

# Når fremtiden kører på hydrogen og nano

Side 16-19 i hæftet

## SMÅ FORSØG

### Hydrogenballon 1

En almindelig ballon pustes op med luften fra skolens hydrogenflaske. Bind en knude på ballonen og undersøg opdriften. Vær meget omhyggelig med, at der ikke er åben ild i nærheden. Hydrogen er nemlig overordentlig brandfarligt. Hvis der ikke er noget brændbart i nærheden, kan ballonen med påpasselighed antændes med en lighter.

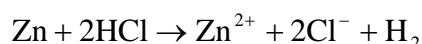
### Hydrogenballon 2

En almindelig ballon pustes op med luften fra skolens hydrogenflaske. Bind en knude på ballonen og iagttag dens størrelse i løbet af nogle timer. Hydrogenmolekylerne i gassen er så små og bevæger sig hurtigere end andre molekyler. Kan ballonens ændrede udseende forklares af, at gassen siver igennem ballonens gummi? Pust evt. samtidigt en ballon op på almindelig vis og sammenlign.

### Dannelse af hydrogen

Hæld lidt 1 molær saltsyre i et bægerglas og læg et stykke zink i syren. Iagttag en gasudvikling i form af bobler, der udvikler sig på overfladen af metallet og som stiger til overfladen i takt med at zinkstykket opløses i syren.

Stemmer det du ser med reaktionsligningen?:



Forklar de forskellige dele i reaktionsligningen.

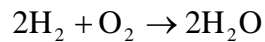
Med et bægerglas vendt på hovedet kan hydrogenet opsamles, idet man udnytter, at hydrogen er lettere end den omkringliggende luft. Med en glødepind kan man forsøgsvis antænde gassen. Pas på brandfaren.

### Knaldgas

Læreren kan demonstrere knaldgassen med en tedåse af den type, hvor låget sidder forholdsvis løst ned over tedåsen. I dåsen er der boret et hul på ca. 6 mm i både top og bund. Med en spids fra hydrogenflasken fyldes beholderen med hydrogen nedefra, idet man med en finger holder for hullet i dåsen for oven. På lyden kan man høre, hvornår dåsen er fuld. Det er vigtigt af hensyn til forsøget, at dåsen fyldes helt med hydrogen. Når dåsen er fuld, slukkes for hydrogengasflasken.

Dåsen antændes ved hullet for oven med en lighter. En tid brænder gassen ligesom et stearinlys idet gassen stiger til vejrs gennem det øverste hul, og flammen brænder ved brug af luftens oxygen.

Reaktionsligningen for afbrænding af hydrogen er:



Hvad er det for et stof, der kommer ud af afbrændingen?.

Efterhånden som hydrogenet stiger til vejrs strømmer der (atmosfærisk) luft ind i dåsen gennem hullet forneden. Når oxygenet fra denne luft efterhånden blander sig med hydrogenet i dåsen opstår knaldgas. Det vil sige en blanding mellem hydrogen og oxygen. Denne gas er eksplosiv.

## STØRRE FORSØG

### Energiomdannelser i hydrogenbil

Man kan opfatte alle energiformer (energien inden i en genstand) som sammensat af typerne

- Potentiel energi
- Kinetisk energi
- Termisk energi

*Potentiel energi* er en energiform, som kan udløses ved en handling. Som fx at stenen i vindueskarmen får et puf. I karmen har stenen derfor potentiel energi, og denne energi udløses med puffet. Energien omsættes til bevægelsesenergi, der blot er et andet ord for kinetisk energi.

*Kinetisk energi* er alle former for bevægelsesenergi, hvor en genstand bevæger sig samlet.

*Termisk energi* er den energiform, der er inde i en genstand, som har med temperaturen af genstanden at gøre.

Transport af energi fra en genstand til en anden kaldes *arbejde*. Er det en termisk energi, der strømmer af sig selv fra en varm genstand til en koldere, kaldes det for varme. Som modsætning til *varme* kaldes al anden energitransport fra en genstand til en anden for makroskopisk arbejde. Energi transporteret i ledninger i form af strøm er fx et makroskopisk arbejde

Betragt skolens hydrogen-modelbil, og forsøg at sætte navnene potentiel-, kinetisk-, og termisk energi undervejs fra hydrogen i starten til bevægelse af bilen til slut.

Endelig nøjes du med at se på hydrogenbilens brændselscelle på den ene side og resten (af bilen og verden) som omgivelserne. Forsøg at beskrive, hvad der er varme, og hvad der er termisk energi.

### **Brændselscellens arbejde**

Forbind en brændselscelle med en elektromotor, og se, hvor meget den kan trække. Det kan fx være et lod, som trækkes hen ad gulvet. Med en kraftmåler, kan man måle, hvor stor en kraft loddet trækkes med. Ved at måle strækningen, som loddet trækkes, kan arbejdet udregnes som kraften gange strækningen. Find selv ud af enhederne.

### **Brændselscellens og elektromotorens effektivitet**

Effektiviteten af en energimæssig omsætning er hvor mange % af den tilførte energi, der kommer ud i form af nyttig energi.

Imellem en brændselscelle og en elektromotor indsættes et joulemeter, der måler det elektriske arbejde, der transporteres i ledningerne fra brændselscellen til elektromotoren. Med en gassprøjte kan man måle gasmængden, der er forbrugt, Ud fra oplysningerne om energiindholdet i hydrogen kan hydrogen-energien udregnes. Sammenlign med energitransporten i ledningerne (arbejdet) fra brændselscelle til motor. Endelig kan arbejdet med at trække klodsen beregnes som kraften gange strækningen. Derved kan man finde hvor mange % motoren udnytter af den tilførte energi (effektiviteten af motoren).

Nogle demonstrationsbiler fyldes med hydrogen og oxygen ved, at brændselscellen tilføres strøm udefra. I den situation kan man desuden undersøge hvor effektiv brændselscellen er til at producere hydrogen ud fra et elektrisk arbejde.

### **Måling af sol-indstråling**

Solceller er ofte leveret med en formel for sammenhængen mellem spænding og den indstrålede effekt. En fotocelle sættes til at registrere solindfald i løbet af nogle døgn. Lav en dataopsamling der varer et par dage, og få skolens udstyr til at beregne den lyseffekt, solcellen registrerer som funktion af tiden. Prøv også, om du kan få udstyret til at beregne den samlede energi fra start og til det aktuelle tidspunkt (den

kumulerede energi). Få det tegnet som funktion af tiden på en graf.

Hvordan afhænger effekten af

- om der er skyer eller ej?
- om det er dag og nat?
- hvordan solcellen vender i forhold til retningen til solen?

Vi tager målingen som et gennemsnit for det danske vejr. Hvor stor vil energien være pr. kvadratmeter på et døgn med dine målinger?

Sammenlign med Danmarks forbrug og find ud af hvor mange kvadratmeter, der skulle til at dække Danmarks energiforbrug i et døgn. Vælg selv forudsætningerne for udregningen.

## PERSPEKTIVERING OG DISKUSSION

### **Energiforbrug i forhold til vind**

Find oplysningerne om Danmarks energiforbrug.

Udregn hvor mange vindmøller, der skal til at dække dette behov (vælg selv forudsætninger).

Udregn hvor mange kg hydrogen, der skulle produceres, hvis man skulle have et hydrogen-gas-lager svarende til et års energiforbrug i Danmark.

### **Energiforbrug til transport i biler**

Find oplysninger om danskernes årlige energiforbrug til transport i biler. Udregn massen af den hydrogen, der skulle produceres, hvis alle biler i Danmark kørte på hydrogen.

### **Energilagring med brintpiller**

Find oplysninger om brintpillen på nettet (brug eventuelt mediedatabasen Infomedia, den kan findes via Skolekom). Svar på spørgsmålene:

- Hvad har brintpillen med hydrogenbiler at gøre?
- Hvordan har man med brintpillen løst lagringsproblemet?
- Hvilke fordele og ulemper har brintpillen?

### **Alternative energikilder**

Hvorfor skal vi forske i alternative energikilder? Hvilke alternative energikilder findes der? Hvilke fordele og ulemper har nanobaseret udforskning af alternative energikilder?

## Investering i fremtiden

Forestil dig at du som finansminister har 10 milliarder kroner til rådighed. Du må anvende dem til tre af følgende seks muligheder:

1. Forskning i alternative energikilder.
2. Miljøbeskyttelse
3. Bedre ungdomsuddannelser.
4. Sundhedssektoren.
5. Ældreforsorg.
6. Nødhjælp til 3. verdenslande og katastroferamte områder.

Hvordan vil du fordele pengene? Begrund dine valg.

## VIDERE LÆSNING

1. Evig Energi, Ole Trinhammer, Fysikforlaget 2005.
2. [www.evigenergi.fys.dk](http://www.evigenergi.fys.dk)
3. [www.inano.dk](http://www.inano.dk)
4. "Hydrogen-samfundet – en renere fremtid", Torben R. Jensen, Aktuel Naturvidenskab, 2004, 1, 11-  
<http://193.89.230.12/Naturvidenskab/dokumenter/doc/8113.pdf>
5. "Et nyt energisystem baseret på hydrogen", B. Møller m.fl., Dansk Kemi, 2005, 9, 27-32.  
[http://www.techmedia.dk/default.asp?Action=Details&Item=238 - 164k -](http://www.techmedia.dk/default.asp?Action=Details&Item=238-164k)
6. "Klimaændringer de sidste 100.000 år", S. Olander Rasmussen m.fl., Naturens Verden, 2003, 7/8, 28-37.
7. "Nyt om iskerneboringerne i Antarktis", Jørgen Peder Steffensen, Aktuel Naturvidenskab, 2003, 2, 14-16.  
<http://193.89.230.12/Naturvidenskab/dokumenter/doc/8172.pdf>
8. "Et levende klimaarkiv", B. Elberling og O. Humlum, Aktuel Naturvidenskab, 2003, 6, 8-11.  
<http://193.89.230.12/Naturvidenskab/dokumenter/doc/8128.pdf>
9. "Troværdige spådomme om fremtidens klima", K. Sand-Jensen og N. Lagergaard Pedersen, Aktuel Naturvidenskab, 2005, 1, 30-32.  
<http://193.89.230.12/Naturvidenskab/dokumenter/doc/7990.pdf>
10. "Klimaet og Kyoto", J. O. Pepke Pedersen, Aktuel Naturvidenskab, 2001, 6, 15-17  
<http://193.89.230.12/Naturvidenskab/dokumenter/doc/8245.pdf>