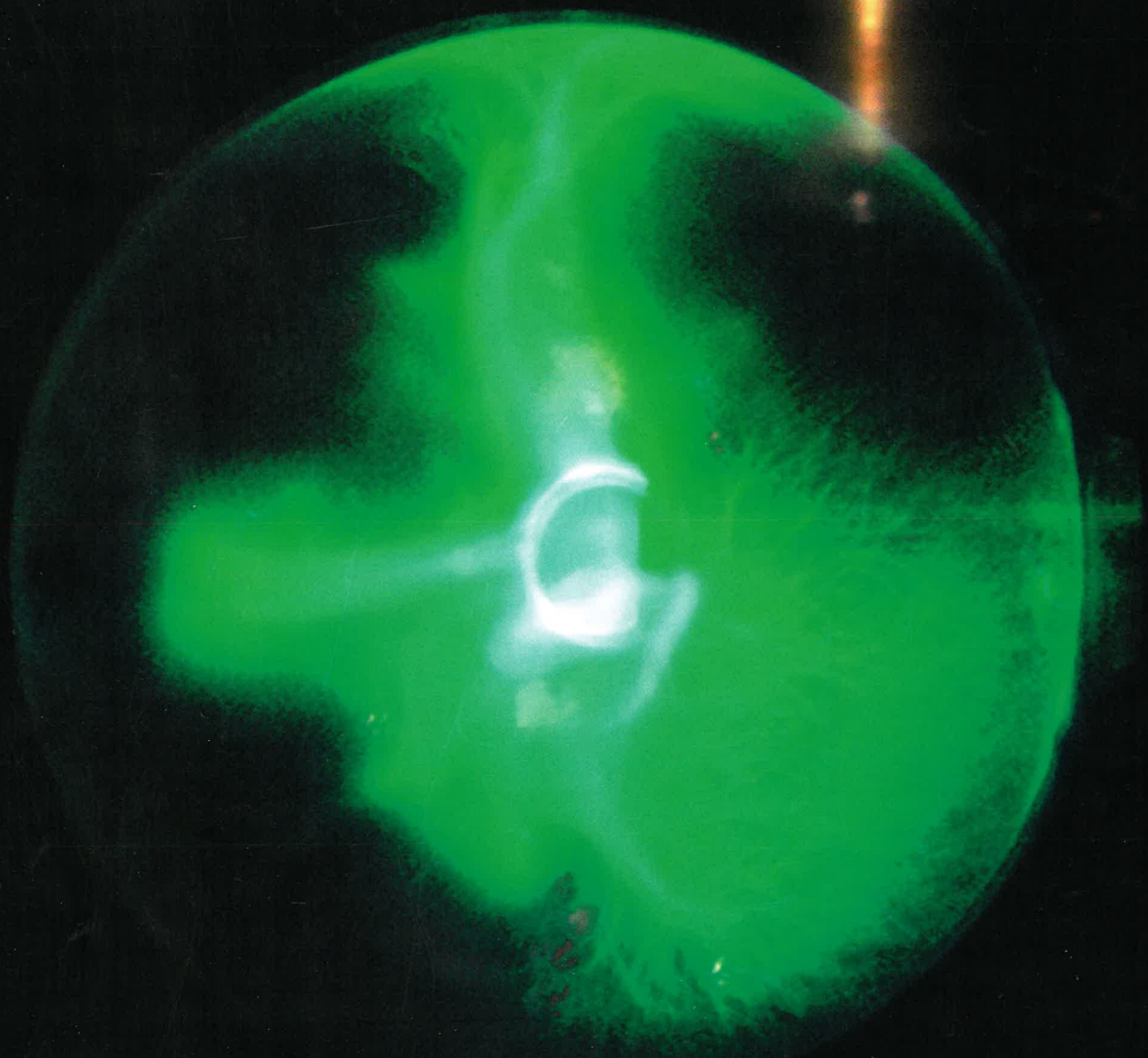


fysik. kemi



August 2005 • 32. årgang • nr. 3

Udgivet af Danmarks Fysik- og Kemilærerforening

Øvelse gør mester!

De bedste øveoplæg

Af Anders V. Thomsen og Nina Troelsgaard Jensen

■ **De bedste øveoplæg** er en kopimappe med tværfaglige oplæg, der kan bruges i undervisningen ud fra en biologi-, geografi- og fysik/kemi-vinkel. Alle oplæg rummer 3 dele:

- **En problemstilling**, som slår det tværfaglige oplæg an og giver eleverne en indsigt i, hvad det er, der skal undersøges.
- **Ideer, med tilhørende bilag**, som eleverne kan tage udgangspunkt i, når de skal arbejde med oplægget.
- **Perspektiver**, som med åbne spørgsmål til emnet, opfordrer eleverne til selv at opsøge materiale og finde svar.

■ **Til hvert oplæg** er der uddybende kommentarer til læreren og desuden beskrivelser af hvordan de tre fag tilgodeses i oplægget.

De bedste øveoplæg
80 sider, kr. 399,- ex moms

Tjek på fysik/kemi

Af Henning Henriksen
– Udkommer september

■ **Tjek på fysik/kemi** er en kopimappe med skriftlige opgaver, der kan bruges som forberedelse til den centralt stillede afgangsprøve – men mappen er meget mere end det. *Tjek på fysik/kemi* er et godt supplement til den daglige undervisning og øver samtidigt eleverne i forskellige typer skriftlige opgaver.

■ **Opgaverne tester** og repeterer elevernes paratforståelse i faget og tager udgangspunkt i trin- og slutmål. De enkelte sider behandler hver sit tema, og hver side er opbygget med progression i den faglige sværhedsgrad.

Tjek på fysik/kemi
ca. 200 sider, kr. 650,- ex moms



Nyhed!

Ja tak, send gratis til gennemsyn i 30 dage

De bedste øveoplæg

Tjek på fysik/kemi

Gratis Naturfagskatalog 2005

NAVN

SKOLE

GADE

POSTNR./BY



- veje til viden

Gyldendal • Klareboderne 5 • 1001 Kbh. K • Bestil også på tlf. 33 75 55 60 • Fax 33 75 57 22
eller køb direkte på www.gyldendal.dk/uddannelse og få 4% online-rabat!

Landsformand:

Gitte Hass, Fjordholmen 47, 5240 Odense
tlf. 6610 8065, e-mail: gitte.hass@skolekom.dk

Landskasserer og forretningsfører:

Horst-Werner J. Knüppel, Højgårdvej 2, 6900 Skjern
Tlf. 9736 4362, fax 9736 4151, e-mail: horst@vip.cybercity.dk
Giro: 2 37 69 97

Tidsskriftet Fysik•Kemi

Ansvarshavende redaktør:

Jørgen Larsen, Gassehaven 12, 2840 Holte
Tlf. 9846 1151, fax 4580 4754, e-mail: fysik-kemi@tdcadsl.dk

Redaktionen:

Elektronik

Georg Hansen, Højsagervej 7, 5884 Gudme
Tlf.: 6225 1611, e-mail: georgh@tdcadsl.dk

Astronomi

Bent Klarmark, Kettingevej 106, Frejlev, 4892 Kettinge
Tlf. 5487 3148, e-mail: bent.klarmark@get2net.dk

Annoncer:

Slagelsetryk Marketing ApS

Rosengade 7c, 4200 Slagelse
Tlf. 5853 0011, e-mail: info@slagelsetryk.dk

Abonnementspris 2005

kr. 300,- excl. moms for abonnenter i Danmark og 300,- + pakning og
forsendelse for abonnenter i udlandet.

Abonnement, løssalg, adresseændringer m.v. til forretningsføreren.
Indmeldelse i DFKF: Lokalforeningerne eller landskassereren.

Sats og tryk: Slagelsetryk Marketing ApS.

Oplag: 2300 eksemplarer.

Kopiering tilladt med tydelig angivelse af kilde.

D.F.K.F.s publikationsafdeling:

Ove Bang Christensen, Irisvej 2, 4773 Stensved, Tlf. 5538 6194

e-mail: ovba@post3.tele.dk

Bank: Nordea reg.nr. 0043 kontonr. 3485-703-186

Henvendelse om hæfter, bøger og andet materiale rettes til publikationsafdelingen telefonisk. Bestillingsliste sendes pr. post eller telefax. Bestillingslister trykkes med jævne mellemrum i Fysik•Kemi. Alle henvendelser vedr. abonnement på bladet bedes rettet til forretningsføreren for Fysik•Kemi: Horst-Werner J. Knüppel - se ovenfor.

Udgivelsesplan:

Primo oktober 2005

Primo december 2005

Forsidefoto:

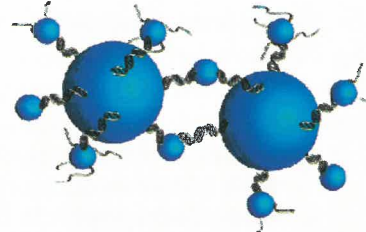
Opstilling på Palais de la Découverte, Paris.

Foto: Jørgen Larsen

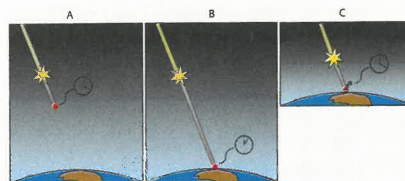
Indhold nr. 3 august 2005

4 Leder

6 Nanovidenskab



10 Relativistiske eksperimenter



14 Brændselsceller for både drenge og piger



16 Naturfag, børn, unge og voksne



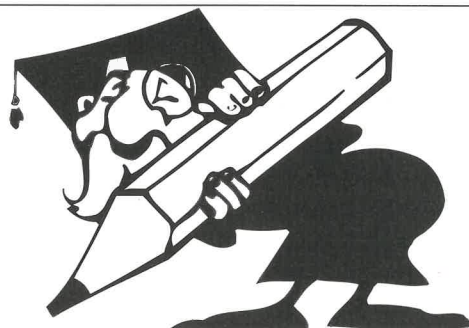
20 „Fysikhuset og familien Tweistein“

23 En raket og en kanon med lighergas



Leder

AF LANDSFORMAND GITTE HASS



Endnu engang kan jeg her i lederen skrive, at der endnu intet nyt er fra undervisningsministeriet ang. den ny naturfagsprøve. Og dog... på konferencen "Skolen og Kundskaberne: En drøftelse af den danske skole og dens formål" arrangeret af Kommissionen til Forsvar for Kundskaber, onsdag d. 25. maj på Christiansborg, udtalte undervisningsminister Bertel Haarder, at han tænkte sig en prøve, hvor man skulle trække mellem enten fysik/kemi eller biologi (eller geografi). Det var altså ikke en tværfaglig prøve, han skitserede. Da jeg spurgte, hvornår vi kunne forvente at få prøvebekendtgørelsen til høring, blev det klart, at det er ministeren, der har standset processen. Han har lyttet sig til, at der er visse problemer med den prøve, vi ellers har fået skitseret. Derudover er der håb om, han vil lytte lidt til os, DFKF. Vi har fået lovning på et møde, hvor vi kan tale om tingene.

Jeg er ikke meget for den prøvemodel, ministeren skitserede.

Altså hvor man ikke er sikker på at kunne gå til prøve til fysik/kemi. Mit ønske er, at vi får vores gruppeprøve tilbage som ren fysik/kemiprøve. Det er også vigtigt, at biologi og geografi bliver opretholdt som prøvfag. For der er ingen tvivl om, at de har været oversete i årevis, og at den fokus der nu er på dem, fordi de er prøvfag, kan give dem et tiltrængt løft.

Og det tværfaglige element er også meget værd. Det er ikke på sin plads i en faglig prøve. Men det er for givende til bare at skrottes. Måske var det en ide at få en naturvidenskabelig projektopgave på et tidspunkt i udskolingsforløbet, hvor de tre fag skal spille sammen? Jeg ved ideen har været fremme for år tilbage, men den er absolut ikke mindre aktuel nu. Det er i hvert fald meget vigtigt at være i tæt dialog med biologerne og geograferne, så vi kan trække på samme hammel og ikke spænde ben for hinanden.

Der er godt nyt om videreuddannelse. Der er her i det nye

skoleår mulighed for at tage Pd-moduler indenfor vores fag på CVU-Storkøbenhavn. De havde også slået nogle op på CVU-Fyn, men desværre er de mere fysik/kemi-rettede ikke blevet realiseret på grund af for få ansøgere. Jeg har ikke pt set de andre CVUérs programmer, men det tyder på, der er ved at ske noget. Derudover er der Natlysprojektet på Århus universitet. Natlysprojektet har netop fået status som Pd. Mere information om Natlys kan findes på www.si.au.dk/uddannelse/natlys

Og så er der vel kun tilbage at håbe på at vi alle har fået hvilet ordentlig ud i ferien. Vi er trods alt en hel del, der har ladet os gå på af de mangelfulde udmeldinger om naturfagsprøven (sjovt nok vi kan få en naturfagsprøve uden der er et naturfag). Så inden vi skal til at sætte os ind i, hvordan vi så skal prøve vores elever om knap et år, nogle allerede til december.

Vis det, der ikke kan forklares ...

VideoFlex Visionviewer

Farve videokamera monteret på stabil fod med fleksibel svane-hals. Kameraet kan kobles til en monitor eller et farve-TV, hvorved man kan se optagelsen på skærmen. Tilsluttes let til mikroskop idet videohovedet sættes hen over okularet.

Tekniske data:

- Fleksibel svane-hals på 51 cm.
- 6 mm linse.
- Fokuseringsafstand fra 1 cm til uendeligt.
- Lysfølsomhed ned til 3 lux.
- Billedopløsning 350 linier
- Okularadapter Ø 28 mm.
- Automatisk lyskompensation.
- Komplet med netadapter og kabler.

0781.20 Videoflex kamera Visionviewer
NY PRIS kr. 2.400,-



Priser excl. moms.

VideoFlex Kamera



"Ken-a-Vision 7600"

Farve videokamera monteret på stabil fod med fleksibel svane-hals. I foden er indbygget mikrofon, USB-port for tilslutning til PC samt stik for tilslutning til monitor eller projektor. Billedet kan vises på både PC og monitor samtidigt. Medfølgende software muliggør fastfrysning af billeder, eller optagelse af billedsekvenser med mere.

Billedet på PC-skærmen kan fastfryses, mens det levende billede kører videre på TV-skærmen. Tilsluttes let til mikroskop. Leveres komplet i metal-kuffert, der også indeholder tilbehørssæt, som gør det let at betragte mikroskoppræparater og små dyr.

0781.50 Videoflexkamera
Ken-A-Vision 7600
NY PRIS kr. 8.950,-

Tekniske data:

- Fleksibel svane-hals på 66 cm
- 8 mm linse
- Fokuseringsafstand fra 1 cm til uendeligt
- Lysfølsomhed ned til 1,5 lux
- Billedopløsning på 500 linier (monitor)
- Indbygget okularadapter Ø 34,5 mm og Ø 28 mm reduktionsbøsning for mikroskoptilslutning.
- Komplet med netadapter, kabler og software.

Frederiksen

Viaduktvej 35 · DK-6870 Ølgod · Tlf. 75 24 49 66
Fax 75 24 62 82 · sflab@sflab.dk · www.sflab.dk

Nanovidenskab

KASPER MOTH-POULSEN, NANOSCIENCE CENTER, KØBENHAVNS UNIVERSITET, TAK TIL KASPER NØRGAARD FOR KORREKTURLÆSNING OG NYTTIGE KOMMENTARER.

Nanovidenskab beskæftiger sig med at fremstille og undersøge strukturer og materialer med en størrelse i nanometerområdet. En nanometer er en milliardtedel meter (10^{-9} m), hvilket svarer til længden af et lille molekyle eller 4-5 atomer lagt ved siden af hinanden. Til sammenligning er tykkelsen af et menneskehår ca. 100000 nanometer. Ordet nano stammer fra det græske ord nannos, der betyder dværg, hvilket næsten kan siges at være en underdrivelse.

Alle de ting vi omgiver os med i hverdagen er sammensat af atomer og molekyler – der kan betragtes som naturens mindste byggesten. Materialers egenskaber er en blanding af atomare, molekylære og makroskopiske forhold – derfor kan studier af forskellige materials opbygning på nanometerskala være med til at øge vores forståelse af hvorfor disse materialer har netop de egenskaber de har – og måske bidrage til at designe/fremstille nye materialer med andre kemiske, mekaniske eller elektroniske egenskaber end dem vi kender i dag.

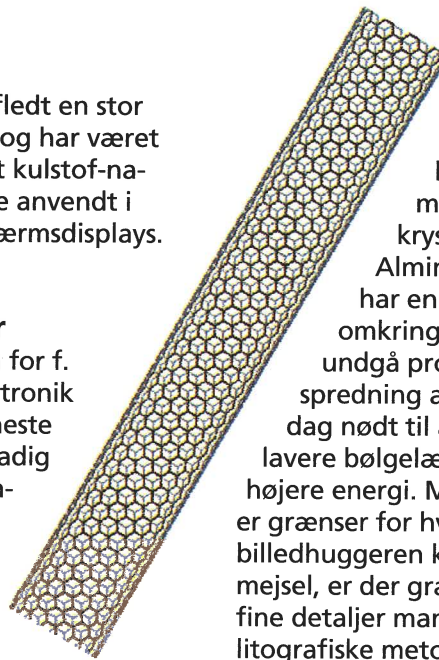
Et klassisk eksempel er de såkaldte kulstof-nanorør. I lighed med grafit og diamant er kulstof-nanorør opbygget udelukkende af kulstof-atomer. I kulstof-nanorør er atomerne organiseret i et cylindrisk rør der typisk er 1-2 nm i diameter. Som en konsekvens af den specifikke organisering af kulstofatomerne har nanorørene nogle helt specielle fysiske egenskaber. For eksempel er varmeledningsevnen ca. 20 gange større end sølv, og stivheden af kulstof nanorør er omkring 80 gange større end stål! Disse og andre specifikke

egenskaber har afledt en stor forskningsindsats og har været medvirkende til at kulstof-nanorør bl.a. vil blive anvendt i fremtidens fladskærmsdisplays.

Fremstilling af nanomaterialer

Udviklingen inden for f. eks. computerelektronik er igennem de seneste årtier gået mod stadig mindre komponenter, hvilket bl.a. giver mulighed for større processorkraft og højere lagringstæthed. Når man i dag vil fremstille elektronik så småt som muligt, anvender man nogenlunde den samme fremgangsmåde som en billedhugger. Man starter med noget meget stort, og fjerner så alt det overflødige, indtil man kun har de færdige elektroniske komponenter tilbage. Denne fremgangsmåde kaldes populært for en "top-down" metode. Ideen om at fortsætte denne miniaturisering til den mindste grænse – altså atomer og molekyler – tilskrives ofte Richard Feynman, der i forbindelse med de amerikanske fysikers årsmøde i 1959 holdt en tale med titlen "There's Plenty of Room at the Bottom". Han forestillede sig bl.a. andet at man en dag ville kunne gemme al information fra en stor encyklopædi på et knappenålshoved.

Der er gennem de seneste mange år gjort store fremskridt inden for top-down metoden i form af såkaldte litografiske fremstillingsteknikker. Således er størrelsen af industrielt fremstillede elektroniske komponenter ved at nærme sig nanometerområdet. I de litografiske processer



bruger man lys til at markere de områder man vil ændre på krystaloverfladen.

Almindeligt synligt lys har en bølglængde omkring 500 nm. For at undgå problemer med spredning af lys er man i dag nødt til at bruge lys med lavere bølglængde, og deraf højere energi. Men ligesom der er grænser for hvor fine detaljer billedhuggeren kan lave med sin mejsel, er der grænser for hvor fine detaljer man kan lave med litografiske metoder, de fineste detaljer på en computerchip fra intel er i dag omkring 65 nm.

Alternativt kan man forestille sig at flytte rundt på atomer eller molekyler f.eks. vha. et atomart kraft-mikroskop (se faktaboks). Det er sådanne metoder der har fået science-fiction forfattere som Niel Stephenson til at forestille sig at vi i fremtiden kan bygge apparater der kan samle et hvilket som helst materiale, atom for atom. Der er dog flere grunde til at sådanne apparater vil forblive fiktion: atomer opfører sig ikke som små kugler i en kugleramme, de hænger sammen via stærke kemiske bindinger. Når man ser bort fra akademiske eksempler hvor man manipulerer med enkelte ureaktive molekyler, findes der ikke nogen kendt teknologi der kan muliggøre samling og organisering af atomer fra andet end en stærkt begrænset del af det periodiske system. Et andet problem ved at samle materialer atom for atom er at antallet af atomer er meget højt. Hvis man forestiller sig at man kunne manipulere enkelte atomer med en hastighed på 1 atom/s,



◀ *Manipulation af enkelte atomer: I 1990 lykkedes det for Don Eigler at flytte rundt på 35 Xe-atomer ved hjælp af et scanning tunnel mikroskop (STM). Med atomerne fik han skrevet bogstaverne IBM, navnet på firmaet, han arbejdede for. Det var en besværlig proces, der blev udført et par grader over det absolutte nulpunkt og ved et meget lavt tryk.*

vilde det tage 6.1023 sekunder at manipulere et mol atomer – altså svarende til 20 millioner milliarder år! (jorden er ca. 5 milliarder år gammel). Derfor er denne type tilgangsvinkel til nanoteknologi, hvor man ønsker at manipulere enkelte atomer ad gangen begrænset til meget små systemer.

Et alternativ til "top down" metoden til fremstilling af nano-

meter-objekter er den såkaldte "bottom up" metode. I stedet for at forsøge at manipulere atomer og molekyler "oppefra" forsøger man syntetisk at fremstille byggeklodser der har den egenskab at de under de rette betingelser organiserer indbyrdes og dermed danner avancerede strukturer på nanometer-skala. Naturen er et godt eksempel på at denne metode

kan fungere i praksis. Vores DNA er opbygget af 4 forskellige baser der tilsammen former en tredimensionel helix-struktur. DNA koder for fremstillingen af proteiner der indgår i alt fra energi-omdannelse til struktur i kroppen. Proteinerne er opbygget af 26 simple aminosyrer, der organiserer sig selv i tre dimensioner til at udføre en specifik funktion.

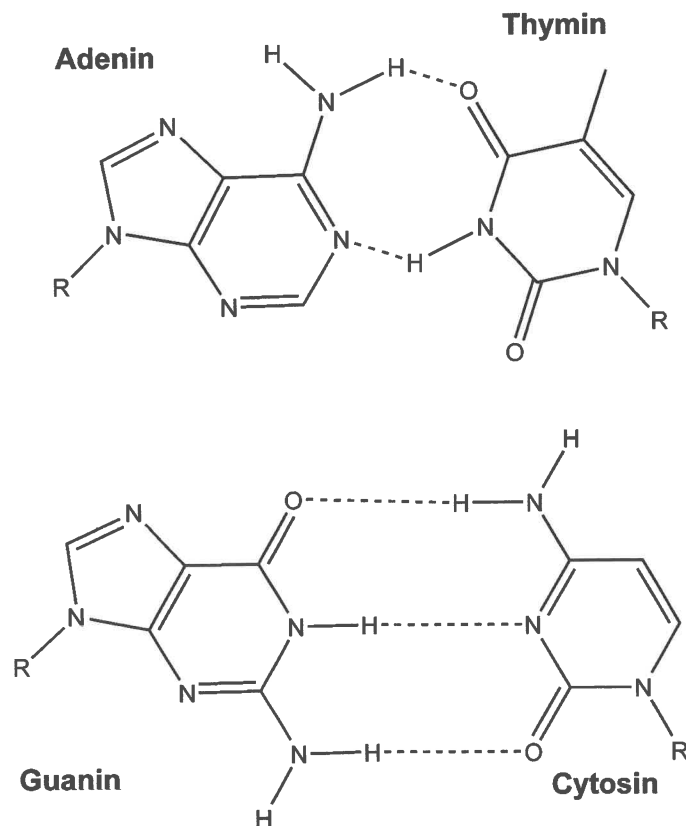
De biologiske molekyler får deres tredimensionelle struktur fra svage, noncovalente bindinger mellem de enkelte aminosyrer. Bindingerne er hydrogenbindinger, ionbindinger, dipol-dipol og hydrofobe vekselvirkninger. At bindingerne er svage er med-betydende til at mange biomo-

Faktaboks:

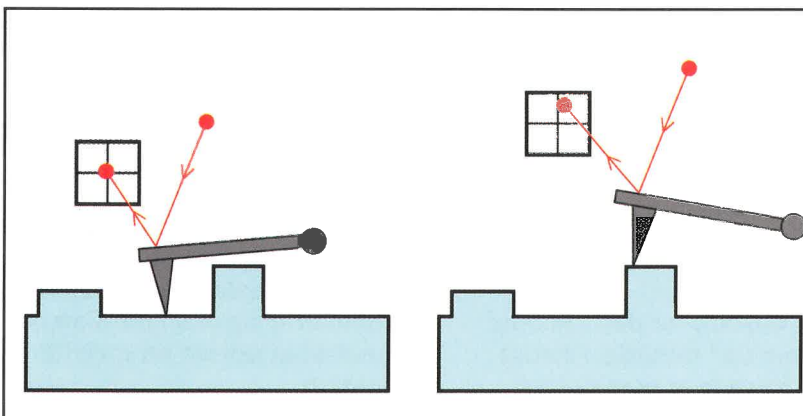
Atomart kraft-mikroskop (AFM).

Et normalt mikroskop gør brug af lys til at se overfladen af de prøver man gerne vil undersøge. Problemet med lys er dog at strukturer der er mindre end ca. 500 nanometer (nm) bliver udvisket på grund af spredning af lyset. Derfor har man været nødsaget til at anvende andre teknologier til at undersøge strukturer der er mindre end de 500 nm. 1 nm er en milliard-del af en meter, og det er på denne skala at man begynder at kunne ane enkelte molekyler og deres indbyrdes sammenspil.

Et Atomart kraft-mikroskop (AFM) er i stand til at afbilde strukturer på en overflade helt ned til 0,1 nm. Et AFM fungerer ved at man med en meget spids tip mærker overfladen gennem en følsom vippearm, lidt i stil med en gammeldags grammofon-nål, og bruger altså ikke lys til at "se" med. Man kan altså med et AFM se enkelte molekyler og deres strukturelle sammensætning med andre molekyler.



Det mest kendte eksempel på molekylær genkendelse er hydrogenbindingsmotiverne i DNA. Adenin binder til Thymin med to hydrogenbindinger (stiplet) mens Guanin binder til Cytosin med tre hydrogenbindinger. Baserne passer sammen parvis og binder ikke særligt godt i andre kombinationer.



◀ Princippet i et atomart kraft mikroskop (AFM); laseren (rød) reflekteres på bagsiden af AFM nålen, og rammer derefter en detektor. Ved at flytte (scanne) nålen over en overflade kan man danne sig et billede af hvordan overfladen ser ud på en nanometer-skala, hvis nålen møder en forhindring, bøjes den. Bøjningen betyder at refleksionen fra laseren flytter sig og derved ændres signalet fra detektoren. Ved gentagende gange at bevæge nålen over en overflade, kan man kortlægge hvor nålen bøjes og dermed bestemme overfladens form.

lekyler er dynamiske strukturer, de kan genkende og forme sig efter bestemte molekyler, eller de kan genkende bestemte mønstre. Ideen om at fremstille nanostrukturer der, inspireret af naturen, bruger dynamiske molekyler der kan genkende hinanden ved at bruge molekyllære "stregkoder" kaldes "bottom up approach".

Resume

Nanovidenskab er en ung videnskab der p.g.a. udviklingen af nye værktøjer har gjort det muligt at undersøge og forstå naturen med hidtil uopnåelig præcision. Nano anvendes i

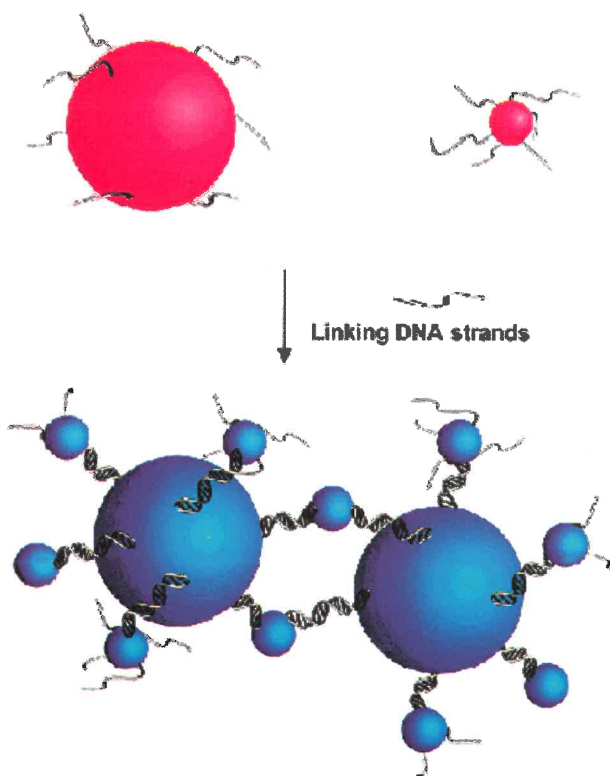
forbindelse med traditionelle fag som fysik, kemi og biologi. Design af materialer på nanometer skala kan føre til en lang række nye anvendelser, som f.eks: intelligent medicin, nanosensorer, super-stærke materialer samt hurtigere og mindre computere.

Knogler undersøgt med nanoværktøjer.

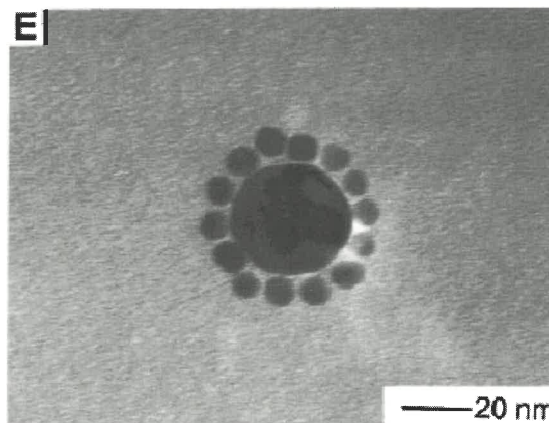
Et eksempel på avancerede nanostrukturer i naturen er vores knogler. Ca. 62% vægtprocent af vores knogler udgøres af mineraler, de sidste ca. 38% af organisk materiale (proteiner). Alene ville mineralerne være svage som almindeligt tavlekridt. Største-

delen af proteinerne er kollagen der virker som en fjeder mellem mineralstykkerne. Den fjedrende effekt fra kollagenfibrene stammer fra hydrogenbindinger og betyder at knoglen bliver mange gange stærkere end almindeligt tavlekridt. Man kan undersøge effekten af proteinerne ved at tage et stykke okseknogle og bage det ved 300°C. Mineralerne er uændrede ved denne temperatur, men proteinerne går i stykker. Hvis man efterfølgende slår på knoglen med en hammer, går den let i stykker. En frisk knogle med protein er mange gange stærkere på grund af proteinerne fjedrende effekt.

Scheme 2



Eksempel på selvsamlende strukturer: En forskningsgruppe ledet af Chad Mirkin demonstrerede i 1996 at de kunne organisere guldnanopartikler i forhold til hinanden. De funktionaliserede store og små nanopartikler med to forskellige-DNA koder og kunne efterfølgende samle nanopartiklerne i ovenstående struktur ved at tilsætte en komplementær DNA streng. Selvom eksperimentet ser primitivt ud, er det det første eksempel på at man kan bruge DNA til at organisere molekyler på en så lille længdeskala.



Ved at bruge det atomare kraftmikroskop til at undersøge knoglernes overflade er forskerne med til at øge viden om proteinernes dynamiske funktion. Denne viden kan måske være med til at løse gåden om knogl- sygdomme så som osteoporose (knogleskørhed).



Relevante links:

Nobelprismodtagere:
www.nobel.se

Nanoteknologi-links, både dansk og engelsk:
<http://www.nano.ku.dk/links/index.html>

Richard Feynman "There is Plenty of Room at the Bottom"
<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>

Diskussionen mellem Drexler og Smalley kan læses på:
<http://pubs.acs.org/cen/coverstory/8148/8148counterpoint.html>

◀ Nærbillede af en okseknoGLE taget med AFM. Billedet måler 500 gange 500 nanometer. Farverne er kunstigt lagt på og skal forstås lidt som et landkort. De lyse områder er højere end de mørke. "Ribberne" er kollagenfibre der er ca. 67 nm brede og 100 nm lange.

Strømforsyninger – der opfylder de skærpede krav til sikkerhed



24 V/5A AC/DC strømforsyning 1150.10

Enheden er forsynet med digital udlæsning af såvel AC som DC spænding. Den aflæste værdi måles direkte på udgangsterminalerne og er derfor meget nøjagtig. Strømforsyningen er forsynet med automatisk overbelastningsbeskyttelse. Ikke stabiliseret.

Specifikationer:

DC spænding: 0-24 V trinløs variabel max. 5 A. Forsynet med omskifter for indkobling af udglattingsenhed (max. 3 A).
 AC spænding: 0 - 24 V trinløs variabel max. 5A.
 Dimension: (LxDxH) 24 x 17 x 12 cm.
 Vægt: 6 kg

Pris excl. moms kr. 2.145,-

- AC/DC strømforsyning
- Trinløs regulering
- Digital udlæsning
- Enkel betjening

25V/6A AC/DC strømforsyning 1118.10

Forsynet med digital udlæsning af såvel AC/DC spænding og strøm. Stabiliseret og udglattet DC med trinløs variabel strømbegrænsning. AC og DC kan uafhængigt reguleres og belastes op til 6 A. Såvel AC som DC er elektronisk sikret mod overbelastning.

Specifikationer:

DC spænding: 0-25 V trinløs variabel max 6 A stabiliseret og udglattet
 AC spænding: 0-25 V trinløs variabel max 6 A.
 Dimension: (LxDxH) 31 x 25,5 x 13 cm
 Vægt: 8,2 kg

Pris excl. moms kr. 3.285,-



1118.10

impo
 electronic a/s

Svovlhatten 3 · 5220 Odense SØ · Tlf. +45 6315 4050
 Fax +45 6315 4058 · www.impo.dk · e-mail: mail@impo.dk

Prospekt over hele vort strømforsyningsprogram tilsendes gerne!

Relativistiske eksperimenter

AF ULRIK I. UGGERHØJ, LEKTOR VED INSTITUT FOR FYSIK OG ASTRONOMI, AARHUS UNIVERSITET

GENGIVET MED TILLADELSE AF AKTUEL NATURVIDENSKAB

Hver eneste dag udfører fysikere eksperimenter, der kun kan forklares ved hjælp af Einsteins relativitetsteori. Teorien er gennem snart hundrede år blevet testet i stor detalje, indtil videre uden at udvise mangler eller fejl.

I de hundrede år, der er gået siden Einstein publicerede den første del af sin relativitetsteori, har forskere verden over forsøgt enten at modbevise teorien eller postulere små korrektioner til teorien, som kan eftervises med eksperimenter. Det er endnu ikke lykkedes at finde mangler. Teoriens mange konsekvenser har været afprøvet i stor detalje, uden relativitetsteorien endnu har vist svaghedstegn.

Nogle af de eksperimenter, der gennem tiden er blevet gjort for at bekræfte relativitetsteorien har selvsagt været meget spidsfindige. Men også med simpelt udstyr kan man måle fænomener, der kun kan forklares ved hjælp af Einsteins relativitetsteori.

For at tage et helt grundlæggende eksempel, kan noget så hverdagsagtigt som at Solen skinner forklares ud fra Einsteins berømte formel $E=mc^2$. Solen taber nemlig mere end fire millioner tons per sekund ved at omdanne masse til energi. Selv når du tager solbad spiller relativitetsteorien altså med!

Myonens levetid

Nu kan en solbrændt krop næppe tjene som et eksperimentelt bevis for relativitetsteorien, og jeg vil derfor nævne et mere overbevisende eksempel. Mange har sikkert oplevet, at fysiklæreren har brugt en almindelig Geiger-tæller i undervisningen til at måle baggrundstrålingen. Omkring 25% af de klik, Geiger-tælleren giver fra sig, stammer fra kosmisk stråling – hovedsageligt fra partikler kaldet myoner, der løber gennem tælleren.

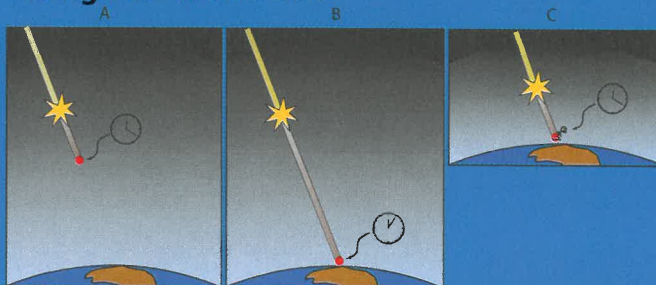
Det interessante er i denne forbindelse, at relativitetsteorien er nødvendig for at forklare disse klik fra myoner i geigertælleren. Myoner bliver dannet højt oppe i Jordens atmosfære, omkring 10 kilometer fra jordoverfladen. De bliver dannet med så høj energi, at de bevæger sig med en fart meget nær lysets. Hvis deres levetid i bevægelse var identisk med deres levetid i hvile ville de nå knapt en kilometer fra det sted, de blev dannet, idet lys bevæger sig godt 660 m på 2,2 milliontedele af et sekund. De ville altså aldrig nå frem til en

tæller eller et menneske placeret ved jordoverfladen.

Når det alligevel kan lade sig gøre at måle myoner ved jordoverfladen, skyldes det, at objekter, der bevæger sig med en fart nær lysets, bliver relativistiske. Hermed menes, at deres bevægelsesenergi bliver sammenlignelig med – eller større end – den energi, de besidder i form af masse ud fra Einsteins berømte $E=mc^2$.

En konsekvens af Einsteins relativitetsteori er, at et ur i bevægelse går langsomt set i forhold til en observatør i hvile. Myonen

Tid og rum er relative



En myon er en tung udgave af en elektron, og dannes ca. 10 km oppe i Jordens atmosfære. Myoner er så energirige, at de bevæger sig nær lysets hastighed. Deres levetid i hvile er kun 2,2 milliontedele af et sekund, og hvis denne levetid var identisk med deres levetid i bevægelse, ville myonen kun nå ca. 1 km. fra det sted, de blev dannet (som vist i A).

En konsekvens af Einsteins relativitetsteori er imidlertid, at et ur i bevægelse går langsomt i forhold til et ur i hvile. Myonen bevæger sig så hurtigt i forhold til os, at dens "indre ur" går langsomt, og derfor kan myonen godt nå ned til os ved jordoverfladen på trods af dens korte levetid, som vist på B.

Den sidste figur C viser det tankeeksperiment, at observatøren rider på ryggen af myonen. Set for observatøren forkortes rummet nu, så myonen stadig kan nå ned til jordoverfladen inden for dens levetid på 2,2 milliontedele af et sekund.

bevæger sig så hurtigt i forhold til os, at dens levetid forlænges ganske betydeligt, fordi dens "indre ur" går langsomt. Og det er dette "indre ur", der bestemmer hvornår partiklen henfalder. Myonen kan altså kun sige klik i vores tæller, hvis det er rigtigt, at et ur i bevægelse går langsomt.

Hvert klik fra en myon i en Geiger-tæller kan dermed tages som "bevis" for relativitetsteoriens rigtighed.

Rummet forkortes

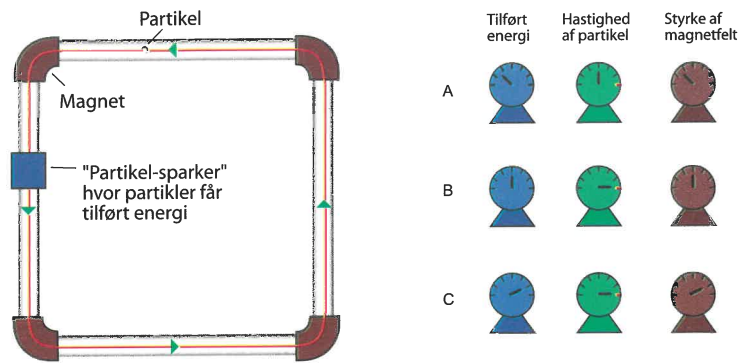
Vi kan nu lave det tankeeksperiment (Einstein var en stor tilhænger af tankeeksperiment), at jeg som observatør rider på ryggen af en myon. Så ligger den jo stille i forhold til mig og må dermed have sin normale levetid i hvile på 2,2 milliontedele af et sekund. Hvordan forklarer man så, at myonen kan nå ned til Jordoverfladen? Er der tale om et paradoks? Nej, forklaringen er den, at ikke bare ændrer tidens gang sig for ting i bevægelse, rummets udstrækning ændres også. Således synes afstanden til Jorden for myonen at være forkortet med samme faktor, som tiden før blev forlænget med, og den kan derfor igen nå ned til jordoverfladen. Længder af ting i bevægelse forkortes altså på samme måde som ures gang "sløves".

En måling af myonens levetid i hvile er i dag et standard-eksperiment, der udføres mange steder verden over, bl.a. af de nye studerende på Aarhus Universitet.

Ting i bevægelse bliver tungere

Som vi har set, ændres tid og længde for ting i bevægelse. Men ikke nok med det: ifølge relativitetsteorien ændrer massen sig også. Det mest iøjnefaldende eksperiment i denne forbindelse – i øvrigt et eksperiment, der ligeledes udføres dagligt mange steder verden over – foregår i cirkulære accelerators (se boks).

I accelerators kan man bringe partikler som f.eks. pro-



Fart øger massen

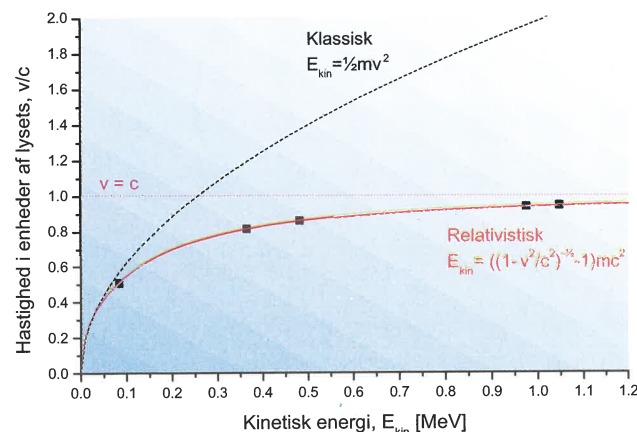
I en ringformet accelerator kan man bringe partikler op på en fart nær lysets. Et magnetfelt sørger for, at partiklerne bliver inde i ringen, så de ikke fortsætter ud af ringen pga. centrifugalkraften. Dette magnetfelt må øges i takt med, at partiklerne tilføres mere energi, og deres hastighed stiger (som vist med "målerne" fra situation A til B). Når partiklerne har nået en hastighed nær lysets øges farten ikke længere nævneværdigt, men man må stadig øge magnetfeltets styrke for at holde partiklerne inde i ringen, hvis der tilføres yderligere energi (fra situation B til C). Dette kan kun forklares ved, at partiklernes masse øges, hvilket er i overensstemmelse med Einsteins relativitetsteori.

Når partiklerne bliver relativistiske, går energiforøgelsen altså til at gøre dem tungere frem for hurtigere. Således kan deres fart aldrig overstige lysets.

GRAF

Grafen viser hastigheden – i enheder af lysets – af elektroner udsendt fra standard radioaktive kilder som funktion af deres kinetiske energi. Den stiplede sorte linie viser den forventede værdi ifølge klassisk fysik. Den røde kurve viser den forventede værdi iflg. Einsteins relativitetsteori, hvor elektronernes hastighed nærmer sig lysets, men aldrig overstiger den. De sorte firkanter repræsenterer egentlige målinger, og det er tydeligt, at de ligger på den "relativistiske" kurve.

At lysets hastighed ikke er uendelig, blev i øvrigt påvist af den danske astronom Ole Rømer allerede i 1676. Hans epokegørende måling var den første observation af en naturkonstant nogensinde.



toner eller elektroner op på en hastighed meget tæt ved lysets. Dette gøres ved at give dem "et spark" hver gang de passerer et bestemt punkt i ringen, hvorved de øger deres bevægelsesenergi. På samme tid er man nødt til at øge magnetfeltet i ringen for at holde partiklerne inde i maskinen. Det skyldes, at kraften fra magnetfeltet skal kompensere centrifugalkraften, som afhænger af partiklernes masse og fart samt radius af deres bane rundt i acceleratoren.

I begyndelsen af accelerationsfasen øges omløbsfrekvensen – dvs. det antal gange partiklerne når rundt i acceleratoren pr. sekund – i takt med, at partiklernes energi stiger. Men når partiklen har opnået en bevægelsesenergi svarende til dens masse gange lysets fart i anden potens ($E=mc^2$ igen), øges omløbsfrekvensen ikke længere nævneværdigt, selvom man vedbliver med at tilføre energi. Til gengæld er det stadig nød-

vendigt at øge magnetfeltet i takt med, at energien stiger for at holde partiklerne inde i acceleratoren. Partiklernes fart må jo være næsten konstant, da omløbsfrekvensen ikke øges, og radius i banen er også uændret ellers ville man tabe partiklerne, så den eneste mulige forklaring på, at man bliver nødt til at skruer op for magnetfeltet, er, at partiklens masse øges i takt med energien.

Ting i bevægelse bliver altså tungere – nøjagtigt som forudsagt af Einsteins relativitetsteori.

Relativitet og GPS

I modsætning til andre vigtige teorier inden for fysikken, som f.eks. kvantemekanikken, har Einsteins relativitetsteori ikke umiddelbart åbnet op for et industrielt eventyr. Men der findes dog et eksempel på en teknologi, der kun fungerer, hvis man tager hensyn til relativitetsteorien – nemlig navigationssystemet GPS (Global Positioning System).

GPS-modtagere er efterhånden ved at blive standardudstyr i nyere biler, og ses i dag i de fleste taxaer. Princippet i GPS er egentlig ganske enkelt: Modtageren kommunikerer med minimum fire satellitter, og kan dermed finde den nøjagtige position med en opløsning på en snes meter (vha. tre af satellitterne) samt det nøjagtige tidspunkt med en præcision på nogle få milliard-dele af et sekund (vha. den sidste af satellitterne). To ting er nødvendige for at systemet virker. For det første, at fundamentet for relativitetsteorien er korrekt – nemlig, at lysets hastighed er endelig og uafhængig af afsenderens hastighed.

For det andet, at hver af satellitterne bærer et ur med en relativ nøjagtighed, som er bedre end een ud af titusind milliarder, svarende til eet sekund per 300.000 år. Dette kan lade sig gøre med atom-ure.

For GPS-systemet er der to

Tvillingeparadokset

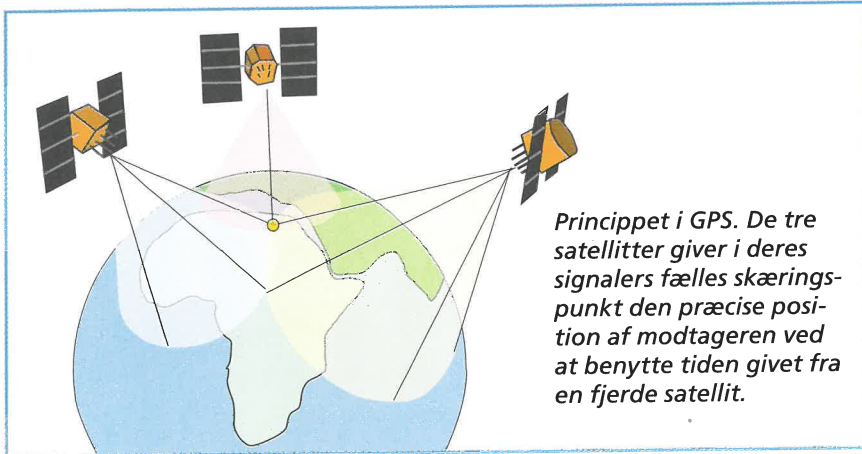
En af konsekvenserne af relativitetsteorien er, at et ur i bevægelse går langsommere set i forhold til et ur i hvile. Denne konsekvens har givet anledning til det såkaldte tvillingeparadoks, der ikke er et paradoks, men hedder sådan, fordi det umiddelbart virker som et paradoks.

Vi forestiller os, at du har en tvillingebror. Du udstyrer ham med et ur og en tilpas kraftig rumraket og sender ham ud i rummet med en fart, der er sammenlignelig med lysets. Nu går hans ur langsomt, idet han bevæger sig hurtigt væk – og tilsvarende på tilbageturen. Dette resulterer i, at han ved det glædelige gensyn 10 år senere (målt med dit ur) kun er blevet 5 år ældre. Det virker måske underligt, men det er endnu ikke et paradoks.

Men hvad nu, hvis vi ser det fra hans perspektiv? Så bevæger du dig væk og dit ur går langsomt set for ham, og så optræder paradokset. Der kan kun være eet resultat – enten er hans ur bagefter, foran eller enslydende med dit, når I mødes igen – hvad er svaret? Grunden til, at der ikke er et paradoks er, at din tvillingebror under sin rejse er nødt til at accelerere for at kunne vende sit rumskib, så han kan komme tilbage. Han vil altså under afrejsen, kursændringen og hjemkomsten blive påvirket af

målelige kræfter, hvorimod du kan forblive i hvile. Denne forskel i kraftpåvirkning bryder symmetrien mellem dit og hans system og gør det lettest at beskrive fra dit synspunkt (i et såkaldt inertialsystem). Og det er netop, hvad den første version ovenfor gør. Derimod laver man en fejl i anden version, når man siger at »nu bevæger du dig væk og dit ur går langsomt set for ham« – man benytter hans kraftpåvirkede system som om der ingen kræfter virker og så går det galt: En acceleration svarer til et tyngdefelt, hvori uret går langsomt set udefra. Regnes der rigtigt på accelerationen, fås det korrekte svar, at din tvillingebror kommer hjem yngre end dig selv.

Nu kan det jo endnu ikke lade sig gøre at sende mennesker ud i rummet med en fart tæt på lysets, men i 1971 udførte amerikanerne Keating og Hafele et lignende eksperiment. De sendte fire atomure med almindelige rutefly to gange Jordan rundt og observerede, om urenes gang var påvirket som forudsagt af relativitetsteorien i forhold til stillestående ure. Inden for målenøjagtigheden passede teori og måling perfekt! Der er altså ingen tvivl: Et atomur i bevægelse går langsomt. Og da ethvert ur (inklusive dine aldringsprocesser) til syvende og sidst stammer fra atomernes "tikken", ældes man langsommere (set for andre) ved at bringe sig i bevægelse.



Princippet i GPS. De tre satellitter giver i deres signalers fælles skæringspunkt den præcise position af modtageren ved at benytte tiden givet fra en fjerde satellit.

relativistiske effekter, der viser sig at være helt afgørende (mange tusinde gange for store til, at man kan ignorere dem), og de har begge at gøre med ures gang. Som tidligere nævnt går et ur i bevægelse langsomt set i forhold til en observatør i hvile. Det samme gør sig gældende for et ur i et tyngdefelt – dette går også langsomt set i forhold til en observatør i hvile og langt fra tyngdefeltets centrum.

GPS-satelliternes fart er ca. fire km/s svarende til, at deres ur – set fra Jorden – går unøjagtigt med et sekund per 300 år.

Effekten af tyngdekraften er, at satellittens ur går for hurtigt – en korrektion, der er større med ca. en faktor fem sammenlignet med den forårsaget af farten. Konverteret til en afstand ville sådanne fejl tilsammen løbe op i 11 kilometer pr. dag, hvilket f.eks. ville gøre systemet ubrugeligt for taxa-chaufføren (for ikke at nævne militæret, eftersøgningstjenester, skibsnavigation etc.).

Hvis GPS-systemet skal kunne give os nøjagtige positioner, er det altså nødvendigt dels at benytte relativitetsteoriens ene

grundsten – lysets konstante hastighed, dels at korrigere for effekterne på ures gang forklaret af samme teori. Der er altså ingen tvivl om, at relativitetsteorien faktisk har betydning i vores hverdag!

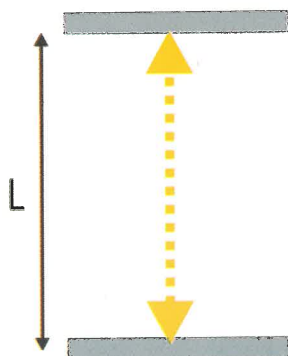
Inden for de kommende få år regner man i øvrigt med, at udvidelsen af GPS-systemet vil kunne føre til en præcision på omkring en halv meter. Et sådant system vil f.eks. kunne udnyttes til automatiserede landinger af fly ved meget lav sigtbarhed.

Teorien har stået sin prøve. De nævnte eksempler er blot et lille udpluk af de mange fænomener, der dagligt observeres og som kun kan forklares ved hjælp af relativitetsteorien. Der er altså massevis af eksperimenter, der viser, at alt er – ikke relativt – men relativistisk i større eller mindre grad.

Der er dermed ingen tvivl om, at denne enestående teori, som blev påbegyndt af en ung mand på et schweizisk patentkontor og afsluttet ti år senere, har stået sin prøve.

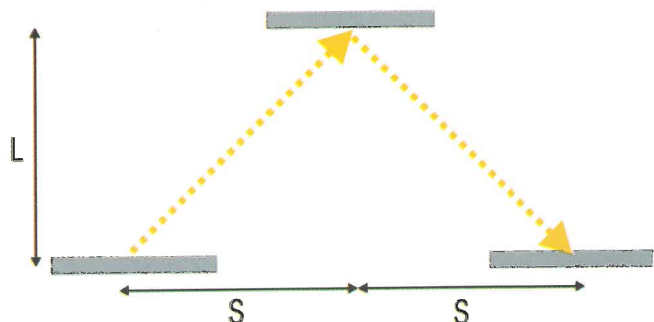
Et ur i bevægelse går langsomt

Vi konstruerer et yderst simpelt ur – et lysur – bestående af to parallelle spejle og en lyspuls, der bevæger sig frem og tilbage mellem spejlene (se figur 1). Tiden kan måles ved at tælle, hvor mange gange lyspulsens har ramt det nederste spejl. F.eks. kan vi vælge afstanden L mellem spejlene til at passe med, at det tager lyset en milliontedel sekund at løbe frem og tilbage ($L = 150$ m). Nu sætter vi så lysuret i hurtig bevægelse på tværs af lyspulsens bevægelsesretning. Hvordan ser bevægelsen af lyset og spejlene så ud? Nu bevæger lyset sig – set for den stillestående – skråt, idet lysets og lysurets hastigheder skal adderes (hvis ikke lyset bevægede sig skråt kunne det ikke reflekteres fra det



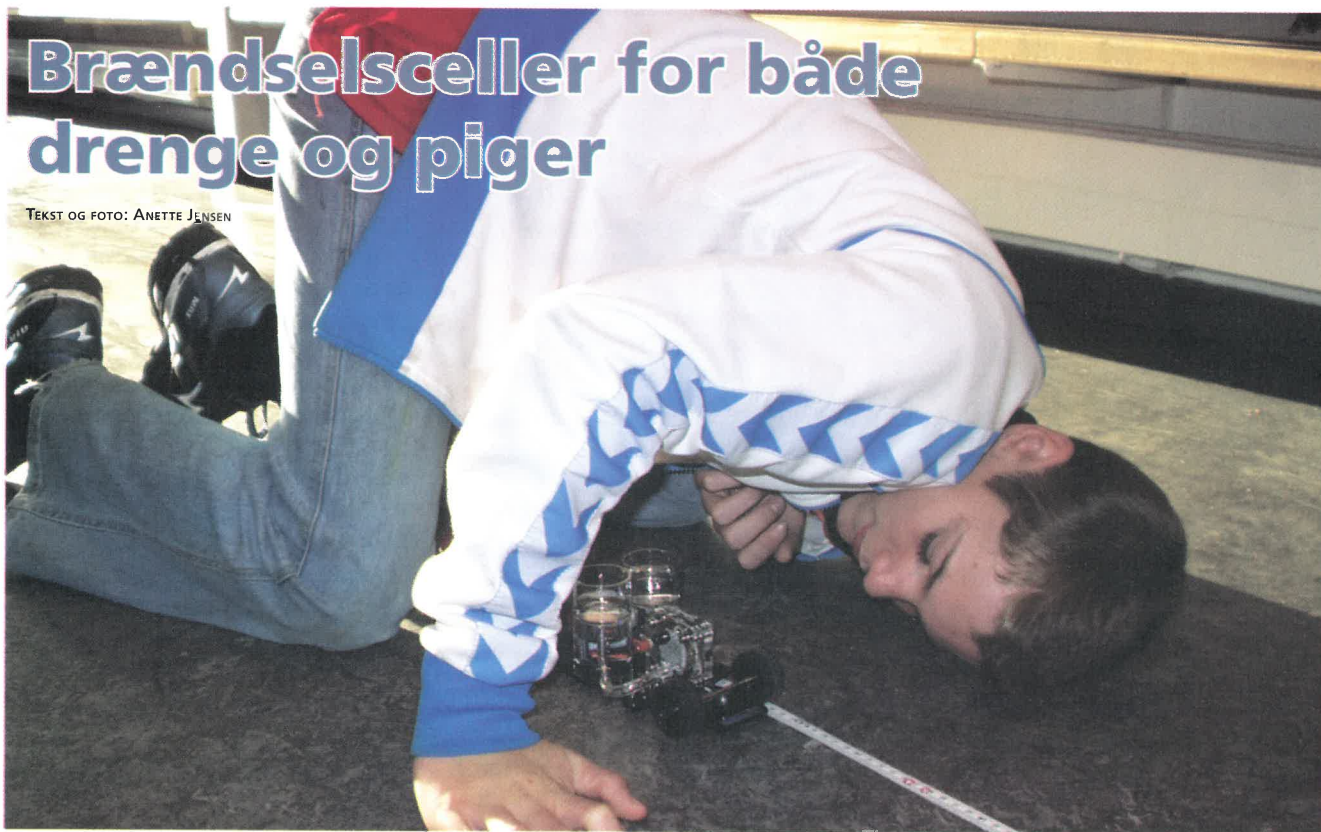
øverste spejl, der jo har flyttet sig i den tid det tog lyset at bevæge sig derop). Tilsvarende når lyset løber nedad, se figur 2.

Men nu skal lyset jo løbe noget længere for at vende tilbage idet ifølge Pythagoras' sætning $x^2=L^2+s^2$. Lyset løber altså længere, men med samme hastighed (fundamentet er jo at lysets hastighed er den samme for alle). Målt med et stillestående ur tager det derfor længere tid for lyspulsens på lysuret i bevægelse at løbe én gang frem og tilbage – altså



Brændselsceller for både drenge og piger

TEKST OG FOTO: ANETTE JENSEN



I efteråret 2004 lykkedes det mig gennem et kursus på AC- Fyn at låne tre kasser med brændselsceller fra minihydrog. Den ene af kasserne indeholdt fire brintbiler, solceller og adaptore til almindelige stikkontakter. Det blev en stor succes. Jeg brugte kasserne i natur / teknik i 5. klasse samt i fysik / kemi i 7. og 8. klasse. På alle tre årgange valgte jeg at lave kønsopdelte hold. Jeg har tidligere haft stor succes med at dele drenge og piger i fysik / kemi. Der er stor forskel på den tilgang, piger og drenge har til faget, og specielt på udførelsen af eksperimenter. Pigerne er meget bundet af forsøgsvejledningen, mens drengene ikke tænker så meget på, hvad der skal komme ud af det, og de finder ofte på andre ting man også kan undersøge.

I 5. klasse var begge køn meget fascineret af at få lov til at "lege" med en bil, der kunne køre på vand. Vi fik mange natur- / tekniktimer til at gå med brintbilerne, og eleverne var kede af det, da bilerne skulle

leveres tilbage 14 dage senere. Formålet var, at de skulle have et teknikemne samt at måle, hvor langt bilen kunne køre. Det er nemt og sjovt at fylde vand på bilerne og at få dem til at køre. Drengene var selvfølgelig også meget optaget af at styre bilen, det kunne kun gøres manuelt, og de fik ret hurtigt bilen til at køre i en cirkel, så den ikke hele tiden skulle vendes. Det var nogle meget populære timer for begge køn, og fascinationen var

stor. På daværende tidspunkt var der i medierne en diskussion om, at børn ikke interesserede sig for naturvidenskab, dette var ikke noget, jeg kunne genkende i de klasser, jeg havde. Jeg har endda fået forældrehenvendelser om at lave en forældreaften, hvor forældrene kunne få lov at prøve at køre med brintbilerne.

Teorien bag brændselsceller var lidt svær for 7. klasse, men i 8. klasse burde de fleste kunne forstå grundlaget. Illustreret Videnskab bragte lige inden forløbet en let forståelig artikel om brintbiler. På begge årgange strakte forløbet sig over 6 – 8 timer fordelt over de 14 dage, jeg havde kasserne. Det var desværre ikke muligt for mig at have en hel fagdag, dette ville have været en ubetinget fordel. Eleverne udregnede hastigheden for bilerne, hvilket forekom

7. klasserne lidt svært; det gik da heldigvis lidt bedre i 8. klasse.

8. klasse lavede også forsøg med kasse 2, der bestod af en elek-

trolysesedel, hvor brinten efterfølgende kunne bruges i en brændselscelle og til at få en vindmølle til at dreje rundt. Der var også en brændselscelle, der kunne skilles ad, så man kunne se, hvordan filtret så ud i brændselscellen. Endvidere var der til alle kasser meget gode forsøgsvejledninger samt lidt "teori" om brændselsceller.





I 8. klasse sås kønsforskellen tydeligst. Pigerne arbejdede frem mod det formål, vi havde sat. De var pligtopfyldende og ansvarbevidste og følte en vis tilfredsstillelse i at gentage forsøget (beregne bilernes hastighed). De var langt bedre til at samarbejde og arbejdede mere struktureret end drengene. Drengene læste ikke forsøgsvejledningen, men prøvede sig bare frem med de problemer, det nu gav. Det betød heller ikke så meget, hvem de var sammen med. De gik også ud over forsøget. For drengene var det vigtigste at få en spændende oplevelse og få deres præstationstrang styret. Hvis de kunne overgå hinanden, ville dette også være et mål, også selv om dette ville indebære en vis risiko. Da de skulle lave forsøget med elektrolysedelen, var der en af drengene, der spurgte, om han måtte få en ballon. Den opsamlede han en lille smule af brinten i og gik udenfor og satte ild til den.

Kønsforskelle i fysikforsøg

Det er min erfaring, at begge køn gerne vil lave forsøg, men drengene bruger mere tid på at eksperimentere for at afprøve nogle ting, resultatet betyder ikke så meget, det er mere oplevelsen og det at over-



skride egne og andres grænser. Pigerne er mere optaget af, hvordan gruppen fungerer, og det sociale aspekt end af det at lave forsøg. Pigerne vil gerne lave krystaller igen og igen, fordi nu kan de det, og der ligger en trykthed i gentagelsen. De kan endvidere se et formål med det. Det er oftest at det er pigerne der spørger: "Hvad skal jeg bruge det til?" "Skal man lære det for at blive sygeplejerske?"

Det er drengene, der spørger om de må undersøge, hvilken pH-værdi deres urin har, eller vil undersøge, om deres urin indeholder kulstof. Det kan nok virke noget barnligt, men de glemmer aldrig det



forsøg. (Man skal bare være opmærksom på, at urin kan stødkoge).

Pigerne vil gerne vide, om der er liv på andre planeter, men er fuldstændig ligeglade med betingelserne for livs opståen. De vil helst have om Pluto og fortæller gerne i rigtig lang tid om et eller andet sagn, eller hvorfor planeten hedder det den hedder. Den naturvidenskabelige side af sagen fylder ikke meget.

Brintbiler anbefales

Kasserne med brintbilerne anbefaler jeg varmt, også selv om det ikke bliver kønsopdelt undervisning. De kan også bruges til forløb med drivhuseffekt og antropogene emissioner, energi og energioverførsel, vedvarende energikilder og fremtidens energiforsyning. Der er også gode muligheder for tværfaglige forløb med geografi og biologi, men vent med det til 8. klasse. Jeg synes ikke, 7. klasse får nok ud af det.

Til slut vil jeg opfordre andre til at skrive om nogle af deres erfaringer med kønsopdelt undervisning eller komme med eksempler på gode eller sjove undervisningsforløb, som andre ville kunne have glæde af.



Naturfag, børn, unge og voksne

TEKST OG FOTO: ERIK JØRGENSEN

Fortsat fra Fysik•Kemi 02 2005

10.000 års naturhistorie

Mennesket har siden den sidste istid givet det storslåede landskab i the North West kultur og historie. I næsten 10.000 år var der kun tale om en fåtallig indianerbefolkning, som udnyttede naturens udtømmelige ressourcer. De mange millioner laks, der hvert år vandrede op i den vandrige Columbiaflod og dens bifloder, var selve grundlaget for livets opretholdelse, og de uendelige skove gav rige jagtmuligheder og tømmer til boliger og totempæle. Menneskers aktiviteter ændrede ikke meget ved natur og landskab.

Med den hvide mands ankomst blev geografien radikalt ændret. Laksen blev grundlaget for en vældig fiskeindustri, der nu har bragt laksen til randen af udryddelse. Skovene blev råstof i en enorm tømmerindustri, der nu har udtømt sine egne ressourcer, og Columbiafloden er blevet dæmmet op til en række søer, der giver energi til store vandkraftværker og atomare anlæg. Vandets energi bliver forvandlet til billig elektrisk energi, som er grundlaget for folks levevis og erhvervslivet i the North West. Menneskers aktiviteter har i dag sat sig tydelige spor i natur og landskab.

Columbiafloden som kursusemne

Jeg fulgte et kursus om Columbia floden, som på eksemplarisk

vis gav indblik i, hvordan North Cascade Institute formår at give en tværfaglig undervisning. På en strækning af Columbia floden oplevede jeg, hvorledes et geografisk område blev forvandlet til et læringsmiljø for undervisning i geologi, biologi, historie, naturvidenskab og teknologi. Med udgangspunkt i et naturreservat kaldet "the Arid land Ecology Reserve" undersøgte vi flora og fauna i det østlige Washingtons busksteppe. Der var også besøg på vandkraftværker for at lære, hvorledes de påvirker miljøet på forskellig vis. På positiv vis ved at levere enorme mængder elektrisk energi uden medfølgende udledning af kuldi-oxid og i negativ henseende ved at være alvorlige hindringer for opgang af laks. Det var undervisning i fysik, kemi og biologi i meget realistiske omgivelser. Flodens og områdets geologiske, kulturhistoriske og teknologiske udvikling blev formidlet fra istid til nutid og fra de første indianeres overlevelseskultur og frem til nutidens digitale kultur gennem undersøgelse af Columbiaflodens dramatiske historie fra indianernes udnyttelse af dens lakserigdom til den hvide mands udnyttelse af dens vandrighed. Med opførelse af dæmninger, kraftværker, vandingssanlæg og det enorme Hanford-anlæg har Columbiafloden og dens omgivelser gennemgået store forandringer siden 1930'erne.

Hanford

Hanford var en del af Manhattanprojektet, som præsident Roosevelt satte i værk under Anden Verdenskrig på opfordring af Albert Einstein med det formål at lave verdens første atombombe. Hanfords opgave var at producere plutonium til bomben. Et samlet overblik over denne historie opleves bedst på et museum i Richland tæt ved Hanford. På Columbia River Exhibition of History, Science & Technology - i daglig tale kaldet CREHST vises gennem udstillinger og undervisning de store forandringer, Columbiafloden og dens omgivelser har gennemgået.

Hanfords andel i Manhattan projektet vises i en omfattende udstilling, der giver indblik i historien, fysikken og teknologien forbundet med opgaven at lave plutonium til brug i en atombombe. De mange tusinde ansatte boede i campingvogne - trailers -, og trailerparkens størrelse er aldrig overgået noget steds siden. Hele projektet skulle i videst muligt omfang holdes hemmeligt, men det voldte besvær at forklare tilstedeværelsen af tusinder af campingvogne på en øde busksteppe.



Fra regeringens side prøvede man at forklare de mange aktiviteter som led i et større landbrugsprojekt, men hvad havde militæret med det at gøre? Det var ret så morsomt at høre, at offentligheden ikke gjorde sig særlige overvejelser over, hvad der foregik ude i ødemarken. Folk var så vant til, at militæret foretog sig mærkelige ting, så hvorfor skulle det ikke også beskæftige sig med landbrug!

Hanford er ikke bare en historie, der på spændende og lærerig vis kan fortælles i et tværfagligt perspektiv. Hanford er også i høj grad nutidig. Anlæggets mangeårige virke under den kolde krig har resulteret i et miljøproblem af store dimensioner. De forskellige affaldsprodukter med radioaktivt indhold blev i flydende form deponeret i underjordiske bassiner, og problemet i dag er, at affaldet bevæger sig mod Columbia floden og Richland-området drikkevandsreservoir. Problemet bliver taget meget alvorligt, og tiden til at løse det er i størrelsesordenen et årti. Mange instanser er involveret i at løse problemet, og den offentlige meningstilkendegivelse og involvering er stor – ikke mindst fra miljøgruppers side. En markant forskel fra dengang Hanford og dets aktiviteter var lukket land for offentligheden. Hanfords miljøproblem og dets muligheder for løsning gennem involvering af mange mennesker med forskellig baggrund er et godt eksempel på Public Understanding of Science.

Lewis and Clark

En særlig udstilling hedder Lewis and Clark: Scientists in Buckskin. Den omhandler Lewis og Clark ekspeditionen 1803 – 1806. Lewis og Clark var ledere af den første ekspedition, der rejste tværs over det amerikanske kontinent. Der var tale om en naturvidenskabelig ekspedition, der skulle undersøge og kortlægge en rute gennem områderne vest

for Mississippi helt frem til Stillehavet. Ekspeditionen var udsendt af præsident Thomas Jefferson, og Lewis og Clark brugte tre år på turen frem og tilbage. Undervejs undersøgte og beskrev ekspeditionen mineraler, dyr og planter, klima og indianerkulturer, samtidig med at Lewis og Clark søgte svar på ekspeditionens største undersøgelsesspørgsmål; nemlig om der eksisterede en sammenhængende vandvej gennem det enorme område, som ville gøre det muligt at sejle fra Mississippifloden til Stillehavet.

Lewis og Clark fulgte Missourifloden, krydsede Rocky Mountain, fandt Snake river og fulgte den frem til dens sammenløb med Columbiafloden tæt ved det nuværende Richland. Derfra sejlede Lewis og Clark nedad Columbiafloden ud til Stillehavet. De havde da nået ekspeditionens endemål, men havde ikke fundet en vandvej gennem Amerika. Ekspeditionen foregik før jernbanerne kom, og i en tid hvor man forestillede sig floder og kanaler som veje, der kunne åbne et områdes økonomiske muligheder.

Lewis og Clark ekspeditionen stifter alle amerikanske skolebørn bekendtskab med i løbet af deres skolegang. Den er et unikt eksempel på tværfaglig undervisning, som involverer både historie, litteratur, fysik, kemi, biologi og geografi. Det er i disse år 200 år siden, ekspeditionen blev gennemført, og det bliver fejret overalt langs ekspeditionsruten på skoler, museer, biblioteker o.a. på samme vis, som vi i Danmark fejrer H. C. Andersens 200 års fødselsdag.

Efteruddannelse af lærere

I erkendelse af at naturfagsundervisning skal have et mere virkelighedsnært og tværfagligt indhold, har North Cascade Institute i samarbejde med Huxley



College i Bellingham lavet et efteruddannelsesprogram for naturfagslærere. Bellingham er en smukt beliggende by ved Stillehavskysten tre timers kørsel nord for Seattle, og Huxley College er en afdeling af Western Washington University. Efteruddannelsen er på Masterniveau og giver brede kompetencer. Uddannelsen hedder Master of Education in Natural Science /Science Education med særlig henblik på miljøundervisning og administration og ledelse. Uddannelsen beskæftiger sig både teoretisk og praktisk sig med miljøundervisning, og hvordan den kan foregå i et samspil med skolens læringsmiljø og læringsmiljøer uden for skolen. Den teoretiske del af uddannelsen foregår på Huxley College, og den praktiske del foregår på North Cascade Institute.

Pædagogikken i uddannelsesforløbet er den simple, at man lærer tingene, mens man udfører dem. Der er tale om situeret læring, hvor det teoretiske grundlag siger, at man lærer bedst i ægte læringsmiljøer. På North Cascade Institute har man givet teorien den tolkning, at kendskab til natur og miljø og den rette undervisning forbundet dermed læres bedst i naturen og ved at behandle ægte problemer. Administration og ledelse lærer man bedst ved at arbejde i stressende situationer i organisationer med høje ambitioner, store udfordringer og begrænsede ressourcer.

Uddannelsen giver en bred vifte af kompetencer indenfor undervisning og formidling. De studerende får et indgående



kendskab til naturvidenskab, kulturhistorie og situeret læring. De lærer økonomi og lærer at udvikle undervisningsprogrammer. De studerende lærer også at arbejde med medieverdenen, og de lærer personaleledelse. Det er en bred uddannelse, som gør det muligt efter endt studium at få ansættelse mange steder – ikke bare i undervisningsverdenen, men også i private virksomheder og offentlige institutioner. Bradley F. Smith er rektor på Huxley College of Environmental Studies, og under min samtale med ham pointerede han det behov, der er for en uddannelse, som den Huxley College og North Cascade Institute i et samarbejde giver interesserede lærere. Alle virksomheder og institutioner i USA har en miljøprofil, og hvad den indebærer skal formidlere ud til de ansatte, så den kan efterlevs. Det er også vigtigt, at offentligheden bliver gjort opmærksom på et firmas miljøprofil. Kunderne bliver mere og mere miljøbevidste. Det er en opgave, der stiller store krav til formidleren. Ikke bare krav om forståelse af naturvidenskab, men også forståelse af naturvidenskabernes samspil med samfundsmæssige forhold. Lærere som gode formidlere er oplagte at tilbyde sådan en uddannelse, hævder Bradley F. Smith.

Fremtiden og naturfag

Både Deb Martin og Bradley Smith talte om fremtiden for North Cascade Institute. Bradley Smith talte om vigtigheden af miljøundervisning for børn, unge og voksne og betydningen af naturvidenskabelig viden i den forbindelse. Naturvidenskab i tværfaglig sammenhæng som North Cascade Institute giver bør være eksemplarisk for naturfaglig undervisning. Skal miljøproblemer løses, sker det bedst gennem en undervisning, der bevidstgør folk om samspillet mellem teknologi og samfund og menneskers adfærd og sætter det i relation til natur og miljø. Naturvidenskabelig viden har i denne sammenhæng afgørende betydning, da naturvidenskab kan fortælle om store sammenhænge og udtale sig om årsag og virkning på baggrund af undersøgelser og forsøg. Forbud og bøder har ingen effekt – forbud bryder man, og bøder betaler man bare, ifølge Bradley Smith. Efter hans mening vil der i fremtiden blive tale om en mere og mere "managed world" som følge af Jordens voksende befolkning, større krav til levevis, og stigende ressourceforbrug. Det vil alt sammen øge belastningen af naturgrundlaget. At kunne styre verden i fremtiden – på amerikansk kaldet stewardship – bliver en udfordring

til kommende generationer, og kendskab til samspillet mellem naturvidenskab, teknologi, samfund og miljø bliver afgørende for god stewardship.

Deb Martin talte meget begejstret om det kommende learning center, som North Cascade Institute er ved at bygge og vil indvi i foråret 2005. Det vil få navnet North Cascade Learning Center og vil blive et stort undervisningscenter for mange af de kurser og seminarer North Cascade Institute tilbyder i North Cascade bjergene. Centeret ligger placeret på en halvø i Diablo Lake, og man vil kunne bo og arbejde i længere eller kortere tid på centeret og lade det være udgangspunkt for nærmere udforskning og undersøgelser af North Cascades området – til fods eller i kano. North Cascade Learning Center er bygget i samarbejde med National Park Service og Seattle bystyre og vil arkitektonisk og indretningsmæssigt blive nyskabende indenfor amerikanske science camps. Centeret vil også blive til inspiration på internationalt plan for alle, der er interesserede i naturfagsundervisning, som North Cascade Institute driver den. Det kunne være et interessant sted at afholde kursus for danske naturfagslærere.

HVAD ER DET ?

Inspireret af Piet van Deurs har vi lavet en lille fortløbende konkurrence. I hvert nummer er der et billede af en gammel fysikting. Vil du lege med, så send til elektronikredaktøren dit svar på:

Tid?
Sted?
Anvendelse?

Vi sender et par flasker til den, der kommer nærmest. Står det lige, trækker vi lod.

Indsend til :
Georg Hansen
Højsagervej 7
5884 Gudme
e-mail: georgh@tdcadsl.dk



DÉT VAR DET !

Så har han gjort det igen. Vores kollega Ole Krause fra Farum. Han har haft løsningen på "næsten" alle vore billeder. Det er rigtigt, det er Wirtz spiralpumpe fra 1766. Forbedret i 1773 af Bernoulli.

For øvrigt giver jeg Ole Krause ret i, at sted bør opfattes som oprindelsessted.

Spiralpumpen findes i Sorø på Steno museet ved Sorø Akademi. Også kaldet den Hauchske Samling. Sammen med apparaterne findes omfattende beskrivelser af dem. Her et lille klip om pumpen:

En særdeles heldig Anvendelse af det gjensidige Tryk, som finder Sted imellem uensartede Fluida, naar disse ere i Berøring. Senere står der: Når Svingelen drejes rundt, da vil ved enhver Omdreining Mundingen af det spiralformede Rør indtage en Masse Vand, medens den bevæger sig under Bommen, og en Masse Luft, medens den bevæger sig over samme. Disse Vand- og Luftmasser trykke efterhaanden hinanden igiennem det spiralformede Rør og op i det lodrette Rør. Og til sidst: Ved et Forsøg med denne Maskine, hævede man i Aaret 1779 i Florenz 47½ Kander Vand til 100 Fods Høide i en tid af 2 Minuter.

For øvrigt åbner museet igen til efteråret. Det er bestemt et besøg værd.



Efter 1. år med „Fysikhuset og familien Tweistein“

TEKST OG FOTO: POUL ERIK GRØNHØJ



Pia og Astrid udforsker

Det blev på alle måder et spændende år. Motivationen hos eleverne fik gennem hele året næring ved forskellige tiltag der gjorde dem stolte, men også på en eller anden måde forpligtede dem selv på at arbejde seriøst.

Først blev de stolte over at være med i den første artikel jeg skrev her til fysikbladet om starten på „FYSIKHUSET OG FAMILIEN TWEISTEIN“.

Dernæst, at vi sammen skulle arbejde på at lave små film og indtale lydtekster til de billeder grafikerne på HVAL.dk havde lavet til FYSIKHUSET. Den sidste fjer i hatten blev det verdensomspændende Eratosthenes måleprojekt d. 20/3 2005 hvor vi var den eneste danske skole der deltog og var dem der målte og beregnede jordens omkreds tættest på det rigtige resultat, lige indtil den sidste dag der kunne sendes data ind, hvor vi blev overhalet af Marblehead High School i USA. Vi nåede dog at komme i den lokale avis.

Motivation og standpunktskarakterer

Disse „motivationsdryp“ og vores navigering gennem de emner vi satte os for, holdt interessen

fangen gennem hele året. Så da jeg kom til det tidspunkt hvor standpunktskaraktererne skulle gives, måtte jeg tage mig selv i at gå listen over elevernes karakterer igennem igen og igen, for det kunne da ikke passe at $\frac{3}{4}$ af klassens 18 elever skulle have mellem 8 og 10 i standpunkt!

Var jeg blevet for påvirket af al det arbejde med at publicere dette projekt, eller var jeg farvet af at synes mine elever var noget så dejlige, når de så mange gange hørte efter i timerne! Selv om jeg så tilbage på 4 fysikrapportafleveringer, som stort set alle havde overholdt afleveringsfristerne på, måtte jeg sande, at deres viden VAR til de karakterer.

Repetition og prøvespørgsmål

For første gang i min fysiklærerkarriere nåede vi dette år også igennem repetitionen inden for den tidsramme vi havde sat os for, og jeg følte også eleverne havde overblik over stofområderne. Vi havde ikke helt nået alle de emner jeg havde forestillet mig vi skulle nå, men det er mit helt klare indtryk, at eleverne havde arbejdet seriøst og i det tempo der skulle til, for at de havde den tid der skulle til for at

forstå det de arbejdede med. Så kom tidspunktet da prøvespørgsmålene skulle laves. Her havde jeg enorm megen lyst til at lade prøvespørgsmålene tage udgangspunkt i de „fiktive“ personer vi nu havde fulgt gennem vore emner og som havde leveret små opstartsdialoger til det daglige arbejde. En begyndelse på titrering så f.eks. sådan ud:

Ion hos tandlægen.

Ion: AV..AV..Jeg har ondt i en tand...jeg har næsten ikke sovet i nat!

Alkyne: Må jeg se...gab op...
...ja den visdomstand der ser ikke for god ud, du må hellere ringe til tandlægen og få en tid i dag. Er det ikke også længe siden du var der sidst?

Cosmea: Visdomstand...BAH...
Han da ikke hjerne til en visdomstand!. Det er din egen skyld...du kan bare la' vær' og drikke så mange colaer!!!

Ion: Ti stille og bland dig uden om!...det har du ikke en skid forstand på, ...færdigdin mokke!!!

Cosmea: Jo jeg har så.... Hr.

Fatsvag!!! Vi har nemlig lige haft om cola i kemi og alt det syre der er deri...det opløser dine tænder, at du bare ved det .

Senere på dagen...

Alkyne: Nå hvordan gik det så hos tandlægen?

Jon: .u gør det ikke ond.
.ere. .eg er .elt
.edøve. endnu. Se, .eg fik .anden med .jem!

Cosmea: ADDD!!! hvor er den ulækker!!

(Jeg fik en tand af tandlægen og den lagde vi faktisk i cola. Vi vejede den hver uge og skiftede frisk cola på den. På et halvt år tabte den 0,85 gram (fra 1,65g til 0,80g) Derudover lavede vi en titrering på phosphorsyren i cola for at se om der var mere end der måtte være ifølge lovgivningen.)

Eleverne var meget interesserede i de brochurer jeg havde rekvireret om børn og unges tandskader i forbindelse med for megen sodavandsindtagelse samt ovenstående cola-opgave.

10.kl. fysikprøven

Min censor var med på ideen. Jeg lavede det antal spørgsmål der skulle og begyndte at glæde mig til prøven. Eks. på et prøve-spørgsmål:

I har nu fået Jon som jeres person.

I skal planlægge og udføre nogle forsøg der viser noget væsentligt om hvem Jon er: Lav evt. en disposition

I skal også mundtligt kunne redegøre for det I vil vise. Vi havde arbejdet meget med computer, egne optagne film, internet og storskærmsundervisning samt de ting jeg har lavet til Hval.dk og som nu ligger på deres server. Disse ting

skulle eleverne selvfølgelig have mulighed for at kunne anvende til prøven. Aldrig har jeg haft så meget netopkoblet computerisenkram blandet ind i en fysikprøve!

Det var også en fryd at opleve næsten hele klassens iver efter at få skabt orden og overblik over deres egne notater i dagene op mod prøven. Jeg vil næsten vove den påstand at ca. halvdelen af klassen IKKE frygtede prøven, da de følte sig så godt rustede på alle emnefronter, at de var klar til et hvilket som helst prøvespørgsmål.

Selve prøven forløb sådan set udmærket. Et par hold oplevede panikken brede sig en smule ned over deres fornuftstankegang, da et af de indledende forsøg om Archimedes Lov ikke udartede efter hensigten og da

de heller ikke kunne finde deres fejl, følte de den fine disposition de havde for deres arbejde, pludselig begyndte at smuldre for dem. Det hæmmede dem en del. Et enkelt hold brugte faderen Atomos fra familien Tweistein som de havde trukket, som en ledetråd i deres forklaringer til alle deres forsøg. Følgende er citeret efter hukommelsen.

Lena: „.....Atomos kan godt li' rødvin, men som den gode far Atomos Tweistein jo er, vil han jo gerne forberede sin søn Jon på alkoholens virkninger.....alkohol er jo...„og så var de i gang .

Overordnet set blev det samlede prøveresultat nok som flere af I andre kender det...nogle kunne godt have gjort det bedre, andre



Hvor stor er tyngdekraften ►

fik noget foræret og så videre.

De 13 FS10 elever der var i klassen, kom ud med et gennemsnit på 9,2. En FSAelev valgte ikke at gå op til prøve, og de sidste 4 FSA elever kom ud et snit på 8.

Så højt et snit har jeg ikke oplevet før. De sidste 2 år har det ligget i omegnen af 7,3. Jeg synes ikke man kan sige det høje gennemsnit skyldes en gavmild censor!. De var en meget retfærdige, de karakterer der blev givet til de forskellige præstationer.

Elevernes evaluering

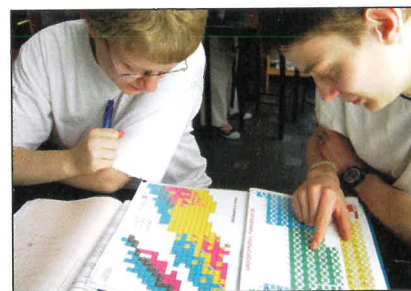
Elevernes egen evaluering af året bød på:

- a) Flere opstartsdialoger mellem familiens personer, hvilket igen bekræfter mig

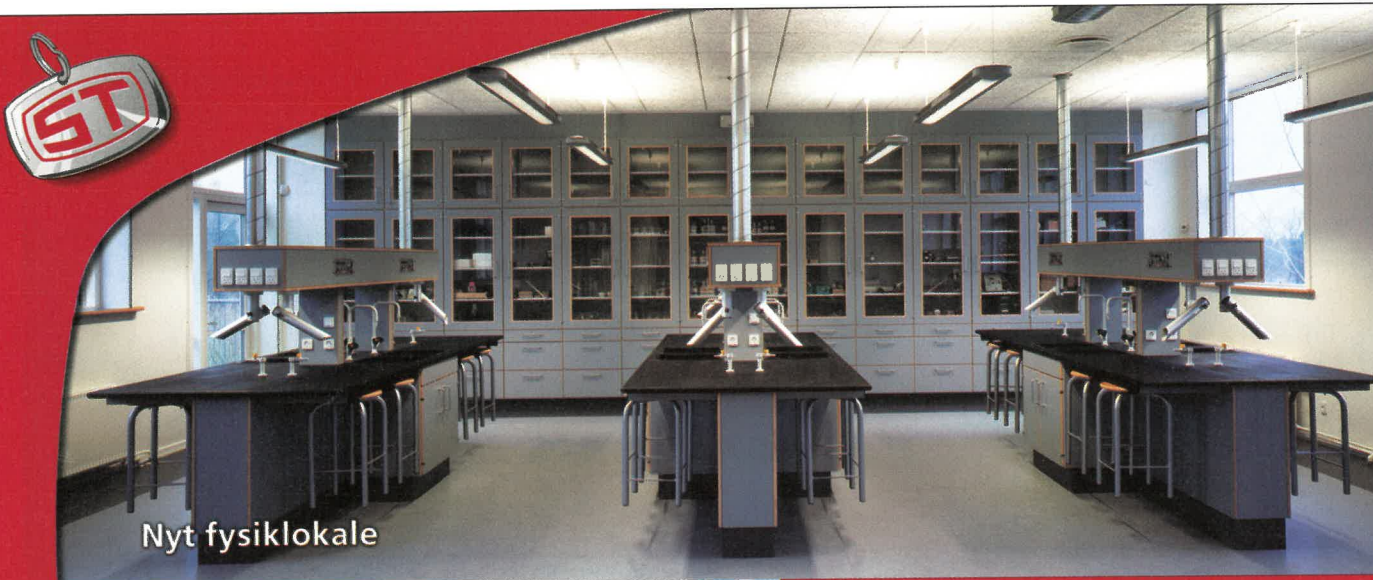
i, at Fysik/kemi- undervisningen gerne må have en klar „livline“ til hverdagen så eleverne kan se meningen med at beskæftige sig med de forsøg og opgaver vi i årets løb arbejder med .

- b) Alle mener de har lært meget i år, og at Familien Tweistein-personerne har været gode som inspiratorer og bindeled mellem stofområderne og deres egen dagligdag. De har været en god motivationsfaktor

Efter sommerferien går det rigtig løs igen med Familien Tweistein. Jeg er i hvert fald fuld af forventning!



▲ Michael og Karin udforsker
▼ Anna og Susanne beregner



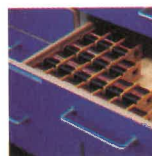
Nyt fysiklokale

Et fysiklokale fra ST Skoleinventar er gennemtænkt funktionalitet til mindste detalje.

Mere end 10.000 faglokaler produceret og monteret i Danmark gennem de sidste 50 år er din garanti for en løsning, der fungerer optimalt fra første dag og mange år frem. Vi tilbyder et bredt standardprogram med gennemtænkte detaljer, herunder også skabe med indretning specielt udviklet til fysik.

Ring og hør nærmere eller bestil vores fysikbrochure:
Tlf. 97371188 · E-mail: info@st-skoleinventar.dk

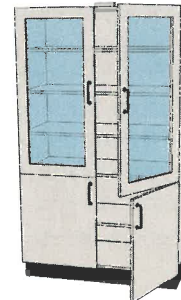
KOMPLETTE INVENTARLEVERANCER - INCL. UDSUGNING



Laboratorie-nødbruser, Broen



Sorte PVC-vaske



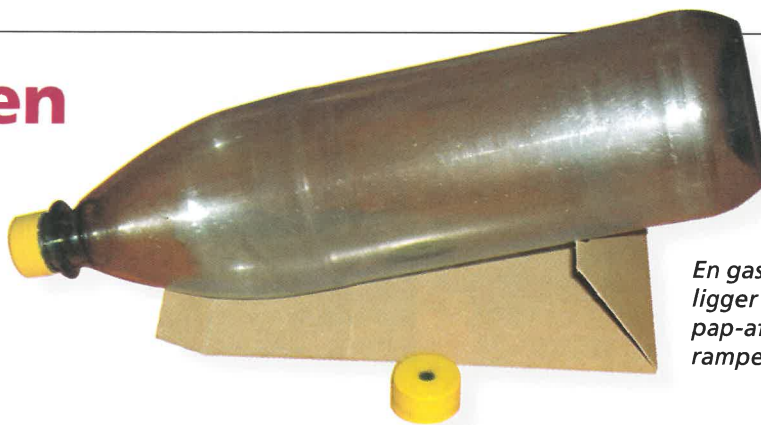
Kemikalieskab

COP50_A5

www.st-skoleinventar.dk

En raket og en kanon med lightergas

TEKST: PETER HALD



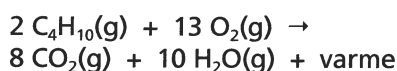
En gasraket ligger klar i pap-affyringsrampen.

Et fysiklokale i august, sommerferien har været lang, der står Newton'sk mekanik på programmet, og målgruppen er en lettere hormonforstyrret 8'ende klasse. De to opmærksomme elever blev ekstra opmærksomme, da de opdagede, at der ud over den lille blå plastvogn med lodderne pludselig også indgår en flaske lightergas og en kæmpe stor injektionssprøjte i opstillingen, og at der nedenfor katederet står en kasse med mere gas og flere sprøjter. Resten af klassen vågner, da »raketvognen« starter fra bordet med et hvæs og rammer væggen efter en kort flyvetur. Læreren gnækker: »Og hvad var så det, der skete her?«

Gasraketten og kanonen er to forsøg, der desværre ikke blev plads til i bogen »Showkemi«. De er imidlertid både sjove, lærerige og lidt vilde og vil forhåbentlig kunne kick-starte eleverne efter en lang ferie.

Baggrund

De fleste blandinger af brændbare gasser og atmosfærisk luft er eksplosive. For lightergas' (butans) vedkommende er blandingerne eksplosive ved et butan-indhold fra 1,8 % til 8,4 %.



Der frigives 118,5 megajoule ved forbrænding af en kubikmeter butan. Denne energi kan bruges til opvarmning eller til at udføre et arbejde. Hvis blandingen af gas og luft er lukket inde, vil trykket i beholderen stige, og

man kan lade trykket påvirke et stempel i en motor eller et projektil i en kanon. Hvis gassen lukkes ud gennem en dyse, har man en raket.

Som det kan ses af reaktionsligningen, skal der 6½ volumen oxygen til 1 volumen butan. Da reaktionen sker med atmosfærisk luft, der kun indeholder en femtedel oxygen, skal der altså bruges 32½ volumen luft for hvert volumen gas, svarende til et gasindhold på 3 %. Erfaringsmæssigt er det dog en fordel at have cirka 4 % gas, da en lidt federe blanding reagerer hurtigere og er nemmere at antænde. Det svarer til cirka 40 mL gas pr. liter luft.

Sikkerhedsmæssigt er det værd at bemærke, at det ikke er muligt at »overlade«. Skulle en begejstret elev fylde for meget gas i, kommer man over den øvre eksplosionsgrænse, og gasblandingen eksploderer ikke! Energitætheden i gas-luft blandingen er også så lille, at det ikke er muligt at lave kanonslag eller lignende af den.

Den nemmeste måde at dosere gassen på er at finde en kort stump plastslange, der passer til studsens på en injektionssprøjte, og sætte en af adapterne, der kom med gas-refill'en, i den anden ende af slangen. Så kan man aftappe det volumen gas, man ønsker, ved ganske simpelt at presse sprøjten mod gas-refill'en og lade gassens tryk presse stemplet tilbage.

Gas-luft blandingen tændes gennem et hul med en flamme.

Jo større hullet er, jo nemmere er det at tænde, men jo mere tryk vil man også tabe gennem fænghullet.

Raketten

Materialer:

Lightergas-refill

En stump plastslange

60 mL injektionssprøjte (uden kanyler)

500 mL eller 1500 mL sodavandsflaske

5 mm bor

»Fyrfads-« eller »pejselighter«
Sikkerhedsbriller og høreværn

- Luft sodavandsflasken ud ved at stikke et stykke slange til bunds i flasken, først ånde ud gennem slangen og derefter ånde ind. Når man puster ud blæses evt. CO² og gamle forbrændingsgasser ud, når man derefter ånder ind, fyldes flasken med frisk luft i stedet for udåndingsluft. Har man trykluft, er det selvfølgelig nemmere bare at blæse ned i flasken.
- Bor et 5 mm hul i skruelåget, og skru det på flasken.
- Afmål den rette mængde gas med injektionssprøjten (20 mL til en ½-liters/ 60 mL til en 1½-liters flaske) og sprøjt gassen ind gennem hullet i proppen.
- Anbring flasken, hvor den skal affyres, og hold en flamme til hullet i låget. Når gasblandingen tænder, giver flasken et gevaldigt hvæs og farer afsted.
- Skru proppen af, luft flasken ud, og den er klar igen.

Brug i undervisningen

Der kan laves mange eksperimenter med flaskeraketten. Nogle af de mere oplagte er:

- Hvilken forskel gør det, om man bruger en ½-liters eller en 1½-liters flaske?
- Hvilken effekt har hullets størrelse?
- Hvad sker der ved at variere gasmængden?
- I fysikundervisningen anvender man ofte små »raketvogne«, der kan kaste lodder af ved hjælp af en fjeder eller en elastik. I stedet kan man montere en gasraket på vognen med tape og få en ganske anderledes underholdende virkning.

Hvad sker der?

Den fysiske baggrund for raketter er »princippet om impulsbevarelse«. Et legemes impuls er dets masse ganget med dets hastighed. For en raket betyder det, at raketten opnår samme impuls, som den gas den sender bagud.

Med den type »dyse«, der er på flaskeraketten, kan man ikke opnå hastigheder over lydens hastighed på den udstømmende gas. Hvis vi antager, at der sendes et gram gas bagud med en gennemsnitlig hastighed på 300 meter pr. sekund, og flasken vejer 115 gram, skal man bare løse en simpel lille ligning for at finde flaskens hastighed:

$$1 \text{ g} \cdot 300 \text{ m/s} = 115 \text{ g} \cdot X \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow X = 2,6 \text{ m/s}$$

Flasken får altså reelt ikke særlig meget fart på, men da den pludseligt letter med et hvæs og flyver nogle meter, virker det temmelig imponerende, og forsøget er rigtig godt til at illustrere raketprincippet.

I »rigtige« raketter omsættes fast eller flydende brændstof til gas. Gassen ledes så ud gennem en dyse, hvor gassen accelereres og fokuseres i raketens længdeakse. Hvis dysen er korrekt dimensioneret, er det muligt at

opnå udstømningshastigheder på 2–3 gange lydens hastighed. I »flaskeraketten« udgjorde brændstoffet mindre end en procent af startvægten. Hvis man skal nå i kredsløb om jorden, skal mere end 90 % af startvægten være brændstof med høj ydeevne.

Kanonen

Materialer:

Lightergas-refill
En stump plastslange
60 mL injektionssprøjte (uden kanyler)
En rundstok der passer i løbet (ladestok)
500 mL eller 1500 mL sodavandsflaske
5 mm bor
25 mm »elektrikerrør« eller lignende
Varmluftpistol
Modellervoks, kartoffel eller paprørsmisil
»Fyrfads-« eller »pejselighter«
Sikkerhedsbriller og høreværn
»Kuglefang«; en solid væg eller et håndklæde

I en kanon udfører trykket et arbejde på projektilet og accelererer det. For at lave en gaskanon sætter vi simpelthen et løb på flasken i stedet for proppen og kan så affyre et projektil.

Den mest elegante måde at montere løbet er at varme enden af røret med en varmluftpistol til det bliver blødt, og så presse det ned over flaskens hals.

En anden mulighed er at bore et hul, der passer til løbet, i proppen og så lime eller tape det på plads.

For at kunne tænde gassen i kanonen borer man et 5 mm hul

gennem den tykke del af flasken lige over bunden.

- Sæt løbet på flasken og luft kanonen ud ved først at blæse ned i løbet og derefter suge (samme princip som i raketten, først blæses eventuelle gasser ud gennem fænghullet, derefter suger man frisk luft ind. Har man trykluft blæser man bare gennem fænghullet).
- Put et projektil i løbet og brug ladestokken til at presse det ned i løbet, til det sidder lige før flasken. Hvis det er et »paprørsmisil« sættes det ned over løbet.
- Afmål den rette mængde gas med sprøjten (20 mL til en ½-liters/ 60 mL til en 1½-liters flaske), og sprøjt den ind i flasken gennem fænghullet.
- Peg i retning af målet, og hold en flamme til fænghullet. Hvis kanonen ikke skyder med det samme, så tryk flasken en smule sammen, så lidt af gasblandingen strømmer ud af fænghullet og rammer flammen.
- Luft kanonen ud, og den er klar igen.

Det mest uskadelige projektil er en våd, sammenrullet vat-ronde, der splatter ud i anslaget. Men projektilet kan også være en kugle af modellervoks eller en »vegetar-kugle« lavet ved at presse løbet gennem en 2 cm tyk skive kartoffel eller æble.

Den bedste måde at standse kuglen på er at hænge et håndklæde over et kosteskaft. Man kan også skyde mod en træplade eller en væg, men det kan godt svine lidt, når kuglen splatter.

► *Gaskanon med ammunition. Bemærk at fænghullet er boret i den tykke del af flasken lige over bunden.*



Til brug udendørs kan man lave et »missil« ved at tage et paprør, der passer nogenlunde ned over løbet, sætte en prop i den ene ende (en gummiprop eller en skrueprop og tape) og montere styrefinner på det. Sådant et missil kommer uden problemer 25 meter op i luften ved et lodret skud eller ca. 50 meter væk ved et skud i 45°.

Ønsker man en kortere skudvidde og et absolut uskadeligt missil, kan man tape en tennisbold på spidsen af missilet. Herved reduceres skudvidden til 15-20 meter, og det er ikke værre at blive ramt af missilet end af en blød tennisserv.

Man kan teste, om missilet er aerodynamisk stabilt ved at binde en snor i tyngdepunktet (C_g) og svinge det over hovedet. Hvis det af sig selv vender næsen fremad, er det stabilt. Hvis det vender bagenden fremad, skal det have større eller flere styrefinner. Man kan også beregne »luftens angrebspunkt« (C_p) ved hjælp af eksempelvis Barrowmans metode (kan findes på nettet). Hvis tyngdepunktet ligger foran luftens angrebspunkt, er »missilet« stabilt.

Brug i undervisningen

Ballistik er et spændende emne, og nogle af mulighederne kunne være at bruge fysiklokalets måleinstrumenter til at måle udgangshastigheden og på den måde undersøge effekten af:

- Projektillets vægt og hvor godt det passer i løbet
- Løbslængde: Er et længere løb det bedste, eller er der en optimal længde?
- Hvilken effekt har løbets kaliber? Beregning af impuls og anslagsenergi.
- Hvad er effekten af, om der anvendes en stor eller lille flaske?

- Gasmængden i kanonen, hvad er den optimale blanding?

Hvis man laver »missiler«, kan man skyde på fodboldbanen i stedet, og skudvidden kan anvendes som et mål for skuddet.

- Hvilken elevation giver det længste skud?
- Højdemåling af lodrette skud (geometri).
- Hvilken rækkevidde kan man beregne, hvilken rækkevidde opnås reelt?
- Hvad betyder missilets udformning, vægt, hvor langt det sidder nede over løbet, og hvor godt det passer over løbet for skudvidden?

Og endelig må man ikke undervurdere den induktive indlæring og uforfalskede, rå underholdningsværdi, der er i en skydekamp efter en stabel tomme dåser, midtercirklen på fodboldbanen eller lignende.

Forsøgene kan også anvendes som en introduktion til fejlkilder, da man aldrig vil få to fuldstændig ens målinger. Nødvendigheden af kun at variere en parameter ad gangen, hvis man vil undersøge ting, vil også være tydelig. Ved større elever kan man lade dem lave en hypotese, før de laver en ændring, og så teste den ved at udføre forsøget og dermed bekræfte eller falsificere hypotesen.

Sikkerhed

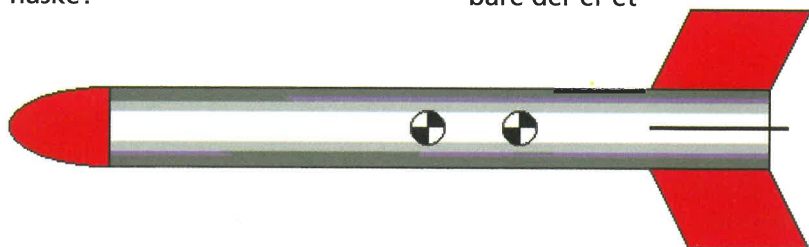
- Den væsentligste sikkerhedsvurdering er af elevernes modenhed. Har man ustyrlige elever, skal de nok kun have lov til at arbejde med raketten, da den er sværest at lave ulykker med, mens modne elever sagtens kan bygge og skyde med flere kanoner samtidig, hvis bare der er et

klart direktiv for, hvordan det gøres. Ved mindre børn skal den voksne selvfølgelig affyre sammen med børnene.

- Afprøv altid selv forsøgene, før du anvender dem i undervisningen.
- Der er ikke risiko for sprængning af flasken, så længe man kun bruger gas og atmosfærisk luft. Selv hvis man anvender en flaske uden nogen åbninger, den optimale gas-luft blanding og tænder gassen elektrisk, holder flasken!
- Brug aldrig ren oxygen sammen med gassen, så kan flasken sprænges!
- Udstødningen er meget varm, så raketten og kanonen skal tændes med en pejsetændstik, fyrfadslichter eller lignende, så man ikke har fingrene lige ud for fænghullet (hvis man brænder sig, så hold forbrændingen i koldt vand, til det ikke mere gør ondt).
- Anvend høreværn og sikkerhedsbriller.
- Skyd kun i en sikker retning, hvor personel og materiel ikke udsættes for risiko.
- Hvis der skydes med mere end en kanon eller raket ad gangen, skal der være en klar procedure for affyringen, og i hvilken retning der skydes.
- Skyd aldrig efter personer, dyr eller ting, der kan gå i stykker.
- Skyd aldrig med hårde eller spidse genstande.
- Inhaler ikke ren lightergas! At »sniffe« lightergas kan medføre hjerneskade eller død!

Peter Hald er kaptajn af reserven, kandidat i kemi fra Aarhus Universitet og har lavet Kemishow fra 1999 til 2005. Han har skrevet bogen »ShowKemi«, der er udkommet på Systime i maj 2005.

◀ *Markering af C_g og C_p . Hvis C_g ligger forrest er missilet stabilt og vender næsen fremad i flugten. Er C_p forrest vil missilet vende bagenden fremad, og ligger de to punkter oveni hinanden, vil missilet tumle.*



læs & lær

en bog i læs & lær-serien

Forlagene Billesø & Baltzer har udgivet tre bøger i en ny serie "Læs & Lær". Der er en fakta-serie med svar på det svære. Bøgerne henvender sig til store børn med spørgsmål til naturvidenskaben. Serien omfatter foreløbig titlerne: "Stjernerne universets lys", "Albert Einstein" og "Jorden en urolig planet". Man kan bl.a. læse hvordan en tsunami begynder

med et kæmpe jordskælv på havbunden, der sender store flodbølger mod kysterne. En stjernes dramatiske fødsel og astronoms observationer af rummet. Eller om mennesket Einstein, hans teorier om acceleration og lysets hastighed. Bøgerne har et flot layout med mange gode illustrationer og fotografier. De



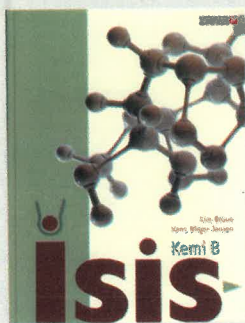
fortjener en plads på hylden, til inspiration for de store elever.

Alle er på 64 sider, rigt illustreret til en pris af kr. 158,00

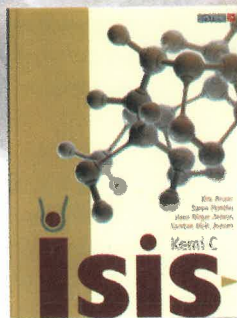
ISIS Kemi B & C

Isis systemet er blevet opdateret med 2. udgaver af kemibøgerne. Kemi C er opbygget af 70 op-

slag, der hver omhandler et afgrænset emne. Kemi B opfylder kravene til kemi på B niveau.



Hans Birger Jensen og Kim Bruun: Kemi B, Systime, 260 sider, kr. 250,-



Hans Birger Jensen, Kim Bruun, Søren Munthe og Karsten Ulrik Jensen: Kemi C, Systime, 184 sider, kr. 200,-

Wauw – Det er plast

- Plastindustrien udgiver interaktivt læreprogram

Under overskriften "Wauw – Det er plast" udgiver Plastindustrien nu et interaktivt læreprogram om plast. Med programmet, der også omfatter en materialesamling, vil plastbranchen give elever i folkeskolen og gymnasiet et bedre indblik i plastens verden. De unge er storforbrugere af plastprodukter som mobiltelefoner, computere, walkmen, CD'er og DVD'er. Men hvor kommer plasten fra? Er plast ikke bare plast? Og hvad sker der inden mobilte-

lefonen eller walkman'en finder sin endelige form? Velkendte spørgsmål, som "Wauw – det er plast" giver svarene på. Program og materiale er samlet i en farvestrålende skolebox. Materialet der er gratis til undervisningsbrug kan erhverves på www.plast.dk



Landsformand	Gitte Hass	Fjordholmen 47	5240 Odense M	tlf. 6610 8065 gitte.hass@skolekom.dk
Næstformand	Peter Jensen	Halvmånen 39	4300 Holbæk	Tlf 21472686 peter.jensen89@skolekom.dk
Landskasserer	Horst-Werner Knüppel	Højgårdvej 2	6900 Skjern	tlf. 9736 4362 horst@vip.cybercity.dk
Landssekretær	Finn Jørgensen	Gadstrupvej 7	2700 Brønshøj	tlf. 3828 6597 fj.gvs@ci.kk.dk
Hovedstyrelsesmedlem	Hans Christian Dyhr	J. Skjoldborgsvej 46	8230 Åbyhøj	tlf. 8625 4094 hanschrdyhr@hotmail.com
Hovedstyrelsesmedlem	Kurt Lorentzen	Maglestenen 23	4390 Vipperød	tlf. 5918 1753 kurt.lorentzen@tdcadsl.dk
Hovedstyrelsesmedlem	Anette Jensen	Bergvej 3, 2. th.	5230 Odense M	tlf. 6614 1376 ajen@pc.dk

01 Storkøbenhavn	Erland Andersen Rådmand Steins Allé 7, st.th. 2000 Fr. berg, tlf: 3874 3440 erland@naturfagskurser.dk	Søren Kirchheiner Toftekærsvej 97, 2860 Søborg tlf: 3969 3952
03 Frederiksborg Amt	Jørgen Bang Ternevej 15, 3400 Hillerød tlf: 4828 7071	Poul Risager Tingstedet 16, 3450 Allerød tlf: 4814 2750
04 Sydsjælland	Jan Madsen Elmevej 4, 4140 Borup tlf: 5752 6433 jan-marit@mail.tele.dk	Henvendelse til Landskassereren
05 Vestsjælland	Henvendelse til Landsformanden	Henvendelse til Landskassereren
06 Bornholm	Henvendelse til Landsformanden	Henvendelse til Landskassereren
07 Fyns Amt	Henvendelse til Landsformanden	Jose Christensen vej 14, 5300 Kerteminde 5626
08 Vendsyssel	Henvendelse til Landsformanden	Henvendelse til Landskassereren
09 Aalborg og omegn	Henvendelse til Landsformanden	esen 73, 1. th, 9220 Ålborg Ø 09
10 Århus Amt	Henvendelse til Landsformanden	esen 11, 8520 Lystrup tlf: 8622 0825
11 Horsens og omegn	Grejs Pedersen Bjørnsknudevej 32 B 7130 Juelsminde, tlf: 7569 3944	Søren Jensen Stængervej 42, 8700 Horsens tlf: 7565 6708
12 Midtvest	Horst-Werner Knüppel Højgårdsvej 2, 6900 Skjern tlf: 9736 4362 horst@vip.cybercity.dk	Kristian Graversgaard Ravnsbjerg Toft 31, 7400 Herning tlf: 9711 8398
13 Trekantområdet	Carsten Kjær Jørgensen Matrosvænget 2, 7000 Fredericia tlf: 7594 4524	Kristian Uhre Pedersen Ørvigvej 70, 6040 Egtved tlf: 7555 1806
14 Sydvestjylland	Henvendelse til Landsformanden	Henvendelse til Landskassereren
16 Sønderjylland	Kurt Nielsen Flensborg Landevej 51, Lundtoft, 6200 Aabenraa tlf: 6092 5750 kn82@mail.tele.dk	Jørgen B. Olesen Hydevadvej 54, 6230 Rødekro tlf: 7466 9262

11/5 - 2006

Talt med Horst (kasserer)

Der er en rabat til pensionist
325 → 200kTidligere talt med
Kurt Lorentzen der er god
på pens. og på løn (ang) desuden

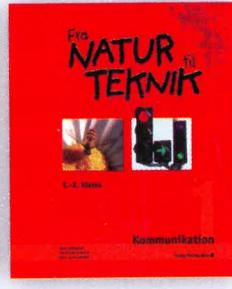
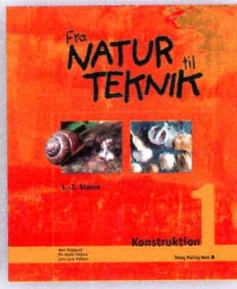
– UDVIKLER OG FREMMER ELEVERNES INTERESSE FOR NATURFAG

FRA NATUR TIL TEKNIK

Når eleverne arbejder med **Fra natur til teknik**, tager de afsæt i naturens spændende og fascinerende univers – og derfra begynder de at undersøge og forstå teknikken omkring sig ved at fokusere på menneskers løsning af en række praktiske problemer. I arbejdet med **Fra natur til teknik** lærer eleverne færdigheder, begreber og arbejdsformer, som Fælles Mål beskriver.

Systemet vil fuldt udgivet dække undervisningen i 1.-6. klasse og præsenteres i 4 gennemgående temaer: Kommunikation · Konstruktion · Kredsløb · Bevægelse

Til hvert tema findes en elevbog opdelt i fire emner og en lærervejledning med kopisider, øvelser, oplæg til evaluering af både emner og hele temaer.



EMNER

Kommunikation 1 til 1.-2. klasse:
Pas på, Signaler, Lys og Farver
og At sende og modtage signaler.

Konstruktion 1 til 1.-2. klasse:
Huse og skaller, Dyr bygger,
En plante og Salt.

Kredsløb 1 til 1.-2. klasse: Vand,
Planter og dig, Dyr æder og El.

Bevægelse 1 til 1.-2. klasse:
Tid, Her bor jeg,
Dyr og mennesker bevæger sig
og Ting bevæger sig.

Fra natur til teknik 1.-2. klasse
Elevbøger 86,00
Lærervejledninger med kopisider
og pdf-adgang 560,00

Fra natur til teknik til 3.-4. klasse
og til 5.-6. klasse er under udvikling.