

fysik. kemi



August 2004 • 31. årgang • nr. 3

Udgivet af Danmarks Fysik- og Kemilærerforening

DATA OPSAMLING MED

PASPort

40 PASCOS
YEARS Serving the Physics Teaching Community



HUSK! 15% rabat
på ALT PASCOS-udstyr resten af kalenderåret!

Med PasPort er der sat en helt ny standard for brugervenligheden og fleksibiliteten af dataopsamlings-udstyr. Væk er ideen om én computer med ét interface tilsluttet. PasPort giver den ultimative frihed til at fordele eller samle de forskellige komponenter på lige netop den facon, der passer til den enkelte undervisningssituation.



1954-2004 **50 år**
med undervisningsmateriale

SF

Frederiksen

Viaduktvej 35 - 6870 Ølgod - Tlf. 75 24 49 66 - Fax 75 24 62 82
e-mail: sflab@sflab.dk - www.sflab.dk

Landsformand:

Peter Jensen, Halvmånen 39, 4300 Holbæk
Tlf 21472686, peter.jensen89@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:

Fysik

Jan Madsen, Elmevej 4, 4140 Borup
Tlf.: 5752 6433, e-mail: jan-marit@mail.tele.dk

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

Fysik - elektronik

Bent Søndergård, Kong Georgs Vej 45, 2000 Frederiksberg
Tlf. 3887 8758, e-mail: kimadsen@get2net.dk

Kemi

Svenn Wøjdemann, Dyrslæge Jürgensensgade 11, 3740 Svaneke
Tlf. og fax 5649 6405

Natur/teknik

Tove Christensen, Nøddevænget 3, 2800 Lyngby
Tlf. 4588 5254, e-mail: tove.christensen@skolekom.dk

Annoncer:

Palle Hansen, Sophievej 16, Strib, 5500 Middelfart
Tlf. og fax 6440 1615

Abonnementspris 2004

kr. 260,- excl. moms for abonnenter i Danmark og 260,- + pakning og forsendelse for abonnenter i udlandet.
Abonnement, løssalg, adresseændringer m.v. til forretningsføreren.
Indmeldelse i DFKF: Lokalforeningerne eller landskassereren.

Sats og tryk: Slagelsetryk A/S. 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.

Fysik•Kemi årgang 2004

Nummer	Udkommer:	Deadline, annoncer og redaktionelt stof:
4/2004	Primo oktober	1. september
5/2004	Primo december	1. november

Forsidefoto:

Jørgen Larsen

Indhold nr. 3 august 2004

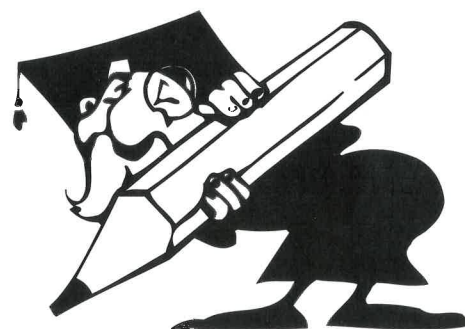
- 4 Leder
- 5 Lindersdorfs rejsefond
- 6 Brom-generator 
- 9 Sedna- ikke blot en sensationel nyhedsmeddelse



- 12 Tre fag i bevægelse
- 14 Tre fag i bevægelse - studietur til Oslo
- 16 Sladrehanke
- 18 Arrangementer
- 19 Almen relativitetsteori og kvantemekanik 1



- 22 Boganmeldelse
- 24 Anmeldelse: Det lille energikøre kort Energikonsulent



Velkommen til nye og gamle læsere af dette blad.

Et nyt skoleår er begyndt. Med nye udfordringer eller besværligheder alt efter hvordan man anskuer sit arbejdsliv. Men også med nye kollegaer som måske ikke allerede er medlem af Danmarks Fysik og Kemilærerforening. Det skal I selvfølgelig hjælpe dem med at blive. I vil måske blive mødt med modspørgsmålet "Hvorfor, jeg har nok at se til med 26 ugentlige lektioner, møder flere gange om ugen og en fagfordeling der udfordrer mig rigeligt!" Dertil kan man som medlem af Danmarks fysik og kemilærerforening svare "Fordi det er givende at være medlem af denne forening" Blandt andet udgiver vi et blad med gode faglige artikler, vi arrangerer konferencer og kurser, og vi prøver at arbejde for, at faget får den rette opmærksomhed.

Vi har fået god hjælp til det sidste af diverse undersøgelser. Evalueringsbølgen har også ramt vores fag. Eleverne klarede sig heller ikke godt i fysik/kemi. Jeg tror desværre at efterhånden som evalueringseksperterne når fagene igennem vil de opdage at det danske skolevæsen ikke er så fagfagligt som de lande vi traditionelt sammenligner

os med. Vi er medaktører i en kultur der vægter andre elementer i uddannelseslivet højere. Det er tværfaglighed og rummelighed der er på dagsordenen i øjeblikket. Det er selvfølgelig også vigtigt men kan man tænke sit fag ind i en tværfaglig sammenhæng uden at være faglig? Det mener jeg ikke, derfor er der endnu mere brug for de enkelte fags faglighed med indførelse af en ny prøve. En afslutning af undervisningen i Biologi, Fysik/kemi og Geografi med en fælles prøve der afspejler 3 års arbejde kræver et meget tæt samarbejde mellem de lærere der forestår undervisningen i fagene. Det kræver også at de hver især byder ind med deres faglighed, således at de enkelte fags faglighed på en gang ses alene og i sammenhæng med de andre naturfag.

Jeg er ikke sikker på at indførelse af en ny prøve vil placere os bedre i en ny OECD-undersøgelse men jeg håber vi og de mennesker der udstikker rammerne for vores arbejdsbetingelser bliver mere opmærksomme på mulighederne i en stærkere evalueringkultur.

I år har vores forening eksisteret i 85 år. Jeg håber rigtig mange vil deltage i jubilæumsarrange-

mentet på Planetarium. Fra 85 er der ikke langt til 100, men 15 år kan være lang tid for en forening med et relativt lille medlemstal. Hvordan bringer vi bedst muligt foreningen videre så den er parat til kommende opgaver, så alle foreningens medlemmer oplever at det er en aktiv forening de er medlemmer af? Skal Hovedstyrelsen sammensættes anderledes og skal landet inddeles i færre lokalafdelinger, eller kan vi fortsætte under nuværende form?

Jeg mener at vi bør bruge dette blad til en debat om disse spørgsmål og vil afslutte denne leder med at opfordre jer læsere til at fare i blækhuset. Enten for at luften jeres synspunkter, eller for at bidrage med jeres oplevelser fra skolehverdagen.

Peter



Drømmer du om en studierejse

Hvis du selv kunne vælge, hvor vil du så gerne på studierejse til??

Antarktis?
Tasmanien?
Nordpolen?
Japan?

Ove Lindersdorf rejsefond indkalder ansøgninger til studierejser.

Betingelser for at opnå støtte er:

Medlemskab af DFKF i de sidste 5 år.

Efter studierejsten skal der skrives en artikel til FYSIK . KEMI om studierejsten.

Kopi sendes også til formanden for bestyrelsen.

Studierejsens formål skal være inden for det naturfaglige område samt have almen interesse for grundskolens undervisning.

Af og til udvides betingelserne med et foredrag for lokalafdelingen.

Ansøgningen skal indeholde:

Rejsens formål!

Hvor går rejsen hen?

Budget, herunder om der søges tilskud andet sted.

Ansøgningen sendes, så den er formanden i hænde senest d. 13. september 2004.

På et bestyrelsesmøde i slutningen af september vil ansøgningerne blive behandlet, og umiddelbart herefter vil ansøgerne få besked.

Da der søges om flere midler end fonden råder over, kan ikke alle forvente at få tilskud.

Alle er velkomne til at ringe eller maile for gode råd i forbindelse med ansøgningen.

Regnskab for Ove Lindersdorf Rejsefond:

1. januar 2003 – 31. december 2004.

Indtægter kr. 74.126,86

Udgifter kr. 15.043,89

Uddeling til studierejser kr. 53.800,00

Ansøgninger sendes til

Erland Andersen

Rådmand Steins Alle 7 st th

2000 Frederiksberg

Tlf: 38 74 34 40

Mail: erland@naturfagskurser.dk

Brom-generator

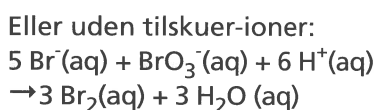
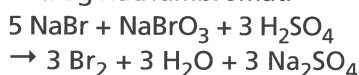
Christian Petresch, Sem.lek. cand.scient.
N.Zahles Seminarium.

Grundstoffet dibrom (Br_2) er en rødbrun, særdeles aggressiv korroderende væske der af samme årsag ikke må findes i skolens kemikalie-samling. Derimod må en vandig opløsning af dibrom, såkaldt bromvand, godt findes og anvendes i skolen¹ og kan købes hos din kemikalieleverandør.

Jeg vil her an vise en fremgangsmåde til at fremstille små mængder bromvand. Et evt. bromvand-overskud kan straks destrueres, og dermed er faren for dibromkorrosionsskader elimineret. Samtidig vil jeg give opskriften på nogle spektakulære forsøg hvori bromvand indgår.

Bromgenerator

Bromvand kan let fremstilles ved at tilsætte koncentreret svovlsyre til en opløsning af natriumbromid og natriumbromat:



Man kan selvfølgelig også anvende kaliumsalte eller et mix af natrium- og kaliumsalte, alt efter ønske.

Overskydende bromvand kan destrueres ved at tildryppe en mættet opløsning af natriumthiosulfat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, måske bedre kendt som fixersalt, og kan hældes i afløbet idet dibrom omdannes til -bromid.

Organiske bromforbindelser, dannet ved reaktion mellem bromvand og f.eks. heptan bortskaffes på samme måde som andre organiske halogenforbindelser ved opsamling i særskilt mærket beholder.

Reagenser

En bromgenerator, se Figur 1., kan fremstilles på følgende måde:

1. I en 0,5 L standflaske, f.eks. BLUECAP, opløses 1,25 g natriumbromat og 12,5 g natriumbromid i demineraliseret vand til 0,5 L. Opløsningen er stabil og kan gemmes over lang tid. (Se reaktionskema – der sker ingen dannelse af dibrom før der tilsættes syre).
2. Fyld en 0,1 L standflaske, f.eks. BLUECAP, halvt med koncentreret svovlsyre. (Pas på).
3. I en 0,1 L standflaske, f.eks. BLUECAP, opløses ca. 70 g natriumthiosulfat (fixersalt) i demineraliseret vand til 0,1 L.

Husk at angive indhold, R- og S-sætninger samt mærke med faresymboler² på alle beholdere.

Fremgangsmåde

I et reagensglas eller en fladbundet kolbe (Erlenmeyerkolbe) hældes så meget af reagens 1. som der skal bruges. Med en engangspipette tilsættes koncentreret svovlsyre (reagens 2.) – et par dråber koncentreret svovlsy-

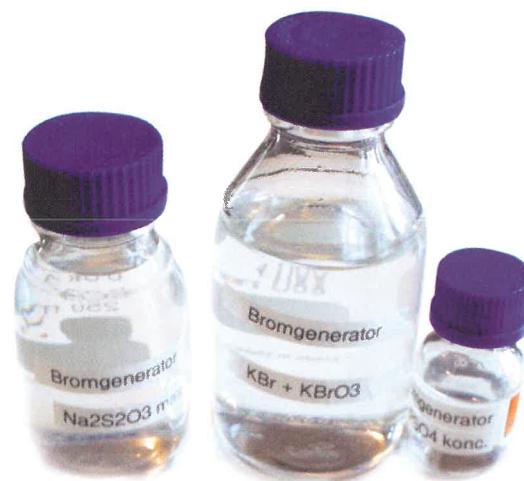


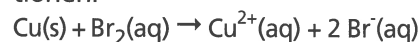
Fig 1

re pr. 5 mL reagens 1. er passende. Hav et bægerglas parat til at "parkere" engangspipetten i. Reaktionen kan tage lidt tid, men en tydelig rødbrun farvning af væsken viser at der dannes bromvand. Se Figur 2. Eventuelt overskydende bromvand tildryppes reagens 3. (mættet fixersaltopløsning) med en engangspipette indtil bromvandets rødbrune farve er forsvundet. Se Figur 3.

Forsøg 1

Reaktion mellem kobber og bromvand.

Reaktionen mellem metallet kobber og bromvand hører til de klassiske forsøg, da det umiddelbart er muligt at følge reaktionen.



Under de rette omstændigheder kan en tynd kobbertråd, 0,25 – 0,30 mmØ f.eks. fra en ledning, næsten "forsvinde" samtidig med at væsken skifter farve fra rødbrun til svagt blågrøn. Se Figur 4 til 7



Fig 4-7

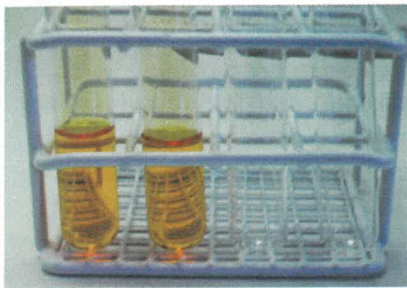


Fig 2

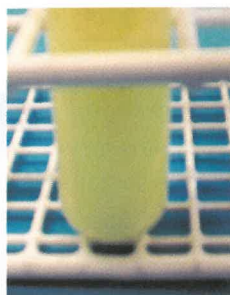


Fig 3



Fig 8



Fig 9



Fig 10

der viser hvorledes reaktionen forløber i løbet af et par dage. De dannede kobberioner kan påvises ved hjælp af koncentreret ammoniakvand (tredobbelt salmiak spiritus) idet der dannes den kraftige blå kobber-tetra-amin-ion $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq})$. Prøv som et forforsøg at tilsætte koncentreret ammoniakvand til en opløsning af kobbersulfat, en til to krystaller i et reagensglas er nok. Se Figur 8.

Bromid-ionerne kan påvises med sølvnitrat. (NB. Bromid-ionerne kan også stamme fra reagens 1.)

Sluttelig kan opløsningen sættes til frivillig afdampning så saltet CuBr_2 kan ses på bunden af beholderen.

Forsøg 2.

Substitution af hydrogen med brom i heptan. (Lærerforsøg)

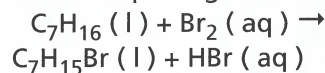
Substitution af hydrogen i heptan med brom er et forsøg der kun må udføres af læreren, da heptan, også kendt fra husholdningen som Rensebenzin, ikke må anvendes af unge under 18 år². Brug evt. forklæde og handsker af plast, og udfør forsøget i stinkskab på følgende måde:

I et reagensglas fyldes et par mL bromvand og en lige så stor mængde "Rensebenzin"/heptan: C_7H_{16} . De to væsker er ikke blandbare, så heptan ligger øverst. Når reagensglasset rystes forsigtigt et par sekunder blandes de to væsker, hvorefter de to væsker atter adskilles. Man kan nu se at en del dibrom er opløst i heptan se Figur 9.

Når reagensglasset udsættes for sollys eller lys fra en OHP, af-farves det øverste lag som tegn på at dibrom har reageret med heptan. Det er muligt at udtage en prøve af den nederste væske – vandfasen - med en engangspipette. Når en dråbe af denne prøve afsættes på et stykke universalindikatorpapir, farves

det rødt – vandfasen er blevet sur. Se Figur 10.

På baggrund af observationerne kan reaktionen sandsynligvis beskrives på følgende måde:



Et hydrogenatom i heptan er erstattet – substitueret – af brom. Reaktionen kaldes derfor en "Substitution".

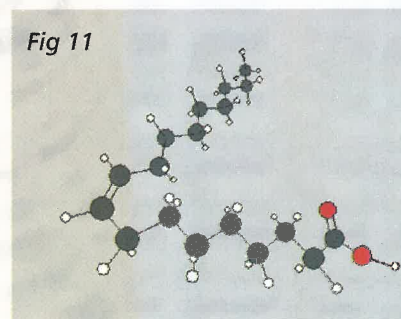
En nærmere undersøgelse, som kræver raffinerede metoder, afslører at ovenstående reaktion ikke er den eneste der foregår. Der foregår ofte flere substitutioner forskellige steder i heptan.

Forsøget afsluttes med at resten af bromvandet neutraliseres med thiosulfat (reagens 3) og reagensglassets indhold hældes i affaldsbeholderen til organisk affald.

Forsøg 3

Påvisning af dobbeltbinding i olivenolie. Addition.

Olivenolie indeholder 88% umættede fedtsyrer, mest Olie-syre (82%), resten linolsyre⁴. At fedtsyren er umættet, betyder at carbonkæden indeholder en eller flere dobbeltbindinger. Som det ses af Figur 11 af oliesyre er



dobbeltbindingen mellem carbonatom nr. 9 og 10. Carboxylsyregruppen $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ eller $-\text{COOH}$ er nederst til højre.

Umættede fedtsyrer anses af kostguruer for at være særligt sunde, men spørg for en sikkerheds skyld din kollega der underviser i hjemkundskab. Oliesyrens natriumsalt, natrium-

oleat (-COONa) er mere vandopløselig end syren og kan fremstilles ved at "forsæbe" olivenolie:

Under omrøring og evt. let opvarmning blandes ca. 20 mL natriumhydroxid (ca. 2M) med ca. 5 mL olivenolie (den fineste er såkaldt jomfruolie!). Den dannede sæbe lægger sig efter et stykke tid i overfladen – efter et døgn er den i hvert fald dannet, se *Figur 12*.

Opløs lidt sæbe/natrium-oleat i vand i et reagensglas og fyld et andet reagensglas med den samme mængde vand. Tilsæt den samme mængde bromvand, 5-8

dråber, til de to reagensglas, og resultatet kan ses på *Figur 13*. Reagensglasset til venstre med sæbe/natrium-oleat-opløsningen affarves. Det er indikator for at oliesyren indeholder en eller flere dobbeltbindinger.

Reaktionen hvor dibrom åbner en dobbeltbinding og et bromatom bindes til hver af de åbne bindinger kaldes en addition: $-CH=CH- + Br_2 \rightarrow -CHBr-BrHC-$

En anden spektakulær additionsproces sker når der tilsættes bromvand til tomat- eller gule-

rodsjuice. Juicerne indeholder det røde pigment lycopen (modne tomater) og β -caroten (gulerødder) der har næsten samme kemiske opbygning, bl.a. en dobbeltbinding.

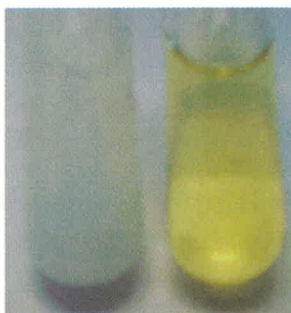
Afslutning

Bromgeneratoren kan forhåbentlig afhjælpe det behov for bromvand der er så væsentligt i den elementære organiske kemiundervisning. Udviklingen af generatoren er foretaget i det nye Naturfags-center på N.Zahles Seminarium inspireret af et foredrag ved MNU kongressen 2002 af Dipl.Ing. FH Wolfgang Proske, Zahna i Tyskland. ■

- 1) Når klokken ringer...«
- 2) Databog Fysik kemi«
- 3) Se: <http://www.kemitura.dk/levbrug/Levbrugspdf/HEPTAN.pdf>
- 4) Folmer Dam og Agnes Elstrøm: Vore levnedsmidler« 8. udg. side 168



◀ Fig 12
Fig 13 ▶



Strømforsyninger – der opfylder de skærpede krav til sikkerhed



1150.10

24 V / 5 A 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

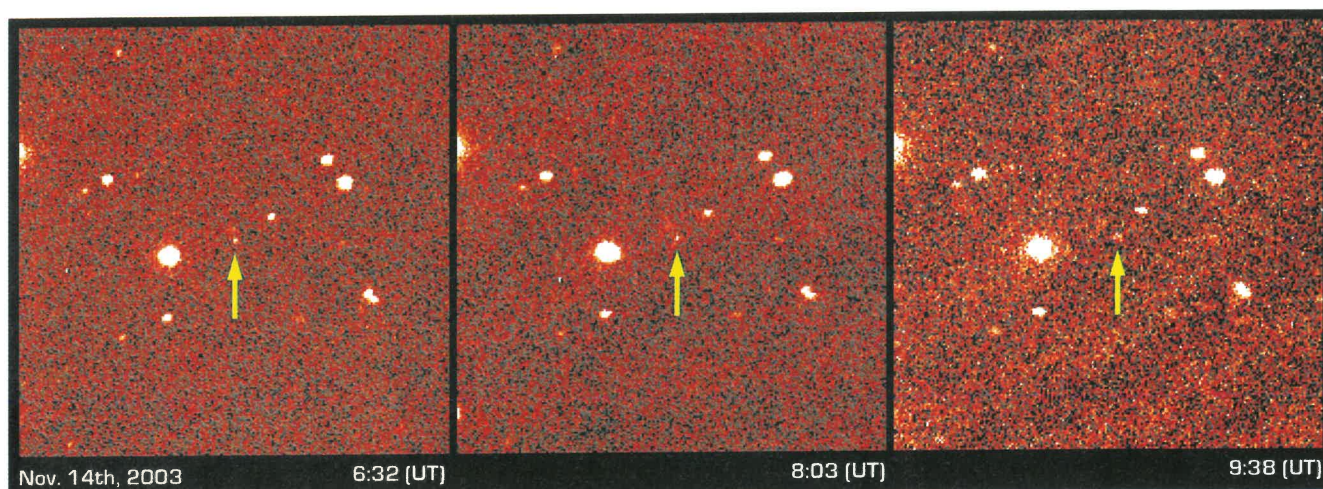
Svovlhatten 3 · 5220 Odense SØ · Tlf. +45 6315 4050
Fax +45 6315 4058 · www.impo.dk · e-mail: mail@impo.dk

Prospekt over hele vort strømforsyningsprogram tilsendes gerne!

Sedna – det hidtil fjerneste i himmellegeme observeret i Solsystemet

Ikke blot en sensationel nyhedsmeddelelse.

Af astroredaktør Bent Klarmark



Figur 1. Opdagelsen af Sedna på tre optagelser med CCD kamera monteret på 48-tommer teleskopet på Palomar Observatory.

Copyright: Michael E. Brown m.fl., Division of Geological and Planetary Sciences, California Institute of Technology.

Den 15. marts 2004 udsendte NASA en nyhedsmeddelelse om opdagelsen af småplaneten 2003 VB12, som er den officielle betegnelse fra International Astronomical Union (IAU) Minor Planet Center.

2003 12VB er bedre kendt under navnet Sedna, som er hentet fra inuiternes mytologi, hvor Sedna er gudinden i havet.

Sedna er det hidtil fjerneste og koldeste himmellegeme i Solsystemet, som er observeret fra Jorden. Opdagelsen blev gjort den 14. november 2003 med Palomar Observatory's 48-tommer Schmidt teleskop udstyret med CCD kamera. Med en afstand på 90 AE befinder Sedna sig tre gange længere væk fra Solen end planeten Pluto.

Opdagelsen af Sedna er sket med den samme astronomiske metode som i 1930 førte til

Clyde Tombaugh's opdagelse af solsystemets hidtil yderst kendte planet Pluto. Ved sammenligning af tidsforskudte optagelser af det samme område af himmelrummet vil objekter i solsystemet flytte sig, mens fiksstjerneerne beholder deres position. Figur 1 viser de tre billeder optaget over tre timer, hvor Sedna afslører sin eksistens med sin bevægelse i forhold til baggrundsstjerneerne.

Hvert billede dækker et udsnit af himlen svarende til størrelsen af hovedet på en knappenål holdt ud i strakt arm. Interessant nok netop den størrelse som Solen ville have set fra Sedna!

Opdagelsen af Sedna er en af de seneste i en række af lignende fund af fjerne objekter i solsystemet. Bedst kendt er nok Quaoar som blev fundet i juni 2002. I februar blev opdagelsen af 2004 DW offentliggjort.

Denne række af opdagelser er ikke tilfældige, men resultatet af en systematisk eftersøgning af objekter i Kuiper Bæltet og Oort Skyen og dermed som led i udforskningen af Solsystemets yderste egne.

Kuiper Bæltet kan sammenlignes med Asteroid Bæltet mellem Mars og Jupiter, blot befinder det sig meget længere ude i Solsystemet. Det er en yderst talrig familie af små himmellegemer der befinder sig i et område uden for planeten Neptuns bane. Himmellegerne betegnes også som Trans Neptune Objects (TNO's). Der findes over 70.000 TNO'er med en diameter på over 100 km i dette ringformede brede bånd, der befinder sig i en afstand på 30 – 50 AE fra Solen.

Sedna tilhører ikke dette klassiske bælte af TNO'er idet dens nærmeste afstand (perihelium)

til Solen er 76 AE. Banen er yderst excentrisk og anslås til at have en halv storakse på 480 ± 40 AE, og dermed vil Sedna's største afstand fra Solen være tæt ved 1000 AE. Sedna forventes at nå perihelium i 2075.

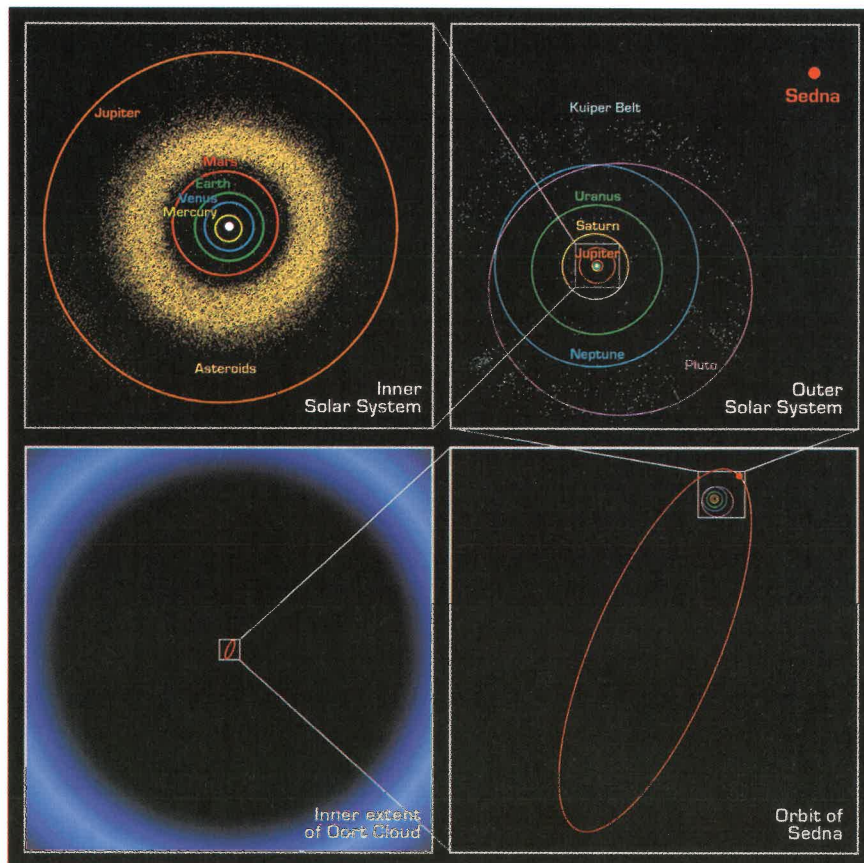
Der findes TNO'er som i deres bane når langt ud over "den ydre 50 AE grænse" for Kuiper Bæltet, men de har alle en perihelium afstand på 35 – 45 AE.

Forskerholdet bag opdagelsen af Sedna betegner den derfor på nuværende tidspunkt som et objekt tilhørende den indre Oort Sky. Dette kugleformede område menes at bestå af "proto-kometer" og anslås at have en udstrækning på omkring tre lysår fra Solen.

Det har endnu ikke været muligt at foretage direkte observationer af Oort Skyen, men kometerne som med mellemrum passerer ind gennem det indre Solsystem opfattes som et indirekte bevis for skyens eksistens. Kometerne menes at være himmellegemer, som på grund af tyngdepåvirkningen fra forbigående stjerner løsrives fra banen i Oort Skyen og kastes ind i en langstrakt bane omkring Solen.

Sedna kunne være et TNO objekt som på grund af tyngdepåvirkning fra en planet er blevet revet løs fra sin oprindelige bane inden for Kuiper Bæltet. Forskerholdet arbejder imidlertid ud fra den antagelse at Sedna er et bevis på at Oort Skyen strækker sig betydeligt nærmere ind mod det indre Solsystem end tidligere antaget og er med til at belyse dannelsen af den indre Oort Sky:

Tidligt i Solsystemets dannelse blev små is-himmellegemer i kredsløb om Solen under tætte passager med planeterne kastet ud af deres baner. Undervejs bort fra Solen blev himmellegemerne bremset op af påvirkning



Figur 2. Sedna's bane i forhold til det indre og ydre solsystem. Copyright: NASA.

fra andre stjerner, og dermed fastholdt i Solens tyngdefelt. Dette er en sandsynlig skæbne for Sedna, og stjernerne som har påvirket den må have været meget tættere på Solen end tidligere antaget. Forskerholdet formoder derfor at Solen blev dannet i en gruppe sammen med mange andre stjerner.

Opdagelsen af Sedna og eftersøgningen af andre mulige lignende medlemmer af den indre Oort Sky er dermed et spændende led i den fortsatte udforskning af Solsystemets opståen og udvikling. Figur 2 viser en grafisk fremstilling af Sednas bane. Omløbstiden er anslået til 10.500 år!

Sedna er omkring 1.800 km i diameter. De originale optagelser fra opdagelsen viser kun Sedna kun som en prik og giver derfor ikke mulighed for en bestemmelse af størrelsen.

Størrelsen er derfor målt ud fra varmeudstrålingen, den kendte afstand til Sedna og overfladetemperaturen, som er omkring -220 grader C.

Figur 3 viser Sedna's størrelse i forhold til andre himmelegemer.

Sammensætningen af Sedna er endnu ikke kendt. Den indeholder muligvis – ligesom Pluto og dens måne Charon – is bestående af vand og methan. Sedna er et af de rødeste himmellegemer i Solsystemet – næsten lige så rød som Mars.

Hvad forstår vi ved "planeter" og er Sedna en planet - den længe eftersøgte planet X?

Sedna har trods sin mindre størrelse ét fælles træk med solsystemet hidtil sidst opdagede planet Pluto: de er begge kugleformede himmellegemer.

Men forskerholdet betragter ikke selv Sedna som en planet - og hvorfor?

Historisk betragtet er der 9 planeter i Solsystemet. De har kugleformen som fælles egenskab. Den største asteroide Ceres er også (næsten) kugleformet. Ceres blev oprindeligt betegnet som den manglende planet mellem Mars og Jupiter, men efter opdagelsen af mange andre himmellegemer i området blev Ceres' status ændret til medlem af asteroidefamilien.

Opdelingen af himmellegemer i kredsløb om Solen i "kugleformede" og "ikke-kugleformede" objekter er derfor ikke tilfredsstillende til en definition af planeter.

Forskerholdet forslår derfor en opdeling i "solitære himmellegemer" og "populationer af himmellegemer".

Ceres har en diameter på 914 km, den næststørste Pallas 520 km. Derefter følger Vesta med 500 km og Hygiea med 500 km, Davida med 436 km og Interamnia med 334 km. Sådan kan listen fortsættes nedefter i asteroidefamilien – størrelsesforholdet mellem en asteroide og den næste i rækken er ikke større end 2:1. Denne sammenhæng kendetegner en population af himmellegemer.,

Til sammenligning er størrelsesforholdet mellem Jorden og det nærmeste objekt asteroiden Ganymed (41 km) 300:1.

Denne sammenhæng kendetegner et solitært himmellegeme – en planet. Merkur, Venus, Jorden, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun er derfor planeter.

Pluto er ikke en planet men snarere et TNO objekt, et medlem af Kuiper Bæltet og i familie med Quaoar og Varuna og en lang række andre objekter som efterhånden vil blive opdaget.

Forskerholdet forventer at der inden for en årrække vil blive opdaget flere af Sednas familiedlemmer fra den indre Oort Sky. Hidtil har de kun undersøgt 15% af himlen.

Ifølge Keplers lov vil et objekt med en langstrakt elliptisk bane tilbringe det meste af sin tid længst væk fra Solen. Det er derfor rimeligt at antage at der for hver "Sedna" som iagttages under sin nærmeste solpassage vil være mange flere medlemmer af familien i en så stor afstand fra Solen, at de er for lyssvage til at kunne observeres. Det er derfor sandsynligt at den indre Oort Sky rummer tusindvis af objekter foruden Sedna og at massen af den indre Oort Sky er større end Asteriode Bæltet og Kuiper Bæltet tilsammen.

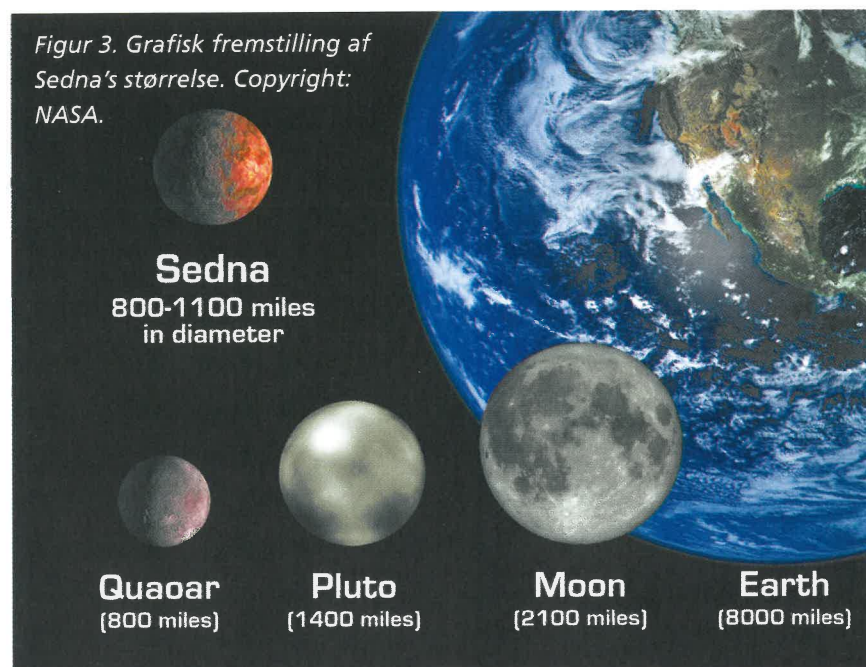
Om end nyhedsmeddelelsen om Sedna førte til en kortvarig sensationspræget nyhedsformidling om opdagelsen af en mulig ny planet på den anden side Pluto, er udforskningen af det ydre solsystem med til at kaste lys på Solsystemets dannelse og udvikling. Et forskningsfelt der ikke er mindre interessant end eftersøgningen af planeter

i omløb om andre stjerner og tegn på liv uden for vor egen planet. Derfor er opdagelsen af Sedna også interessant at arbejde videre med i en undersøgelsesammenhæng, også selv om Sedna er helt uden for rækkevidde af observationer med det blotte øje eller mindre kikkerter.■

De nedenstående referencer henviser til nyttige kilder på Internettet.

Referencer:

<http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/sedna/>
<http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/papers/ps/sedna.pdf>
http://science.nasa.gov/headlines/y2004/16mar_sedna.htm
http://www.space.com/scienceastronomy/solarsystem/planet_confusion_001101-2.html
<http://www.ifa.hawaii.edu/~jewitt/kb.html>
<http://www.solarviews.com/eng/oort.htm>



Tre fag i bevægelse

Af Erland Andersen

Inden for naturfagsområdet sker der temmelig meget i disse år. Siden regeringen tiltrådte, har undervisningsminister Ulla Tørnæs flere gange forhandlet med de partier, der i 1993 indgik forlig om Folkeskoleloven.

Den 21.10.2003 blev der indgået et bredt forlig om folkeskolen. Et forlig der bl. a. indebærer en række ændringer inden for hele naturfagsområdet.

Biologi bliver indført som fag på 9. klasses trin med en lektion om ugen, og der kommer en fælles afgangsprøve for biologi og fysik/kemi. Den fælles afgangsprøve bliver både mundtlig/praktisk og skriftlig. Loven træder i kraft 1. august 2005.

Antallet af lektioner er fra den vejledende timeplan. Der skal fra og med 8. klasse gives både skriftlig og mundtlig karakter i biologi og i fysik/kemi.

Efter 9. klasses trin kan eleverne indstille sig til den fælles afgangsprøve, der omfatter fagene biologi og fysik/kemi.

Efter lovændringen af oktober 2003 spurgte Politiken nogle 3.g elever bl.a. om Nakskovs placering i Danmark!

Da det viste sig, at gymnasieeleverne havde store problemer med at placere såvel Nakskov som andre lande og byer, indkaldte Ulla Tørnæs igen forligspartierne til forhandling.

En ny forligstekst blev forhandlet på plads, og i maj 2004 blev en ændring af loven fra oktober 2003 vedtaget.

I lovændringen fra maj 2004 blev geografi indført som fag på 9. klasses trin.

I oversigtform ser ændringerne sådan ud:

Gældende fra 1. august 2005:

	7. klasse	8. klasse	9. klasse
Biologi	2 lektioner	2 lektioner	1 lektion
Fysik/kemi	2 lektioner	2 lektioner	3 lektioner

Gældende fra 1. august 2006:

	7. klasse	8. klasse	9. klasse
Biologi	2 lektioner	2 lektioner	1 lektion
Fysik/kemi	2 lektioner	2 lektioner	3 lektioner
Geografi	1 lektion	2 lektioner	1 lektion

Geografi skal efter denne lovs ikrafttræden indgå i den fælles naturfagsprøve sammen med biologi og fysik/kemi. Desværre kunne forligspartierne ikke finde penge¹⁾ til at udvide det samlede lektionstal for geografi, så de 4 lektioner der var i geografi blev udstrakt over 3 år i stedet for 2 år.

¹⁾ En ekstra lektion i grundskolen koster omkring kr. 45.000.000 per år i lønninger.

Antallet af lektioner er fra den vejledende timeplan. Der skal herefter fra og med 8. klasse gives skriftlig og mundtlig karakter i biologi, fysik/kemi og geografi. Efter 9. klasses trin kan eleverne indstille sig til en afgangsprøve, der omfatter fagene biologi,

fysik/kemi og geografi. Afgangsprøven er mundtlig/praktisk og skriftlig.

Bekendtgørelsen om den kommende naturfagsprøve er endnu ikke udarbejdet. Vi kender dog nogle af præmisserne.

Afgangsprøven efter 9. klasse skal være en naturfagsprøve hvor alle tre fag skal indgå, og som er såvel skriftlig som mundtlig/praktisk.

Eleverne kan ikke vælge enten den skriftlige eller den mundtlig/praktiske del af afgangsprøven.

Afgangsprøven er en pakke med både en skriftlig – og mundtlig/praktisk del.

Den skriftlige del af prøven vil mest fokusere på de på centrale faglige begreber.

Den mundtlige og praktiske del af afgangsprøven skal være en

tværfaglig prøve og ikke en prøve i de enkelte fag. Det praktiske element i prøven er bevaret, ligesom eleverne kan vælge gruppeprøve, ganske som den nuværende fysik/kemi-prøve.

Det er den enkelte elev der vælger om vedkommende vil til en individuel – eller en gruppeprøve med 2 til max 3 elever per hold.

I den tværfaglige mundtlige/praktiske prøve indgår både centrale faglige begreber samt alt andet fra fagene.

På nuværende tidspunkt er det umuligt at skrive noget om 10. klasse, da der ikke foreligger nyt om 10. klassetrin og naturfagene.

For at gøre bekendtgørelsen så god som muligt, har Undervisningsministeriet igangsat et udviklingsarbejde om prøverne, både hvad angår indhold og form.

Der er udvalgt 4 kommuner til dette udviklingsarbejde: Hvidovre, Ballerup, Odense og Århus.

Disse kommuner udvælger en række skoler, der i løbet af næste skoleår skal afprøve forskellige modeller for en afgangsprøve i biologi og fysik/kemi. Undervisningsministeriet har nedsat en "styregruppe" til at igangsætte og komme med ideer til udviklingsarbejdet. Styregruppen har holdt sit første møde i maj 2004.

Styregruppen består af Niels Pli-schewski og Ulla Sverrild (begge Undervisningsministeriet), fagkonsulenter Henrik Nørregaard (fagkonsulent i biologi, geografi og natur/teknik), Palle Hansen (fagkonsulent i fysik/kemi), repræsentanter for de fire udvalgte kommuner, Anne-marie Møller Andersen, Søren Breiting (begge DPU) og Erland Andersen.

I januar 2005 nedsættes den opgavekommission, der skal udforme de skriftlige opgaver.

Som det fremgår af ovenstående, er der endnu ikke fuld klarhed over alle regler og bestemmelser, men de tre faglige foreninger, ovenstående styregruppe og Undervisningsministeriet vil gøre alt for at processen bliver så åben som muligt. Lærere, skoleledere, forældre og elever vil kunne følge udviklingen på de faglige foreningers og UVM's hjemmesider, i fagblade samt på møder og kurser rundt om i landet.

I den forbindelse kan jeg oplyse, at Biologforbundet, DFKF ved Storkøbenhavns Afdeling samt Geografforbundet har arrangeret en studietur til Oslo Universitet til april 2005.

Oslo Universitet med Anders Isnes og Svein Sjøberg har i mange år arbejdet med et integreret naturfag i skolen.

Se opslag her i bladet og på hjemmesiderne.

Ud over dette initiativ arbejder foreningerne tæt sammen, orienterer hinanden og afholder fælles møder om såvel undervisningens indhold som de kommende afgangsprøver. ■

Hjemmesider:

<http://www.uvm.dk/>

<http://www.biologforbundet.dk/>

<http://www.fysik-kemi.ffw.dk/>

<http://>

www.geografforbundet.dk/

<http://www.fysik-kemi.ffw.dk/>

storkbh/

Opsummering:

Skoleåret 2004/05.

Ingen ændringer.

Biologi og fysik/kemi som hidtil.

Skoleåret 2005/06.

Biologi i 9. klasse.

Skriftlig og mundtlig karakter i biologi og fysik/kemi i både 8. og 9. klasse.

Første afgangsprøve i naturfag (mundtlig/praktisk og skriftlig) i biologi og fysik/kemi kan finde sted i december/januar – og i maj/juni prøvetermin.

Skoleåret 2006/07.

Skriftlig og mundtlig karakter i biologi, fysik/kemi og geografi i både 8. og 9. klasse.

Afgangsprøve i naturfag (mundtlig/praktisk og skriftlig) i biologi, fysik/kemi og geografi i december/januar – og maj/juni prøvetermin.

TRE FAG I BEVÆGELSE



UNIVERSITETET
I OSLO

BIOLOGFORBUNDET DFKF ved STORKØBENHAVN GEOGRAFFORBUNDET

De tre foreninger arrangerer en studietur til Oslo Universitet i 2005.
Afrejse torsdag d. 21. april kl. 17 og hjemkomst lørdag d. 23. april kl. 9.15.

På skibsrejsen til Oslo er det planen at der kommer et oplæg om alle de nye tiltag inden for naturfagsområdet.

Fredag d. 22. april vil der blive arrangeret en dag på universitetet om hvordan man i Norge har undervist i - og evalueret et integreret naturfag.

Nærmere program vil blive lagt på hjemmesiderne, så snart det foreligger.

Prisen for medlemmer vil være kr. 2.500.
For ikke-medlemmer er prisen kr. 2.800.

Prisen inkluderer:

Skibsrejse frem og tilbage i indvendig to-køjeskahyt (der kan evt. tilkøbes enkeltkahyt for 500 kr. ekstra).

Bus til og fra universitetet i Oslo.

Alle måltider både på skibet og i Oslo.

Der er søgt tilskud fra undervisningsministeriet.

Bindende tilmelding ved at indbetale et depositum på kr. 400 til en af nedenstående adresser:
Sidste frist for tilmelding er 1.02.05.

Der er et begrænset antal pladser, så her gælder først til mølle.

Biologforbundet:

Østergade 9, 8450 Hammel
Tlf. 86 96 36 35 kaskelot@teliamail.dk

DFKF Storkøbenhavn:

Giro 612 7983
DFKF, Storkøbenhavns Afdeling
Søren Kirchheiner
Toftekærvej 97
2860 Søborg

Geografforbundet:

GeoKursen
Giro: 1 59 47 02

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.

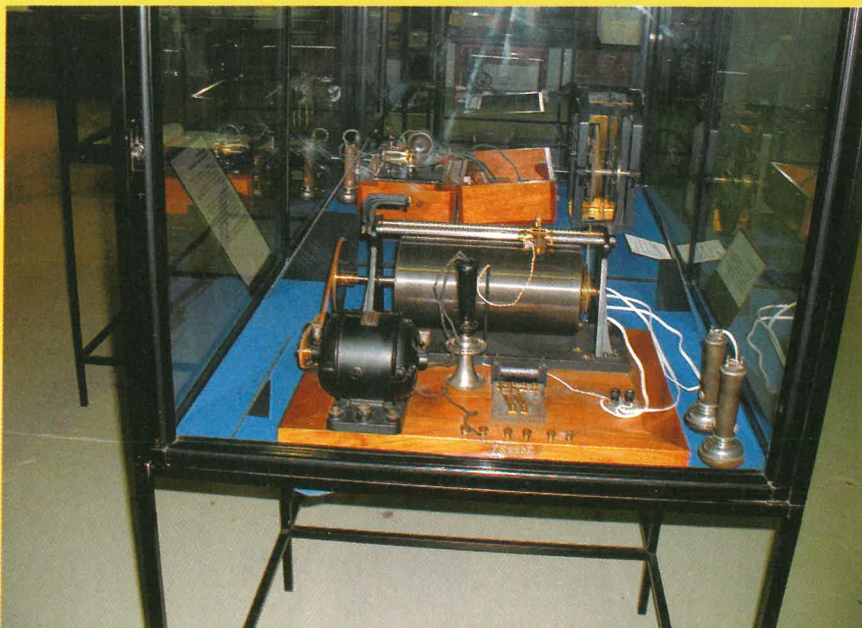
Indsend til :

Georg Hansen

Højsagervej 7

5884 Gudme

e-mail: georgh@tdcadsl.dk



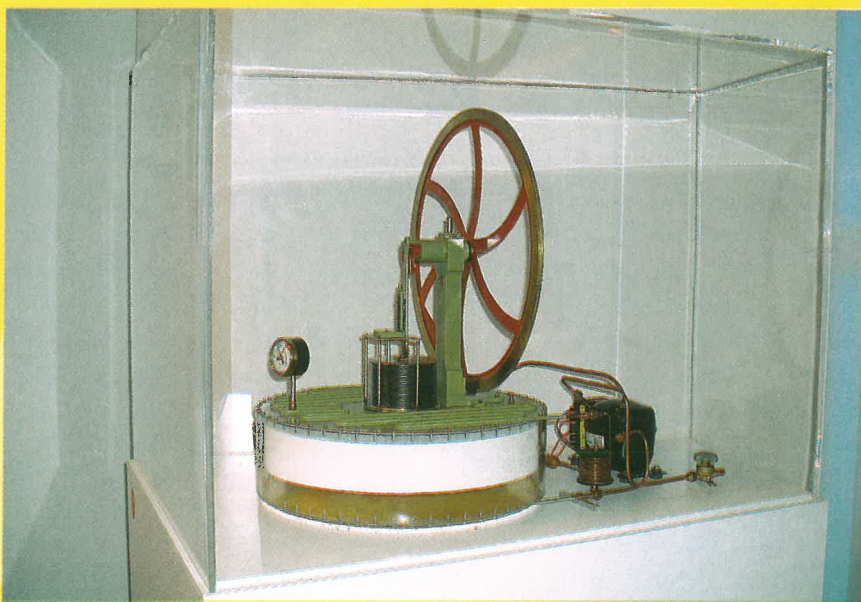
DÉT VAR DET !

Tak for gode og vilde forslag. Fantasien mangler vist ikke noget blandt fysik/kemi-lærere. Ingen ramte plet, men Ole Krause kom tættest. Han havde set, at det var noget med varme og kulde. Desværre ville han dreje på hjulet, men det er nu modsat – kan man vist godt sige.

Det er en Stirling varmluftmotor. Ved vekselvirkning mellem varm og kold luft drejer det store svinghjul stille rundt. Du kan se den på Als på Danfoss i deres udstilling.

Venlig hilsen

Georg



Sladrehank

Tekst: Georg Hansen, Gudme ungdomsskole
Grafik: Mette Laubel

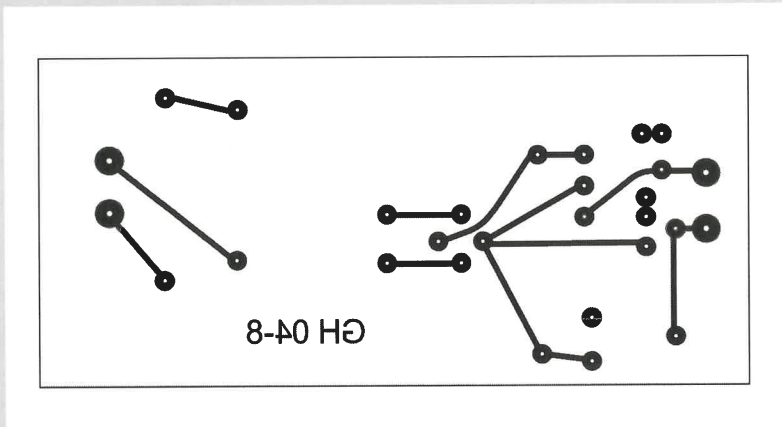
Mon nogen synes, at elregningen er for lille? Næppe. I flere år har vi målt skolens forbrug med induktionsspøler på målerledningerne. Den tid er forbi, for vi har fået ny installation, som er totalt lukket for adgang til ledningerne. Men der er nu kommet en meget lettere måde: for vi har fået en af de nye målere, der ikke har motor, men en LED, der blinker.

Måleren sidder godt gemt væk, men det er forholdsvis nemt at flytte blinkene ud til en stor LED, der sidder synligt.

Skær 2 printplader på 6x6 cm. Bor i den ene et hul, hvori der netop kan presses en LDR. Brug den anden som bagklædning. Lod ledninger på og lim pladerne sammen. Nu har du en føler, som kan tapes fast på måleren

– selvfølgelig så LDR kan se blinkene.

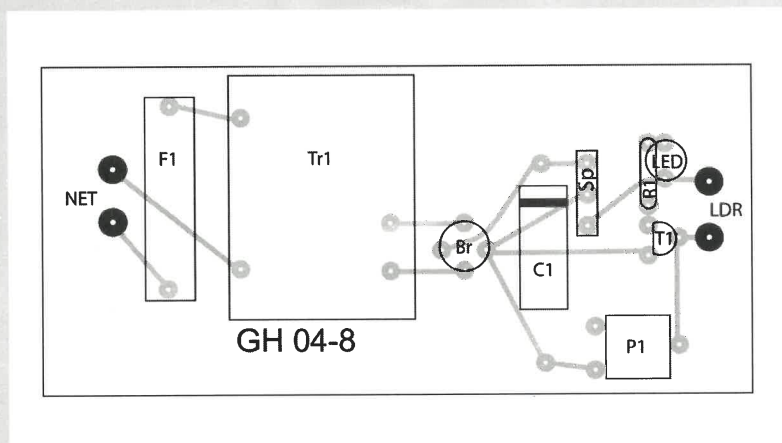
Her er så byggevejledningen til forstærkerdelen med den store LED.■



KOMPONENTER:

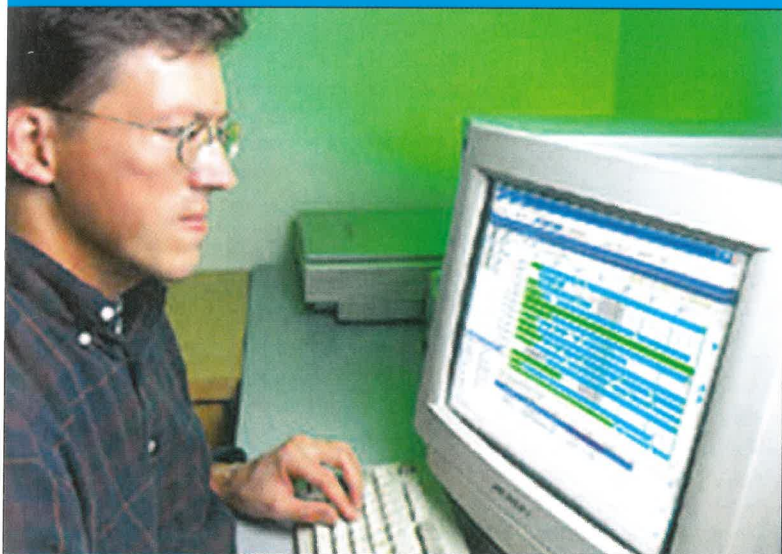
- Tr1: nettrafo 9 volt
- F1: sikringsholder m/ sikring
- Br: brokobling
- C1: elektrolytkondensator 470 μ F
- Sp: spændingsregulator 7805
- LED: 10 mm rød LED
- R1: modstand 3300
- T1: transistor BC547
- P1: trimmer 4k7

LDR printplader netledning

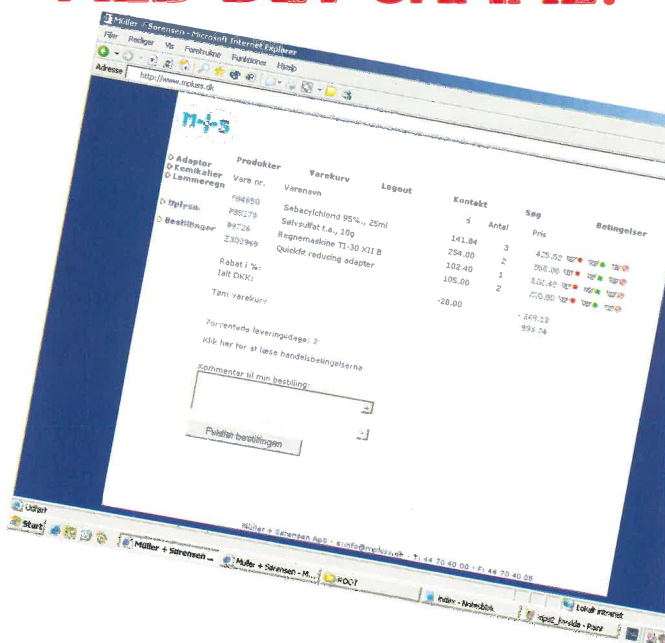


Konstruktionen er første trin. I et senere nummer vil det blive udbygget, så display skriver det aktuelle forbrug i kw.

WWW.SKOLEBUTIK.DK - DØGNET RUNDT...



**FÅ DIN KODE
MED DET SAMME!**



**Fra 1.8.2004 kan Du handle
apparat, glas- og kemikalier
på vort nye e-handelssystem!**

1. august åbner vi Skolebutik.dk som Du blot skal tilmelde dig online for at få adgang til.

Så snart Du har fået din kode pr. email, har Du mulighed for at søge priser og yderligere informationer om vores produkter, døgnet rundt.

Mange har på det seneste efterspurgt denne mulighed, som vi nu åbner for; imidlertid tror vi forsat på, at den personlige samtale og relation altid vil være et ønske og et behov mennesker i mellem. Derfor vil vi altid være parat ved telefonerne for på "god gammeldags vis" at hjælpe med dine indkøb.

Så ring blot - vi kan (næsten) altid hjælpe!

ASTRONOMI - BIOLOGI - DATA - FYSIK - KEMI - PROCES

Müller+Sørensen ApS 

Måløv Værkstedby 84 - 2760 Måløv - Tlf. 44 70 40 00 - Fax 44 70 40 05
e-mail: info@mpluss.dk - www.mpluss.dk

Prøv os - vi har altid en løsning...

Almen relativitetsteori og kvantemekanik 1

Af Helge Kastrup KDAS

Det tyvende århundredes fysik var domineret af to begrebsomvæltende og paradigmeskiftende teoribygninger: den almene relativitetsteori og kvantemekanikken. Begge har Einstein blandt arkitekterne, den første næsten alene, den anden som vigtig bidrager. Einstein accepterede til gengæld aldrig kvantemekanikken som den generelle og i en vis forstand endelige ramme for beskrivelsen af mikroverdenen, som den normalt opfattes som. Jeg vil i en serie på fire artikler prøve at beskrive

1. Strukturen i den almene relativitetsteori
2. Strukturen i kvantemekanikken
3. Sorte huller, de to teoribygningers første mødested
4. Kosmologien, de to teoribygningers arena
5. Kvarke, strengmodeller og andre bud på en kvanteteori for gravitationen.

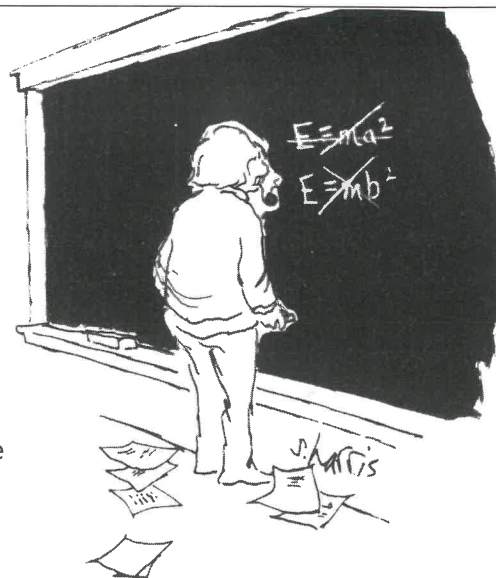
Ikke mange ord om den specielle relativitetsteori

Einstein var også ophavsmand til den specielle relativitetsteori SRT (1905), men alle ligningerne var i forvejen opstillet af andre i forskellige sammenhænge. Einsteins bedrift var hans udgangspunkt i to forudsætninger

- 1) Maxwells ligninger
- 2) Lyshastigheden er ens målt af alle uaccelererede iagttagere.

Fra disse to forudsætninger viste han de allerede kendte ligninger og gav dem en helt ny forklaring. Et par højdepunkter herfra.

- Begrebet samtidighed er ikke veldefineret. To begivenheder A og B, der i ét uaccelereret koordinatsystem iagttages som samtidige, vil i visse andre uaccelererede systemer have A før B, men i andre have B før A.
- Måler man et objekt, der bevæger sig med stor fart, vil vi finde dets længde kortere end i hvile, til gengæld er det blevet tungere, og tiden forløber langsommere end for os. Men da målinger er relative mellem de to koordinatsystemer, vil en iagttager på det hurtige legeme gøre samme iagttagelser vedrørende os. Vore længder måles at være blevet kortere, vi er blevet tungere og vor tid går langsommere. Det lyder paradoksalt, men Einstein viste, at det var logisk konsistent. Med stor fart menes nær ved lysets fart $c = 300.000 \text{ km/s}$ i vakuum.
- Intet materielt legeme kan accelereres op til eller over lyshastigheden i vakuum. Man kan godt bevæge sig hurtigere end den lokale lyshastighed. Fx er lysets fart i glas under 200.000 km/s , men kosmisk partikelstråling kan godt overskride denne fart i glas. Så udsendes der Cherenkovstråling. Den kendes bl.a. fra kerneenergiverker som Barsebäck. Det er det meget flotte blå lys nær reaktorkernen.
- Ingen information kan udbredes hurtigere end c .



Relativitetsteoriens forudsigelser er blevet bekræftet billioner af gange i eksperimenter. (Det er ikke en overdrivelse!) I 1908 kom Minkovski med en matematisk overlegen formulering af den specielle relativitetsteori, hvor de tre rumdimensioner og tiden opfattes som koordinater i et firdimensionalt rum, kaldet rumtiden.

Behovet for den almene relativitetsteori

Tilbage fra 1687 havde man Newtons tyngdelov, der med god nøjagtighed beskrev kraften mellem himmellegemer og Newtons love, der derefter kunne beskrive legemernes baner. Men Newtons tyngdelov beskriver fx, hvorledes Jorden er påvirket af Solens tyngdefelt ud fra, hvor Solen befinder sig på det pågældende tidspunkt. Heri er to typer modstrid med SRT. For det første er samtidighed ikke veldefineret, så hvad vil det sige, "hvor Solen er lige nu"? For det andet forudsætter teorien, at tyngden udbreder sig instantant. Det vil sige, at faldt Solen pludselig sammen, som i forstadiet til en supernova-eksplosion, vil Jorden med det samme være påvirket heraf gravitationelt, skønt vi først så ændringerne i lyset efter omkring 8 minutter. Informationen om tyngdefeltets ændring har

således udbredt sig med større fart end c. Einstein vidste derfor allerede i 1905, at man havde brug for en ny tyngdelov og nye bevægelsesligninger til erstatning for Newtons.

Energi krummer rumtiden

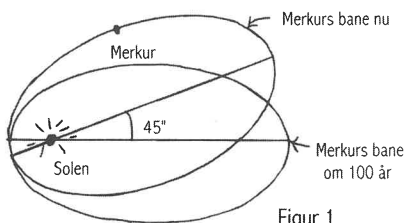
Den grundlæggende tanke i ART (den almene relativitetsteori) er egentlig enkel, skønt dens matematiske formulering er særdeles kompliceret. Det tog da også Einstein 10 år at udvikle sin nye model for tyngden. Men det lykkedes. Personligt opfatter jeg hans afhandling fra 1916 som den største naturvidenskabelige enkeltbedrift nogensinde. Minkowskis rumtid er et almindeligt retvinklet koordinatsystem, bortset fra at det er firdimensionalt, og der er lidt firkumndik med enhederne på akserne. I det tomme rum (rumtid) uden gravitation bevæger et legeme sig retlinjet, når det ikke påvirkes af kræfter. Det følger af inertiens lov. I tre dimensioner er en ret linje den korteste vej mellem to punkter. I det firdimensionale rum er en ret linje den længste vej mellem to punkter. Vi kan nu opdele Einsteins idé i tre dele.

- 1) Vi kan rent matematisk godt forestille os, at akserne i det firdimensionale rum krummer, og alligevel kan man definere en ret linje i de krumme koordinater, som den længste vej mellem to punkter.
- 2) Det der krummer rumtidens koordinater er masser som fx Solens eller Jordens. Her har vi i dagligdags sprog Einsteins nye tyngdelov. Masse eller helt korrekt energi krummer rumtiden.
- 3) Alle partikler bevæger sig i den mere eller mindre krumme rumtid langs kurver, der

er rette i den nye betydning, at afstanden mellem to punkter er maksimal. Det sidste er i dagligsprog Einsteins bevægelsesligning, som er en snedig generalisering af inertiens lov.

Observationel bekræftelse på ART

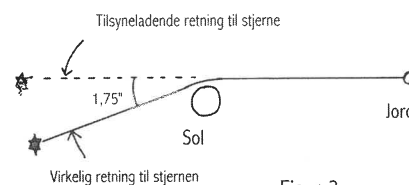
Siden midten af det nittende århundrede havde man vist, at Merkurs bane tilsyneladende ikke præcist fulgte Newtons love. Banen er elliptisk, og på grund af de andre planeters påvirkning drejer ellipsens storakse langsomt rundt. Omhyggelige udregninger havde vist, at når man indregnede korrektionerne og sammenlignede med observationer, var der en lille rest tilbage, som man ikke kunne gøre rede for. Gennem årene var der kommet mange mere eller mindre opfindsomme forklaringer på afvigelsen. Men de var alle tilbagevist observationelt. Einstein var klar over, at skulle man se effekter af ART i Solsystemet måtte Merkur være den første kandidat. Han gennemregnede derfor dens bane og fandt præcist den målte afvigelse $43''/100$ år (43 buesekunder per 100 år). Effekten er virkelig lille. Omkredsen i Merkurs bane er omkring 364 millioner km. De $43''/100$ år betyder, at når Merkur har kørt én gang omkring Solen rammer den 20 km galt. På fig.1 er både excentriciteten og effekten overdrevet voldsomt. Fænomenet, som jeg har beskrevet, kaldes for *Merkur-periheldrejningen*.



Figur 1

Den såkaldte Hulse-Taylor-pulsar med det tekniske navn PSR 1913 + 16 blev opdaget i 1974. De to der fandt den, amerikanerne Russell Hulse og Joseph Taylor, fik nobelprisen for deres opdagelse i 1993. Hulse-Taylor-pulsaren er et dobbeltsystem af to neutronstjerner, begge med en masse på $1,4$ gange Solens masse, som bevæger sig om hinanden med en omløbstid på knap 8 timer. For dette system har man målt, at ellipseaksen drejer $4,23^\circ$ per år. Det er 35.500 gange mere end for Solen-Merkur-systemet. Målinger på Hulse-Taylor-systemet har bekræftet en lang række andre af forudsigelserne fra ART. For eksempel har det vist sig, at omløbstiden aftager med 75 milliontedel sekund per år. Det svarer til, at de to neutronstjerner falder $3,1$ mm nærmere mod hinanden for hvert omløb. Og ART forudsiger, at et system som det betragtede vil miste energi pga. gravitationsstråling netop svarende til det observerede. Det er i dag den eneste observation af gravitationsstråling, selv om den kun er indirekte.

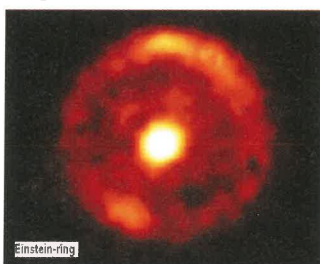
Einstein forudså også, at lys bliver afbøjet af tyngdefelter. Selv for Solen er effekten lille. En lysstråle, der netop passerer "solranden", vil blive afbøjet $1,75''$ ifølge ART. Det er ca. $1/2$ tusindedel af en grad. Eller anderledes sagt, det er den vinkel en CD-skive ses under på 14 kilometers afstand. Men vil man betragte en stjerne langs solranden, overdøves dens lys helt af Solens. Men det kan man undgå



Figur 2

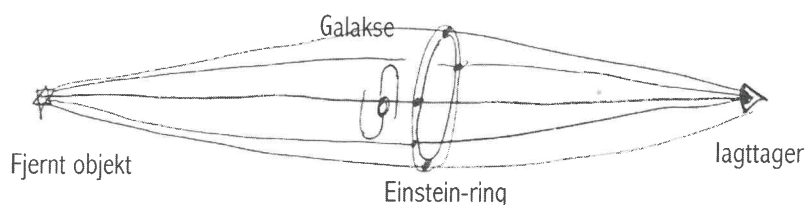
under solformørkelser. Og en sådan fandt sted i 1919, hvor englænderen A. S. Eddington havde arrangeret to ekspeditioner til henholdsvis Sobral i Brasilien og til øen Principe ud for Afrikas vestkyst. Og resultatet blev præcis som Einstein havde forudsagt inden for en nøjagtighed på 5 %. I dag kan fænomenet måles med radiobølger, der ikke på samme måde generes af sollyset. Og man har bekræftet ART med i alt fald en nøjagtighed på 3 promille.

Lysets afbøjning i gravitationsfelter har en anden konsekvens. Meget fjerne objekter i Universet, hvis lys på vej mod os passerer en mellemliggende galakse kan blive fokuseret som var galaksen en slags linse. Fænomenet kaldes den *gravitationelle linse-effekt*. Einstein viste i 1930'erne, at man med en særlig heldig beliggenhed kan se et lysstærkt fjernt objekt som en ring omkring den fokuserende masse. Det kaldes en *Einstein-ring*.



Billedet viser et eksempel herpå. Vi vender tilbage til fænomenet i artikel 5.

Endnu en særlig egenskab i ART er følgende. Ure går langsommere, jo kraftigere tyngdefelt de befinder sig i. Det medfører den såkaldte gravitationelle rødforskydning. Når lys bevæger sig ud af et tyngdefelt, rødforskydes det. Det vil sige, at dets bølgelængde bliver længere, på samme måde som lys udsendt fra en kilde, der fjerner sig, bliver rødforskydet pga. Dopplereffekten. Den gravitationelle rødforskydning er målt på Jorden med god nøjagtighed.



Figur 3 Gravitationel linse

Det er et fænomen, som er afgørende at forstå i forbindelse med sorte huller, som jeg senere kommer tilbage til. Man har også målt, hvorledes et ur, der transporteres i flyver i 10 kilometers højde, går hurtigere end et tilsvarende ur på Jorden. Det kompliceres imidlertid af, at uret til gengæld går langsommere pga. farten (SRT). Så eksperimentet bekræftede både SRT og ART. En særlig elegant kontrol af ART blev udført i forbindelse med Viking sonders landing på Mars i 1976. Man kunne her konstatere effekten som en forsinkelse af et radar-signal sendt fra Jorden til Mars og retur. ART blev her eftervist med en nøjagtighed på 2 promille.

Einsteins største brøler

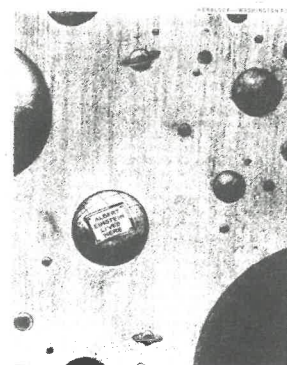
Året efter ART fremkom Einstein med en højst overraskende artikel. Han havde fortsat sit arbejde med ART med at prøve at bruge den på hele Universet. Det var muligt i modsætning til i den newtonske fysik. Til hans store overraskelse opdagede han, at lige meget hvad han gjorde, fandt han løsninger, hvor Universet enten udvidede sig eller faldt sammen. Det var ikke stabilt. Og det kunne enhver i 1916-17 jo sige sig selv var meningsløst. Der måtte være noget galt ved ART. Så begyndte Einstein forfra og lavede en ny teoribygning. Han indførte det såkaldte lambda-led λ . Effekten af en positiv λ -værdi var at tilføre en ganske svag frastødende kraft, som modvirkende tyngdens sammentrækkende

kraft på store afstande. Herved opnåedes et statisk univers. (Helt korrekt var det kun statisk i ustabil ligevægt, men det er en anden historie.)

Da Hubble i 1929 viste, at Universet udvidede sig, var behovet for λ væk. Einstein omtalte det selv som sin største brøler og bad alle om at se bort fra I-ledet. Tænk hvis Einstein blandt sine mange andre triumfer havde kunnet føjet en forudsigelse af Universets udvidelse. På en måde gør han det jo med 1917-artiklen, men selv han havde ikke mod til en så drastisk nytænkning.

I perioden fra 1930 til i dag har man oftest set bort fra den kosmologiske konstant λ , eller blot sat den lig med nul, men den er dog alligevel blevet taget ud af skabet ved forskellige lejligheder. Fx så det i 30'erne en periode ud som om, at Universet var yngre end stjernerne. Det kunne jo ikke passe. Derfor genindførte man λ , så man kunne justere Universets alder, så den i alt fald blev større end de ældste stjerner.

Men i de sidste år af 1990'erne blev λ pludselig aktuel igen. Det vender jeg tilbage til i artikel 5. ■



Børn og økologi – Børns tanker om økologiske processer.

Af Gustav Hellden
ISBN 87-25-00107-8
L&R Uddannelse 2003
Pris kr. 198,00 ekskl. moms.

Anmeldt af: Katrine Nordvig

Det er efter Gustav Helldens opfattelse meget vigtigt, at skolens undervisning udformes, så eleverne kan udvikle deres kundskaber om grundlæggende økologiske processer, da de i fremtiden skal kunne tage stilling til vigtige spørgsmål vedrørende vores miljø. Derfor har han skrevet en bog om hvorfor børn forklarer bestemte sammenhænge på bestemte måder, hvordan udviklingen i deres tænkning er, og hvad der måske kan hjælpe dem til en mere udviklet forståelse. Bogen er skrevet på baggrund af en række interviews med de samme svenske skoleelever fra 2. til 5. klasse. Endvidere er børnene blevet interviewet i 15- og 19-årsalderen, og bogens sidste kapitel bygger på deres tilbageblik.

Bogen indledes med en oversigt over forskningen i læring i naturvidenskab, herunder gennemgås blandt andre Piagets tænkning. Dernæst følger undersøgelserne af elevernes forestillinger om økologiske processer.

Hellden har interviewet børnene om livsbetingelser og vækst, nedbrydning i naturen og om plantens udvikling og blomstens funktion. Det er til tider svært ikke at more sig over de udtalelser børnene kommer med for at forklare dette eller hint. Eksempelvis mente et par elever, at blomster da har flotte farver for at være fine, så de kan blive plukket og sat på bordet!

Bogens sidste kapitel er skrevet på baggrund af Helldens senere artikler, indlæg og papers af Lisbeth Bering, som også har oversat bogen. Det omhandler, som tidligere nævnt, elevernes egne forklaringer på udviklingen af deres forståelse.

"Børn og økologi" er en meget brugbar og interessant bog – især lærerstuderende med naturvidenskabelige liniefag kan have glæde af den, men alle vi andre, der til daglig underviser børn, har også godt af at blive mindet om, at børn langt fra altid drager de konklusioner vi havde tænkt os.





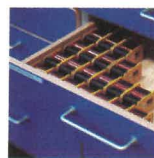
Nyt fysiklokale

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

Mere end 10.000 fagllokaler 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

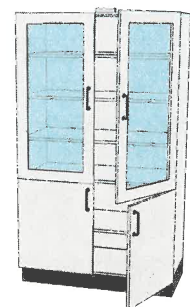
KOMPLETTE INVENTARLEVERANCER - INCL. UDSUGNING



Laboratorie-nødbruser, Broen



Sorte PVC-vaske



Kemikalieskab

COPSO AS

www.st-skoleinventar.dk

Bestil allerede nu *niveauopdelt, tværfagligt* inspirationsmateriale til lærere om opdagelser og opfindelser. Brug materialet som udgangspunkt for aktiviteter under festivalen.

Få spændende inspiration til din undervisning

Dansk Naturvidenskabsfestival 2004 sætter fokus på videnskabelige opdagelser og opfindelser fra civilisationens vugge til idag. I inspirationsmaterialet kan du få mere at vide om nogle af de største videnskabelige opdagelser og opfindelser nogensinde, om store opdagelsesrejser og meget mere.

Materialet koster kun 50 kr. pr. stk.
Minimumsbestilling er 150 kr.

Du kan bestille materialet ved at rekvirere informationsfolder og indbetalingskort på www.dnf2004.dk. eller ringe til festivalen på telefon 70 20 86 20.

Inspirationsmaterialet produceres med støtte fra Industriens Uddannelsesfond.



Roni Langt 04 166 4



Deltag i Dansk
Naturvidenskabsfestival
24. sept.-03. okt. 2004



Anmeldelse: Det lille energikørekort Energikonsulenten

Anmeldt af Tove Christensen

Udgivet af Vvs-branchens Uddannelsesnævn

Vvs-branchens Uddannelsesnævn har udarbejdet to undervisningsforløb til folkeskolen. Et til brug i natur/teknik-undervisningen i de små klasser og et til fysik/kemi-undervisningen i udskolingen. De to forløb er døbt henholdsvis »Det lille energikørekort« og »Energikonsulenten«. Begge forløb kan hentes på branchens hjemmeside på adressen www.vvs-uddannelse.dk.

Sitet er hjemmeside for VVS branchens Uddannelsesnævn, som står for uddannelsen af Vvs-håndværkere. På sitet findes et link kaldet Folkeskoleprojekt, hvorunder man kan finde de to undervisningsforløb samt en løfte om, at der kommer mere. Sitet er flot og nemt at bruge, hvis man altså ikke er koblet op med et modem – så er det alt for tungt og langsomt, faktisk umuligt at arbejde med.

Som det fremgår af navnene handler begge forløb om energi, hvilket dog skal forstås som energi i Vvs-branchens forstand. Det vil være mere præcist at sige, at de handler om varme og isolering.

Det lille energikørekort

Dette forløb består af 8 forsøg beregnet på de mindste klassetrin. Flere af forsøgene er standardforsøg, som den erfarne natur/teknik lærer allerede kender. Der er lidt om varmeudvidelse, lidt om temperaturen forskellige steder i klasselokalet,



lidt om isolerende materialer, lidt om fordampning og lidt om at lys kan opvarme mørke overflader. Forsøgene er simple og kan gennemføres med almindeligt tilgængelige materialer. Det er ikke nødvendigt at benytte faglokaler i dette forløb. Når eleven har gennemført alle forsøg, kan læreren udstede et energikørekort, som følger med materialet.

Samlingen af forsøg virker forholdsvis tilfældig. Der er ikke umiddelbart en samlende ide i materialet ud over, at de alle på en eller anden måde handler om varme. Forløbet udsætter eleverne for en »zoologisk have« af forskellige iagttagelser, men mangler en rød tråd, som kan hjælpe eleverne med at skabe sammenhæng og mening i det de ser. Jeg er af den opfattelse, at eleverne får mere ud af undervisningen, hvis man kobler iagttagelser sammen med modeller, der kan hjælpe dem med at forstå, hvad de ser. Jeg benytter f. eks. et forløb med smeltning og fordampning for samme aldersklasse til at fortælle om molekyler, der bevæger sig. Materialet ville efter min opfattelse vinde ved en klarere målsætning om, hvilken viden eleverne bør have efter at have været gennem forløbet.

Forløbet handler som sagt om varme og isolering og ikke om det bredere energibegreb. Navnet »Det lille energikørekort« er derfor uheldigt valgt, da det kan lede eleverne på vildspor overfor begrebet energi. Den ikke-naturvidenskabeligt uddannede natur/teknik-lærer kan nemt havne i den samme

situation, og derfor ville en gennemgang af energibegrebet, som det der findes under »Energikonsulenten« være en nyttigt del af lærervejledningen.

Ideen med et kørekort anvendes i mange forskellige forbindelser, men det udstedes dog normalt, når man har lært at betjene et eller andet apparat så som en symaskine eller en computer. I dette forløb er eleven ikke blevet i stand til at betjene noget som helst, men har blot udført nogle få forsøg. Selv ideen om et kørekort forekommer derfor forfæjlet og kan kun bidrage til at forvirre elevernes forståelse både af hvad et kørekort og hvad energi er.

Er man ny lærer i natur/teknik kan man sikkert finde inspiration i materialet, selv om det ikke bidrager med væsentlig nyt i forhold til eksisterende materialer - og kørekortet kan man jo undlade at bruge. Problemet for den uerfarne lærer, måske uden den naturvidenskabelige baggrund, er den manglende klarhed om, hvad der skal opnås med forløbet. Lærervejledningen har til gengæld mange gode eksempler på ting, man kan tale om i klassen.

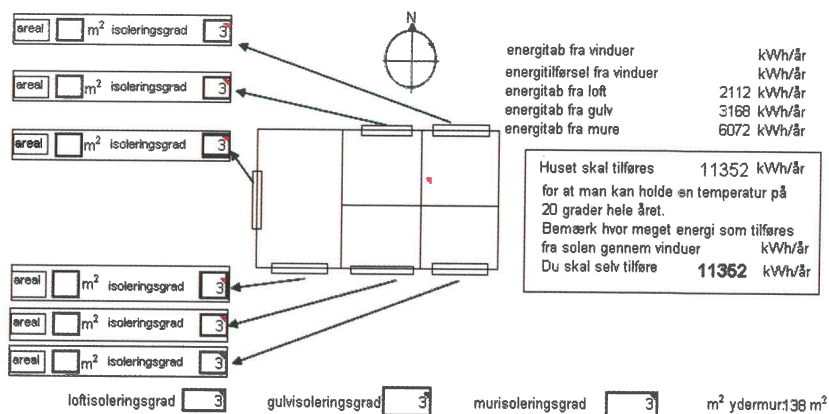
Energikonsulenten

Energikonsulenten retter sig mod skolens ældste elever og er tænkt til undervisningen i fysik/kemi. Hele forløbet drejer sig om isolering som middel til at holde på varmen. Det indeholder nogle forsøg med opvarmning af vand og isoleringens indflydelse på ligevægtstemperaturen. Der indgår undersøgelser af forskellige materialers

isoleringsevne og forsøg med isolering af et paphus. Desuden indeholder materialet en simuleringsevne, hvor man kan ændre på konstruktion og isolering af et modelhus. Forløbet afsluttes med at eleverne skal beregne varmetabet i egen bolig. Når alle øvelser er gennemført, kan læreren ligesom i forløbet for de mindre klasser udstede et bevis, her kaldet et certifikat.

De indledende øvelser ser umiddelbart udmærkede ud og kan udføres med almindeligt tilgængelige materialer. De indeholder ikke epokegørende nytænkning, men ligner andre forsøg i samme boldgade. Simuleringsopgaven er ret simpel, man kan ændre på isoleringsgrad af ydervægge, lofter og gulv og på vinduernes størrelse og beskaffenhed. Opgaven findes nemt på sitet efter nogle få clicks. Det fungerer udmærket, selv om jeg første gang, jeg brugte det, pludselig fik små firkanter til at dukke op alle vegne.

Beregnings af varmetabet i egen bolig udgør en væsentlig del af forløbet og begrundet udstedelsen af certifikatet som energikonsulent. Opgaven ligner, ligesom simuleringsopgaven, noget der er taget direkte fra undervisningen af VVS-branchens egne folk. Det giver flere problemer i folkeskolesammenhæng. For det første er materialet beregnet til at beregne varmetab i parcelhuse. Der er ingen kommentarer, hverken til elever eller i lærervejledningen om, hvordan man skal forholde sig, hvis man bor i lejlighed og altså deler loft/gulv med andre lejligheder. Det er også uklart hvordan man skal forholde sig til f. eks. kælderrum. For at gennemføre beregningerne skal eleverne hjem at opmåle alle ydervægge, lofter, gulve og vinduer, og de skal finde ud af hvordan isoleringen af lofter,



vægge og gulv er i deres hjem. De skal f. eks. finde ud af om de har et støbt gulv med 0, 50 eller 100 mm isolering. Jeg tror at det kan skabe problemer rundt omkring i elevernes familier, det er vist ikke alle der kender den slags detaljer, og da slet ikke hvis man bor til leje.

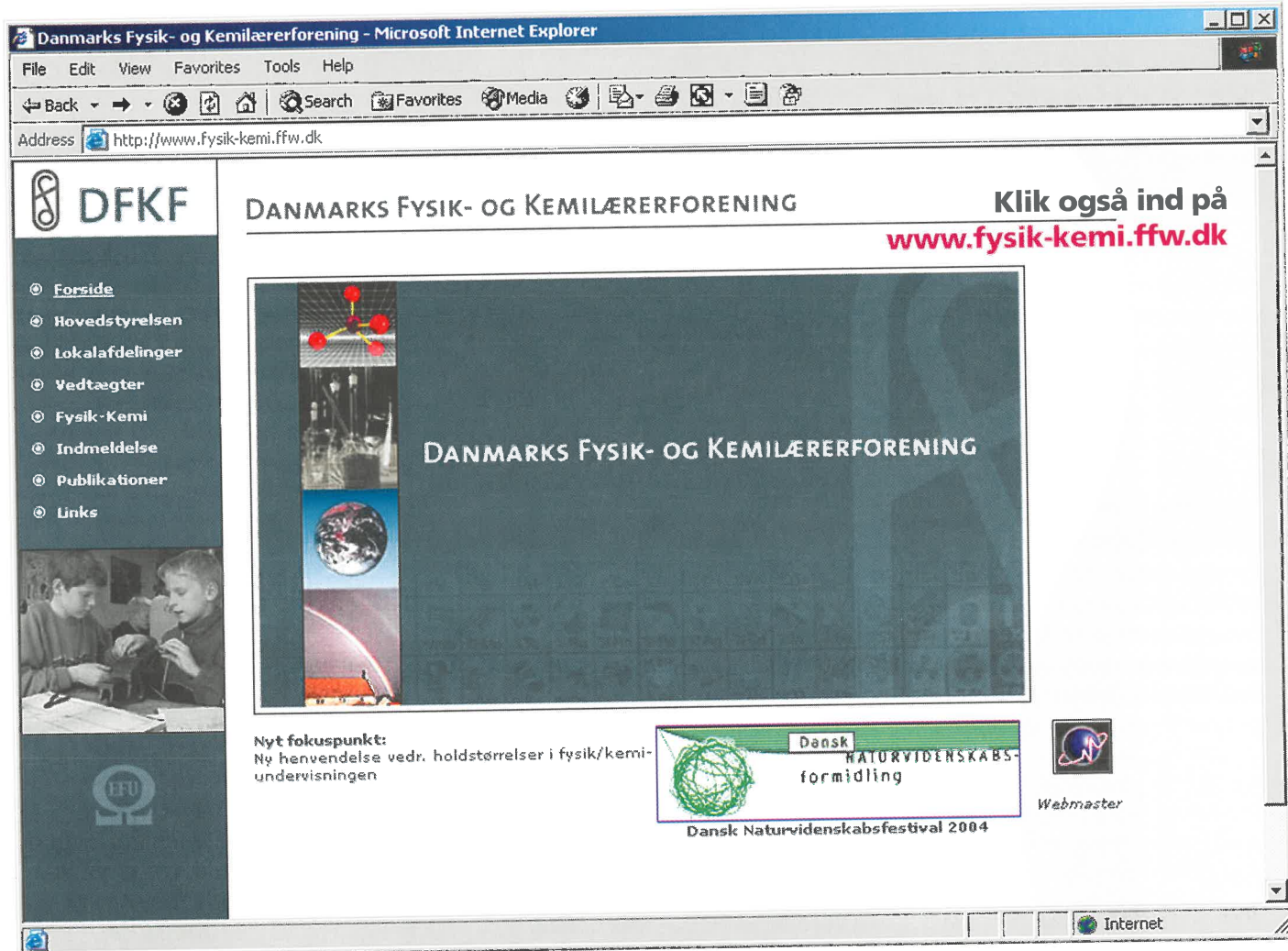
Alt i alt synes jeg ikke materialet egner sig til klasseundervisning, men det kan måske bruges til projektarbejde (f. eks. i samarbejde med matematik) for særligt interesserede elever. Bruger man materialet, er det vigtigt at gøre eleverne opmærksom på, at ordet energi her har en noget anden betydning end normalt i fysik. På sitet med »Energikonsulent« findes måske netop derfor en tekst med titlen »Hvad er energi«, som indeholder en gennemgang af energibegrebet og en kort redegørelse for samfundets brug af energi. Det fremgår ikke rigtigt hvem teksten er beregnet på. Det er formodentlig ikke fysiklæreren, der kender til indholdet i forvejen, men det er heller ikke en tekst, der kan læses, hvis man ingen forudsætninger har. Anvender man materialet til de allerældste elever, og har man allerede arbejdet grundigt med energibegrebet, kan teksten nok anvendes som introduktion til projektarbejdet.

Konklusion

Det er dejligt når nogen gider lave nyt materiale til naturfagsundervisningen i folkeskolen. Det er også godt at få forslag fra forskellige brancher, så elever og lærere kan få et indblik i, hvad der er vigtigt i forskellige dele af samfundet. Det er derfor ærgerligt, at dette materiale har mangler der gør, at jeg ikke umiddelbart vil anbefale det.

Materialet til natur/teknik er for ufokuseret og mangler et klart læringsmål. Det kan med fordel omdøbes, fokuseres – måske opdeling i et par delforløb kan hjælpe – og opgiv så den fjollede ide om et kørekort.

Materialet til fysik/kemi-undervisning tager ikke hensyn til elevernes forskellige hjemmebakgrunde. Ikke alle bor i parcelhus og ikke alle kender til detaljer i husets konstruktion. Arbejdet med at opmåle og beregne alle lofter, gulve, ydervægge og vinduer virker desuden stort i forhold til det rent naturfaglige udbytte. ■



Et PS fra redaktøren

Stof til næste nummer af fysik•kemi:

- fysik•kemi udkommer næste gang primo oktober 2004.
- Deadline er 1. september 2004.
- Debatindlæg og artikler modtages meget gerne på diskette. Vedlæg også gerne fotos.
- Redaktøren forbeholder sig ret til at forkorte indsendte indlæg.
- Redaktøren kan kontaktes på email: fysik-kemi@tdcadsl.dk eller telefon 9846 1151.
- Synspunkter, der fremføres i bladet, kan ikke generelt tages som udtryk for redaktionens holdning.

fysik•kemi

Annoncepriser

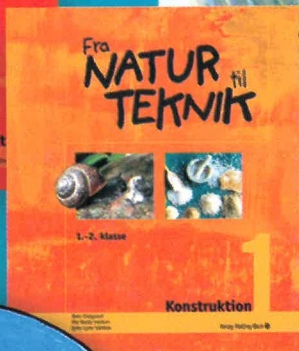
pr. 1. 1. 2004

Bagsiden med farve: kr. 4536,-
 Helse (270 x 185 mm):
 sort/hvid: kr. 3300,-
 sort/hvid + en farve: kr. 3600,-
 4-farvetryk: kr. 4200,-
 Halvside (135 x 185 mm):
 sort/hvid: kr. 1788,-
 sort/hvid + en farve: kr. 1938,-
 4-farvetryk: kr. 2238,-
 Kvartside (135 mm x 2 spalter):
 sort/hvid: kr. 965,-

Der gives 10 % rabat på farveannoncer eller sort/hvid + en farve, hvis side 4 kan bruges. Andre formater efter aftale. Vejledende 7,5 øre pr. kvadratmillimeter for s/h. Derudover farvetillæg på 1 øre pr. kvadratmillimeter pr. farve. Annoncematerialet skal modtages som færdige eps- eller pdf filer. Eventuelle reproduktioner betales af annoncøren.

Landsformand	Peter Jensen	Halvmånen 39	4300 Holbæk	Tlf 21472686	peter.jensen89@skolekom.dk
Næstformand	Ann-Lisbeth Høgh	Lykkegårdsvej 108, Virring	8660 Skanderborg v.	tlf. 8692 7103	Ann-Lisbeth.Hoegh@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	Gitte Hass	Fjordholmen 47	5240 Odense M	tlf. 6610 8065	gitte.hass@skolekom.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

01 Storkøbenhavn	Erland Andersen Rådmand Steins Allé 7, st.th. 2000 Fr. berg, tlf: 3874 3440 erland@jyde.dk	Søren Kirchheiner Tofttekærsvej 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	Palle Hansen Sophievej 16, Strib 5500 Middelfart, tlf: 6440 1615 phkb@edb.dk	Søren Rose Christensen Sybergsvej 14, 5300 Kerteminde tlf: 6532 5626
08 Vendsyssel	Peter Jacobsen Kløvervej 36, 9900 Frederikshavn tlf: 9842 6629	Heidi Strøm Kromarksvej 20, 9940 Læsø tlf: 9849 1660
09 Aalborg og omegn	Vagn Andersen Pernillevej 1, 9000 Aalborg tlf: 9818 3520	Arne Valbjørn Stationsmestervej 58, 9200 Ålborg sv tlf: 9879 1279
10 Århus Amt	Vibeke Reinhardt M.C. Holsteinsvej 3, 8270 Højbjerg tlf: 8627 4112	Kaj Orla Jensen Hvedemarken 11, 8520 Lystrup tlf: 8622 0825
11 Horsens og omegn	Poul Grejs Pedersen Bjørnsknudevej 32 B 7130 Juelsminde, tlf:7569 3944	Søren Jensen Stængervej 42, 8700 Horsens tlf: 7565 6708
12 Midtvest	Horst-Werner Knüppel Højgårdvej 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 Egeparken 82, 6230 Rødekro tlf: 7466 1779	Jørgen B. Olesen Hydevadvej 54, 6230 Rødekro tlf: 7466 9262



Natur/teknik i indskolingen

Fra natur til teknik er et nyudviklet tematisk og fleksibelt undervisningssystem.

KOMMUNIKATION 1 og KONSTRUKTION 1 – er udkommet.
Efterår 2004 udkommer KREDSLØB 1 og BEVÆGELSE 1.

Fra natur til teknik er veltilrettelagt med gode forklaringer og afstemt med Fælles Mål. Øvelser og anvisninger er realistiske, lærerige – og til at gennemføre.

Fra natur til teknik er tematisk med en gennemført progression. Stoffet er inddelt i fire temaområder – kommunikation, konstruktion, kredsløb og bevægelse – som kan anvendes i vilkårlig rækkefølge. Hvert af de fire temaer dækkes af en elevbog og en lærervejledning med øvelser til hvert af de tre niveauer 1.-2. klasse, 3.-4. klasse og 5.-6. klasse. Fuldt udgivet omfatter systemet 12 elevbøger med tilhørende lærervejledninger, og dækker hele undervisningen i natur/teknik fra 1. klasse til 6. klasse.

Elevbøgerne er flergangsbøger på 32 sider i stift bind og er illustrerede af Gunnar Brejding. Lærervejledningerne er med spiralyg, 97-100 sider med 30 kopisider med øvelser.

Priser:
Elevbøger 86,00
Lærervejledninger med kopisider 560,00
og adgang til www.materialehylden.dk

Alle kopisider i lærervejledningerne findes også i pdf-format på www.materialehylden.dk. Når en lærervejledning er købt, er der automatisk adgang med Uni-Login for alle skolens lærere til at hente kopisiderne til udskrift eller forberedelse hjemme. Det kræver kun en internetforbindelse.



forlag **Malling Beck**

Læhegnet 71 • 2620 Albertslund • Telefon: 43 66 77 77
Fax: 43 66 77 00 • forlag@mb.dk • www.forlagmallingbeck.dk

Priser er uden moms.