

# Bereiding van een tijdelijke crosslinked polymeer

## 1) Materiaal

- 1 veiligheidsbril
- 1 spuitfles met water
- 1 maatcilinder 25 ml
- 1 bekglas 100 ml
- 1 flesje methylrood indicator
- 20 ml polyvinylalcohol
- 5 ml natriumboraatoplossing
- 1 glazen roerstaaf
- 2 glazen pipetten 5 ml
- 1 pipetpeer
- Enkele druppels HCl-oplossing (2M)
- Enkele druppels NaOH-oplossing (2M)
- 1 verwarmingsplaat
- 1 weegbalans
- 1 plastic weegschuitje



## 2) Etiketten

<b>Polyvinylalcohol</b> (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O) <sub>n</sub>	
Gevaar	CAS 9002-89-5
WCK = 1	KHLim

<b>Waterstofchloride</b> 2 M	
HCl	
Gevaar	CAS 7647-01-0
H 314 - H 335 P 261 - P 280 - P 305 + P 351 + P 338 - P 310	
WCK = 1	KHLim MM = 36,46

<b>Natriumtetraboraat</b> 0,1 M	
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	
Gevaar	CAS 1303-96-4
H 360 P 314	
WCK = 3	KHLim MM = 381,37

<b>Natriumhydroxide</b> 2 M	
NaOH	
Gevaar	CAS 1310-73-2
H 314 P 280.1+3 - P 301 + P 330 + P 331 - P 305 + P 351 + P 338	
WCK = 1	KHLim MM = 39,997

<b>Methylroodindicator</b>	
C <sub>15</sub> H <sub>15</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	
Gevaar	CAS 493-52-7
H 302 + H 312 + H 332 - H 351	
WCK = 2	KHLim MM = 269,299

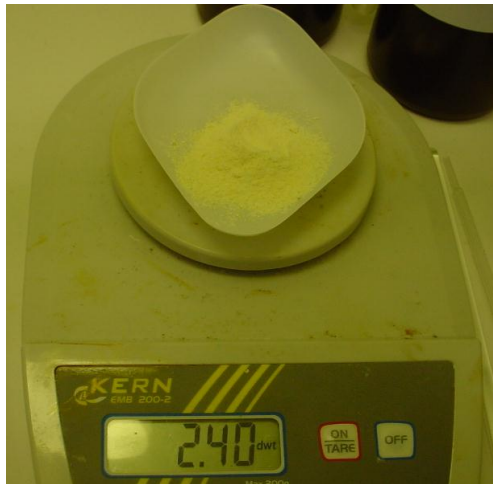
### 3) COS-brochure

Volgens de COS-brochure mag deze proef uitgevoerd worden in het secundair onderwijs als:

- Demonstratieproef, uitgevoerd door de leerkracht vanaf de 1<sup>e</sup> graad.
- Leerlingenproef in richtingen waar chemie niet als hoofdvak beschouwd kan worden vanaf de 3<sup>e</sup> graad.
- Leerlingenproef in richtingen waar chemie een hoofdvak is (vb: Techniek-Wetenschappen, Chemie, Biotechnische wetenschappen,...) vanaf de 3<sup>e</sup> graad.

### 4) Werkwijze

- Weeg 2,4 g polyvinylalcohol af.



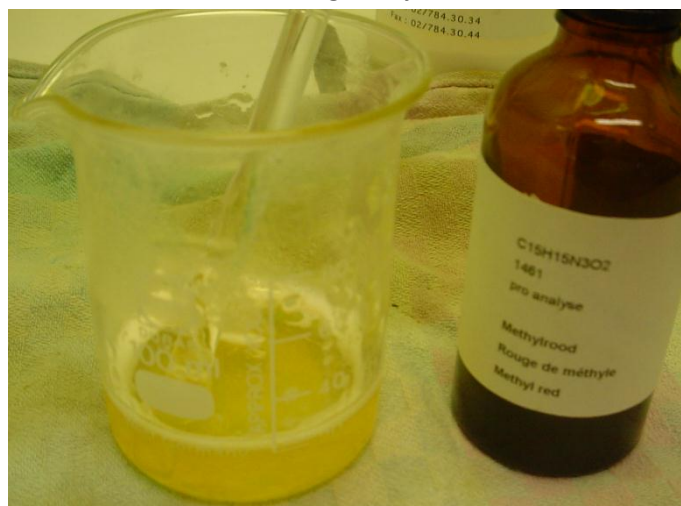
- Breng de polyvinylalcohol in een bekglas en leng aan met water tot 20 ml. De polyvinylalcohol vormt kleverige brokken en lost niet op in water.



- Los de polyvinylalcohol op in water door deze te verwarmen op de verwarmingsplaat.



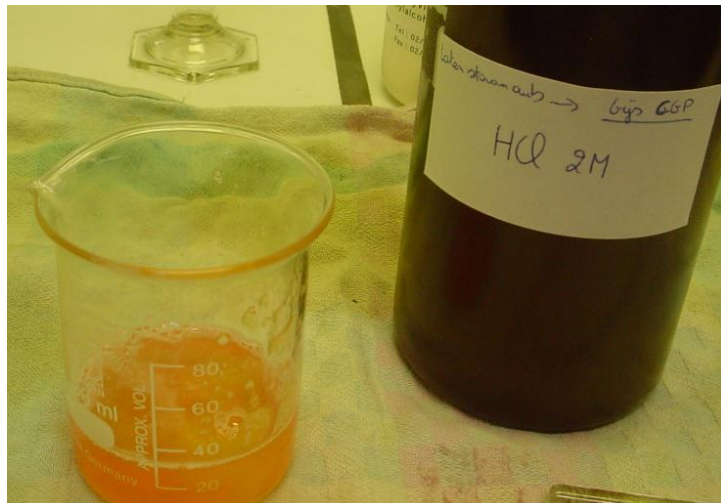
- Voeg 2 tot 3 druppels methyloordindicator toe aan het bekglas. De indicator kleurt roze in aanwezigheid van overmaat aan zuur en geel bij een overmaat aan base.



- Voeg aan het bekglas 5 ml natriumboraatoplossing toe en meng de oplossing met een glazen roerstaaf. Er ontstaat een crosslinked polymeer (slime).



- Giet overtollige vloeistof van de gel af.
- Voeg druppelsgewijs HCl toe aan de gel tot deze roze kleurt. Meng goed. In zuur milieu zal de gel terug oplossen en vloeibaar worden.



- Voeg aan de aangezuurde gel druppelsgewijs 2M NaOH. De gel zal geel kleuren en terug overgaan naar de vaste toestand. De verkregen gel is licht rekbaar en kan stuiteren.







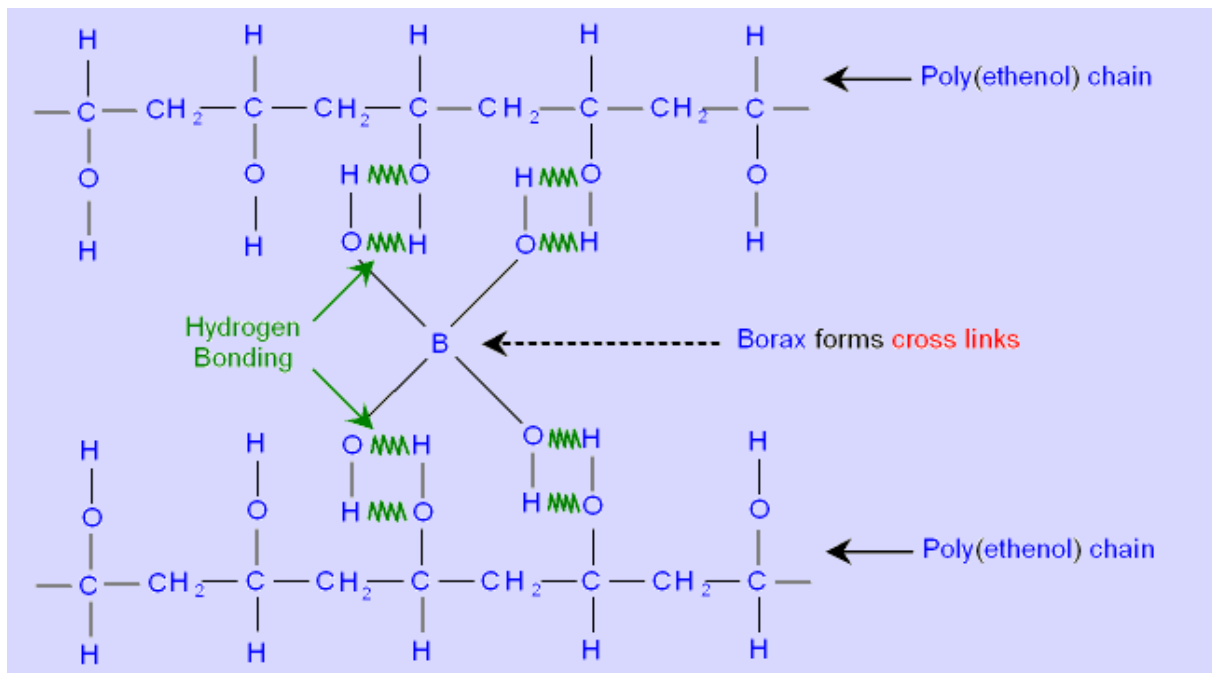
- Wikkel de gel in papier en gooi deze weg in een afvalcontainer.

### 5) Theoretische achtergrond en reacties

Crosslinkedpolymeren ontstaan door cross-linking. Dit is een bijzondere vorm van polymerisatie. Hierbij worden tussen de ketens sterke chemische bindingen of 'cross-links' / dwarsverbindingen gevormd. Deze dwarsverbindingen zijn meestal waterstofbruggen of zwavelbruggen. Het materiaal dat hierbij ontstaat, kan beschouwd worden als één groot macromolecuul waarvan de structuur zeer sterk en stijf is. Een voorbeeld hiervan zijn de epoxyharsen. Verder beïnvloeden deze dwarsverbindingen ook sterk de chemische eigenschappen van het polymeer. Naarmate er meer dwarsverbindingen aanwezig zijn in de polymeer zal deze een grotere stijfheid vertonen, minder chemisch oplosbaar worden alsook niet of minder hersmeltbaar.

Bij het maken van de crosslinkedpolymeer in deze proef werd natriumtetraboraat of borax gebruikt. Bij het maken van de natriumtetraboraatoplossing (oplossen van borax in water) worden er ionen gevormd:  $B(OH)_4^-$ . Deze ionen zullen reageren met de OH-groepen van het polyvinylalcohol en cross-links vormen tussen de verschillende polyvinylalcoholketens waardoor een slime gevormd wordt. Hierbij treedt dus waterstofbrugvorming op. Bij waterstofbruggen is de aantrekking tussen het waterstof –en zuurstofatoom kleiner dan bij de covalente binding. Hoe meer borax er gebruikt wordt, hoe meer dwarsverbindingen in het polymeer gevormd zullen worden.

In onderstaand reactieschema wordt de vorming van een crosslinkedpolymeer verduidelijkt. Hierbij wordt uitgegaan van borax en een polyol:



## 6) Toepassingen in het dagelijks leven

Crosslinkedpolymeren kennen diverse toepassingen als thermoharders. Zo worden crosslinkedpolymeren op basis van polyethanol veelvuldig gebruikt als isolatiemateriaal voor elektrische kabels en afvoerbuizen voor waterleidingen.

## 7) Links met filmfragmenten

<http://www.youtube.com/watch?v=-PrmSJfwy1Y>

## 8) Bronnen

<http://onderwijs-opleiding.kvcv.be/COS.pdf>

<http://www.gcsescience.com/o64.htm>

<http://www.toolbase.org/Technology-Inventory/Plumbing/cross-linked-polyethylene-pex>