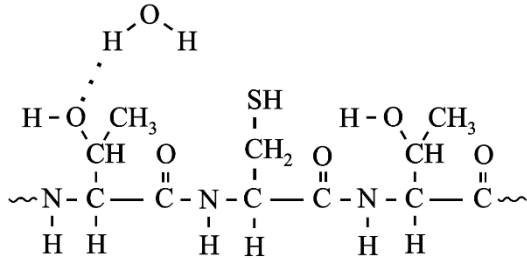


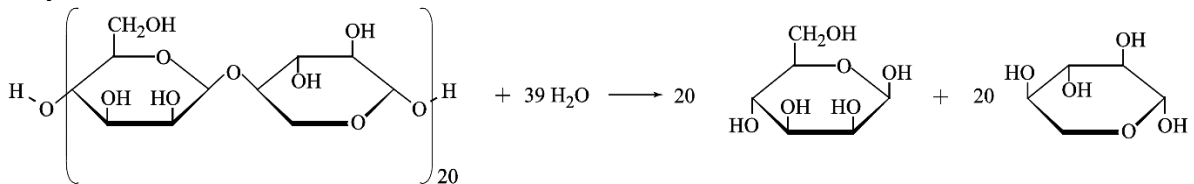
Chillen bij -60 °C

4p 1

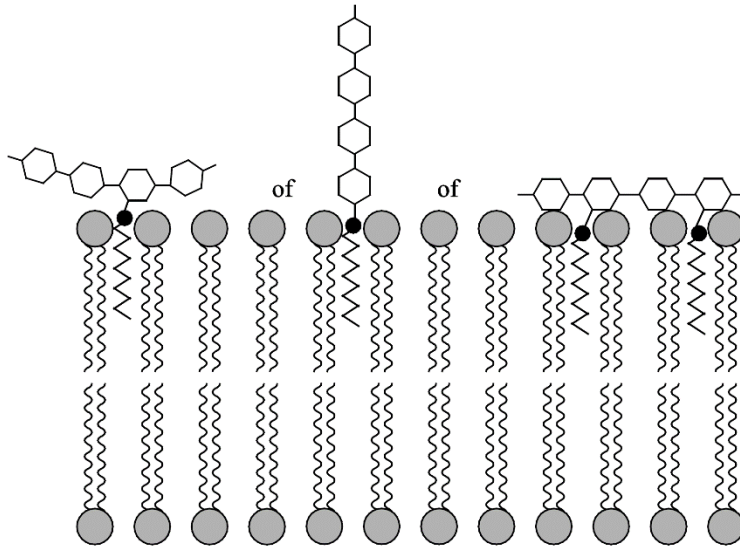


2p 2 Bij de reactie ontstaan twee H⁺ ionen. Om de ladingsbalans kloppend te krijgen moeten dus ook twee elektronen worden afgestaan (dus de SH groepen reageren als reductor). De SH groepen moeten dus reageren met een oxidator.

3p 3 Er zijn per koppeling van beide sacharide-moleculen twee moleculen H₂O nodig, maar omdat het eerste mannose- en het laatste xylose-molecuul op respectievelijk plaats 4 en 5 al een OH-groep bezitten, heb je voor een keten van *n*-eenheden zodoende 2*n* - 1 moleculen H₂O nodig voor de volledige hydrolyse.



2p 4



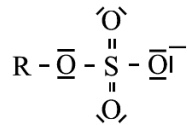
Waterstof-brandstofcel

3p 5 $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$ $\Delta E = -2,42 \cdot 10^5 \text{ J/mol } H_2 = -2,42 \cdot 10^{-1} \text{ MJ/2,016 g} = -2,42 \cdot 10^{-1} \text{ MJ/2,016} \cdot 10^{-3} \text{ kg} = -120 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} H_2$. De energiedichtheid = $120 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} H_2$
 $\Delta E = -2,42 \cdot 10^5 \text{ J/mol } H_2 = -2,42 \cdot 10^5 \text{ MJ/5,3} \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = 4,6 \cdot 10^3 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3} H_2$

2p 6 Rendement toegevoerde energie = $100 - 35 = 65\%$.
 Totale rendement = $0,65 \times 0,45 \times 100\% = 29\%$

3p 7 De molaire massa bedraagt dus 1100 g/mol
 $(7 + 2n) \times 12,01 + (13 + 4n) \times 19,00 + 6 \times 16,00 + 32,06 + 1,008 = 1100 \rightarrow n = 6,40$

- 3p **8** nodig voor omhulling: $4 + 8$ (op O-at) + 2×6 (op S-at; cov. is 6) = $4 \times 8 + 12 = 44$
 beschikbaar ($1 e^-$ van R + $1 e^-$ op O-at): $4 \times 6 + 6 + 2 = 32$
 aantal bindende elektronenparen: $(44 - 32)/2 = 1/2 = 6$
 In werkelijkheid is het aantal bindende elektronenparen 7, omdat aan één van de O-atomen de R groep is gebonden.

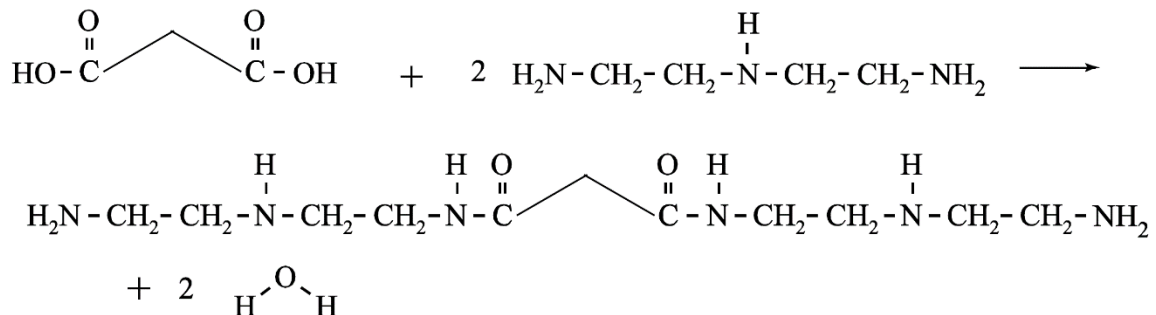


- 3p **9** Uit de halfreacties volgt dat $1 \text{ mol H}_2 \equiv 2 \text{ mol H}^+ \equiv 1 \text{ mol H}_2\text{O}$.
 Per mol H_2 wordt er $2 \times 2,7 \text{ mol H}_2\text{O}$ van het compartiment van de (-)-elektrode naar het compartiment van de (+)-elektrode meegesleept; in dit compartiment ontstaat ook nog eens $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ per mol H_2 .
 Aan het compartiment van de (+)-elektrode moet zodoende $1 + 2 \times 2,7 = 6,4 \text{ mol H}_2\text{O}$ worden afgevoerd; dit is $6,4 \text{ mol} \times 18,015 \text{ g/mol}$ per $2,016 \text{ g H}_2 = 57 \text{ g H}_2\text{O}$ per g H_2 .
 Aan het compartiment van de (-)-elektrode moet zodoende $2 \times 2,7 = 5,4 \text{ mol H}_2\text{O}$ worden toegevoerd; dit is $5,4 \text{ mol} \times 18,015 \text{ g/mol}$ per $2,016 \text{ g H}_2 = 48 \text{ g H}_2\text{O}$ per g H_2

Zelfherstellend rubber

- 3p **10** Uit de tekening blijkt dat er in het vetzuur oorspronkelijk twee dubbele bindingen respectievelijk links en rechts van een enkelvoudige bindingen voorkomen.
 $\text{H}_3\text{C} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$

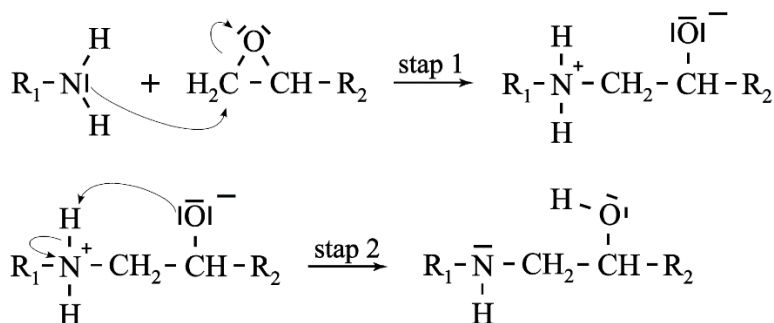
- 3p **11**



- 1p **12** Ureum is $\text{NH}_2 - (\text{C} = \text{O}) - \text{NH}_2$ dus wordt er ammoniak, NH_3 , gevormd.
- 2p **13** De moleculen op de snede bewegen/trillen op hun plaats. Ze hebben hierdoor de mogelijkheid om zo te draaien dat de waterstofbrugvormende groepen zich meer richten naar omliggende moleculen. Ze kunnen dan dus geen waterstofbruggen meer vormen met moleculen aan de buitenzijde van het materiaal / het andere deel van de breuk. Als de temperatuur hoger wordt, zullen de moleculen sneller bewegen/trillen. Hierdoor zullen de moleculen zich sneller draaien / sneller anders oriënteren.
- 2p **14** De waterstofbrugvormende groepen zullen dan waterstofbruggen vormen met watermoleculen. Hierdoor kunnen deze groepen dan geen waterstofbruggen meer met elkaar vormen.

Carbon

3p 15



- 2p 16 De epoxidegroep bevat drie atomen die elk het omringingsgetal 4 hebben. Volgens de VSEPR-theorie hoort daar een bindingshoek van $109,5^\circ$ / tetraëdrische omringing bij. De bindingshoeken in de ring van een epoxidegroep zijn (veel) kleiner / bedragen ongeveer 60° . (Deze grote afwijking in bindingshoeken veroorzaakt een lagere activeringsenergie voor het verbreken van de binding.)
- 2p 17 1 mol DET \equiv 5 mol H AHEM = 103,17 g : 5 mol = 21 g/mol
- 2p 18 Gegeven is dat de epoxy-groepen in de verhouding 1 : 1 moeten worden gemengd met de NH-groepen van het amine. Hieruit volgt 189 g di-epoxide per mol epoxidegroepen + 15 g amine per mol NH-groepen = 104 g hars. Om 100 g hars te verkrijgen is er dus $(100 \text{ g} : 204 \text{ g}) \times 189 \text{ g} = 96,6 \text{ g}$ di-epoxide nodig.
- 2p 19 Bij een grotere waarde van n neemt de dichtheid van de crosslinks af. Omdat de moleculen op minder plaatsen verbonden zijn, wordt het netwerk minder star, of Bij een grotere waarde van n neemt de dichtheid van de crosslinks af. Hierdoor wordt de sterkte van het netwerk minder bepaald door (sterke) atoombindingen en meer door de zwakkere vanderwaalsbindingen (tussen de di-epoxideketens, waardoor het materiaal beter te vervormen is).
- 2p 20 Door de voorbehandeling ontstaan C=O groepen, OH groepen en COOH groepen. Deze groepen kunnen met de in de epoxyhars aanwezige OH groepen / N atomen waterstofbruggen vormen / dipooldipoolbindingen aangaan. Door deze waterstofbruggen/dipooldipoolbindingen ontstaat een sterkere hechting van de koolstofvezels met de epoxyhars dan wanneer alleen vanderwaalsbindingen aanwezig zouden zijn of: door de voorbehandeling ontstaan epoxidegroepen. Deze kunnen reageren met nog aanwezige NH / OH groepen in de epoxyhars.
- 2p 21 De opgenomen zuurstofatomen nemen plaats in tussen de koolstoflaagjes. Hierdoor kunnen de koolstoflaagjes niet meer goed op elkaar liggen / is meer tussenruimte ontstaan. Door de grotere afstand tussen de koolstoflaagjes wordt de vanderwaalsbinding tussen de koolstoflaagjes zwakker.

Duurzame ammoniak

- 2p 22 Na R2 is het volumepercentage van CO in het gasmengsel lager, dus het evenwicht is naar rechts verschoven. In R2 heerst een lagere temperatuur dan in R1, dus de reactie naar rechts is exotherm (want door temperatuurverlaging wordt warmte onttrokken en verschuift het evenwicht naar de exotherme kant en dat is hier naar rechts).
- 1p 23 Door de hoge(re) temperatuur in R1 wordt de reactiesnelheid groter, of de insteltijd van het evenwicht korter, of de omzettingssnelheid van CO groter.
- 2p 24 Koolstofdioxide kan worden afgescheiden van de overige gassen door het gasmengsel af te koelen. Het zal bij een hogere temperatuur condenseren dan de overige gassen, of In water opgelost koolstofdioxide gedraagt zich als een zwak zuur. Het CO₂ kan worden afgescheiden van de overige gassen door het gasmengsel door een basische oplossing te leiden. Het opgeloste CO₂ reageert met de oplossing, terwijl de overige gassen niet reageren en ook niet oplossen.
- 3p 25 $\Delta E = E_{\text{reactieproducten}} - E_{\text{beginstoffen}} = \{(0,40 \times -3,935 + -0,459) - (0,40 \times -0,75 + 0,70 \times -2,42)\} \cdot 10^5 \text{ J/mol NH}_3 = (-2,033 + 1,994) \cdot 10^5 \text{ J/mol} = -3,9 \cdot 10^3 \text{ J/mol NH}_3$

- 3p **26** Aantal mol $\text{CH}_4 = 1,25 \times 0,40 = 0,5 \text{ mol} \equiv 1,0 \text{ mol NH}_3$. Hieruit volgt voor de RV:
 $0,50 \text{ CH}_4 + 0,25 \text{ O}_2 + 0,50 \text{ H}_2\text{O} + 0,50 \text{ N}_2 \rightarrow 0,50 \text{ CO}_2 + 1,0 \text{ N}_3$
- 2p **27** Er ontstaat meer CO_2 voor dezelfde hoeveelheid H_2 wanneer zware stookolie wordt gebruikt. Ook is het energieverbruik bij zware stookolie hoger, dus nafta verdient de voorkeur.
- 2p **28** massa droog houtafval $(1,00 - 0,35) \times 2,7 \text{ kg} = 1,755 \text{ kg}$
massa C in droog afval $= 0,51 \times 1,755 \text{ kg} = 0,895 \text{ kg}$
massa $\text{CO}_2 = 0,895 \text{ kg} \times (M_{\text{CO}_2} / M_{\text{C}}) = 0,895 \times (44,01 \text{ kg/kmol} : 12,01 \text{ kg/kmol}) = 3,3 \text{ kg CO}_2$ per kg NH_3
- 2p **29** Van de 4,1 kg CO_2 die vrijkomt uit het houtafval is 3,3 kg afkomstig uit koolstof in de biomassa. Omdat deze CO_2 bij de groei van de biomassa uit de atmosfeer is opgenomen kun je stellen dat er per saldo $4,1 - 3,3 = 0,80 \text{ kg CO}_2$ vrijkomt die niet is gebruikt voor de groei.
De besparing aan CO_2 ten opzichte van het gebruik van aardgas is zodoende $1,9 - 0,80 = 1,1 \text{ kg CO}_2$.