

Oefentoets polymeren havo en vwo

Opgave 1 Kunststofrecycling

Sinds een aantal jaar wordt in Nederland kunststof op verschillende manieren apart ingezameld. In het scheikundige tijdschrift 'chemische feitelijkheden' is een stuk gepubliceerd over de recycling van dit kunststofafval. Enkele passages uit dit artikel zijn hiervan weergegeven en daar aan de hand daarvan worden vragen gesteld.

Polymeren

Kunststoffen bestaan uit lange, ketenvormige moleculen, in de chemie polymeren genoemd (Grieks: *poly* is veel en *meros* is deel). Polymeren zijn opgebouwd uit monomeren die samen lange ketens vormen. Die ketens worden gevormd tijdens een zogeheten polymerisatiereactie. De monomeren zijn bij de meest voorkomende kunststoffen van één type. Polyetheen bestaat bijvoorbeeld uit lange ketens van etheenmoleculen.

Bron: **Chemische feitelijkheden nr. 285 'kunststofrecycling', juli 2012**

Polyetheen is onder te verdelen in lage dichtheid polyetheen (LDPE) en hoge dichtheid polyetheen (HDPE). De dichtheid van LDPE is $0,88 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ en de dichtheid van HDPE is $0,96 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

- 1) 2p (I) Beschrijf een manier om een mengsel van LDPE en HDPE te scheiden in beide soorten polyetheen.

.....

.....

.....

.....

Polyetheen is een additiepolymeer.

- 2) 2p (T1) Geef de polymerisatiereactie van etheen tot polyetheen in structuurformules weer. Maak hierbij gebruik van drie monomeereenheden.

Verbranden kan altijd nog

Circa 4 procent van alle aardolie wordt gebruikt als grondstof voor kunststoffen. Nog eens eenzelfde percentage van de olie (of het equivalent in aardgas) is nodig om de energie op te wekken om het productieproces uit te voeren. Wanneer kunststoffen worden verbrand in afvalcentrales, leveren ze energie. Verbranding in zo'n centrale wordt daarom gezien als thermische terugwinning, hoewel uitsluitend een deel van de energie die erin is gestopt weer wordt teruggewonnen. Sommigen beschouwen kunststoffen zelfs enkel als nuttige tussenfase tussen boorput en energiecentrale.

Bron: **Chemische feitelijkheden nr. 285 'kunststofrecycling', juli 2012**

In de tekst wordt beschreven dat sommige mensen kunststoffen zelfs enkel beschouwen als nuttige tussenfase tussen boorput en energiecentrale. Voor de bewerking van aardolie tot grondstof voor kunststoffen is energie nodig. Volgens de tekst is er een eenzelfde percentage aardolie nodig voor het opwekken van energie als dat er gebruikt wordt als grondstof voor kunststoffen.

3) 1p (T2) Welke aanpassing in het productieproces is noodzakelijk zodat de 'tussenfase' kunststof niet bij hoeft te dragen aan het versterkte broeikaseffect?

.....

.....

.....

.....

Kraken

Een manier om sorteren te vermijden is feedstockrecycling. Het doel is niet de kunststof opnieuw te gebruiken, maar de oorspronkelijke grondstoffen: de monomeren of, nog rigoureuzer, de olie waaruit het plastic ooit werd gemaakt. Zowel Eastman Chemical Company als DuPont heeft bijvoorbeeld een proces ontwikkeld om polyethyleentereftalaat (PET) terug te brengen tot de uitgangsstoffen glycol en tereftalaat. Door toevoeging van glycol, methanol, ammonia of water en verhitting ontleedt PET- polymeer. Vervolgens kun je via destillatie of kristallisatie de uitgangsstoffen weer zuiver in handen krijgen om ze opnieuw te gebruiken. Het werkt, maar kan economisch gezien niet concurreren met het mechanisch recyclen van PET. Bij mechanisch recyclen wordt het PET versnipperd, gewassen (om etiketten, restanten frisdrank etc. te verwijderen) en gedroogd.

Bron: **Chemische feitelijkheden nr. 285 'kunststofrecycling', juli 2012**

Uitgangspunt 6 van de groene chemie (zie binas) gaat over energie efficiënt ontwerpen.

4) 2p (T1) Leg met behulp van bovenstaand uitgangspunt van de groene chemie uit dat feedstockrecycling van PET niet groen is.

.....

.....

.....

.....

Plasticflessen zijn vaak van PET gemaakt. Om ervoor te zorgen dat plastic flessen hun vorm behouden, maar desondanks toch nog ingedeukt kunnen worden zonder kapot te gaan, worden hieraan weekmakers toegevoegd.

5) 1p (T2) Geef op mesoniveau aan hoe een weekmaker werkt.

.....
.....
.....
.....
.....

Hergebruik

Gebruikt plastic verwarmen en vormen tot een nieuwe toepassing heet primaire recycling of closed loop recycling. Een bekend voorbeeld is het ‘omsmelten’ van gebruikte PET-flessen om er nieuwe producten van te maken. Het materiaal PET wordt versnipperd, gewassen (om etiketten, restanten frisdrank etc. te verwijderen) en gedroogd. De snippers worden gemengd in een extruder, een verwarmd kneedapparaat. Als het plastic is afgekoeld wordt het fijngehakt tot kleine korrels (granulaat). Dit is de grondstof voor nieuwe flessen of kunststofgaren voor fleecetruien of tapijt.

Bron: **Chemische feitelijkheden nr. 285 ‘kunststofrecycling’, juli 2012**

6) 2p (R) Leg uit waarom primaire recycling (ofwel closed looprecycling) alleen bij thermoplasten plaats kan vinden en niet bij thermoharders. Leg hierbij ook uit wat er gebeurt bij thermoharders als je het toch probeert.

.....
.....
.....
.....
.....

Opgave 2 Nylon wordt groener

In het wetenschappelijk tijdschrift Science werd de hieronder vertaalde passage gepubliceerd.

Het valt te bediscussiëren of de wereld er beter op is geworden door de uitvinding van de panty's, maar een nieuwe route voor het maken van nylon (het polymeer van de meeste panty's) is beduidend beter voor de wereld. Ozon-bubbels en ultraviolet licht stellen chemici in staat om een grondstof te maken voor nylon zonder de kenmerkende productie van broeikasgassen. Deze bevinding is gepubliceerd op 19 December 2014 in Science. Nylon wordt normaal gesproken gemaakt van onder andere hexaandizuur. Om hexaandizuur te maken laten chemici cyclohexaan reageren met het corrosieve salpeterzuur. Bij deze reactie wordt stikstofoxide geproduceerd, dat de ozonlaag kan aantasten. Daarnaast is stikstofoxide een 300 keer sterker broeikasgas dan koolstofdioxide. De mens produceert jaarlijks 8 miljoen ton stikstofoxide waarvan 8% afkomstig is uit de nylonindustrie. Om dit te voorkomen hebben de scheikundigen Chu Hwang en Arunachalem Sagadevan van de nationale Tsing Hua universiteit in Hsinchu, Taiwan, salpeterzuur vervangen met bubbels van ozon (O₃) en ultraviolet licht. Het ultraviolette licht zorgt voor de omzetting van ozon naar zuurstofgas en zeer reactieve zuurstofatomen. Deze zuurstofatomen reageren zeer snel met cyclohexaan waardoor de ring openbreekt en hexaandizuur wordt gevormd.

Bron: <https://www.sciencenews.org/article/nylon-goes-green>

De reactie van ozon naar zuurstof onder ultraviolet licht, is een ontledingsreactie.

1) 2p (R) Leg uit van welk type ontledingsreactie hier sprake is?

.....

2) 3p (T2) Leg uit of de ontleding van ozon een endotherme of exotherme reactie is. Maak hierbij een berekening m.b.v. Binas tabel 57.

.....

3) 2p (T1) Leg uit waarom het ultraviolette licht noodzakelijk is tijdens deze ontledingsreactie.

.....

4) 2p (R) Teken het bijbehorende energiediagram voor de ontleding van ozon.

In regel 6 en 7 wordt beschreven wat de standaard methode is voor het maken van de grondstoffen voor nylon.

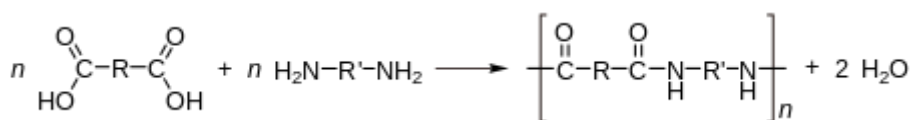
- 5) 3p (T2) Stel de hierin beschreven reactievergelijking op en maak deze kloppend. Ga er van uit dat er water, stikstofdioxide en stikstofmonoxide ontstaat en dat de verhouding tussen stikstofdioxide en stikstofmonoxide 2 op 1 is.

.....

- 6) 5p (T2) Bereken het verschil in atoomeconomie voor de in het artikel voorgestelde aanpassing in het productie proces van nylon. Neem aan dat 5 ozonmoleculen reageren met 1 molecuul cyclohexaan.

.....

De meeste nylonsoorten worden gesynthetiseerd door condensatiepolymerisatie van een dicarbonsuur en een diamine. Er ontstaat een copolymeer waarbij de beide monomeren elkaar in de polymeerketen afwisselen. De bekendste variant is nylon-6,6. De 6,6 staat voor het aantal koolstof atomen in de grondstoffen. De eerste 6 van nylon-6,6 staat voor de zes koolstofatomen in hexaan-1,6-diamine en de tweede 6 van nylon-6,6 staat voor het aantal koolstof atomen in het hexaandizuur. Doordat de monomeren 6 koolstof atomen bevatten wordt het hiermee gevormde nylon-6,6 genoemd. Er bestaat ook nylon-4,6. De algemene reactie voor de vorming van polyamide uit dicarbonsuur en diamine is:



Bron: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Nylon>

- 7) 3p (T1) Geef de structuurformule van nylon-4,6. Zorg dat er minimaal 2 monomeereenheden van elk monomeer in de tekening te zien zijn.

8) 2p (T2) Leg met behulp van twee regels van de groene chemie uit waarom de in dit artikel beschreven aanpassing op het productie proces van nylon groen is.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

9) 2p (R) Leg uit aan de hand van een eigenschap op moleculair niveau (microniveau) waarom nylon een thermoplast is.

.....
.....
.....

10) 2p (I) Beschrijf op microniveau welke structuur het monomeer moet hebben om een thermoharder te kunnen maken.

.....
.....
.....
.....
.....
.....