

14. årgang nr. 3  
1987 juni

# fysik · kemi

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Repræsentantskabsmødet 1987	3
Konferencen 2.-4. april	7
Læsernes kommentarer til læseplanen	9
Kemisk binding — en sidste gang	13
Niels Bohrs atommodel og hans korrespondensprincip	17
Styr en bil med computeren	22
Sigurd Jacobsen in memoriam	29
En sommerhilsen	30



# Pulsratemeter!

- Måling i naturen eller laboratoriet
- Batteridrevet
- Rekorderudgang
- GM-rør indbygget
- Digitaludlæsning
- Højtaler og diodeblink
- Indikering

Introduktionspris i juni

**1798,-** + moms

Normalpris 1.986 + moms



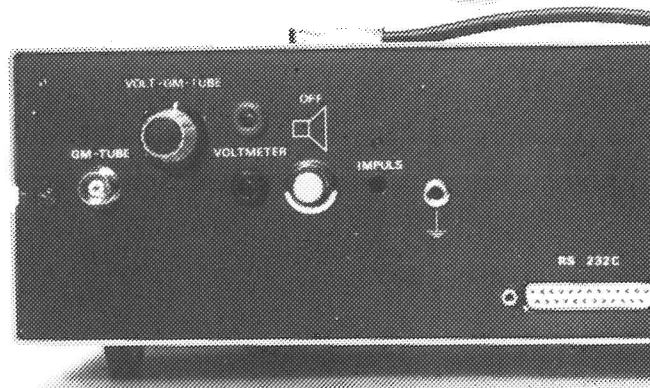
## Tæller MC 24!

har fået endnu et plus.  
Kan leveres med indbygget GM-forstærker.

Bestil din MC 24 nu!  
- De 10 første får gratis indbygget GM-forstærker.

Spar **475,-** excl. moms

Normalpris kr. 3.865,-  
excl. moms  
med GM forstærker.



# impo

IMPO ELECTRONIC A/S  
VAGTELVEJ 1-3 · 5100 ODENSE C. · TLF. 09 13 14 09

# Referat af repræsentantskabsmødet 1987

*v/sekretær Jørgen Jensen, Århus*



## Formandens beretning

Foreningens repræsentantskab var i år indkaldt til lørdag den 4. april.

Mødet fandt sted på Park Hotel i Ebeltoft.

Efter indstilling fra hovedstyrelsen valgtes Søren Hansen, Herlev, til dirigent. Han gav straks ordet til Helene Sørensen for aflæggelse af formandsberetningen. I denne uddybede og kommenterede hun nogle af de betragtninger, der er i den skriftlige del, som blev bragt i »Fysik-Kemi« nr. 2/87 side 3-4.

Herudover omtalte hun et kommende samarbejde med et par landskendte institutioner, Teknisk Museum og Kommune-Kemi.

Førstnævntes skoletjeneste har ønske om at skabe en tættere forbindelse til folkeskolens fysik- og kemilærere. Museet i Helsingør har — for at opnå denne — tilbudt foreningen en plads i sit repræsentantskab, hvilket DFKF har accepteret.

Det er et hefte om olie- og kemikalieaffald, der er anledningen til en kontakt med Kommune-Kemi. Skriftet er udsendt af miljøministeriet — i øvrigt uden om undervisningsministeriet — til samtlige skoler. Efter formandens mening er

anvisningerne i publikationen så upædagogiske, at heftet er uanvendeligt. For at finde frem til bedre løsninger på affaldsproblemerne i bl. a. kemiundervisningen vil hun henvende sig til virksomheden i Nyborg og til Miljøstyrelsen.

Til sidst fortalte Helene Sørensen, at der var gode chancer for, at foreningen ville kunne komme til at hjælpe rejselystne medlemmer økonomisk.

Et tidligere HS-medlem Ove Lindersdorf, København, der døde i efteråret, har betænkt DFKF gennem oprettelse af et rejselægat. Der er imidlertid nogle uafklarede forhold omkring testamentet. Alligevel har Skifteretten i Gentofte indstillet til justitsministeriet, at legatet godkendes.

Herefter var man klar til at debattere formandens beretning.

Et af de spørgsmål, Helene Sørensen havde stillet repræsentantskabet, var, om formands- og repræsentantskabsmøder fremover skal lægges sammen med et arrangement, der har et fagligt indhold, sådan som det var sket i år.

Den eneste indvending mod en sammenkædning var, at den ville kunne forhindre nogle — formænd eller repræsentanter — i at deltage. Der er kommuner, blev det oplyst, som afsætter et så beskedent beløb til konferencer/kurser, at muligheden for at få del i disse penge er yderst ringe.

På den anden side var der repræsentanter, der mente, at alle aktiviteter burde afvikles i vor arbejdstid. Nævnt blev det, at andre faglige foreninger kunne gennemføre kurser i eksempelvis tidsrummet onsdag–fredag.

Et andet af formandens spørgsmål til forsamlingen lød: »Skal der igen arbejdes på at få et miljøkursus op at stå?« Svaret var bekræftende. Med den plads miljøundervisning har i læseplansforslaget, vil det være naturligt, at foreningen tilbyder uddannelse på området.

Dermed var der lagt op til at gøre opmærksom på forholdet mellem læseplan og økonomi. »Det må blive en af foreningens vigtigste opgaver at presse politikere og skolemyndigheder til at forstå sammenhængen mellem disse to faktorer«, sagde næstformanden Herlöv Carstensen.

En anden væsentlig indsats skal finde sted omkring medlemstallet, som igen er faldet og nu ligger nær de 1.350. Flere beskrev, hvilke initiativer man i lokalafdelingerne havde taget for at skaffe nye medlemmer. Alle var enige om, at det var afdelingernes aktivitetsniveau, der bestemte

succesen af dette arbejde.

Efter denne konklusion kunne dirigenten sætte formandsberetningen til afstemning.

Den blev enstemmigt vedtaget.

### *Regnskab og budget*

Vagn Andersen forelagde som landskasserer foreningens driftsregnskab for 1986. Det udviste et driftsoverskud på 21.030,33 kr. Der blev udtrykt anerkendelse for, at det trods medlems-tilbagegangen var lykkedes at skabe dette flotte resultat.

Som forretningsfører for bladet var det ligeledes Vagn Andersen, der præsenterede driftsregnskabet 1986 for »Fysik-Kemi«. Her figurerede der også et stort driftsoverskud, som vil sætte foreningen i stand til at gennemføre den fornyelse på bladområdet, som såvel repræsentantskab som hovedstyrelse er enige om, skal iværksættes.

Der blev udtrykt ønske om, at man i fremtiden laver opstillingen, så den både viser regnskabet og det dertil hørende budget. Man savnede i dette års opgørelse at kunne foretage en sammenligning af tallene.

Med vedtagelserne af, at næste års repræsentantskabsmøde skal afholdes den 16. april på Fyn, og at landsforeningskontingentet forbliver på de 125 kr. i 1988, kunne dirigenten afslutte et meget fredeligt repræsentantskabsmøde 1987.



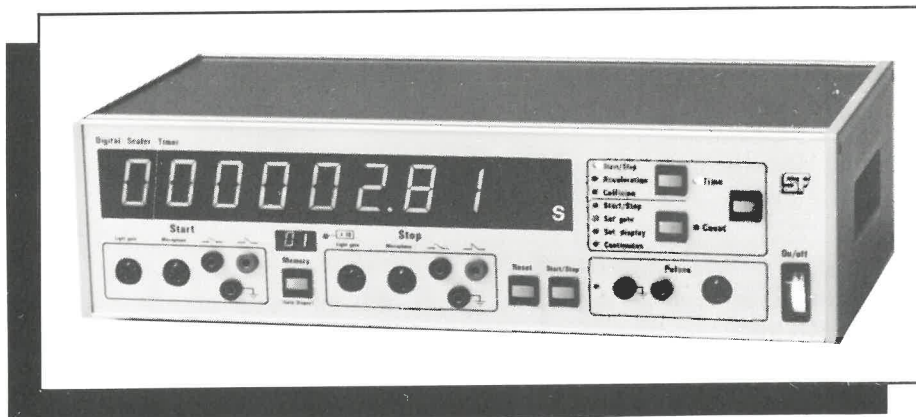
# Digitaltæller 2001.00

**NYHED!**

En ny tæller udviklet med nutidens teknologi med særlig vægt på en enkel og logisk betjening.

Tælleren er en universaltæller udviklet til undervisningsbrug.

- Stort display (25 mm høje cifre)
- Displayindikering af måleenheder
- Splitdisplay (opdeling i et eller to display)
- Hukommelsesindikering af op til 900 adresser
- Microprocessorstyrede funktioner
- Moduler med bagudvendt display og GM-tæller
- Modul for tilslutning af computer



A/S S. Frederiksen, Ølgod

Nymansgade 22 - 6870 Ølgod - tlf. (05) 24 49 66 og 24 42 52

På en forespørgsel om, hvorfor honoraret til annoncetegneren var på næsten det dobbelte af forretningsførerens, svarede formanden, at Erland Andersen — i modsætning til Vagn Andersen — selv skulle afholde sine udgifter.

Derudover fortalte hun, at i budgettet for 1988 var posten »forretningsføreren« sat op, mens udgiften til »annoncer + mailing« var sat ned. Denne fordelingsændring blev hilst velkommen.

Det sidste 1986-regnskab, publikationsafdelingens, blev gennemgået af Kai Strüwing. Her var der et underskud på 3.912,98 kr. En medvirkende årsag til dette var de udgifter, man havde haft i forbindelse med forretningsførerskiftet sidste forår.

Alle regnskaber blev enstemmigt godkendt.

Repræsentantskabet havde ingen bemærkninger til de to »Forslag til budget 1988«, som Helene Sørensen forelagde.

#### Valgene

Da der ingen »Indkomne forslag« var at

behandle, kunne dirigenten sætte valghandlingerne i gang.

Helene Sørensen var hovedstyrelsens kandidat til formandsposten, og da repræsentantskabet ikke stillede med modkandidater, kunne hun vælges med akklamation.

Herløv Carstensen, der ikke ønskede at genopstille, foreslog, at man genvalgte Erland Andersen og Viggo Eriksen og nyvalgte formanden for Randers afdeling, Jørgen Maach-Møller, som HS-medlemmer.

Forsamlingen fulgte opfordringen, og formanden kunne derefter takke Herløv Carstensen for den indsats, han havde ydet foreningen som medlem af hovedstyrelsen i en mere end 10-årig periode.

Som HS-suppleanter genvalgtes Ole Kristensen, Oscar Ekstrøm og Kurt Lorentzen.

Til posterne som henholdsvis revisor og revisorsuppleant genvalgtes Poul Risager og Svend Fristed.

## LASERUDSTYR

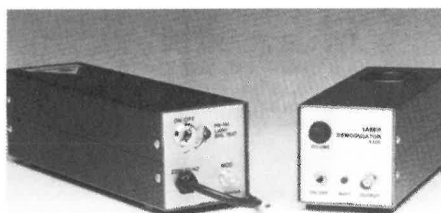
Modulerbar HeNe-laser på 0,5 mW.  
Hard-seal laserrør med garanteret  
brændetid på mere end 15.000 timer.

Modulerbar HeNe-laser  
model BHL 7647 . . . Kr. **2.030,-**

For at få den rette udnyttelse af  
en modulerbar laser, bør man anskaffe  
laserdemodulator for at opfange det  
modulerede lys.

Laser-demodulator model 8406 har  
indbygget forstærker med volumenkon-

*Buch & Holm A/S*



Producent: Buch & Holm A/S

trol, højttaler, strømforsyning  
(9V batteri), batteriindikator og udtag  
til oscilloskop.

Laser-demodulator,  
model 8406 . . . . . kr. **816,-**  
(Priser excl. moms)

MARIELUNDVEJ 36 . 2730 HERLEV  
TELEFON (02) 91 75 11

# Konferencen 2.-4. april

*Carl Jørgen Veje*



*Carl Jørgen Veje og Hans Lütken*

Der var tilslutning til tanken om, at man skal prøve at skrive undervisningsvejledningen, så at den bliver en reel hjælp for læreren. Det må meget gerne være sådan, at den ikke bare læses én gang, men at man ind imellem går tilbage og læser i den.

Den tanke må vi så se, om vi kan få virkeliggjort. Foreløbig eksisterer kun nogle få skitser til dele af vejledningen, så det bliver en travl sommer — og efterår.



*Ole Goldbeck og Claus Christensen*

## *Hvordan gik det så?*

Det var med nogen spænding, man som medforfatter til forslaget til ny læseplan kom til konferencen i Ebeltoft. Ganske vist havde vi i arbejdsgruppen fået mange positive bemærkninger til forslaget fra forskellige mennesker, men det var aligevel noget andet, når 60 lærere fra hele landet fik lejlighed til at mødes og sige deres hjertens mening om skitsen. Måske var det endda især dem, der var utilfredse eller vrede, der ville komme? Det myrekryb, vi kunne have i maven på forhånd, viste sig imidlertid ubegrundet. Helt kort kan siges, at der var en meget venlig, konstruktiv stemning med åben og positiv debat, og at »barneret« blev meget vel modtaget. »Et så helstøbt forslag er det svært at ændre i«, var blot én af udtalelserne i fællesdiskussionen.

Forslaget står altså, og det man kunne — og kan — diskutere er, om det stadigvæk er for ambitiøst. Er kravene til, hvad man skal nå, for store? Kan de evt. løses på en eller anden måde? Det må vi nu prøve, om vi kan finde løsningen på.

Det var spændende at høre Claus Christensen fra gymnasiets fysiklærerforening fortælle om udviklingen i gymnasiets fysikundervisning, som var tydeligt mere radikal, end vi andre tør. Ingen af de nuværende gymnasiebøger skal kunne bruges i fremtiden! I stedet skal der nu laves emnehefter til brug i 1. G. og ingen emnehefter over 32 sider!

Selv om vi vil foretage en roligere og forsigtigere ændring, er der ingen tvivl om, at tanken om emnehæfter er værd at prøve af. Lidt mindre ambitiøse materialer, som forholdsvis let kan både prøves af, ændres og skiftes ud.

Holdningen i arbejdsgruppen har været, at vi meget nødig skulle lukke for en god udvikling, men gerne åbne for nye muligheder. Vi forestiller os, at der bliver et meget bredt spektrum. Nogle vil vælge at tage udgangspunkt i de nuværende bøger og blot supplere dem lidt. Andre vil bruge en blanding af gamle og nye materialer, eller udelukkende nye materialer, og måske så tilføje avisartikler, selvfremstillede ting etc. Enkelte — men det bliver næppe mange — vil undervise helt uden brug af lærebøger. Men for at få udviklingen videre er det utroligt vigtigt, at mange kommer ud af busken og forsøger sig som forfatter til korte hefter (16–24 sider). Gymnasiefysikken har sin notecentral, som viderekopierer ting til kostpris. Der kan komme til at ligge en vigtig opgave for foreningen i at forsøge noget tilsvarende.

Nu skal arbejdsgruppen i gang med at skrive. Når den er færdig, skal læseplansudvalget se på resultatet. Og derefter følger diverse høringer osv. Så ændringerne kommer ikke til at ske i morgen. Men der sker heller ikke noget ved, at der er rimelig tid til at forberede dem. Forberedelserne kan godt starte allerede nu!

I øvrigt kan da nævnes, at vi har fået breve med nogle gode beskrivelser af typen: »sådan gør vi i 10. klasse«, »sådan arbejder jeg utraditionelt med fysik/kemi« eller »sådan samarbejder vi med andre fag«. Men vi vil meget gerne have *mange* flere. Har *du* ikke lyst til at sende os et postkort — eller et par sider?



*Indtryk fra konferencen*

# Kommentarer til læseplanen fra læserne

*Indlæg fra to »forhenværende« — en fysikinspektør og fagkonsulent.*

*Og fra to lærere — en fra DLH og en fra Flakkebjerg Efterskole*

*Kære Helene!*

Jeg kan som sædvanligt ikke holde kæft og fremkommer derfor med nedenstående udgydelser. Hvis du synes, at de er irrelevante, så arkiver dem lodret.

Natur, teknik m. v. giver i og for sig, hvad læseplanens »mad« består af. Det spiller imidlertid en meget stor rolle, hvordan »maden« serveres.

Det gælder om ved fagets start og ved de forskellige områdeskift at have den rigtige indledningsforestilling, der vækker appetitten og giver en forventningsfuld og interesseret indstilling hos »kunderne«. Allerbedst er det vel nok, hvis man straks kan få deltagerne til selv at lege med, dvs., at man bør sørge for, at de med det samme får noget i hænderne og kommer i aktivitet, så de synes, at det nye fag er spændende. Man får vakt en venlig indstilling til faget, og eleverne får en fornemmelse af, at her har de noget, der er anderledes og sjovt at være med til.

Hvis man som undervisningsvejledning kunne lave en sådan række af nøje udarbejdede lærervejledninger, der kunne benyttes af fagets udøvere og være inspirerende for det videre arbejde, tror jeg, at meget ville være opnået.

Hvis det skulle blive aktuelt, kan jeg godt levere nogle af de forestillinger, jeg selv gennem tiderne har benyttet.

Man kunne måske også fremme serveringsfornyelsen ved at lade fremstille en række undervisningssituationer med nye serveringsformer på video-tapes og stille disse til rådighed for lærerne via amtscentralerne.

*Vedrørende selve planen*

Hvad indholdet angår, må man sige, at I har lavet en plan, der giver den lærer, der vil, muligheder for at udfolde sig, uden at være bundet af stramme, officielle, snærende bånd. Det er også en fordel, at stoffet ikke er årgangsbundet.

For første gang foreligger der nu en mulighed for, at nye ting, som jo netop i vore fag stadigt dukker op, kan inddrages, uden at man skal spille tid og energi på slagsmål med højere magter. Man må så håbe på, at lærebøgerne kan leve op til de nye muligheder.

Men . . . nu må I sørge for, allerede nu, at vi ikke igen støder ind i den evige hindring: kontroversen mellem dagligdag og statskontrollerede prøver. Kan I ikke prøve at få udarbejdet udkast til cirkulærer og bekendtgørelser, så de ikke ødelægger mulighederne for en udnyttelse af jeres gode intentioner. Det har ellers været tilfældet ved mange tidligere »reformer«.

*Om indholdet:*

Jeg kunne godt tænke mig DIGITALISERING nævnt. Det er nok et af de områder, der vil blive betydningsfuldt i de næste år. Under teknik nævner I smøring, vægtstænger og gear. Kunne vi ikke få HYDRAULISK STYRING AF MASKINER med; det er af stadig voksende betydning.

Jeg glemte: det er dejligt, at MIKRO- og MAKROKOSMOS har fået en så god placering, både i historisk og nutids version.

*K. D. Poulsen*

# En læseplan

Det er en smuk tanke at skrive en læseplan, der henvender sig til både elever, forældre, myndigheder og faglærere. Men det foreliggende udkast viser tydeligt, hvor svært det er samtidig at henvende sig til flere »niveauer«.

På trods af mange gode og rigtige bemærkninger og intentioner er resultatet blevet en mærkelig blanding af metodik, undervisningsvejledning og vilkårlige faglige emner. Sikkert (og forhåbentligt) imod arbejdsgruppens hensigt får udkastet et vagt og stærkt orienteringspræget udseende.

På et tidspunkt, hvor fagene biologi, geografi og historie lykkeligvis har frigjort sig fra orienterings-omklamringen, er det ejendommeligt, at gruppen næsten bevidst søger at skjule, at fysik og kemi er fag og dermed har et fagligt indhold, som det har værdi at beskæftige sig med, og som begrunder et ressourceforbrug i form af timetal, faglokaler og samlinger.

Den metodefrihed vi har som lærere — og som er enestående i verden — må bevares. Men når en læseplan, som man som lærer er forpligtet til at følge, begynder at anvise metoder, smuldrer friheden for både læreren og eleverne. Hvorfor give myndighederne disse kort på hånden?

Det kan i første omgang lyde smukt og »frit« med en 3–4 års læseplan, desværre kan det også virke, som om man opgiver enhver form for systematik i fagene. Det forudsætter en faglig indsigt af samme størrelsesorden som arbejdsgruppen besidder, såfremt den anbefalede emneundervisning skal føre til sammenhæng og dermed større forståelse — emneundervisning som enerådende princip har tidligere spillet fallit netop på grund af »løsagtighed«.

Skal »kendskab til fremstilling af elektricitet i samfundet« forstås som en populær snak + besøg på et el-værk eller er det meningen, at eleverne skal lære begreber som induktion og transformation at kende? Hvad menes der med »kend-

skab til principper bag brug af elektricitet i forskellige apparater i hjemmet«, »kendskab til enkle elektroniske principper«, »indblik i anvendelsen af elektronik i samfundet« og »elementært kendskab til elektrisk og elektronisk teknologi«? Er det meningen, at eleverne også skal kende begreber som strøm, spænding og modstand, så sig det da lige ud — det er da ikke uartige ord (begrebet »kulde« er mere problematisk).

Har »kendskab til bevægelser i verdensrummet« større brugsværdi end bevægelser i trafikken? Er »livsprocesser, månens faser, klimafænomener« centrale kundskabsområder i fysik/kemi?

Energi har fået en fremtrædende plads, og det er godt og rigtigt, men hvorfor tør man ikke nævne ordene kinetisk og potentiel energi, hvor bliver enheden i de forskellige energiformer af? Hvordan skal man forklare temperatur, smeltning, kogning, kerneenergi?

På landsbasis skifter mange børn skole (alm. flytning, 7-klassede skoler), og vi har stadig kursuddeling i 9. klasse, hvor adskillige elever skifter faglærer. Hvordan sikrer man disse børn en rimelig sammenhængende undervisning i fagene, når læseplanen dækker et 3-årigt forløb? Hvordan skal læreren i 9. klasse med »sammenbragte« elever tilrettelægge sin undervisning, hvilke tilfældige emner har de behandlet?

Vi har stadig afgangsprøver på to niveauer, og vi må anstændigvis behandle eleverne så fair, at de ved, hvilket afgrænset pensum prøven omfatter.

Jeg er bange for — og sikker på — at man i praksis kommer til at opleve det stik modsatte af det tilsigtede, at give elever og lærere større frihed i valg af emner, kommer til at binde undervisningen endnu fastere til en lærebog. Hvad skal en ikke cand.pæd. uddannet lærer støtte sig til?

Lad udkastet med de mange smukke og rigtige tanker indgå i en undervisningsvejledning og lad os så få et forslag til en LÆSEPLAN!

*Poul Hangshøj*

# Fysikforsøg eller beskæftigelsesterapi?

*En sten kan ikke flyve,  
vor mor kan ikke flyve,  
altså er vor mor en sten.*

*Fysikere laver forsøg,  
jeg laver forsøg,  
altså er jeg fysiker.*

Der er ingen tvivl om, at hvis eleverne skal lære fysik, skal de lave forsøg. Så langt er de fleste enige. Men det har desværre givet mange den opfattelse, at det omvendte også er tilfældet: at eleverne automatisk lærer fysik, hvis de laver forsøg. Logikken synes at være den samme som Erasmus Montanus brugte, da han gjorde »vor mor« til en sten.

Nu kan man hævde, at det er en integreret del af selve det at være aktiv, at man udvikler sig og lærer noget. Det fører så til det mere problematiske spørgsmål: Hvad lærer man ved de forskellige aktiviteter? Hvad lærer man af at lave fysikforsøg? Det er ikke ligegyldigt, så længe der findes læseplaner. Forskellige aktiviteter har forskellige »lære indhold«, og *det er ikke altid, at eleverne lærer fysik af et »fysikforsøg«.*

Selv blandt dem, der laver læseplanerne, trives Erasmus-logikken: eftersom naturvidenskaben laver forsøg, så er forsøg naturvidenskab. I den nugældende læseplan opfattes forsøg som vejen til forståelse af »den naturvidenskabelige metode«, men i undervisningen er »den naturvidenskabelige metode« forblevet et postulat.

Der var en gang, hvor fysikundervisningen kun var »kridtfysik« eller »tavlefysik«, eller hvad man nu bruger af smædeord for at slippe for egentlig argumentation. Det er den ikke mere. Af og til får man snarere indtryk af, at forsøgenes mængde er blevet så stor, at den udgør hele fysikundervisningen. Man hører lærere klage over, at der ikke er tid til at snakke om forsøgene, hvis man skal nå at lave dem.

Det er nødvendigt, at man bliver mere kritisk over for forsøgene, at man af og til vover at lade et apparat blive i skabet, selv om det er tegnet i

bogen. At man tillader sig en grundig diskussion af de forsøg, der er lavet, fremfor at skynde sig at lave ét til. Det er en udbredt erfaring, at mange elever ikke kan holde de forskellige forsøg ude fra hinanden, og at de slet ikke kan se en sammenhæng mellem dem.

Mange mennesker har ikke andre præcise erindringer fra deres fysiktimer end den voksende/eksploderende flødebolle. Hvad er det, der får dem til at huske netop det forsøg? Er det et særlig godt fysikforsøg? Har de lært noget centralt om lufttryk? Eller er det simpelt hen, fordi det er en flødebolle, og fordi den voksende flødebolle appellerer til nogle grundlæggende, barnlige madlyster — en form for »madpornografi«?

Flødebollen er et demonstrationsforsøg. Er det anderledes med elevforsøgene? Måske — og måske ikke. Med mindre eleverne bagefter får stillet eller selv stiller spørgsmålet »— og hvad så?«, er det ikke sandsynligt, at de vil lære fysik af forsøgene. Derfor kan de selvfølgelig godt være af værdi. Et forsøg betyder som regel, at man skal op at stå, og måske endda bevæge sig omkring. Det fører blod til hjernen, og det er godt for indlæringen.

Forsøgene kan også have en positiv social virkning, hvis de fører til et vellykket samarbejde mellem en gruppe elever. Men de giver også plads for mobning, så det er ikke uproblematisk bare at slippe eleverne løs i »laboratoriet«. I mange tilfælde vil et kvarters boldspil have en mindst lige så gunstig virkning på fysikindlæringen som et kvarters såkaldte »fysikforsøg«. Samarbejdet mellem hoved og hånd styrkes sikkert mindst lige så godt ved at dyrke sløjd, håndarbejde eller idræt som ved at lave »fysikforsøg«.

Den nye læseplan, sådan som vi indtil videre kender den, har opgivet den opstyltede snak om »den naturvidenskabelige metode«. I stedet tales der om »fagets arbejdsmetoder«, som betyder nogenlunde det samme. Og planens fædre (og mødre?) udtrykker sig stadig, så man må tro, at forsøg er det eneste saliggørende. Man ledes derfor alt for let til den konklusion, at hvis bare vi laver forsøg, er den hellige grav vel forvaret.

For et par år siden udkom en rapport, der omtalte sig selv som »Et aktuelt forskningsprojekt«. Det var en spørgeundersøgelse, hvor elever skulle fortælle, hvad de syntes om fysik, i sammenligning med andre fag. Konklusionen var tydelig nok: eleverne er glade for fysik.

Man kan have en del forbehold over for denne konklusion, eftersom hele analysen synes at være styret af alt for stor optimisme med hensyn til elevernes synspunkter. Men skidt med det, det er mere interessant, at eleverne er tilfredse med forsøgene, men utilfredse med teorien. Når man ved, at »teori« betegner alt, hvad der ikke er forsøg, må man konkludere, at eleverne ikke bryder

sig om at diskutere forsøgene. Det vil sige: *de bryder sig ikke om at lære fysik af de forsøg, de har lavet.*

Også i den nye læseplan sættes der tilsyneladende lighedstegn mellem fysik og forsøg, og selv om den lægger op til at anvende færre specielle fysikapparater, er jeg bange for, at den eksisterende tendens til »hovedløs practicisme« vil fortsætte stort set uændret.

Det kan selvfølgelig godt forsvares at give eleverne nogle timer om ugen, hvor de hygger sig med små, sjove og uforpligtende fysikforsøg. Hvis forsøgene er godt lavet og har tilstrækkelig stor underholdningsværdi, vil eleverne også gå fra timerne med et eller andet udbytte, og de vil i hvert fald for et par timer være sluppet væk fra »boglighedens tyranni«.

Det er udmærket, men *man må af og til alvorligt spørge sig selv, om ikke eleverne havde været endnu bedre tjent med et par ekstra timer i idræt.*

*Peter Colding Jørgensen*

---

## Indlæg fra en lærer

*Kære Helene Sørensen*

Det er rart at læse et udkast til en læseplan for folkeskolens fysik- og kemiundervisning, som bl. a. søger at leve op til de fleste af paragrafferne i folkeskolens formål — og endelig blive fri for en læseplan, hvor kundskabsområderne næsten er en tro kopi (på lavere niveau) af gymnasiefagene, seminariefagene — ja i det hele taget videnskabsfagene fysik og kemis stofområder. Vore elever skal ikke kunne beskrive virkelighedsfjerne, teoretiske sammenhænge, men blive i stand til at se på den fysiske verden, de lever i, så de kan tage fat om problemstillinger og konkrete fænomener herfra og søge at løse og forklare dem. Fysik og kemi bør også være et fag, hvor eleverne lærer at tage hånd i hanke med virkeligheden — og giver dem lyst til at blive ved med det også efter de 9 år i folkeskolen.

Jeg synes godt om de fem centrale kundskabs- og færdighedsområder og vægtningen af hverdagens fysiske og kemiske fænomener. Jeg håber, der bliver arrangeret en række gerne korte kurser (f. eks. ugekurser på DLH eller i de enkelte regioner af fysik- og kemilærerforeningen), som bl. a. hjælper læreren til at få fat i vigtige fysiske og kemiske fænomener i hverdagen — det gjorde vi i alt fald ikke meget ud af i fysik- og kemilinie-fagsundervisningen, hvor videnskabsfagene »tænke-måde« på folkeskoleniveau og lærerstuderende-niveau var centralt.

Jeg ser med forventning frem til den nye undervisningsvejledning og forventer også her at kunne finde inspiration til, hvad jeg vil betegne som nødvendig (og ikke dristig) nytænkning inden for undervisning i fysik og kemi.

Venlig hilsen

*Marianne Husted*

# Kan det gøres på en anden og bedre måde?

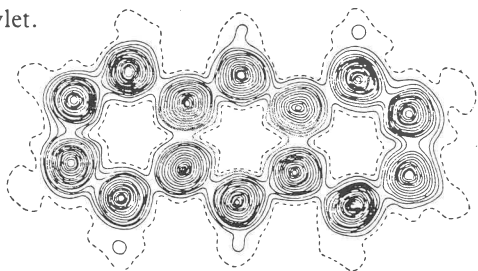
*Den afsluttende artikel om kemisk binding*

*Erik W. Thulstrup*

Vi har i de tidligere artikler gennemgået begrebet kemisk binding. Vi har set, at den traditionelle beskrivelse i folkeskole- og gymnasiebøger ofte bygges op omkring postulater, der er svagt begrundede, men ofte tages meget seriøst: »Oktetreglen er en naturlov«, og i mange gymnasiebøger: Methan er tetraederisk, fordi C er  $sp^3$ -hybridiseret« osv. I stedet for kunne udgangspunktet være observationer: »Mange simple molekyler er opbygget således, at oktetreglen er opfyldt«, og »da methan er tetraederisk, kan vi benytte en  $sp^3$ -hybridisering omkring C« osv.

Hvis man i fremtidens folkeskole skal tage miljøkemiske emner op, vil oktetreglen i øvrigt tit kunne blive besværlig. Således er hverken  $O_3$  eller  $NO_x$  lette at »oktetregulere«.

Flere skolebøger fastslår bombastisk, at molekyler er så små, at de ikke kan ses. Denne udtalelse kan i høj grad diskuteres, og den giver let eleverne et indtryk af usikkerhed omkring molekylers struktur. Måske ville det være en bedre idé at vise et af de »fotografier« af molekyler, man i mange år har kunnet fremstille med røntgenstråling som »lyskilde«. Se f. eks. anthracen molekylet.



*Elektrontætheden målt med røntgenmetoder af G. E. Bacon. Bemærk den store tæthed omkring C-atomerne (med 6 gange H-atomernes elektrantal).*

Herved gives eleverne et meget bedre indtryk af molekyler som fysiske realiteter, og mystikken fjernes.

Det er nu over 30 år siden, at Dorothy Hodg-

kin fra Oxford på denne måde målte den detaljerede struktur af B-12 vitaminet, der har formelen  $C_{63}H_{84}N_{14}PCo$  (hun fik Nobelprisen for det i 1964). Og i dag strukturbestemmes proteinmolekyler med titusindvis af atomer. Det er også vigtigt, at eleverne gives et vist indtryk af fagets forskningsmæssige fremskridt; bl. a. fordi industriel forskning og udvikling bliver et hovederhverv i fremtidens Danmark.

Kemisk bindingsteori indeholder væsentlige informationer, som kan sætte vort verdensbillede ind i en større sammenhæng. Men dette bliver kun klart, hvis man tager udgangspunkt i fysisk let forståelige bindingskræfter af både intermolekylær (mellem molekyler) og intramolekylær (inden for det enkelte molekyle) art. De væsentlige kræfter er elektriske, jfr. Coulombs lov. Elektroner er negativt ladede og frastøder hverandre, kerner er positivt ladede og frastøder ligeledes hverandre, men tiltrækker elektroner. Et stabilt molekyle opstår, hvis elektronerne kan placeres mellem kernerne, således at tiltrækningskræfterne overgår frastødningskræfterne (vi undgår her bevidst at komme ind på elektronernes bevægelsesenergi, som også er af betydning for molekyldannelsen).

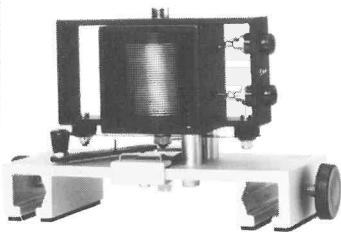
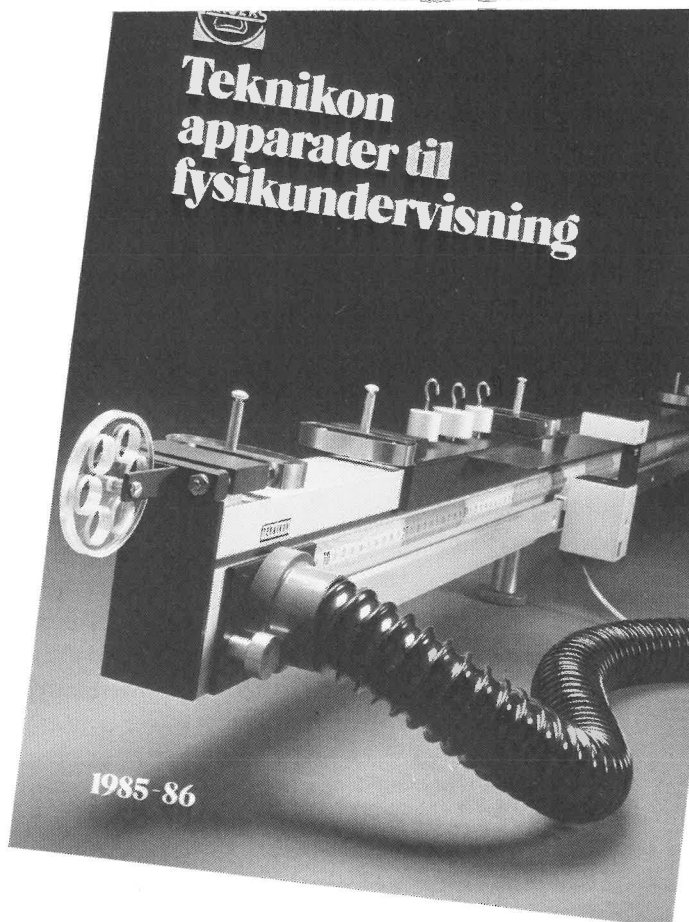
*Et eksempel: Elektronegativitet*

Det periodiske system kan være meget kompliceret for 7.-10. klasse, oktetreglen ligeså. Kan man klare sig med noget nemmere? En oplagt mulighed er Paulings elektronegativitetsbegreb, der er et mål for atomernes evne til at tiltrække elektroner. Pauling tog udgangspunkt i toatomige molekylers dipolmomenter og opstillede en elektronegativitetsskala. Øverst på skalaen, dvs. mest elektrontiltrækkende, er (i rækkefølge) bl. a.

F, O, N, Cl og Br

Andre atomer tilhører en elektronegativitetsmellemgruppe, f. eks. C, S, H og P

Rekvirér  
vort  
Teknikon  
prospekt  
med  
prisliste



Eksempel: 280454-01

**Elektromagnetisk timer.** — Fastspændes med fingerskruer på to lodrette stativstænger. Skridsikker belægning til stabilisering ved bordopstilling. Drejelig carbonholder letter isætning af carbonskiven og sikrer dennes fulde udnyttelse. Styreskinne sikrer papirstrimmelens frie løb. Leveres med 10 carbonskiver og 1 rulle 18 mm timerpapir. Til 6 V AC.

Priser, excl. moms og med forbehold for ændringer:

280454-01 — Elektromagnetisk timer . . . . . kr. 465,—  
 280458-01 — Faldlod m. snaplås, 250 g . . . . . kr. 128,—  
 280459-01 — do., 500 g . . . . . kr. 152,—  
 280460-01 — do., 1000 g . . . . . kr. 185,—  
 280461-01 — do., 2000 g . . . . . kr. 300,—

Be' om skoleafdelingen.

**Struers**

Valhøjs Allé 176 · 2610 Rødovre

Telefoner	01 70 80 90
	06 28 34 00
	09 15 80 30
Frikald til ordrekontor	04 30 15 15



Eksempler på de mindst elektronegative atomer er

Si, Mg, Li og Na (stort set metallerne).

Når atomer indgår i kemiske forbindelser, vil elektronladningsfordelingen ofte kunne forudsiges korrekt ud fra Paulings skala:

Molekyler med store forskelle i de indgående atomers elektronegativiteter bliver polære (har ulige ladningsfordeling), f. eks.  $H_2O$  og  $NaCl$ , og molekyler opbygget af atomer med ens eller nogenlunde ens elektronegativiteter bliver upolære, f. eks.  $Cl_2$  og  $H_2S$ .

Hvis vi husker, at polære molekyler i modsætning til upolære har stærke intermolekylære kræfter (tiltrækning mellem positivt ladede dele af et molekyle og negativt ladede i et andet, og vice versa) og derfor »hænger bedre sammen med hinanden« kan vi forstå f. eks., at det polære  $H_2O$  er en væske, medens  $H_2S$  er en gas. Vi for-

står også, hvorfor HF koger ved stuetemperatur, medens  $O_2$  og  $N_2$  har kogepunkter et par hundrede grader lavere.

Hvis vi også erindrer, at polære stoffer kan blandes med (opløses i) polære stoffer og upolære med upolære forstår vi, at  $NH_3$  kan opløses i  $H_2O$  i langt større mængder end  $CH_4$  og  $Cl_2$  og dieselolie i meget ringe omfang opløses i vand.

Hvis vi gør os klart, at en ulige ladningsfordeling i en binding giver et ekstra bidrag til bindingsstyrken, og at stærke bindinger svarer til lave elektroniske energier, forstår vi bedre, at der kan afgives varme (energi), når de upolære  $H_2$  og  $Cl_2$  reagerer og bliver til to polære  $HCl$  molekyler. Ligeledes kan vi se, at bindingsstyrken må falde gennem rækken  $HF$ ,  $HCl$ ,  $HBr$ ; dette må svare til stigende syrestyrke, der jo blot er evnen til at bryde bindingen og fraspalte  $H^+$ .

Lad os se på en række tilfældige stoffer, der kan skrives  $X-OH$ , f. eks.:

1. $X = C_2H_5$ :	$C_2H_5OH$	ethanol
2. $X = Na$ :	$NaOH$	natriumhydroxyd
3. $X = NO_2$ :	$HNO_3$	salpetersyre
4. $X = H$ :	$H_2O$	vand
5. $X = HSO_3$ :	$H_2SO_4$	svovlsyre
6. $X = C_6H_5$ :	$C_6H_5OH$	phenol
7. $X = CH_3CO$ :	$CH_3COOH$	eddikesyre
8. $X = CH_2ClCO$ :	$CH_2ClCOOH$	chloureddikesyre

Hvis vi holder os for øje, at evnen til at fraspalte  $H^+$  fra  $OH$  gruppen (dvs. syrestyrken) i flg. Coulombs lov må falde med voksende negativ ladning i området omkring  $OH$ -bindingen, finder vi følgende, idet vi negligerer forskelle i syrestestens vekselvirkning med vandmolekylerne:

1.  $X = C_2H_5$  er nærmest en elektrondonor, dvs.  $C_2H_5$  leverer elektroner til  $OH$ -gruppen, der således er i stand til at fastholde  $H^+$ : ethanol er en meget, meget svag syre (men har sin styrke på andre områder!).

2.  $X = Na$  er en udpræget elektrondonor.  $OH$  har masser af elektronladning, og de to atomer holder godt sammen. Det gør  $Na$  og  $O$  derimod ikke, og

$NaOH$  dissocieres i  $Na^+$  og  $OH^-$  og er en stærk base, ikke en syre.

3.  $X = NO_2$  er med de to  $O$ -atomer en meget elektronegativ gruppe.  $OH$  har afgivet megen elektronladning og  $H^+$  fraspaltes let.  $HNO_3$  er en stærk syre.

4.  $X = H$  er en elektrondonor og  $O$  får et overskud af elektronladning.  $H^+$  fraspaltes kun i ringe grad og  $H_2O$  er en meget svag syre.

5.  $X = HSO_3$  er, takket være de tre  $O$ -atomer, en meget elektronegativ gruppe.  $OH$  har afgivet betydelige mængder elektronladning og holder dårligt fast på  $H^+$ .  $H_2SO_4$  er således en stærk syre. I den negative ion  $HSO_4^-$  (efter fraspaltningen af  $H^+$ )

er der mere elektronladning til rådighed, og  $\text{HSO}_4^-$ -ionen er en langt svagere syre end  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

6.  $\text{X} = \text{C}_6\text{H}_5$  er ikke helt ueffen som elektronlokker på grund af den særlige elektronstruktur i benzenringen.  $\text{OH}$ -gruppen har derfor afgivet en del elektronladning, holder dårligere fast på  $\text{H}^+$ , og den aromatiske alkohol phenol er en syre i samme klasse som f. eks. eddikesyre.

7.  $\text{X} = \text{CH}_3\text{CO}$  er en blanding af »mellemgruppeatomerne« C og H og det stærkt elektronegative O. Det sidstnævnte formindsker i betydelig grad elektronmængden i OH gruppen og  $\text{H}^+$  fraspaltes i et vist omfang: eddikesyre er en syre, omend ikke en af de stærke.

8.  $\text{X} = \text{CH}_2\text{ClCO}$  har fået et »mellemgruppeatom« (H) erstattet med det elektronegative Cl og er således bedre i stand til at fravriste OH gruppen elektronladning. Derfor må vi forvente, at chloreddikesyre er stærkere end eddikesyre men svagere end di- og trichloreddikesyrerne ( $\text{CHCl}_2\text{COOH}$  og  $\text{CCl}_3\text{COOH}$ ). Alt dette bekræftes af eksperimentet.

Gennemgangen af  $\text{X}-\text{OH}$  molekylerne er et eksempel på »mønstergenkendelse« (pattern recognition) som er en metode, der i stigende

grad gør sig gældende i kemisk undervisning — også den elementære — og i forskning. Et væld af andre kemiske egenskaber end syrestyrke kan behandles på denne måde, ikke mindst i organisk kemi og biokemi, som mange nok håber vil blive styrket i fremtidens folkeskole.

Det skal tilføjes, at der absolut er grænser for, hvor langt man kommer med elektronegativitetsbegrebet. Men det er simpelt og fører til resultater af praktisk relevans. Frem for alt er det relateret til fysiske størrelser, ladningsfordelinger, i stedet for til matematiske som oktetter og hybrider. Men elektronegativiteterne er langt fra den eneste mulighed for en fornyelse af undervisningen i kemisk binding.

Dersom den elementære undervisning i kemisk binding, som det undertiden er tilfældet i dag, ikke anvender eller fører til fysisk relevante størrelser og ikke reflekterer aspekter af moderne kemisk videnskab, vil det nok være bedre at opgive disciplinen. Dette ville være beklageligt for kemifagets status, for netop forståelsen af bindingsforholdene er et afgørende første skridt på vejen til en dybere forståelse af hele faget.

## **ALLE KEMIKALIER SKAL NU MÆRKES**

Kemiketter med R- og S-sætninger fås hos

### **KEM-ETIK**

#### **Specielt tilbud til skoler:**

Et sæt kemiketter til skole kemikalie-samling,  
over 2000 kemiketter ..... **Kr. 500,-**

Faresymboler kan også leveres.

#### **Bistand kan ydes i forbindelse med mærkningskrav.**

Skole kemikalie-liste med mærkningskrav, over 300 kemikalier.  
Også kemikalier, der ikke er med i »Liste over farlige stoffer ... **Kr. 200,-**

Leveres også på diskette til **PICCOLO** og **PICCOLINE**,  
**RCTEKST file** ..... **Kr. 300,-**

Alle priser er excl. moms og porto.

### **KEM-ETIK**

R. F. Læntver, Drosselvej 20, 6880 Tarm. Tlf. 07 37 25 21.

# NIELS BOHRS ATOMMODEL OG HANS KORRESPONDENSPRINCIP

Baseret på et foredrag for DFKF København den 16/1 1986 af Erik Rüdinger, Niels Bohrs Institut

*Fysik er simpel,  
men raffineret!*

*Paul Ehrenfest.*

Når vi tænker på atomerne, er det vel for de fleste af os — også selv om vi ved bedre — en model som den, Niels Bohr udkastede i sin banebrydende afhandling fra 1913, der foresvæver os. For almenheden er den blevet et symbol på atomets struktur, og den indgår som en naturlig del af den elementære fysikundervisning.

I de fleste lærebogsfremstillinger har man imidlertid ikke fulgt Bohrs egen vej til atommodellen. Der er vel i og for sig ikke noget forkert i at tillempe et stykke historie til pædagogiske formål, men det burde måske betones, at man ikke har fulgt den historiske vej. Den følgende kortfattede skitse af denne gives dels på grund af den interesse, den måtte påkalde sig i sig selv, dels i det håb, at en og anden måske ville kunne blive inspireret til at benytte dele heraf i sin undervisning.

Allerede i sommeren 1912 havde Bohr set, at den faktor, der så at sige stabiliserede et atoms, f. eks. et hydrogenatoms, *grundtilstand* måtte være Plancks virkningskvantum  $h$ . Han foreslog en sammenhæng mellem elektronens energi  $E$  og dens mekaniske frekvens  $f_{mek}$  af typen:

$$|E| = khf_{mek} \quad (1)$$

hvor vi har sat numerisk-tegn om energien for at undgå at regne med negative værdier (den potentielle energi er sat til 0 for den uendeligt fjerne elektron).  $k$  er en dimensionsløs konstant, hvis værdi Bohr var i stærk tvivl om, og som vi skal diskutere indgående i det følgende.

Da Bohr i begyndelsen af februar 1913 af sin ven og assistent Hans Marius Hansen blev gjort opmærksom på simpelheden af *Balmer-formlen*:

$$f_{str} = R \cdot c \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, \dots \quad (2)$$

( $R$  = Rydbergs konstant,  $c$  = lyshastigheden i vakuum), der med uhyre præcision gengiver frekvenserne  $f_{str}$  af spektrallinierne i strålingen af Balmer-serien fra hydrogen, så han straks, at den implicerer, at hans forestilling om en »kvantiseret« grundtilstand måtte *udvides* til at omfatte en hel række »stationære tilstande«. Kvantitativt måtte disse beskrives ved en *generalisation* af formel (1):

$$|E| = nkhf_{mek}, \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

Nu gælder der imidlertid i mekanikken i forvejen en formel, der sammenknytter den mekaniske frekvens i en Keplerbevægelse med energien:

$$f_{mek} = K/E^{3/2} \quad \left( K = \frac{1}{\pi e^2} \sqrt{\frac{2}{m}} \right) \quad (4)$$

hvor vi for nemheds skyld har indført forkortelsen  $K$  for den angivne konstant, der indeholder elektronens masse  $m$  og dens ladning  $e$ . (Denne relation er i virkeligheden blot Keplers 3. lov, idet frekvensen jo er den reciprokke omløbstid, og energien kan vises at være omvendt proportional med storaksen.) Men ved ligningerne (3) og (4) har vi jo for hver værdi af  $n$  to ligninger, der sammenknytter  $f_{mek}$  og  $|E|$ . At løse disse er trivielt; hvis vi f. eks. eliminerer  $f_{mek}$  får vi for energien  $E_n$  i den  $n$ -te stationære tilstand:

$$|E_n| = \frac{1}{(Kkh)^2} \cdot \frac{1}{n^2} \quad (5)$$

Bohr foretager nu et af de dristigste spring, der er set i fysikkens historie! Mens den klassiske teori forlanger, at elektronen under sin omkredsning af kernen — hvor den ifølge Bohr jo slet ikke stråler — skal udsende en stråling af frekvens som den mekaniske («grundtonen») eller hele multipla af denne («overtoner»), postulerer Bohr nu, at strålingen fremkommer ved en *overgang* — et »spring« — mellem to stationære tilstande med »kvantetal«  $n$  og  $m$ , og at dens frekvens  $f_{str}$  er bestemt ved, at et helt »strålingskvantum« skal medføre al den disponible energi (*Bohrs frekvensbetingelse*):

$$hf_{str} = E_n - E_m. \quad (6)$$

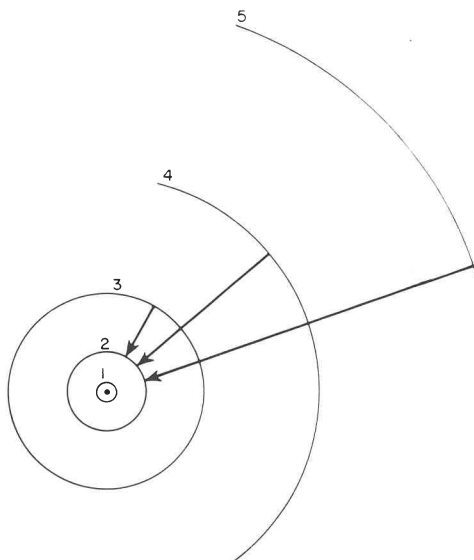


Ved indsættelse af (5) får vi da (idet energien jo er negativ):

$$f_{str} = \frac{1}{(Kk)^2 h^3} \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (7)$$

der for overgange der ender på bane 2 netop giver Balmer's formel (2)! Idet  $K$  og  $h$  er kendt fra eksperimenterne, er det endvidere muligt at *beregne*

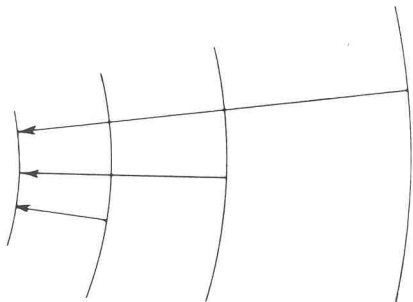
Rydberg-konstanten, forudsat at vi på en eller anden måde kan finde  $k$ . Ved et »kvalificeret gæt« på  $k$  fandt Bohr en fremragende overensstemmelse med den empiriske værdi af  $R$ , som leder tanken hen på Newtons bestemmelse af tyngdeaccelerationen ud fra månens bevægelse! Vi skal i det følgende se, hvordan Bohr kort efter var i stand til strengt at begrunde sin værdi for  $k$ .



Med sine postulater havde Bohr jo vovet sig ud på, hvad mange af datidens fysikere måtte anse for meget tynd is. Til syvende og sidst var man jo i 1913 godt i gang med anvendelse af radiobølger til praktiske formål, og det var velkendt, at her fungerede den klassiske elektromagnetiske teori udmærket; specielt svingede radiobølger med den frekvens de »skulle svinge med«, altså elektronens mekaniske frekvens eller multipla heraf. Hvordan kunne Bohr da overhovedet slippe godt fra at benægte en sådan sammenhæng?

Bohr fandt meget snart svaret. Lad os betragte en overgang mellem to stationære tilstande »langt ude« i atomet, hvor vi nærmer os makroskopiske forhold og derfor på forhånd ville forvente, at den klassiske teori skulle fungere godt. Vi vil betegne kvantetallene i disse to tilstande med  $N + n$  og  $N$ , hvor vi altså i den tilnærmelse, vi skal gøre brug af, vil forudsætte  $N \gg n$ . Formel (7) giver da:

$$f_{str} = \frac{1}{(Kk)^2 h^3} \left( \frac{1}{N^2} - \frac{1}{(N+n)^2} \right) \\ = \frac{1}{(Kk)^2 h^3} \frac{2nN + n^2}{N^2 (N + n)^2} \quad (8)$$



Med den antagelse vi har gjort, kan vi da i tælleren se bort fra  $n^2$  i forhold til  $nN$  og i nævneren se bort fra  $n$  i forhold til  $N$ . Vi får da i denne grænse den tilnærmede formel:

$$f_{str} \approx \frac{1}{(Kk)^2 h^3} \cdot \frac{2n}{N^3} \quad (9)$$

Vi vil nu gerne genindføre energien  $E_n$  fra (5) og får (simplest ved blot at forlænge med  $Kk$ ):

$$f_{str} \approx 2k \cdot n \cdot K/E_n^{3/2}$$

Ifølge formel (4) er produktet af de to sidste faktorer imidlertid lig den mekaniske frekvens, og vi får derfor til slut:

$$f_{str} \approx 2k \cdot n f_{mek} \quad (10)$$

Strålingsfrekvensen nærmer sig altså et helt multiplum af den klassiske mekaniske frekvens, hvis og kun hvis  $k = 1/2$ !

Hver af de Bohrske overgangsfrekvenser, givet ved hans frekvensbetingelse, nærmer sig således mere og mere til en bestemt af de klassisk mulige frekvenser for større og større kvantetal, dvs. når man nærmer sig det område, hvor den klassiske fysik gælder med god tilnærmelse. Men *mekanismen* for strålingens udsendelse er en helt anden: i den klassiske fysik ville et enkelt atom alene (hvis det var tilnærmelsesvist stabilt) udsende såvel grundfrekvensen som overtonerne. I Bohrs teori udsendes disse frekvenser af forskellige atomer - svarende til forskellige overgange - men i grænsen for store kvantetal nærmer resultaterne sig til de klassiske. Bohrs teori indeholder så at sige den klassiske teoris resultater i sig; den er en *generalisation* af eller *korresponderer* med denne.

Den ovenstående beregning udgør den strenge retfærdiggørelse af Bohrs tidligere gæt på værdien af  $k$ , og vi ser samtidig, at det er »størrelsen af springet, dvs.  $n$ , der entydigt bestemmer, hvilken klassisk strålingskomponent en bestemt overgang svarer til (specielt svarer overgange mellem *nabotilstande* ( $n = 1$ ) til den klassiske grundfrekvens). Bohr talte på dette tidspunkt om en »analogi« til den klassiske stråling; senere indførte han betegnelsen *korrespondens*. Disse tidlige betragtninger udgør begyndelsen til hans berømte *korrespondensprincip*, som 12 år senere i hænderne på den ganske unge tyske fysiker Werner Heisenberg skulle blive den afgørende nøgle til at finde kvantemekanikken.

Bohrs atomteori var kun en midlertidig teori, hvilket han selv var den første til at anerkende. Først med kvantemekanikken blev modstriden mellem Bohrs postulater og den klassiske teori ophævet. Herved måtte jo forestillingen om anskuelige elektronbaner opgives, men det bør dog fremhæves, at Bohrs grundlæggende begreber *stationære tilstande* og *overgange* mellem disse blev bevaret sammen med hans fundamentale *frekvensbetingelse*.

$$d \frac{1}{2} m v^2 = d \frac{e^2}{h} - \frac{v^4}{c^2} \frac{2e^2}{3c^3} dt, \quad \text{1st. Approximation}$$

$$m v^2 = \frac{e^2}{h} = \frac{e^2}{h} \left(1 + \frac{1}{h} \frac{dh}{dt}\right),$$

$$d m v^2 = d \frac{e^2}{h} + e^2 \frac{dh}{h^2 dt}$$

$$\frac{1}{2} d \frac{e^2}{h} - e^2 \frac{dh}{h^2 dt} = \frac{v^4}{c^2} \frac{2e^2}{3c^3} dt, \quad \frac{dh}{dt} = m$$

~~$$\frac{dh}{dt} = m$$~~

$$-\frac{dh}{dt} = \frac{v^3}{c^2} \frac{4}{3} v$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{4}{3} \frac{v^3}{c^2} \frac{1}{v} = \frac{4}{3} \frac{v^2}{c^2}$$

$$\frac{dh}{dt} = \frac{v^3}{c^2} \frac{4}{3}$$

$$h \frac{dh}{dt} =$$

$$\frac{dh}{dt} = m$$

$$\frac{d\epsilon}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{e^2}{m \omega^2} \frac{d\omega}{dt} = -\frac{2e^2}{3m \omega^2} \frac{v^3}{c^2}$$



$$m \omega^2 = \frac{e^2}{m h^2}$$

$$-\frac{d\omega}{dt} = \frac{v^3}{c^2} \frac{2}{3} \frac{1}{\omega}$$

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{3}{2} \frac{e^2}{m \omega^2} \frac{4}{3} \frac{v^3}{c^2} = -2 \frac{v^3}{c^2} \frac{e^2}{m}$$

the quantum theory tends not only to the mechanics  
but the mechanics tend to the quantum theory  
(mechanics look for "transitions" and for "stationary states")

$$\frac{d\omega}{dt} = 2 \frac{\omega^3}{c^2} \frac{v^3}{m}$$

$$d\omega = \frac{\omega^3}{m^2} \frac{dt}{c^2} = \frac{3\omega^2}{m^2} = 2 \frac{\omega^3}{m^2 c^2} dt$$

$$N = \omega t = \frac{m \omega}{h} =$$

TA hu

Som allerede nævnt var det håbet, at denne korte gennemgang måske kunne inspirere en og anden til i sin undervisning at komme ind på sådanne betragtninger, eventuelt i en mere kvalitativ form. Det er i denne forbindelse ikke mindst karakteristisk for Bohr, at hans behandling ikke rummer væsentlige *matematiske* vanskeligheder. Den afgørende vægt ligger på de nye *fysiske* ideer og den heraf følgende *raffinerede* brug af simple matematiske formler.

*Erik Rüdinger*

*Litteratur* (flere henvisninger findes i Niels Blædels biografi)

Niels Bohr: Naturbeskrivelse og menneskelig erkendelse. Udvalgte artikler. Rhodos, 1985.

Niels Bohr: Atomer og kerner. Udvalgte foredrag og artikler. Rhodos 1985.

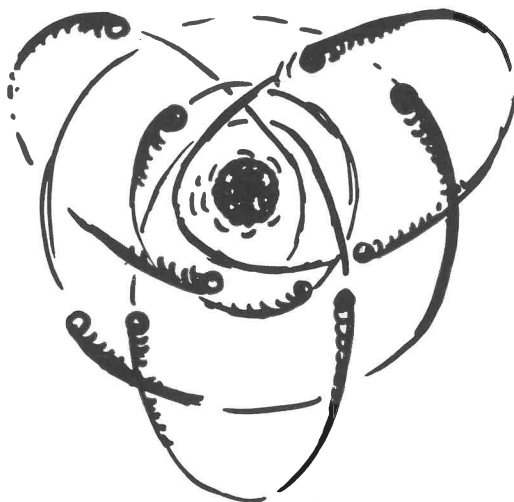
Niels Bohr og den moderne atomfysik. Fem offentlige foredrag i Videnskabernes Selskab holdt i 100-året for Niels Bohrs fødsel. Rhodos, 1985.

Niels Blædel: Harmoni og enhed. Niels Bohr — en biografi. Rhodos, 1985.

S. Rozental (red.): Niels Bohr. Hans liv og virke fortalt af en kreds af venner og medarbejdere. J. H. Schultz Forlag, 1964.

Den engelske udgave er genoptrykt af North-Holland Physics Publishing, Amsterdam 1985.

Helge Kragh: Atomteoriens historie/belyst ved kildekrifter, Fysik- og Kemilærerforeningens skrifter. Redigeret af Ole Bostrup. Gyldendal.



## ***Nyt fra publikationsafdelingen***

I samarbejde med Risø udgiver Danmarks Fysik- og Kemilærerforening omkring 1. juni et nyt hefte. Heftet indeholder 4 kapitler med følgende overskrifter: Vort strålingsmiljø, Strålingens virkning på det levende, Radioaktiv forurening og strålingsbeskyttelse og Strålingen som

værktøj. Prisen kan vi ikke sige noget præcist om i øjeblikket, men vi håber, at den vil være i samme størrelsesorden som El-7. Allerede nu kan det oplyses, at heftet vil være særdeles velegnet til specielt 10. klasse atom- og kernefysik.

# Styr en bil med computeren

v/Kurt Lorentzen, Holbæk

## Databilen og databilen

For vel snart et par år siden anmeldte jeg Hjelholdts DATABILEN i FYSIK—KEMI. Som det er fremgået af diverse annoncering, bl. a. fra EL-FI, findes der en DATABILEN mere på markedet, nemlig Peter Albrekts. Faktisk var de to herrer i kompagniskab en gang, men som det ofte er sket for makkerskab, har også dette ført til to konkurrerende produkter.

Det er min opfattelse, at den version, som her vil blive anmeldt virker som det mest gennemtænkte produkt, hvad interfacing angår, og det mest færdige, hvad den programmæssige side af sagen angår.

Grundlaget er samme radiostyrede bil af god kvalitet i 6-700 kroners klassen med funktionerne frem, frem venstre, frem højre, bak, bak venstre, bak højre. (Alle af tænd-sluk typen, altså ikke analogt, hvor hastighed eller graden af sving kan reguleres. (Dette er af betydning, hvis du vil prøve at lave én selv!)) Der er desuden mulighed for via en ikke fjernbetjent omskifter på selve bilen at erstatte frem/bak-funktionen med et spil, et hejseværk med krog, kraftigt nok til at bilen kan løfte sig selv.

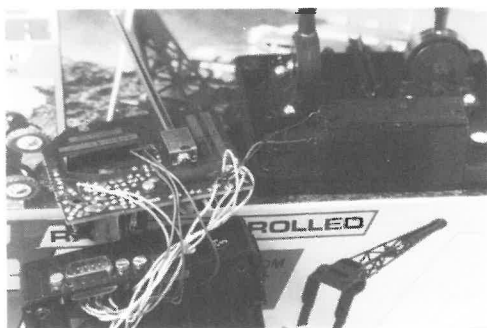


Fig. 1: Den åbne sender. Sammenlign med printudsnittet fig. 4. Bemærk det monterede stik og omskifteren bag ledningerne.

Senderen er forsynet med et 9-polet stik (D-sub) til interfacing med datamaten, samt en omskifter hvormed man kan vælge, om man vil anvende den som almindelig fjernstyret bil eller bruge datamaten. En rar detalje, som forhøjer brugsværdien samtidig med, at det er rart at kunne checke bilens funktioner uden om datamaten, især hvis der skulle opstå problemer (er der strøm på elementerne?).

Vælges datamatstyring, skal senderen tilsluttes en computers brugerport (CMB-64/128) via et kabel, hvis stik indeholder elektronikken til den nødvendige interfacing (figur 2). Det betyder, at denne databil ikke alene kan anvendes sammen med en almindelig CBM-64, men også med SX-64 og 128'eren, hvor der er mindre plads omkring brugerportstikket.

Desuden kan senderen anbringes i en vilkårlig gunstig position for bedste sende/modtageforhold.

Hvis du holder ved denne artikel længe nok, kan du lære, hvordan man laver dette interface!

## Software

Det tilhørende programmel er et ganske proppert stykke arbejde. Styreprogrammet m. m. er skrevet i BASIC men kompileret til maskinkode med PET SPEED, så det lader sig ikke gøre at kigge i dem.

Som nævnt er programmet fuldt menustyret: Den første menu indeholder 14 valgmuligheder, hvoraf nogle er instruktioner, og disse kan dumpes til printer, så man kan have dem ved siden af sig, når der arbejdes med programmet. Selvfølgelig kan der hentes diskatalog og gemmes på og hentes fra disk, der kan listes programmer ud, og der er slettemulighed både for det køreprogram, man har i maskinen, men også for disklagrede,

som ikke mere er interessante, og sandelig om ikke også der er mulighed for at »afslette« et slettet program, så det kan bruges igen!

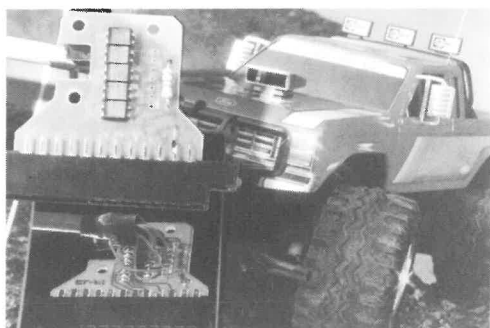


Fig. 2: Det åbne interface-print. Det nederste er et spejlbillede. Bemærk lusen fra stikben 2 til printpladen. (+5 volt).

Det har ikke været muligt for mig at få programmet til at vælte eller låse sig fast, og der er altid en escape-mulighed: ved tryk på en enkelt tast vender man tilbage til hovedmenuen.

Selv om programmet virker meget færdigt, har forfatteren proklameret visse forbedringer!

Der er demo-program, og der er tre åbne elevopgaver (BASIC), hvis model frit kan benyttes til at brygge videre på.

Diskstation kan frit vælges som enhed 8 eller 9.

Det er tilladt at lave sig en sikkerhedskopi, men programmet tilegnes køberen og forsøg på ændring af id-koden bærer straffen i sig selv!!

### Robotten skal oplæres

Og hvilke pædagogiske muligheder er der så i programmet?

Bilen er jo i princippet en robot, som kan oplæres i at udføre en bestemt sekvens af bevægelser.

Fra tastaturet kan denne oplæring foretages på to måder:

1) Ved »direkte styring« skriver man f. eks. FH1.5 (frem højre 1,5 sek) B.5 (bak 0,5 sek) og P3 (pause 3 sek), og så gør bilen bare det. Det, der skrives, ses på skærmen til venstre, mens det, bilen gør, altid skrives på skærmen til højre. Man kan således følge med i, hvor langt bilen er kommet i programmet.

2) Lidt større overblik kræver det at planlægge bilens bevægelser, når man anvender »programstyring«: Her skriver man programmet først, og når man mener, at det er, som det skal være, kan man køre bilen efter det. Igen kan der følges med i programmet på skærmen (til højre).

Hvis bilen ikke gør det forventede, er der mulighed for at slette, rette, indføje og teste enkeltlinier i det allerede skrevne program. Fikst lavet.

Selv om det kan siges at være som at gå over åen efter vand, er det nærliggende at ønske at styre af bilen med joystick, og den mulighed er naturligvis indbygget. Endda således at computeren aflæser joystickens positioner sammen med den tid, positionerne holdes, skriver dem på skærmen, lagrer dem og lader bilen udføre instruktionerne, (som ved direkte styring fra tastaturet).

### Legetøj eller pædagogik

Fjernstyrede biler har vist altid været spændende legetøj for drenge, og computeren er det da også, så kombinationen skulle være en sikker succes. Pigers interesse for computeren drejer sig vist mere om dens anvendelsesmuligheder end om apparatet selv, og det er da også min erfaring, at piger vanskeligere end drenge finder udfordringer i at arbejde med bilen som robot. Hvad i pigerens interessesfære kan vi udnytte?

Peter Albrekt har også lavet en DATABÅD, så har man adgang til vand og mulighed for at sætte sin computer i nærheden, var det måske en mulighed, og der arbejdes også på en togbane, som jo giver uanede muligheder for styring med datamaten. Men selv om LEGO har en vaskemaskinemodel, er det nok ikke løsning nok på pigerens problem, da dens muligheder er ret så begrænsede.

Har du en god idé, hører vi gerne om det.

### Konstruktion

Jeg har kigget lidt dybt i et eksemplar af Peter Albrekts DATABILEN og FYSIK-KEMI har

**EL-FIA/S****Tlf. 05 93 32 00**  
*Det bedste nummer i elektronik*  
Postbox 17, 6. Julivej 85  
DK-7000 Fredericia, giro 5716160**ELLKIT®**

## Fysik-diskette til C 64

Undervisningsdiskette, der har til formål at give en afklaring af begreber som luftmodstand, kastevinkel, udgangsfart, elasticitet og massetiltrækning (forskellige tyngdeaccelerationer).

Forsøgene kan normalt ikke gennemføres i et fysiklokale, da de ville kræve en vindtunnel, ophold på forskellige planeter, forskellige massive gulvbelægninger samt et meget omfattende måleapparat.

Pris .....

**250,-**

excl. 22 % moms

*Rekvirér manualen - den er gratis!*

fået lov til at fortælle, hvordan interfacingen til computeren er lavet.

Men det er ikke muligt at lave en generel beskrivelse af, hvordan det skal gøres, for der findes et utal af modeller og lige så mange måder at lave styringen på, så den beskrivelse, jeg giver her, er den, der passer på netop den model, som jeg havde mellem hænderne, og inden det her går i trykken, er den måske allerede udgået af produktion. Men principperne er stort set ens og vil — efter nogle overvejelser og eksperimenter — kunne overføres på andre modeller, (hold dig blot fra de analogt styrede modeller. Dem kan du kende på, at styrepindene sidder på nogle potentio-metre, og der findes ofte en finregulering ved siden af styrepindene).

### Funktionsbeskrivelse

Når styrepindene på kontrolpulten bevæges, er det i virkeligheden et antal kontakter, der skiftes.

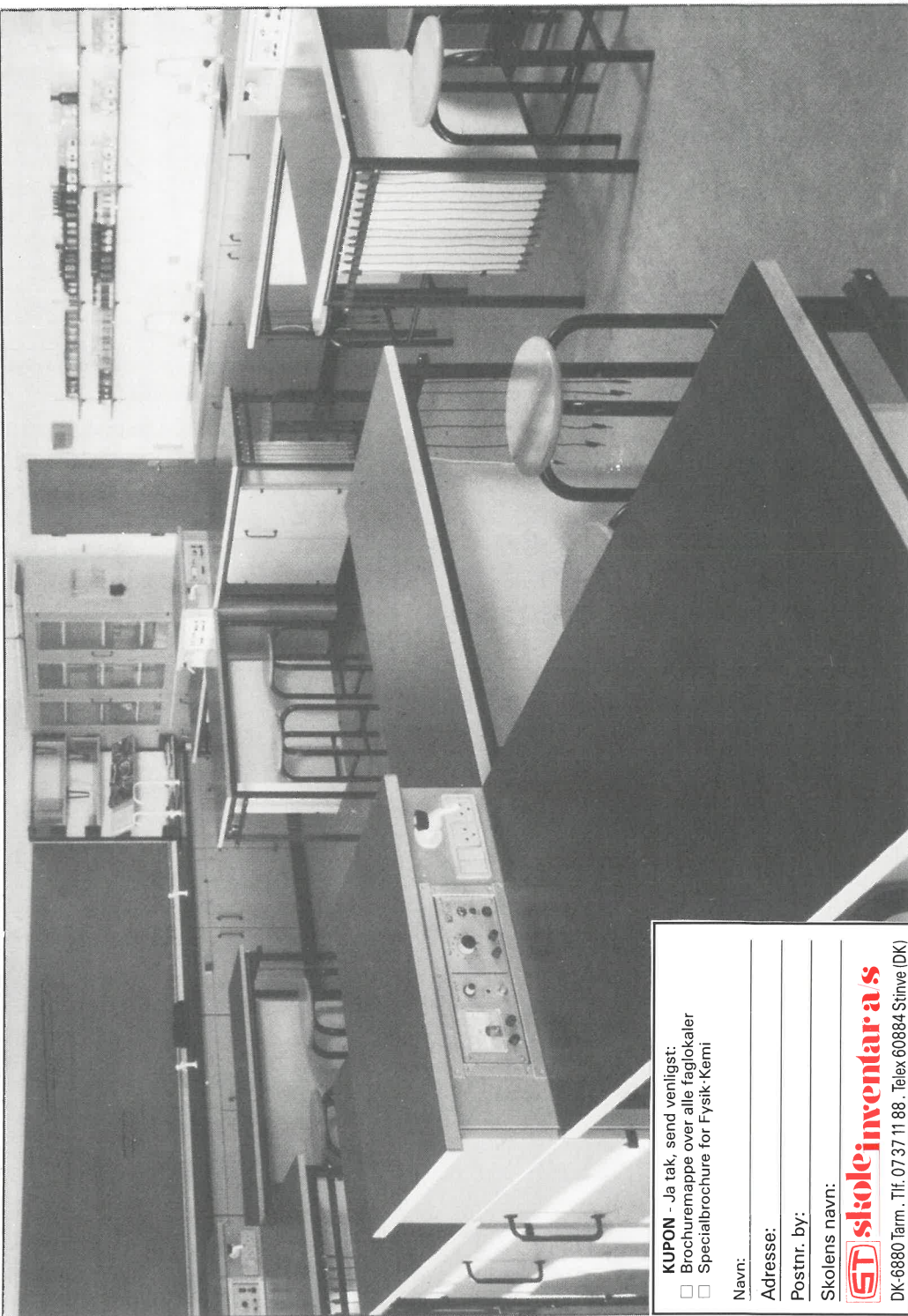
Disse kontakter skal blot sættes ud af drift og erstattes af nogle andre, der styres af computerens brugerport.

Som kontakter kunne her være anvendt transistorer, men langt bedre er det at anvende optokoblere, som giver en total galvanisk adskillelse mellem computeren og senderen.

Commodore-64's brugerport har jeg kort beskæftiget mig med i nr. 5 1986. Den artikel vil jeg tillade mig at henvise til, så jeg ikke her behøver at gå i dybden med hensyn til selve styringen af optokoblerne.

En optokobler er en lysdiode og en fototransistor: Når lysdioden får spænding, vil lyset fra den åbne fototransistoren, så denne bliver ledende. Begge dele er bygget ind i samme lille hus af DIL-typen (Dual-In-Line) med 4 eller 6 ben, afhængig af om alle tre eller kun collector og emitter på fototransistoren er ført ud. (Se figur 3). Den her anvendte fås i øvrigt med op til 4 optokoblere indbygget i samme hus.

# NYT FYSIK- KEMILOKALE *spørg* TARM



**KUPON** - Ja tak, send venligst:  
 Brochuremappe over alle faglokaler  
 Specialbrochure for Fysik-Kemi

Navn: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Postnr. by: \_\_\_\_\_  
Skolens navn: \_\_\_\_\_

**ST skoleinventar a/s**  
DK-6880 Tarm . Tlf. 07 37 11 88 . Telex 60884 Stinve (DK)

For at opnå de rette kombinationsmuligheder, er der anvendt fem optokoblere i denne konstruktion.

Optokoblerne er forbundet mellem portudgangene PBO-PB4 (punkterne C, D, E, F og H på kantconnectoren) og +5 volt over en seriemodstand (punkt 2) og aktiveres altså, når udgangene går LAV (0 volt)!

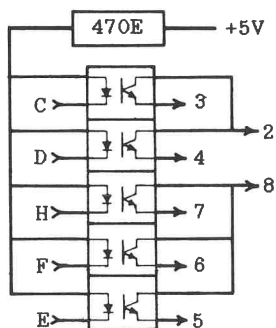


Fig. 3: Diagram af en interfacet, som består af 5 optokoblere. Tallene er benene på D-sub-stikket, bogstaverne userporten.

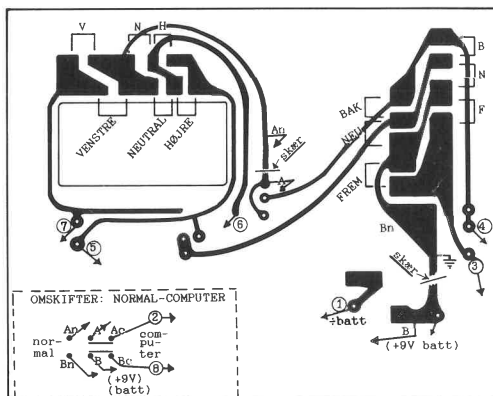


Fig. 4: Udsnit af senderprintet: Tallene i ringe henviser til benene på D-sub-stikket.

På figur 4 er vist et lille udsnit af printkortet i senderen, det udsnit, som styrepindenes kontakter sidder på. Kig grundigt på det og find ud af hvilke punkter, der er kortsluttet i NEUTRAL-, FREM- BAK- VENSTRE- og HØJRE-stilling. Bemærk også, at det ikke giver mening, at tale om VENSTRE eller HØJRE alene. Der skal køres FREM eller BAK, samtidig med at der drejes.

OBS! For at holde prisen så lav som mulig, reklamerer vi ikke ofte, så KIG NU!!!

## Skal du i gang med styring og regulering?

Her er en checkliste for nogle af de vigtigste krav, du bør stille til styreboksen: (sammenlign selv med andre)

- Antal udgange
- Antal indgange
- Kan indgangenes følsomhed reguleres
- Passer udgangsspændingen til LEGO's byggesæt (4 ½ V)
- Passer udgangsspændingen til FISCHER-TECHNIK (6 V)
- Kan der evt. opnås endnu højere spændinger
- Er der elektronisk styrede udgange, der kan holde til at styre stepmotorer og andet impulskrævende
- Tåler ind- og udgangene kortslutning
- Er transformator og strømforsyning indbygget i kassen
- Er hele styreboksen robust nok til undervisningsbrug
- Hvilke datamaskiner kan den tilsluttes
- Pris incl. kabel til en af nævnte og incl. moms

REM 1	Den anden
6 styrede + 1 fast	
3	
ja	
ja (omskifter)	
ja (omskifter)	
ja, op til 24 V med ydre strømforsyning	
ja	
ja	
ja	
Over 2 års praktisk brug i skoler siger ja (metalkabiner)	
BUTLER, COMMODORE 4032/8032/C64/C128/COMET, IBM (og kompatible) PICCOLINE, SCANDIS	
1975 kr.	

Nærmere oplysninger om REM 1: MN-DATA v. M. Møller Nielsen, Aprilvej 17, 6400 Sønderborg, 04 48 84 11  
LEGO og FISCHER-TECHNIK er indreg. varemærker (Læs anmeldelse i FYSIK/KEMI 1986/3 side 22)

Da pindene i NEUTRAL-stilling laver en konstant forbindelse mellem nogle af kontaktpunkterne, må to printbaner skæres over. (Ønsker man at montere en omskifter, så senderen kan anvendes almindeligt, skal denne reetablere disse brudte printbaner!)

Og så gælder det om at finde nogle punkter på printbanerne, der har forbindelse til de relevante styrepindekontakter! Tallene i ringe henviser til bennumrene på det 9-polede D-sub-stik, og de samme numre anvendes på den skematiske oversigt (figur 5) over optokoblerens kombinationer ved FREM, FREM VENSTRE, FREM HØJRE, BAK, BAK VENSTRE og BAK HØJRE. Hver prik er en optokobler, svarende til portudgangene H, F, E, D og C.

Ved hver funktion er endvidere vist kombinationen af de fem bits, som styrer de fem optokoble-

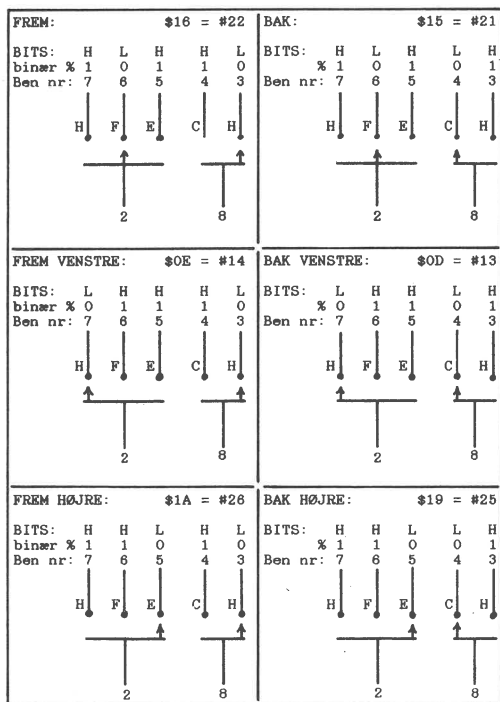


Fig. 5: De 5 optokobleres funktioner: Sammenlign med fig. 3. Ved PAUSE: Alle udgange høje: HFEDC = HHHHH = %11111 = \$1F = #31 (Adresserne binært, i hexstal og i decimaltal).

re, f. eks. FREM = HLHHL = %10110 binært = \$16 hexstal = #22 decimalt (F og C er lave, aktive).

Når først du har forståelsen for, hvordan det virker, skulle det ikke være uoverkommeligt at overføre systemet til andre modeller, som oven i købet meget vel kan vise sig at være simple indrettet.

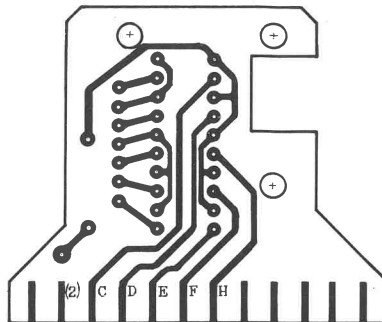


Fig. 6: Printtegning af interfacet.

På figur 1 ses hvordan D-sub-stikket (han) kan monteres i siden af senderkassen sammen med omtalte omskifter til normal/computer-brug. Hold ledningerne så korte som muligt. Brug af forskellige farver letter arbejdet: på figur 4 betyder gø grøn, gå grå, osv.

## Interfaceprintet

Figurerne 2, 6 og 7 viser interfaceprintet, som henholdsvis foto, printtegning og komponenttegning. Det udskårne hak er for at gøre plads til ledningen i huset, og printpladen loddes direkte på portstikkets nederste række loddeflige med et lille stykke tråd forbindes portstikkets ben 2 (+5 volt) til printpladen (modstanden). Husk at vende optokoblerne rigtigt! Ellers er der ikke de store fejlmuligheder.

Den anden ende af 7-lederkablet monteres med en D-sub bøsning (også kaldet hunstik!). Dette kabel skal nok ikke være for langt. Hold det på 1/2 til 3/4 meter!

Ja, så er du jo færdig! Nå nej, hvordan får man den nu til at køre?

Her vil jeg så absolut anbefale, at du køber Peters styreprogram, men da du selvfølgelig er

vild efter at prøve, om systemet fungerer, har jeg lavet et yderst primitivt program, som giver dig direkte styring. Ikke noget med at gemme og alt det der fine!

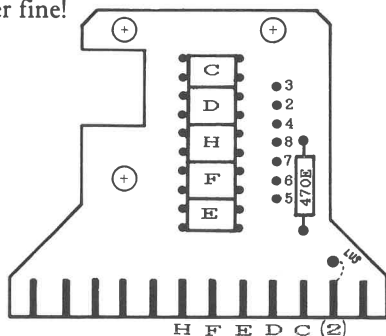


Fig. 7: Komponentplacering. Husk lusen fra sokkelben 2 til printet.

### Slutbemærkninger

Så kan du godt gå i gang i sommerferien med at lave drengens julegave!

Men hvis du ikke synes, at min beskrivelse af bilen er til at finde ud af, kan du købe den hos:

**Peter Albrecht**  
**Odensevej 42**  
**Nr. Søby**  
**5792 Årslev**

og den koster kr. 998,- (incl. program, alle priser er med moms). Ønsker du kun programdisketten: kr. 350,-.

Den omtalte *togbane* koster 1995,- (incl. program), men er også en ganske anderledes kompliceret (og imponerende) sag.

Peter har også en *trafiklyskrydsmodel* (Fischer Technics) til 422,- (incl. program); programmet alene: kr. 200,-.

Også til kr. 998,- har Peter Albrecht udviklet en biltype med programmel specielt til bevægelsen i FYSIK. Rulleskøjtevognen er YT! Her er en 4-hjulstrukken kraftig computerstyret sag til at trække timerstrimlen op og ned ad skråplanet, ideel til friktionsmåling, og programmet inde-



## MULTIMETER til COMMODORE 64/128

Velegnet til elevøvelser. Sættes direkte i brugerporten og er straks klar til brug. Incl. temperaturføler og programmer til måling af

- temperatur
- spænding
- pH
- frekvenser
- faldforsøg m.m.
- Comalpakker

# 895,-

PRIS - KOMPLET (excl. moms)

Indgang fra 250 mV til 250 V, temperatur, udgang  $\pm 2,5$  V, tæller, Relæ ind/udgang

Program til optagelse af radioaktivitet med viderebehandling af data kr. 500,- excl. moms

**A-D data**  
 ANALOG-DIGITL  
 MÅLEUDSTYR OG SOFTWARE

Ole Ahlgren  
 Absalonsgade 7  
 8000 Århus C

Tlf. 06 20 10 25  
 Tlf. 08 18 67 27

holder bl. a. mulighed for at simulere gearskifte.  
Fås også i samlesæt til kr. 798,-.

```
//save"73styrbil"  
//FYSIK-KEMI juni 87/K.L.  
POKE 56579,255  
POKE 56577,%00000000  
FUNC heading$(no) CLOSED  
  USE joysticks  
  joystick(2,direc,fire)  
  CASE direc OF  
  WHEN 1  
    direction$:="%10110"  
  WHEN 2  
    direction$:="%11010"  
  WHEN 4  
    direction$:="%11001"  
  WHEN 5  
    direction$:="%10101"  
  WHEN 6  
    direction$:="%01101"  
  WHEN 8  
    direction$:="%01110"  
  OTHERWISE  
    direction$:="%11111"  
  ENDCASE  
  IF fire THEN END  
  RETURN direction$  
ENDFUNC heading$  
PAGE  
PRINT AT 1,12: "D A T A - B I L"  
PRINT  
PRINT "Dette er et simpelt styreprogram til  
afprøvning af ";  
PRINT "databilelektronikken."  
PRINT  
PRINT "Slut bilinterfacet til userporten og  
joystik til spilport 2 og ";  
PRINT "bilen med joystik'en."  
PRINT  
PRINT "(Lige til venstre og højre virker na-  
turligvis ikke!"  
PRINT  
PRINT "Stop programmet med skud-knappen!"  
LOOP  
POKE 56577,VAL(heading$(2))  
ENDLOOP  
END ""147"End"
```

### Materialer:

#### En fjernstyret bil

**printplade, 42 × 50 mm**

**5 stk. optokoblere PC817**

**1 stk. modstand 470 ohm**

**1 stk. brugerportkantbøsning**

**(2 × 12 poler)**

**1 stk. hus dertil**

**1 stk. D-sub 9-polet stik**

**1 stk. D-sub 9-polet bøsning**

**1 stk. hus dertil**

**1 stk. dobbelt skydeomskifter**

**¾ m 7-leder kabel**

KL



## IN MEMORIAM

Vor tidligere landsformand, æresmedlem i Storkøbenhavns lokalafdeling, pens. overlærer og advokat SIGURD JACOBSEN er ikke mere.

Sigurd kom ind i vor forenings ledelsesarbejde, da Runge og K. D. Poulsen i sin tid forberedte formaliteterne i forbindelse med overgangen fra lokal københavnsk forening til landsforening. Han hjalp med alle de juridiske problemer og kunne med sin klare hjerne sørge for, at de nye regler blev så gennemtænkte og entydige, at vi ikke i forbindelse med starten kom ind i usikkerhedsproblemer.

Herfra gled han naturligt ind i foreningsarbejdet. Bestyrelsesmedlem i Storkøbenhavnsafdelingen, lokalformand og landsformand, et hverv, han sluttede i 1974.

Han hørte ikke til de meget talende, men lyttede med sit stille, lune smil og satte så til sidst tingene på plads med en klar, entydig formulering. I en mere uformel situation kom han tit med en af sine små, lune bemærkninger, som vi lyttede til med stor glæde.

Vi vil komme til at savne ham, og vi vil bevare hans minde i taknemmelighed over den indsats, han gjorde.

*Helene Sørensen*  
Landsformand

*Erland Andersen*  
Lokalformand

# FORÅR?

Kan man lave ild  
med is?  
Ja! Piger kan!

*God ferie!*

Redaktionen



## Luftarter i engangs- beholdere fra Podis



Det er praktisk og let at arbejde med Podis engangsbeholder med luftarter. Luftarterne leveres i de 6 arter som vist på illustrationen. Carbondioxid, Helium, Hydrogen, Nitrogen og Oxygen kræver aftapningshane. Frigen 11 hældes direkte fra engangsbeholderen. Skru altid hane af, når beholderen ikke er i brug.

CO <sub>2</sub> - H <sub>2</sub> - N <sub>2</sub> - O <sub>2</sub> — pris pr beholder excl moms . . . . .	52,- kr.
He — pris pr. beholder excl. moms . . . . .	70,- kr.
Frigen 11 — pris pr. beholder excl. moms . . . . .	48,- kr.
Hane til engangsbeholder — pris excl. moms . . . . .	99,- kr.

**Podis**

Buevej 1  
3400 Hillerød  
tlf 02 261711

spørg Podis –  
det betaler sig

# Virkeligheden omkring os

Eksperimentsæt  
til de yngre  
klassetrin

**Elektricitet**  
745,00

**Magnetisme**  
800,00

**Varme**  
735,00

**Lys**  
920,00

**Lyd**  
685,00



**KAMELEONT**<sup>®</sup>  
Priser excl. moms



**STUDIUM**  
skolemateriel

ALDERSROGADE 3 A  
2100 KØBENHAVN Ø  
TELEFON 01 20 34 44

## REDAKTION:

*Ansvarshavende redaktør:*  
Helene Sørensen.

*Fysikredaktør:*  
Jan Madsen,  
Elmevej 4, 4140 Borup,  
03 62 64 33.

*Kemiredaktør:*  
Helene Sørensen,  
Vibeholms Vænge 11,  
2636 Ishøj, 03 73 94 49.

*Elektronikredaktør:*  
Kurt Lorentzen,  
Jeppes Torp 7, 4300 Holbæk,  
03 43 83 28,

*Fysiktips:*  
Ingolf Andersen,  
Høgholtvej 5, 2720 Vanløse,  
01 74 18 11.

*Tegninger:* Finn Jørgensen.

Tidsskrifter FYSIK·KEMI  
Forretningsfører:  
Vagn Andersen  
Pernillevej 1 · 9000 Ålborg  
08 18 35 20  
Kontortid: fredag 9-12  
Giro 5 25 04 47

Abonnementspris 1987  
100 kr. incl. moms

FYSIK·KEMI  
udkommer 5 gange årligt  
i månederne februar, april,  
juni, oktober og december.

Stof bedes sendt til redaktørerne  
senest 20. december, 20. februar,  
20. april, 20. august og 20. oktober.

Dette nummer er afleveret til  
postvæsenet 2. juni 1987.

Tryk: Bornholms Tidende.

## ANNONCER:

Erland Andersen,  
Lerholms Vænge 33,  
2610 Rødovre,  
01 41 34 40.

### Annoncepriser:

Bagside incl. farve . . . . . 2675,-  
Helside incl. farver . . . . . 2360,-  
Halvside incl. farver . . . . . 1285,-  
Kvartside incl. farver . . . . . 690,-  
Side 2 excl. farve . . . . . 2275,-  
Helside excl. farve . . . . . 2150,-  
Halvside excl. farve . . . . . 1180,-  
Kvartside excl. farve . . . . . 630,-  
Rubrikannoncer pr. mm . . . . . 7,-

Reprofærdigt materiale 5 % rabat.

Fastkunderabat (2 på hinanden  
følgende numre) 3 %.

Hvis en hel årgang forudbestilles  
gives der 8 % rabat.

JØRGEN HANSEN

GEVNINGE BYGADE 35 A  
4000 ROSKILDE

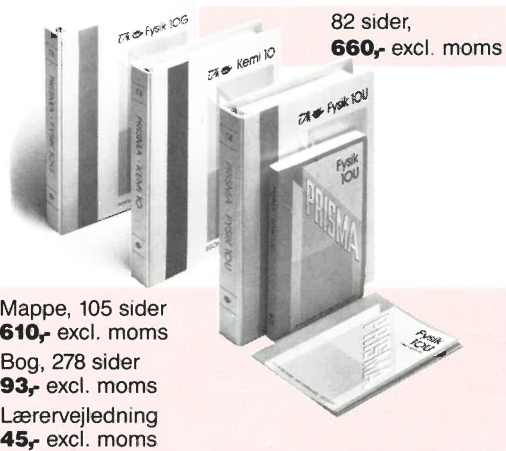
# PRISMA FYSIKBØGER

## – den perfekte kemi mellem lærer og elev



92 sider, **670,-** excl. moms

### Prisma giver valgmuligheder på 10. klassetrin



82 sider,  
**660,-** excl. moms

- PRISMA FYSIK 10 G til grundkursus. Kopimappe, der indeholder både læsebogssæt, elevøvelser og lærervejledning.
- PRISMA FYSIK 10 U til udvidet kursus (grundbog).
- PRISMA FYSIK 10 U elevøvelser (kopimappe).
- PRISMA FYSIK 10 U lærervejledning.
- PRISMA KEMI 10. Kopimappe til både grundkursus og udvidet kursus. Mappen indeholder både læsebogsstof, elevøvelser og lærervejledning.

Mappe, 105 sider  
**610,-** excl. moms  
Bog, 278 sider  
**93,-** excl. moms  
Lærervejledning  
**45,-** excl. moms

Vælg selv komponenterne til jeres kursusform og husk, at stofmængden i grundbogen og indholdet i kopimapperne og kopimulighederne giver dig de bedste muligheder for at disponere klassens individuelle undervisningsforløb.

**Få PRISMA til gennemsyn på skolen. Ring direkte til forlaget på 02 64 12 22**



**Forlag Malling Beck**

Læhegnet 73 · 2620 Albertslund