroepen van citroenzuurmonomeren. De zuurgroepen van de citroenzuurmonomeren die nog niet gereageerd hebben kunnen zelf weer reageren met nieuwe glycerolmonomeren. Zo kan er een polymeer ontstaan omdat er aan meerdere kanten telkens extra monomeren kunnen worden toegevoegd.

d Hergebruiken is veel beter voor het milieu. Bij het afbreken blijft er dan wel geen afval over, maar alle energie die is gestoken in het maken van de stoffen gaat wel verloren.

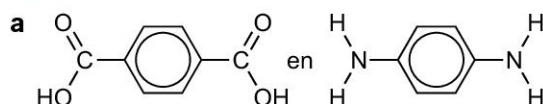
C 16 ★

c Nee, er wordt geen klein molecuul afgesplitst.

C 17**C 18** ★

b HCl, waterstofchloride

c De 6 is het aantal C-atomen afkomstig van het diamine, de 10 is het aantal C-atomen afkomstig van het dizuurchloride.

C 19

b Door de aanwezigheid van NH-groepen en C=O-groepen kunnen de losse ketens onderling waterstofbruggen vormen, daarnaast zijn de polymeermoleculen gestrekt en hebben ze sterke covalente bindingen. Je gebruikt bij dit deel van je verklaring het microniveau, maar dat alleen is niet voldoende om de sterkte te verklaren. De sterkte wordt ook veroorzaakt door de wijze waarop de polymeerketens in laagjes zijn geordend en daarna in vezels zijn gerangschikt. Dat deel is het mesoniveau. Voor het verklaren van de sterkte van kevlar moet je dus kijken naar het microniveau en naar het mesoniveau.

13.3 Eigenschappen

A 20 ●

a Een thermoplast wordt zacht bij verwarmen, een thermoharder niet.

b Een thermoplast bestaat uit losse molecuulketens. Bij een thermoharder zijn deze ketens gekoppeld met crosslinks. Het zijn netwerkpolymeren.

B 21 ●

- a**
- De grootte van de zijketens van het polymeer
 - De polymerisatiegraad
 - De aanwezigheid van weekmakers

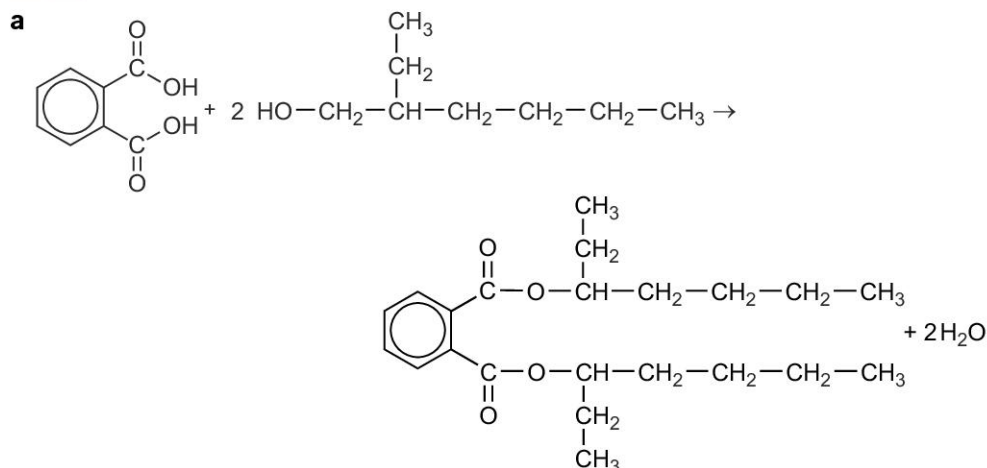
- b** De flexibiliteit van thermoharders hangt op microniveau af van hoe lang de crosslinks zijn en op macroniveau van hoe dun het materiaal is.

Zijketens en weekmakers hebben geen effect omdat de polymeerketens door de crosslinks slecht langs elkaar kunnen bewegen en niet verder uit elkaar kunnen. Een hogere polymerisatiegraad verandert niets aan de beweeglijkheid van het netwerk omdat er tussen langere ketens ook meer crosslinks zullen zijn.

B 22

- a** Nee, de substitutiëreactie met chloor verloopt volkomen willekeurig. In pvc daarentegen bevat elke monomeereenheid één chlooratoom, niet meer, niet minder.
- b** Bij gelijke temperatuur is gechloreerd polyetheen harder en minder flexibel dan 'gewoon' polyetheen, omdat de chlooratomen veel groter zijn dan de waterstofatomen.

B 23



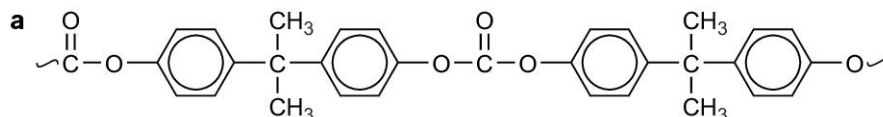
- b** Bij een hogere massa is de migratiesnelheid van de weekmaker lager.
- c** 1,0 L zonnebloemolie = 0,92 kg (de dichtheid is gegeven). Per kg olie is toegestaan 40 mg DOP.
Per 0,92 kg olie is toegestaan: $0,92 \text{ kg} \times 40 \text{ mg kg}^{-1} = 36,8 \text{ mg DOP}$.
De verpakking bevat 28 massaprocent DOP.

Dat is $\frac{28}{100} \times 50 \text{ g} = 14 \text{ g DOP} = 14 \cdot 10^3 \text{ mg DOP}$.

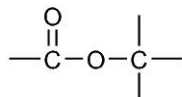
Er mag migreren: $\frac{36,8}{14 \cdot 10^3} \times 100\% = 0,26\% \text{ DOP}$.

- d** Tafelazijn is een oplossing van azijnzuur in water, dat wil zeggen een uiterst hydrofiele omgeving; het *hydrofobe* DOP zal nu grotendeels in het plastic blijven.

B 24

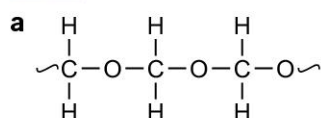


- b** De stof bevat estergroepen:

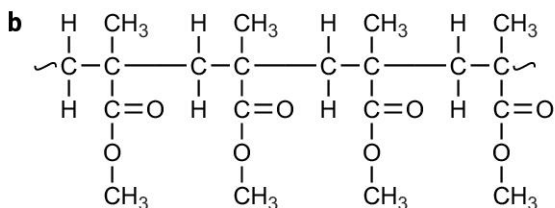
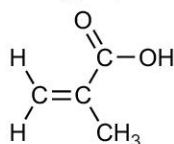
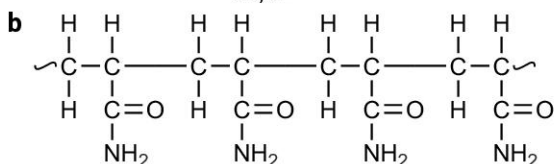
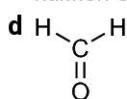
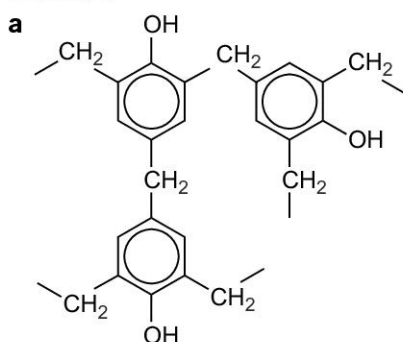


- c** Een thermoplast, er is geen netwerkstructuur.

B 25

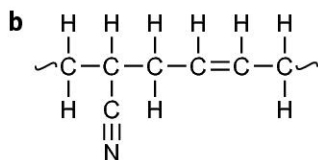
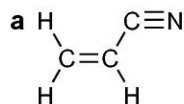


- b** Het molecuul water. Twee van de H-atomen van de NH_2 -groep vormen met een O-atoom van de paraformaldehyde een watermolecuul.

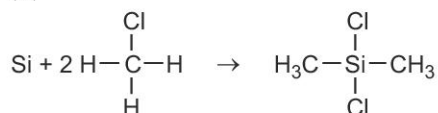
C 26**a** methylpropeenzuur**c** Een thermoplast, er is geen netwerkstructuur.**d** De molecuulformule van methylmethacrylaat is $C_5H_8O_2$. De molecuulmassa van dit monomeer is 100,11 u.De gemiddelde polymerisatiegraad is $\frac{2,5 \cdot 10^6}{100,11} = 2,5 \cdot 10^4$ (monomeereenheden).**C 27****a** De massa van een watermolecuul is 18,02 u. De massa van acrylamide is 71,08 u. Dit betekent dat er $\frac{71,08 \times 100}{18,02} = 3,9 \cdot 10^2$ watermoleculen per acrylamide eenheid gebonden zijn.**c** Een molecuul N,N-methyleen-bisacrylamide heeft twee C=C-bindingen. Die C=C-bindingen kunnen elk in een verschillende keten terechtkomen.**C 28** ★**b** Water, methanal ($H_2C=O$) reageert met twee benzeenringen. De $-CH_2-$ komt als verbinding tussen twee benzeenringen en de H's van de benzeenringen vormen met de O van methanal water.**c** Eén molecuul fenol koppelt met drie moleculen methanal; elk molecuul methanal moet het echter delen met een ander fenolmolecuul; de verhouding tussen fenol en methanal is daarom $1 : \frac{3}{2} = 2 : 3$.**d** De stof heeft een netwerkstructuur.**e** Een overmaat fenol impliceert een ondermaat methanal. Er zal nu onvoldoende methanal beschikbaar zijn om tot een netwerkstructuur te komen; in plaats daarvan zullen overwegend ketens worden gevormd door reactie van fenol en methanal in de verhouding $1 : \frac{2}{2} = 1 : 1$.

Afsluiting

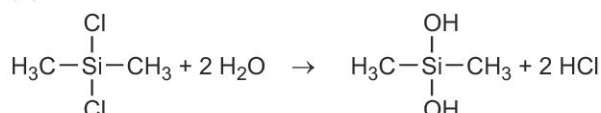
1



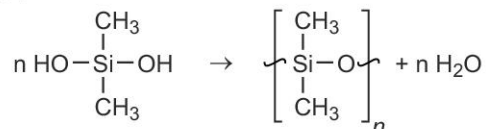
2

a (1)

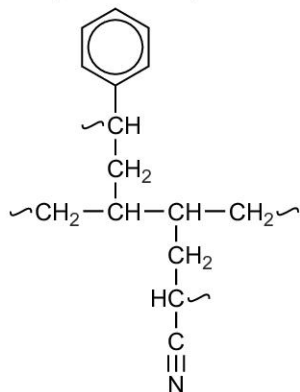
(2)

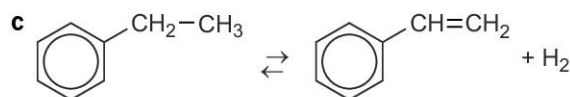


(3)

**b** Een condensatiepolymerisatie. Er wordt water afgesplitst.**c** Door reactie met H_2O ontstaat hieruit $(\text{CH}_3)_3\text{SiOH}$, dat een ketenstop kan veroorzaken. De polymerisatiegraad neemt daardoor af.**d** Er ontstaan dan deeltjes met drie OH-groepen. Deze deeltjes kunnen aan de polymerisatie deelnemen. Er zal daardoor een netwerkpolymeer ontstaan. De flexibiliteit zal dan afnemen en het wordt waarschijnlijk minder geschikt als rubber en als olie.

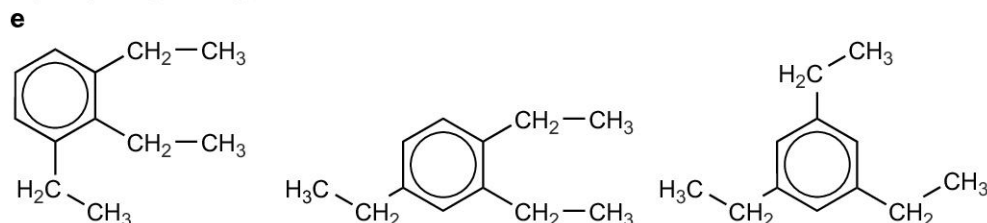
3

a $\sim\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\sim$ **b** Er zijn meerdere juiste antwoorden mogelijk.

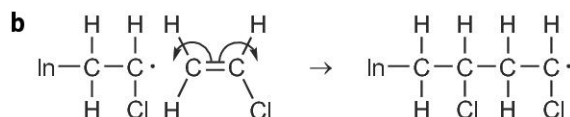
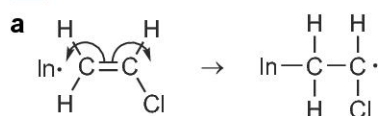


d De temperatuur moet hoog zijn, want bij temperatuurverhoging verschuift de ligging van het evenwicht naar de endotherme kant en dat is naar rechts, waardoor de jaaropbrengst hoger is.

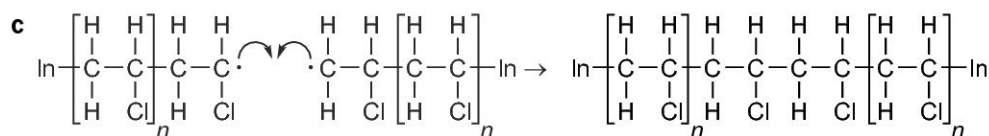
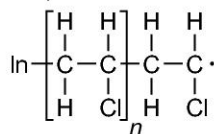
De temperatuur moet hoog zijn, want dan gaan de reacties sneller en dan is de jaaropbrengst ook groter.



4



Dit proces herhaalt zich vele malen. Er ontstaat:

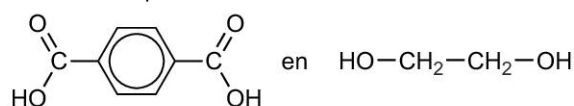


5

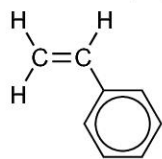
a Het metselwerk bevat kristalwater dat vrijkomt wanneer de temperatuur te hoog wordt. Hierdoor veranderen de materiaaleigenschappen.

b Als de kunststoffen thermoplasten zijn, dan kunnen ze worden omgevormd tot een flesje. Zowel pet als polystyreen bevatte lineaire moleculen. Er is geen sprake van een netwerkstructuur. Het zijn dus thermoplasten. Beide behoren tot de stoffen die aan een 'tweede leven' kunnen beginnen.

c monomeren pet:



monomeer polystyreen:



- d** Pet is een polyester. Bij de vorming van esterbindingen worden watermoleculen afgesplitst. De vorming van pet is dus een polycondensatie.
Wanneer een molecuul polystyreen wordt gevormd uit moleculen styreen worden dubbele bindingen opgebroken. De vorming van polystyreen is dus een polyadditie.

6 ★

- a** $\text{SiO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Si}(\text{OH})_4 + \text{H}_2\text{O}$
- b** Als de molverhouding $\text{RSi}(\text{OH})_3 : \text{Si}(\text{OH})_4$ stijgt, zullen zich aan het oppervlak van de zich ontwikkelende nanodeeltjes meer R-groepen bevinden. Verdere groei wordt hierdoor gehinderd omdat R-groepen niet met elkaar of met OH-groepen kunnen reageren. Hierdoor zullen de nanodeeltjes kleiner zijn.
- c** 2 moleculen $\text{RSi}(\text{OH})_3$ en 1 molecuul $\text{Si}(\text{OH})_4$ vormen $\text{R}_2\text{Si}_3\text{H}_{10}\text{O}_{10}$. Alle H-atomen vormen water, dus er ontstaat 5 H_2O . De formule van de aerogel is dan $\text{R}_2\text{Si}_3\text{O}_5$. Dus $x = 2$, $y = 3$ en $z = 5$.
Of:
 $2 \text{RSi}(\text{OH})_3 + \text{Si}(\text{OH})_4 \rightarrow \text{R}_2\text{Si}_3\text{O}_5 + 5 \text{H}_2\text{O}$
Dit geeft: $x = 2$, $y = 3$ en $z = 5$
- d** Een voorbeeld van een juist antwoord is: de NH-binding is polair, zodat het N-atoom een kleine negatieve lading heeft. Positieve metaalionen worden aangetrokken door het (licht negatieve) N-atoom.
- e** Een voorbeeld van een juist antwoord is: de NH_2 -groep reageert als een (zwakke) base. Bij $\text{pH} = 7$ is een deel van de NH_2 -groepen omgezet tot NH_3^+ -groepen. Bij lagere pH zijn meer NH_3^+ -groepen aanwezig. Deze stoten de positieve metaalionen af, zodat de binding van metaalionen bij lagere pH minder goed zal zijn.