

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.

Het mengsel van alcohol en benzine dat in Californië wordt gemaakt (zie regels 86 t/m 92), kan zonder problemen en zonder aanpassingen aan de motor worden gebruikt. Dat komt omdat de stookwaarde van het mengsel maar weinig verschilt van de stookwaarde van benzine. De stookwaarde geeft aan hoeveel energie (in joule) een bepaalde hoeveelheid brandstof (kg voor vaste stoffen, m^3 voor vloeistoffen en gassen) kan leveren (zie Binas-tabel 28A).

- 3p 4 Bereken, mede met behulp van de stookwaarden, hoeveel energie (in joule) $1,0 m^3$ van het mengsel van ethanol en benzine dat in Californië wordt gemaakt, kan leveren.

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 EcoEthanolTM. In het tekstfragment staan gegevens waarmee dit verschil is te verklaren.

- 2p 5 Noem twee gegevens uit het tekstfragment waarmee het grote verschil in CO₂ emissie tussen ethanol uit maïs en EcoEthanolTM is te verklaren.
- 5p 6 Bereken hoeveel kg koolstofdioxide blijkbaar ontstaat bij de productie en het transport van 1,0 L benzine. Neem C₈H₁₈ als formule voor benzine. Ga ervan uit dat volledige verbranding van benzine optreedt.

In het artikel wordt globaal beschreven hoe het productieproces van EcoEthanolTM verloopt. Er wordt niet vermeld dat:

- de toegevoegde enzymen volledig aan het vaste lignine adsorberen;
- de gist doorgroeit tijdens de fermentatie;
- de gist door filtratie wordt afgescheiden, waarna een deel wordt hergebruikt en de resterende gist wordt verkocht als bakkersgist of als veevoer of wordt gebruikt als brandstof bij het proces.

In het artikel wordt vrijwel niet ingegaan op scheidingsmethoden die tijdens het proces ook nodig zijn om uiteindelijk zuivere ethanol te verkrijgen.

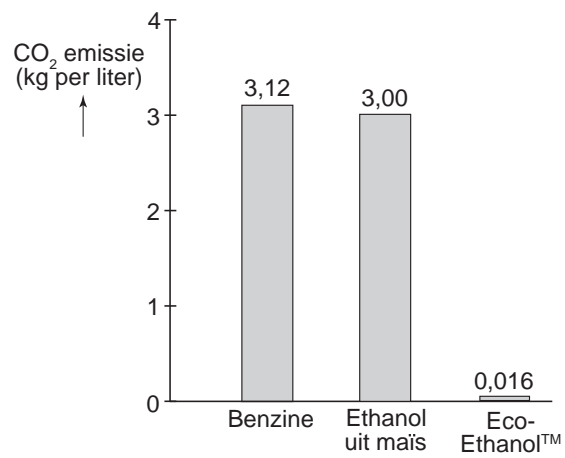
- 4p 7 Teken een blokschema voor het proces.
- Gebruik vijf blokken: twee blokken voor reactoren en drie blokken voor scheidingsmethoden.
 - Geef in dit blokschema ook aan welke scheidingsmethoden worden gebruikt.
 - Zet bijschriften bij alle stofstromen; kies daarbij uit de volgende lijst: **enzymen, ethanol, gist, koolstofdioxide, lignine, stro, suikers, water**. Houd rekening met de mogelijkheid dat sommige bijschriften meerdere malen moeten worden gebruikt.
 - Laat het biologisch reinigen van het water en het gebruik van lignine en eventueel overgebleven gist als brandstof buiten beschouwing.

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 staafdiagrammen 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	men kan 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 accijsregime).	65	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