

EcoEthanol™

Volgens velen zullen zogenoemde biobrandstoffen in de toekomst belangrijk worden. Een voorbeeld van een biobrandstof is alcohol (ethanol) die aan benzine wordt toegevoegd. Het tekstfragment dat op de bijlage bij dit examen is afgedrukt, is ontleend aan een artikel over een nieuw proces voor de fabricage van ethanol. Lees dit tekstfragment en beantwoord daarna onderstaande vragen.

In veel landen wordt ernaar gestreefd om in benzine het percentage ethanol van biologische oorsprong, zoals EcoEthanol™, te verhogen.

- 2p **1** Geef twee argumenten waarom men streeft naar een hoger percentage biobrandstof, zoals EcoEthanol™, in benzine.

In het logen-proces ontstaat bij de omzetting van de cellulose uit stro behalve glucose ook xylose, $C_5H_{10}O_5$. Bij de vergisting (fermentatie) van xylose ontstaan dezelfde stoffen als bij de vergisting van glucose.

- 3p **2** Geef de reactievergelijking voor de omzetting van de cellulose uit stro waarbij uitsluitend glucose ontstaat. Gebruik molecuulformules; neem $(C_6H_{10}O_5)_n$ als molecuulformule voor cellulose.

- 3p **3** Geef de reactievergelijking voor de vergisting (fermentatie) van xylose. Gebruik molecuulformules.

De toename van de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer bij gebruik van een bepaalde brandstof wordt niet alleen veroorzaakt door de verbranding van die brandstof. Ook tijdens het productieproces en het transport van zo'n brandstof komt koolstofdioxide vrij.

Bij het artikel zijn drie staafdiagrammen gegeven, waarin wordt weergegeven hoe groot de toename is van de hoeveelheid koolstofdioxide in de atmosfeer bij gebruik van een aantal brandstoffen. Opvallend aan de staafdiagrammen is het grote verschil tussen ethanol uit maïs en EcoEthanol™. In het tekstfragment staan gegevens waarmee dit verschil is te verklaren.

- 2p **4** Noem twee gegevens uit het tekstfragment waarmee het grote verschil in CO_2 emissie tussen ethanol uit maïs en EcoEthanol™ is te verklaren.

- 5p **5** Bereken hoeveel kg koolstofdioxide blijkbaar ontstaat bij de productie en het transport van 1,0 L benzine. Neem C_8H_{18} als formule voor benzine. Ga ervan uit dat volledige verbranding van benzine optreedt.

In het artikel wordt globaal beschreven hoe het proces verloopt. Er staat bijvoorbeeld niet in dat de enzymen volledig aan het lignine adsorberen. Wat betreft de scheidingsmethoden die tijdens het proces worden toegepast, kan uit het artikel worden opgemaakt dat in ieder geval wordt gefiltreerd (zie regels 67 t/m 74). Behalve filtreren is nog zeker één andere scheidingsmethode nodig om uiteindelijk zuivere ethanol te verkrijgen.

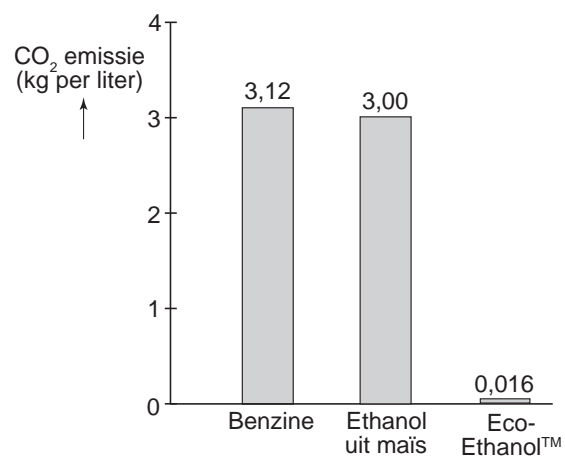
- 2p **6** Geef aan welke stof(fen) na de filtratie in het filtraat zit(ten) en welke stof(fen) in het residu. Noteer je antwoord als volgt:
in het filtraat: ...
in het residu: ...
- 2p **7** Leg uit welke andere scheidingsmethode kan worden toegepast om uiteindelijk zuivere ethanol te verkrijgen.

EcoEthanol™

tekstfragment

5	Alcohol mag dan niet de aangewezen brandstof zijn voor de automobilist zelf, maar in zijn tank kan het de motorgeest op een plezierige manier vaardig maken. Zonder enige aanpassing van de motor en de brandstofsyste-	50	desnoods. Met bovendien een veel betere energie-balans in het proces, zodat de CO ₂ -balans over het gehele traject (van akker tot tank) bijna neutraal is (zie de staaftogrammen op de volgende pagina). Het productieproces levert namelijk lignine op, ofwel cellulose-vezelresten, en dat kan worden gebruikt om de ketels te stoken voor de proceswarmte.
10	ethanol probleemloos tot zo'n vijf procent of meer worden toegevoegd. De Europese Unie is inmiddels uit de startblokken gekomen met de doelstelling dat in 2005 de totale motorbrandstoffenplasp voor minimaal twee procent uit biomateriaal moet bestaan, terwijl dat in 2010 al 5,75 procent moet zijn.	55	Al dit 'slimmer' komt samen in het Canadese logen-proces. Sinds begin 2004 draait in de buurt van Ottawa de eerste demonstratiefabriek van logen Energy. De voeding is stro. Het stro wordt in grote ketels gekookt in een waterige oplossing met een
15	logen, een Canadese producent van enzymen (een soort biokatalysator) heeft een superieure methode ontwikkeld om van groenresten en oogstafval, bijvoorbeeld stro, zogeheten cellulose-ethanol te maken. Het staat tegenover de huidige methode om van het voedingsdeel van een gewas (bijvoorbeeld tarwe of maïs) ethanol te maken. Evenmin concurreert het proces met de voedselproductie. Tevens gebeurt het maken van EcoEthanol™, de merknaam van het logen-product, vrijwel CO ₂ -neutraal.	60	toevoeging van speciale enzymen. Hierbij worden suikers uit de cellulose gevormd. Na een verblijfstijd van enkele dagen wordt het tussenproduct afgetapt voor verdere fermentatie - onder toevoeging van gist - tot een oplossing van ethanol. Daarna kunnen de ketels worden geleegd, de filters schoongemaakt en het water biologisch gereinigd.
20	Productie van ethanol op grote schaal vindt nu eigenlijk alleen plaats in het Midden-Westen van de Verenigde Staten, op basis van maïs, of in Brazilië, op basis van suikerriet. Ook in Europa wordt ethanol gemaakt, maar tegen dusdanig hoge kosten dat het alleen kan bestaan met omvangrijke directe steun aan boeren (landbouwsubsidies) en aan ethanolproducenten (een speciaal accijnsregime).	65	75 Een logen-fabriek moet bij voorkeur midden in het grondstoffengebied staan. Oogstafval heeft immers een geringe energie-inhoud en dus loont het niet om het over grotere afstand te transporteren. Wel is het haalbaar om de energierijke ethanol naar verdergelegen markten te brengen. In de Verenigde Staten betreft Shell haar ethanol (gemaakt uit het zetmeel van maïs) uit staten in het Midden-Westen. De ethanol wordt met speciale treinen naar bijvoorbeeld Californië getransporteerd naar een groot benzinedepot van Shell. Daar wordt benzine met ethanol gemengd. Deze brandstof bevat 5,7 volume-procent ethanol.
25	'Het kan slimmer', is de gedachte bij Shell. Niet alcohol maken van gewassen die ook kunnen dienen voor menselijke en/of dierlijke voeding, zoals maïs en suikerriet, maar 'afvalgroen' gebruiken, dus stengels, bladeren, doppen, houtsnippers	70	
30		75	
35		80	
40		85	
45		90	

staafdiagrammen



naar: Shell Venster maart/april 2005