

Nr. 3-2005 Fra halm til alkohol

Fag: Kemi A/B

Udarbejdet af: Laila Knudsen, Horsens Statsskole, juni 2008

Spørgsmål til artiklen

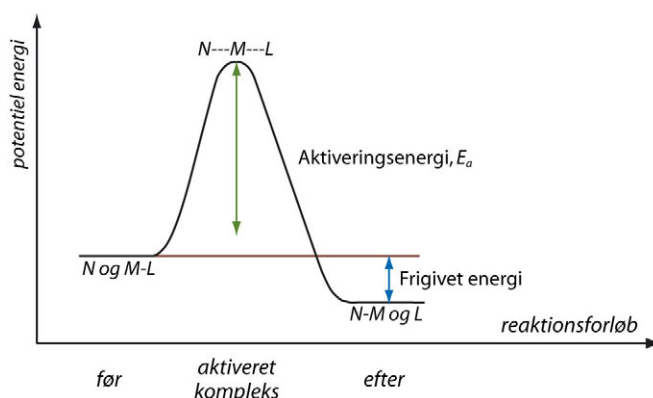
1. Hvad er bioethanol? Hvorfor er det fordelagtigt at have biler til at køre på alternative brændstoffer som ethanol i stedet for benzin og diesel?
2. Hvad er forskellen på cellulose og stivelse?
3. Hvorfor er det umiddelbart lettere at producere bioethanol fra produkter indeholdende stivelse end produkter indeholdende cellulose?
4. Hvad er cellulaser?
5. Hvorfor er prisen på bioethanol produceret ud fra cellulose højere end prisen på benzin?
6. Hvad gør man for at forsøge at optimere fremstillingen af bioethanol ud fra cellulose?
7. Hvad sker der med enzyms reaktionshastighed, hvis temperaturen øges med 10 °C?
8. Produktionen af bioethanol ud fra cellulose foregår i to trin. Hvad sker der i hvert af de to trin?
9. Hvad er fordelene og ulemperne ved at lade nedbrydningen og gæringsprocessen foregå på én gang?

Uddybende opgaver og spørgsmål

10. Under fremstillingen af bioethanol ud fra halm nedbrydes cellulose til glukose, hvorefter glucosen omdannes til alkohol og carbondioxid. Opskriv et afstemt reaktionsskema for denne reaktion.
11. Glukose er et af mange kulhydrater/carbohydrater. Glukose er opbygget ud fra en kæde af 6 C-atomer og er derfor en hexose. Er glukose en aldohexose eller en ketohexose? Tegn glucose i kædeformen.
12. I produktionen af bioethanol bruges enzymer som katalysatorer. Hvad er en katalysator? Hvorfor er det korrekte navn for enzymerne cellulaser?

13. Reaktionsprofilen for en generel exoterm reaktion ser ud som på Figur 1. Skitser hvordan reaktionsprofilen vil se ud, hvis der anvendes en katalysator.

14. Ligesom enzymernes reaktionshastighed øges, når temperaturen øges, så øges reaktionshastigheden for en generel reaktion også, når temperaturen øges (hvis aktiveringsenergien er positiv). Forklar dette ud fra aktiveringsenergien for en reaktion og ændringen i molekylernes kinetiske energi ved opvarmning.



Figur 1: Reaktionsprofil for exoterm reaktion.

Perspektiverende opgaver og spørgsmål

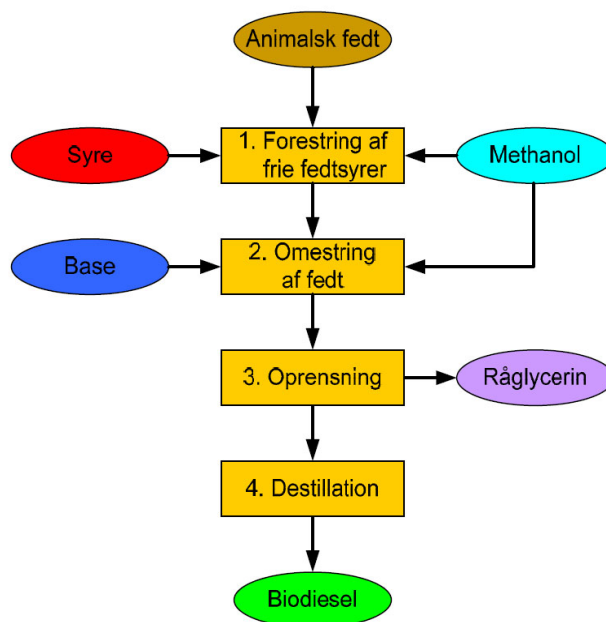
15. Bioethanol produceres nemmere ud fra stivelse, som man f.eks. finder i majs, kartofler og hvede, end ud fra cellulose. Alligevel bruger man kræfter på at forsøge at udvinde bioethanol ud fra cellulose i stedet. Hvorfor? Overvej hvorfor bioethanol produceret ud fra f.eks. halm kan være mere fordelagtigt for verdenssamfundet end bioethanol produceret ud fra majs og korn.

16. Hvad er det der gør, at bioethanol som brændstof er mere bæredygtigt og i det hele taget bedre for miljøet end de traditionelle fossile brændstoffer?

Biodiesel er et andet alternativt brændstof, som evt. kan produceres ud fra bioethanol. Biodiesel er fedtsyremethylestre dannet ved en reaktion mellem en alkohol og olier/fedstoffer af vegetabilsk eller animalsk oprindelse. Normalt anvendes metanol som alkohol, men ethanol (evt. bioethanol) kan også anvendes. På Daka Biodiesel¹ fremstilles biodiesel ud fra restprodukter fra landbruget. Dette kan f.eks. være restprodukter fra slagterier og døde dyr.

Et procesdiagram for produktionen af biodiesel ses på Figur 2 til højre.

Biodieselfremstilling på Dakas nye fabrik i Løsning



Figur 2: Procesdiagram for produktion af biodiesel.
 Ref.: <http://www.dakabiodiesel.dk/lib/files.asp?ID=458>

¹ <http://www.dakabiodiesel.dk/page539.asp>

17. Animalsk fedt består hovedsageligt af fedtstoffer med kæder af palmitinsyre (*hexadecansyre*), stearinsyre (*octadecansyre*) og oliesyre (*(Z)-octadec-9-ensyre*). Se fordelingen på
18. Figur 3. Tegn strukturformlerne for de tre fedtsyrer. Hvilken af de tre fedtsyrer vil du forvente har det laveste smeltepunkt? Hvorfor? Tegn et fedtstof med 3 palmitinsyrekæder.

	Animalsk fedt	Rapsolie	Palmeolie
Palmitinsyre (16:0)	24	4	42
Palmitolsyre (16:1)	4	0	0
Stearinsyre (18:0)	16	2	4
Oliesyre (18:1)	43	60	43
Linolsyre (18:2)	11	20	10
Linolensyre (18:3)	1	10	0
Øvrige	1	4	1

Figur 3: Tabellen her viser andelen af forskellige fedtsyrer i hhv. animalsk fedt, rapsolie og palmeolie. (16:0) som står efter palmitinsyre betyder, at kæden består af 16 C'er med 0 dobbeltbindinger, mens f.eks. (18:1) betyder 18 C'er og 1 dobbeltbinding. Ref.: <http://www.dakabiodiesel.dk/page566.asp>

19. I restprodukterne, som Daka anvender i produktionen er der et relativt stort indhold af frie fedtsyrer. Trin 1 består af en forestring af disse fedtsyrer ved tilsætning af methanol og med syre som katalysator. Opskriv et reaktionsskema for dannelsen af esteren ud fra palmitinsyre og methanol.
20. I trin 2 sker der en omestring af fedtstofferne. Først forsæbes esteren vha. base. Herved dannes de frie fedtsyrer på baseformen (Der er afgivet en hydron) samt glycerol. Opskriv reaktionsskemaet for denne reaktion (antag at det er fedtstoffet fra spørgsmål 17). Herefter tilføres methanol for igen at få dannet en ester. Opskriv dette reaktionsskema.
21. De sidste trin på vejen til dannelse af biodiesel er oprensning og destillation. Under oprensningen fjernes glycerol fra blandingen. Kom med et forslag til hvordan man kunne udnytte polariteten af henholdsvis glycerol og de dannede fedtsyremethylestre til denne adskillelse.
22. Ifølge en artikel på ingeniørens hjemmeside² fredag 25. maj 2007 arbejder Daka med at finde en heterogen katalysator til brug i processen. Hvad er en heterogen katalysator og hvad er forskellen mellem en homogen og en heterogen katalysator? Hvordan vil en heterogen katalysator kunne bruges til at optimere renseprocessen? Se artiklen for hjælp.

² <http://ing.dk/artikel/79250>

Eksamensopgaver med relevans

Kemi højt niveau, Maj 2007 (GYM 2007-10-1), Opgave 3, Fra halm til bioethanol

Kemi højt niveau, Maj 2008 (STX081-KEA), Opgave 2, Brintpiller

Til læreren

Følgende laboratorieøvelser kan være relevante i forløbet:

- Fremstilling af bioethanol (F.eks. ud fra toiletpapir med enzymet cellulast som katalysator)
- Fremstilling af biodiesel (Beskrivelse på <http://www.fysik-kemi.dk/storkbh/dload/topsoe/BIODIESEL1.ppt#1>)

Relateret materiale

Bioethanol/biodiesel:

"Fremstilling af bioethanol", Dansk kemi, 86, nr. 2, 2005

<http://www.techmedia.dk/files/pdf/dak/side26-29daknr2.pdf>

"Bæredygtig kemi i fremtiden", Kemiske horisonter, DTU, s. 9 – 25

"Biobrændsel – et varmt alternativ", Nye kemiske horisonter, DTU, s. 9 – 23

"Fra affald til brændstof", Dansk kemi, 88, nr. 5, 2007

<http://www.techmedia.dk/files/pdf/dak/2007/s20-22dak52007.pdf>

Daka:

<http://www.dakabiodiesel.dk/page539.asp>

<http://ing.dk/artikel/79250>

Enzymer til nedbrydning af cellulose/hemicellulose

"Screening efter biologiens katalysatorer", Dansk kemi, 88, nr. 3, 2007

<http://www.techmedia.dk/files/pdf/dak/2007/s12-14dak03-2007.pdf>

"Enzymatisk hydrolyse af hemicellulose", Dansk kemi, 86, nr. 3, 2005

<http://www.techmedia.dk/files/pdf/dak/side26-29dak32005.pdf>