



Leerlingenhandleiding

Afsluitende module

Alternatieve Brandstoffen
- Chemie verdieping -



KluyverICENTRE



Ontwikkeld door dr. T. Klop en ir. J.F. Jacobs

Op alle lesmaterialen is de Creative Commons
Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 3.0 Nederland
Licentie van toepassing
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/nl/>).

**CC BY-NC-SA 2009 – Kluyver Centre for Genomics of
Industrial Fermentation**

Met vragen en/of opmerkingen kunt u contact opnemen met het
Delft@dnalabs.nl



Inleiding

Deze chemie-verdiepingsmodule over alternatieve brandstoffen sluit aan op het DNA-lab practicum 'Racen met Wc-papier', maar is ook los toe te passen in biologie- of scheikunde lesprogramma over alternatieve brandstoffen of duurzaamheid.

Doel

Het lab 'Racen met Wc-papier' is een van de weinige reizende DNA-labs met een meer scheikundige insteek.

Met deze afsluitende les gaan we dieper in op alternatieve brandstoffen aan de hand van scheikundige berekeningen. Ook kan je met deze les 'weer eens oefenen met de atoom/moleculestructuren' met behulp van 'atoombouwdozen', of, indien deze niet aanwezig zijn, op papier.

Opzet

De opzet van de module is vrij simpel en 'klassiek'. Je gaat zelfstandig of in groepjes van twee aan het werk.

Deze activiteit duurt 30 tot 40 minuten.



ALTERNATIEVE BRANDSTOFFEN - CHEMIE VERDIEPING -

Biobrandstoffen

Biobrandstoffen zijn brandstoffen die gemaakt worden door anaerobe vergisting van biomassa, zoals suikerriet, soja, maïs, koolzaad, dierlijk vet, palmolie en andere plantaardige oliën. Deze biobrandstoffen kunnen vloeibaar of gasvormig zijn en fossiele brandstoffen als benzine of diesel vervangen.

Een van de redenen waarom vervanging belangrijk is, is dat de voorraad fossiele brandstoffen beperkt is. Biobrandstoffen vormen een vernieuwbare brandstof.

Een tweede reden om te zoeken naar vervangers van fossiele brandstof is het broeikaseffect door de uitstoot van koolstofdioxide. Door biobrandstoffen te gebruiken kan de uitstoot van CO₂ (koolstofdioxide) worden gecompenseerd door de opname van eenzelfde hoeveelheid koolstofdioxide tijdens het groeiproces van de planten waar de biobrandstof uit wordt gemaakt.

Als alternatieve brandstof voor benzine worden voornamelijk biologische geproduceerde ethanol, butanol en methaan genoemd.

Vraag 1: Schrijf de verbrandingsreacties met zuurstof van deze drie biobrandstoffen uit.

Ethanol:

Butanol:

Methaan:

Uit de reactie blijkt dat er bij de verbranding van deze biobrandstoffen echter ook CO₂ vrij komt. En dat de verbranding van 1 molecuul butanol de meeste moleculen CO₂ oplevert.

Vraag 2: Leg uit waarom je de drie biobrandstoffen niet mag vergelijken met fossiele brandstoffen wat betreft de CO₂ productie. Gebruik het schema in je uitleg.





Bio-Butanol

Net als bio-ethanol ontstaat bio-butanol door vergisting van plantaardige stoffen (o.a. maïs, graan of suikerriet). Butanol is goed toepasbaar als brandstof en heeft een aantal voordelen ten opzichte van bio-ethanol. Het is eenvoudiger bij te mengen in benzine en levert bijna net zoveel energie als 'gewone benzine'.

Echter met 'de normale' fermentatie methoden is de butanol opbrengst uit glucose laag. Dit komt doordat butanol giftig is voor de producerende micro-organismen. Hierdoor kan er geen hoge butanol concentratie worden bereikt in de bioreactor. Momenteel wordt er veel onderzoek gedaan aan methoden om deze technologie te verbeteren door bijvoorbeeld gebruik te maken van speciale reactoren of het genetisch modificeren van gist.



Vraag 3a: Butanol is de naam van vier enkelvoudige alcoholen die isomeren van elkaar zijn. Micro-organismen maken voornamelijk het isomeer 2-butanol. Teken de structuur van alle vier butanol isomeren.

Tip: Gebruik als hulpmiddel hiervoor de chemie doos.

1)

2)

3)

4)

Vraag 3b: Zet de chemische namen van deze vier isomeren erbij.



Tabel 1: Gegevens van ethanol, 2-butanol en methaan.

	Molaire massa [g/mol]	Soortelijke massa* [kg/m ³]	Verbrandingswarmte [MJ/mol]
Ethanol	46,07	789	1,330
2-Butanol	74,12	810	2,452
Methaan	16,04	0,667	0,802

*bij een druk van 1 atm en temperatuur van 20°C.

Van de drie alternatieve brandstoffen zijn het moleculair gewicht, soortelijke massa en de verbrandingswarmte bekend (zie tabel 1). Uit de verbrandingswarmte per mol stof lijkt butanol de beste biobrandstof.

Vraag 4: Bereken van de drie biobrandstoffen de verbrandingswarmte per kilogram stof en laat hiermee zien dat wat betreft energie hoeveelheid op massa basis methaan het betere alternatief is.

$$E_{\text{massa}} [\text{MJ/kg}] = E_{\text{mol}} [\text{MJ/mol}] / M [\text{g/mol}] * 1000 [\text{g/kg}]$$

	Verbrandingswarmte [MJ/kg]
Ethanol	
2-Butanol	
Methaan	

Gassen en Vloeistoffen

Ethanol and butanol zijn op kamer temperatuur vloeistoffen, terwijl methaan dan een gas is. Hierdoor neemt methaan een veel groter volume in dan ethanol en butanol.

Vraag 5: Laat zien dat methaan veel meer volume inneemt voor dezelfde hoeveelheid energie dan ethanol en butanol door van de drie biobrandstoffen de verbrandingswarmte per liter volume te berekenen.

$$E_{\text{volume}} [\text{MJ/liter}] = E_{\text{massa}} [\text{MJ/kg}] * \rho [\text{kg/m}^3] / 1000 [\text{liter/m}^3]$$

	Verbrandingswarmte [MJ/liter]
Ethanol	
2-Butanol	
Methaan	



Door gas onder hoge druk te brengen kan je het volume dat het gas inneemt verkleinen en dus de verbrandingswarmte per kubieke meter volume verhogen. In een gewone benzine auto zit een benzine tank van 50 liter. Deze benzinetank is goed voor ongeveer 1643 MJ aan verbrandingswarmte.

Vraag 6: Gebruik de ideale gaswet ($P \cdot V = n \cdot R \cdot T$) om te berekenen hoe groot de gastank van een auto die rijdt op methaan met een druk van 250 bar moet zijn om evenveel energie bij te hebben als de auto op benzine.

Voordelen en nadelen; breng jouw advies uit

Bij het Kluyster Centre zijn verschillende universiteiten en bedrijven aangesloten die samen onderzoek doen naar het gebruik van genomics om micro-organismen beter te kunnen inzetten voor industriële processen. Er wordt onder andere onderzoek gedaan naar hoe een micro-organisme verbeterd kan worden om biobrandstof te maken.

Vraag 7: Met het DNA-lab practicum en de berekeningen heb je inmiddels aardig wat kennis opgedaan over de verschillende biobrandstoffen. Welke biobrandstof zou jij de onderzoekers van het Kluyster Centre aanraden, om verder te ontwikkelen? Vul hiervoor onderstaand schema in.

	Voordeel	Nadeel
Ethanol		
Butanol		
Methaan		
Conclusie		

