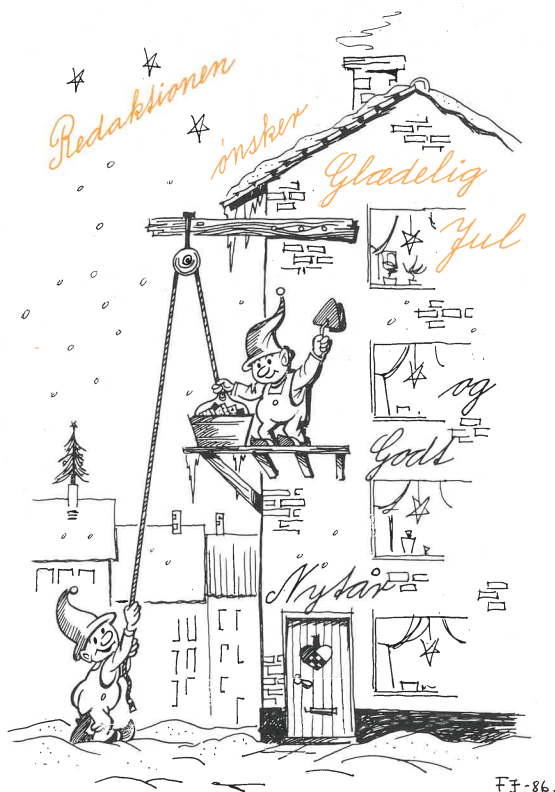


13. årgang nr. 5  
1986 november

# fysik • kemi

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Orientering — Ja tak! . . . . .	3
Julekonkurrencen . . . . .	6
<b>FYSIKREDAKTIONEN:</b>	
Bevægelseslære i folkeskolen . . . . .	8
<b>KEMIREDAKTIONEN:</b>	
Kemisk binding VI . . . . .	19
<b>ELEKTRONIKREDAKTIONEN</b>	
Portstyring . . . . .	23
Prøvecirkulæret:	
Der skal søges i år . . . . .	27
Nyt fra forlag og firmaer . . . . .	28
Nyt fra hovedstyrelsen . . . . .	30



FJ-86.

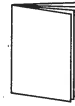
Udgivet af Danmarks Fysik- og Kemilærerforening

**NYHED**

# LEGO® Technic Computer Control



EDB program



Lærervejledning



Elevmateriale



**Undervisningsæt til bygning og forståelse af basisprincipperne for computerkontrol og informationsteknologi.**

### **Lego Technic Control I**

Byggesæt til 5 forskellige modeller:  
Pariserhjul, vaskemaskine, transportbånd, automatisk skydedør og en robotarm. Arbejdshefte med byggevejledning.

### **Lego Technic Control II**

Byggesæt til 5 forskellige modeller:  
Den vigtigste er nok x-y-plotter, desuden trafiklys, højde- og længde-måleinstrumenter m. v.

### **Lego Interface**

Bestående af interface, transformator og brugervejledning. Anvendes til sammenkobling af modeller til computer.

*Ring eller skriv  
efter vort specialkatalog . . .*



A/S S. Frederiksen, Ølgod

Nymandsgade 22 · 6870 Ølgod · tlf. (05) 24 49 66 og 24 42 52

# Orientering — Ja tak!

Peter Colding-Jørgensen

Mange fysiklærere er bange for, at hvis fysik gøres samfundsrelevant, så bliver det mindre fagligt. Det kan for eksempel udtrykkes i det lidt poppede slogan: »Fysik må ikke blive et orienteringsfag«.

Men fysik behøver ikke at blive mindre fagligt, selv om der stilles krav om at: »Fysik skal kunne bruges uden for skolen«, altså at emnerne og deres behandling skal være samfundsrelevante. Og »orientering« er vel også godt? Det er i hvert fald galt, hvis man falder i den anden grøft og tror, at fysikken bliver faglig, når den bare ikke giver orientering om noget som helst.

Der er også fysiklærere, som er bange for, at hvis man skal beskæftige sig med fysikkens anvendelser, så bliver det alt for svært. De kan ikke rigtigt forestille sig, at man kan beskæftige sig med anvendelserne uden først at have mestret teorierne på temmelig højt niveau.

Ved hjælp af et eksempel vil jeg prøve at vise, at begge parter er for pessimistiske. Fysikken kan struktureres på flere måder ud fra rent faglige krav, og derfor drejer det sig om at vælge en faglig synsvinkel, der er relevant i de sammenhænge, som vi ønsker at beskæftige os med. Derved kan vi lære fysik og *samtidig* få orientering om forhold uden for skolen, hvad enten det er samfundets energiproblemer eller universets opståen.

## Undervisning om energi

I bogen »ENERGI ABC« af Hans Lütken, Albert Chr. Paulsen og Carl Jørgen Veje diskuteres en anden indgang til energiundervisningen end den traditionelle. Bogen er beregnet til den egentlige orienteringsundervisning, men jeg vil give et eksempel på, hvordan man kan bygge videre på deres principper i en egentlig faglig undervisning, og dermed opnå

en række fordele frem for den traditionelle metode.

Det grundlæggende begreb er TEGN på ENERGIOVERFØRSEL, altså for eksempel at noget bliver sat i bevægelse, eller at noget bliver varmt. ENERGI er noget underlig abstrakt noget, som det er vanskeligt at nærme sig uforberedt, mens TEGN PÅ ENERGIOVERFØRSEL er konkrete fænomener eller begivenheder, som er til at identificere, selv om det selvfølgelig ikke altid er problemfrit.

Foruden TEGN PÅ ENERGIOVERFØRSEL skal man identificere ENERGIKILDE og ENERGI-MODTAGER, og det er der også en masse god fysik i.

Når man vil bygge videre på principperne fra »ENERGI ABC«, kan man se på, hvordan der findes to forskellige typer af TEGN PÅ ENERGIOVERFØRSEL. For den ene type er det karakteristisk at *noget bliver varmet op*. For den anden type er det karakteristisk at *noget sættes i bevægelse eller løftes*.

Opdelingen kan måske forekomme tilfældig og ligegyldig, men det er den langtfra. Tværtimod indeholder den de vigtigste elementer af et begreb om »energikvalitet«, som det ofte kaldes. Den er altså langt bedre til en undervisning, der skal være samfundsrelevant.

(Fysisk vil vi sige, at den første gruppe svarer til en forøgelse af *indre energi*, den anden svarer til forøgelse af *mekanisk energi*. Det dækker ikke fuldstændig, og der kræves blandt andet en diskussion af, hvor vi vil placere kemisk energi, som vi f. eks. har i en opladet akkumulator.)

Sagen er, at når en energioverførsel fører til at noget sættes i bevægelse, så er der mulighed for en fortsat energikæde, hvor noget nyt sættes i bevægelse osv. Denné form for energioverførsel er af *høj kvalitet*. Hvis det på et sene-

re trin i energikæden kun giver anledning til en opvarmning, er det blevet til *lavkvalitetsenergi*.

En energioverførsel, der kun fører til at noget varmes op, kan derimod ikke laves om. Hvis man vil bruge den til at sætte ting i bevægelse, vil der være store og *principielt uundgåelige* tab.

I undervisningen kan man med udbytte tage udgangspunkt i simple vindmøller og solfangere. Det findes der allerede meget undervisningsmateriale til, blandt andet i »ENERGI ABC«. Det giver mulighed for at diskutere og arbejde med energi på mange forskellige måder, og desuden repræsenterer de to ENERGI-MODTAGERE hver sin af de to typer af TEGN PÅ ENERGIOVERFØRSEL.

Solfangeren er kun velegnet til opvarmning, for eksempel af brugsvand, mens vindmøllen kan sætte ting i bevægelse eller løfte ting. Små vindmøller har længe været brugt på landet til at pumpe vand op fra en brønd til vanding af kreaturerne, og i øvrigt bruges vindmøller som bekendt til at drive dynamoer med.

De to typer af TEGN PÅ ENERGIOVERFØRSEL svarer til de meget fundamentale begreber ARBEJDE og VARME, men det er ikke hensigtsmæssigt at forsøge en mere præcis definition af dem i folkeskolesammenhæng. Selv blandt fysikere kan der være en del usikkerhed om disse begreber.

Denne elementære opdeling af TEGN PÅ ENERGIOVERFØRSEL kan føre langt i retning af begrebet »energikvalitet«. Der er måske nogen, der husker en definition af energi som evnen til at udføre arbejde. Den svarer ikke til *fysikkens* energibegreb. Der er masser af energikilder, der kun kan afgive varme, og det er kun en del af det, der eventuelt kan blive til arbejde senere hen. Som allerede nævnt er der *principielt uundgåelige* tab, når man skal »lave varme om til arbejde«.

Men det »forkerte« energibegreb svarer pænt til begrebet »*højkvalitet-energi*«, der er

*samfundets energibegreb. Det er også det energibegreb, eleverne mødes med i skolen — og som de forlader skolen med. Det »ufysiske« energibegreb bruges i alle sammenhænge uden for skolen, det bruges i TV og i populære håndbøger, og det er ikke rimeligt at tro, at man kan udrydde det ved at sige noget andet et par timer om ugen.*

Skal man opnå en udvidelse af elevernes energibegreb, så det også rummer fysikkens opfattelse, er det nødvendigt at begynde med det såkaldte »dagligbegreb« og bearbejde det. (Og det skal nok ikke være som den fysiklærer, der over for påstandene om samfundets energikrise fortalte sine elever, at der overhovedet ikke mangler energi: »I en tom petroleumsdunk er der ifølge Einsteins ligning  $E = mc^2$  energi nok til at forsyne en mellemstor by i lang tid«. Det har ikke givet den store forståelse af energibegrebet, blandt andet fordi den stakkels lærer selv blander de to energibegreber sammen.)

Fysik skal ikke være orientering. Ikke kun i hvert fald. Men fysik skal *også* være orientering. Når eleverne har haft fysik, skal de have lært noget om verden uden for skolen. De skal have lært, at fysik ikke handler om dumme formler, men om vindmøller og elværker og nordlys og regnvejre og meget andet. Og det skal have opdaget, at fysik kan bruges til at *gøre* ting bedre, til at *forstå* ting bedre, og til at *opleve* tingene på en ny måde.

*Formålet med fysikundervisningen er, at eleverne tilegner sig nogle grundlæggende færdigheder og kundskaber, som de kan bruge til noget i skolens andre fag og uden for skolen.*

*Orientering, ja tak!*

Litteratur:

Hans Lütken m. fl.: *ENERGI ABC*, Munksgaard 1984

PC-J: *Fysikundervisningen skal bruges til noget*, Kronik i Frederiksborg Amtstavis 19.12.-1985

PC-J: *Et fag på vrangen*

Kronik i Frederiksborg Amtstavis december 1986



Rekvirér  
vort  
Teknikon  
prospekt  
med  
prislister

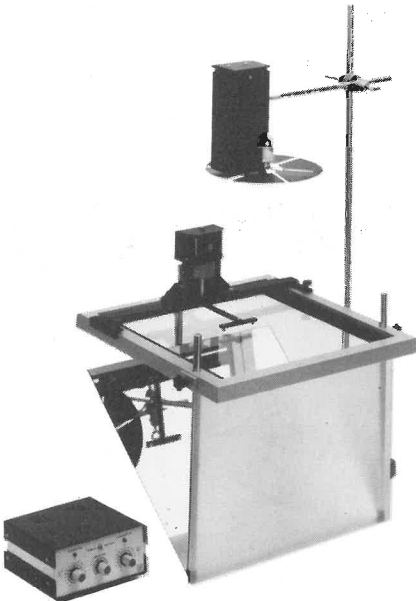


1985-86

Eksempel: 283720-01 — Bølgekar.

Til f.eks. bølgebevægelse, refleksion, interferens og afbøjning. — Brugervenligt design med overbevisende resultater. Kar af 4 mm glasplade i svær aluminiumsramme med forskydelig, justérbar elektromagnetisk vibrator. 12 V 50 W halogenlampe i solidt lampehus med motordrevet stroboskopiske af letmetal. Kraftig firkantgenerator med regulérbar amplitude og frekvens styrer lyset via en fotodiode, hvorved der kan arbejdes med både synkront og asynkront lys. Bølgebevægelserne projekteres op på en 30 x 40 cm matglasplade. Leveres med diverse bølgefrembringere, bølgebrydere og linsemodeller. Til 12 og 220 V AC.

Kr. 3.130,— (excl. moms og med forbehold for ændringer).



# Struers

Valhøjs Allé 176 · 2610 Rødovre

Telefoner	01 70 80 90
	06 28 34 00
Frikald til	09 15 80 30
ordrekontor	0430-1515

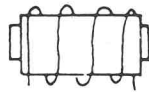




## Jule-Nødden

1 nov. 1951 indtraf i en dansk provensby et morsomt, foruroligende, sjovt uheld!! Murer Gorm Oluf Fuhl-Nissen (også kaldet G.O. Fuhl. Red.) stod på jorden, mens hans arbejdsdreng, Nikolaj Isser, oppe på stilladset i 2.sals højde havde fyldt en balje murbrokker. Baljen var gjort fast i en trisse i 3.sals højde og derfra førte rebet ned til G.O. Fuhl, der holdt fast med begge hænder! Ved et aftalt signal: HOPLA!, skubbede håndlangeren (Nikolaj) baljen ud over kanten. Det skulle jo ned, og det kom det!!!  
 ... men G.O. Fuhl glemte at slippe rebet. Da han var lidt mere end baljen med brokkerne, gik han op! - og baljen ned! Undervejs slødte de forresten lidt sammen! dog uden alvorlige skader. Da baljen ramte jorden, gik bunder ud, og brokkerne og bunder (i alt 90 kg) blev liggende. Resten blev nu ført til vejs af murens vagt. De mødtes igen - kort og heftigt! Da murer G.O. Fuhl nåede jorden, var han en anelse rystet, så i et øjeblik ubetænksomhed glemte han at holde fast i rebet. Tynghelover virkede, og baljesterne faldt ned i hovedet på vores ven. G.O. Fuhl, som i øvrigt nu har det ganske godt efter omstændighederne. Ak ja - der er ikke noget at grin af?  
 Årets spørgsmål: (Nej, rebet vejer ikke noget)!  
 1. Hvad er den potentielle energi af systemet: Balje-Murer ved <sup>start</sup>  
 2. I hvilken højde mødes murer og balje i gang, og med hvilken fart?  
 3. Hvad er accelerationen i denne bevægelse?  
 4. Hvad er murens og baljens relative hastighed i sammenstødsøjeblikket?  
 5. Hvad er den kinetiske energi af baljesterne, da de rammer G.O. Fuhl 2. gang.  
 Løsning sendes til: Jan Madsen, Elmvej 4. 4140 Borup.

M.M. 86  
S.F.



## Bevægelseslære i folkeskolen

Foredrag med demonstrationer

v/Fagkonsulent Ole Goldbech

Referat: Ingolf Andersen

Grundlaget for foredraget var kandidatopgaven fra studiet i fysik ved DLF. Emnet for afhandlingen var: »Bevægelseslæren som emne i fysikundervisningen i Folkeskolens 8. klasse.«

Indledningsvis blev det slået fast, at i fagets formålparagraffer er bevægelseslæren ikke udtrykkelig nævnt. Som begrundelse for, at emnet er medtaget i den vejledende læseplan, kan f. eks. nævnes:

- 1) Der er tradition for, at man starter med et kursus i mekanik ved uddannelsen på de højere læreanstalter, f. eks. Universitetet.
- b) Hensynet til de elever, der skal fortsætte i gymnasiet.
- c) At gøre eleverne til bedre trafikanter gennem kendskabet til naturlovene, specielt dynamikken (tilknytning til elevernes hverdag).
- d) Bevægelseslæren er en forudsætning for at forstå molekylers, atomers og elementarpartiklers bevægelse, og
- e) Forudsætning for forståelsen af himmellegemernes bevægelse.
- f) Endelig er bevægelseslæren et skoleeksempel på, hvad man forstår ved naturvidenskabelig erkendelse, set i et videnskabshistorisk perspektiv.

\*

MEN — hvorfor føler mange af vore elever så ikke, at de har behov for kendskab til bevægelseslære? Og hvorfor føler mange lærere no-

get i retning af det samme — på elevernes vegne?

Nogle årsager kan nævnes:

a) Eleverne møder ikke helt uden praktiske erfaringer. Ikke desto mindre bruger man et halvt år på at lære dem, at en cykel med to personer er vanskeligere at sætte i gang, end når man er alene på cyklen — banalt — det vidste de i forvejen.

b) På den anden side er behandlingen af f. eks. acceleration både vanskelig og abstrakt — der er jo tale om anvendelsen af en funktion af en funktion af tiden.

*Derfor:* Time efter time med rulleskøjter, der slæber prikkede strimler efter sig for at forklare en abstraktion med en ny abstraktion.

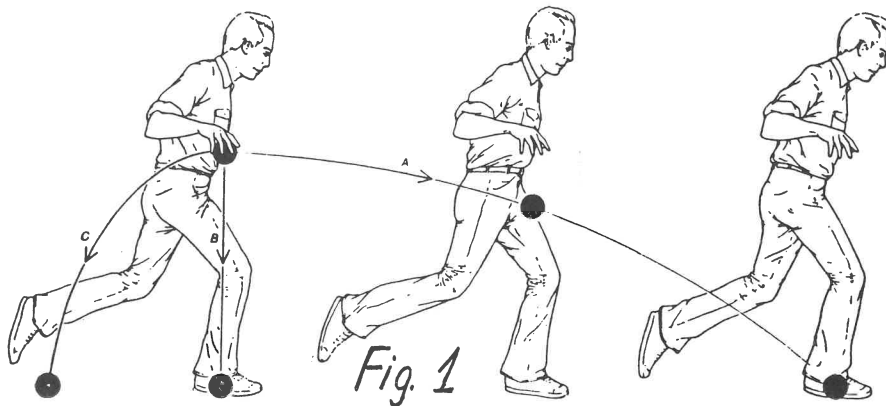
*Konklusion:* Undervisningen synes ikke at være afpasset efter elevernes forhåndsviden og deres evne til at tænke abstrakt. Man kan spørge sig. *Hvilket udbytte* har folkeskoleelever — og for den sags skyld personer, der gennemgår en højere uddannelse — af et kursus i bevægelseslære?

*Svar:* En række tests synes at vise, at en ikke ringe del af forsøgspersonerne ikke havde fået det tilsigtede udbytte af et sådant kursus.

\*

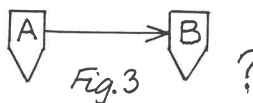
**Eksempler på tests af ovennævnte art:**

- 1) Professor Michael McCloskey ved Johns



Hopkins University har anvendt følgende test på et antal personer:

En person M/K kommer løbende med en bold i hånden hen mod en mållinie, der er aftegnet på gulvet. (Fig. 1). Det gælder om at slippe bolden (»droppe« den — ikke kaste den), så den netop falder på mållinien. Spørgsmålet lyder: Skal bolden slippes (A) før man når målet? — (B) netop, når bolden er lodret over målet? — (C) når målet er passeret?



3). En raket bevæger sig sidelæns i det interplanetariske rum fra positionen (A) til positionen (B), som vist på den forelagte figur. Ved (B) aktiveres raketmotoren, der virker, indtil raketten når en position (C), der ikke er markeret på den forelagte figur. Ved (C) standser raketmotoren, og raketten bevæger sig videre.

Opgave: a) Tegn en mulig bane for raketten fra (B) til (C), hvor raketmotoren standser. b) Angiv punktet (C). c) Tegn raketstens bane efter (C).

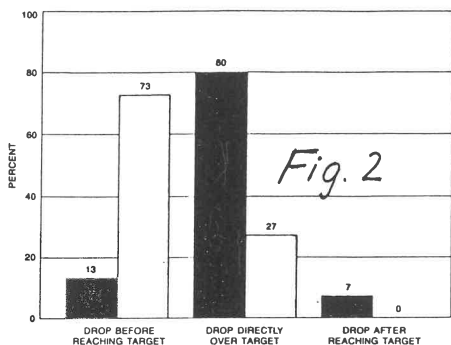


Fig. 2 viser resultatet af svarene, opgjort i pct. De sorte søjler gælder for dem, der ikke har gennemgået et kursus i mekanik. De hvide søjler: Deltagerne har gennemgået et kursus i mekanik. Fig. 2 taler for sig selv. Om selve kursets art og varighed oplystes ikke.

II) Professor John Clement ved University of Massachusetts har anvendt følgende test på et antal ingeniørstuderende, nogle før — andre efter — undervisning i bevægelseslære. (Se fig.

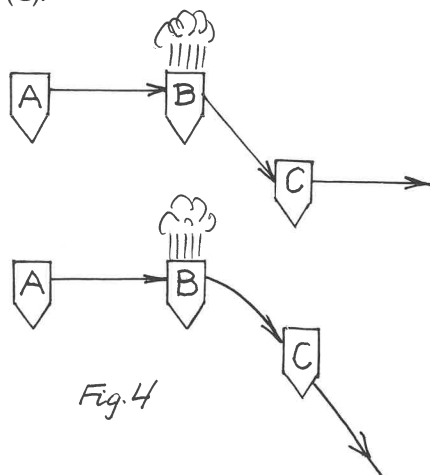
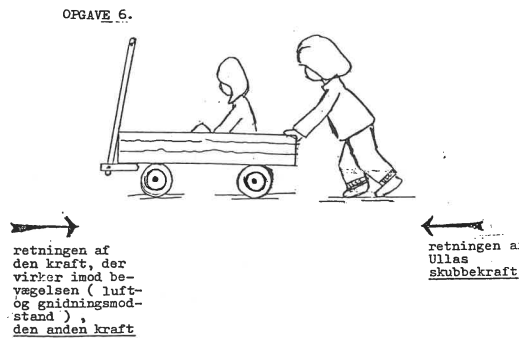


Fig. 4 antyder forskellige karakteristiske besvarelser. Kun 56% gav efter mekanikkurset en beskrivelse af den korrekte banetype.

III) Lektor Povl V. Thomsen og Henry Nielsen ved Århus Universitet har testet gymnasieelever med lignende resultat, nemlig at man ikke benytter det, man har lært i undervisningen, når man stilles over for en dagligdags situation.

IV) Herhjemme er der ikke tidligere foretaget tests af folkeskoleelever. I et samarbejde med overlærer Per Sørensen, København, har Ole Goldbech foretaget en række undersøgelser i forbindelse med fysikstudiet på DLH. Man testede 100 elever, der ikke havde fået undervisning i bevægelseslære, og 100 andre, der var blevet undervist i emnet. Her er to eksempler fra denne undersøgelse:

1) Se fig. 5–11.



Ulla skubber Lene i en legevogn. Legevognen kører hele tiden med samme fart på en flad legeplads.

1. Spørgsmål

Hvad gælder om de to kræfter, der er vist på figuren ?

- Skubbe kraften er meget større end den anden kraft
- Skubbe kraften er lidt større end den anden kraft
- Skubbe kraften og den anden kraft er lige store
- Skubbe kraften er lidt mindre end den anden kraft
- Skubbe kraften er meget mindre end den anden kraft

Begrund dit svar

Fig. 5

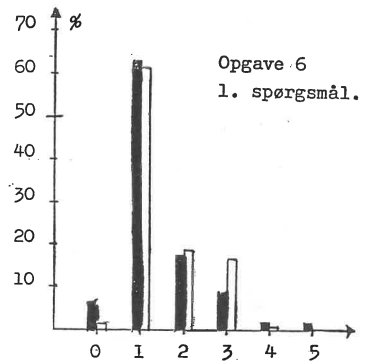


Fig. 6

Ulla holder op med at skubbe til legevognen og lader Lene køre videre.

2. Spørgsmål

Hvad gælder om de to kræfter lige efter Ulla holder op med at skubbe ?

- Skubbe kraften er lidt større end den anden kraft
- Skubbe kraften er lige så stor som den anden kraft
- Skubbe kraften er lidt mindre end den anden kraft
- Kun den anden kraft virker
- Skubbe kraften er meget mindre end den anden kraft
- Skubbe kraften er meget større end den anden kraft

Begrund dit svar

Fig. 7

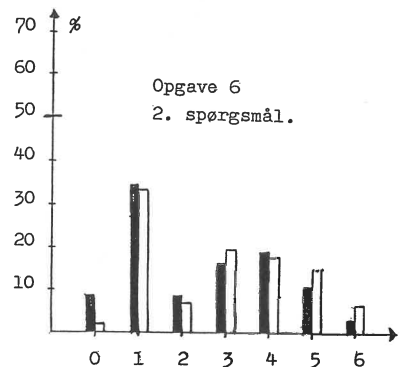


Fig. 8

# DECEMBER BYTTE TILBUD

Vi er i julehumør og gør det gerne  
nemmere for dig at få nogle af dine ønsker  
opfyldt.

Ønsker du en ny tidløs mikroprocessor tæller eller et nyt alsidigt moderne "3 i  
een". Demo-multimeter giver vi en god pris for din ældre utidssvarende  
tæller eller demonstrations multimeter – uanset stand og fabrikat.

## Demo-multimeter

type DMI-24 nr. 13.40 med compu-  
ter interface RS232

Byttepris:  
**4.850,00 kr.**

excl. moms  
NORMALPRIS 5.550kr. EXCL. MOMS

## Mikroprocessor tæller

MC24 nr. 1314-I med computer  
interface RS232

Byttepris  
**3.190,00 kr.**

excl. moms  
NORMALPRIS 3.890kr. EXCL. MOMS

**Vi giver 854<sup>00</sup>kr.**

incl. moms pr. apparat. Tag en hurtig  
beslutning – ring med det samme – er du  
mellem de 15 første får du tilsendt 3 flasker  
god rødvin.

Tilbudet er gældende  
indtil 20. december.  
Benyt din sædvanlige leverandør.

**impo**

**electronic a-s odense**

Vagtelvej 1 – 3 5000 Odense C 09 13 14 09

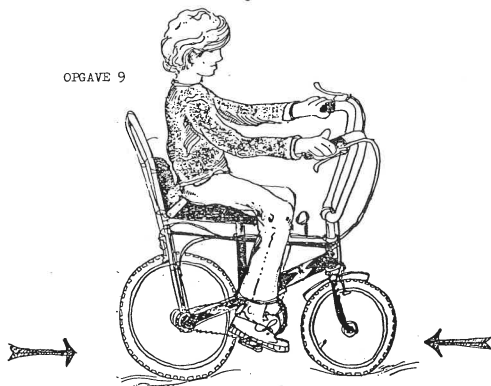
Lidt efter standser legevognen med Lene helt.

**3. Spørgsmål**  
Hvad gælder om de to kræfter lige før legevognen standser helt?

- Skubbe kræften er lidt større end den anden kraft
- Skubbe kræften er meget større end den anden kraft
- Skubbe kræften og den anden kraft er lige store
- Kun den anden kraft virker
- Skubbe kræften og den anden kraft er lige store, men hver især mindre end før
- Skubbe kræften er lidt mindre end den anden kraft
- Skubbe kræften er meget mindre end den anden kraft

Begrund dit svar \_\_\_\_\_

*Fig. 9*



retning af den kraft Peter yder, Pedalkraften

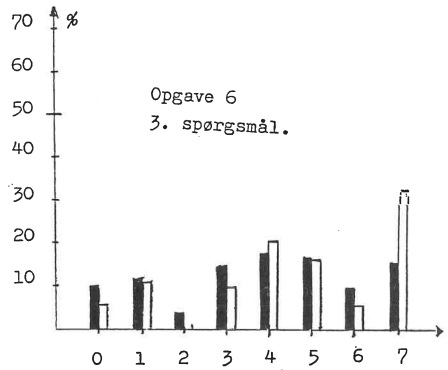
retning af kraft imod bevægelsen (luftmodstand og gnidning), den anden kraft.

*Fig. 11*

Peter cykler ud ad en lige landevej uden bakker med farten 15 km/t.

Hvad gælder om de viste kræfter på figuren?

Atter viser de delte meninger, at børnene stoler på deres egen intuition, selv om den strider imod det lærte, der altså ikke er nået til at blive en virkelig erkendelse. En umiddelbar opfattelse går ud på, at en konstant bevægelse af en legevogn i en skolegård, kræver at man præsterer en kraft, der kan sige Spar To til skrigende hjulnav og smågrus på kørebanen — altså gerne med et lille overskud!



Opgave 6  
3. spørgsmål.

*Fig. 10*

### Aristoteles m. fl.

På dette sted i foredraget greb man tilbage til oldtidsfysikeren Aristoteles (384–322 f. Kr.), der fremsatte to principielle påstande (se fig. 12).

#### ARISTOTELES

(384–322 f. Kr.)

I: Naturlig bevægelse:

$$V \propto \frac{P}{D} \quad (\text{vægt}) \quad (\text{tæthed})$$

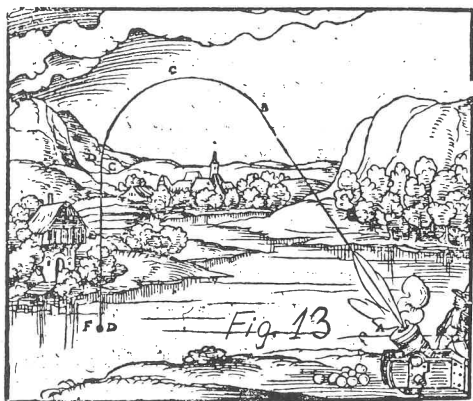
II: Tvungen bevægelse

$$V \propto \frac{F}{M} \quad (\text{kraft}) \quad (\text{modstand})$$

*Fig. 12*

I den første påstand, der gælder for »naturlige« bevægelser som f. eks. det fri fald, står  $V$  for fart,  $P$  for vægt og  $D$  for mediets tæthed. I den anden påstand, der gælder for »tvungne« bevægelser som f. eks., at en båd trækkes op på land (Aristoteles' eget eksempel), står  $F$  for kraft og  $M$  for modstand mod bevægelsen. Det er slående, at blandt de mange fejlbesvarelser af testspørgsmålene, falder hovedparten i tråd med Aristoteles' lære: At der til enhver fremadskridende bevægelse må være knyttet en fremadrettet resulterende kraft.

I det 14. århundrede fremsatte franskmanden Jean Bouridan en hypotese, der måske bedst illustreres ved eksperimentet fig. 13:



En kanon affyrer en kugle (f. eks. ved Crécy-de-Ponthieu 1346), hvorved kuglen får en midlertidig iboende egenskab, en vis IMPETUS, der sætter den i stand til at fare op i luft. Ved (A) har kuglen et stort indhold af impetus. Ved (B) er kuglens impetus svundet betydeligt ind, og ved (C) er impetus opbrugt, hvorefter kuglen som alle andre legemer uden impetus falder lodret til jorden.

På lignende måde kan moderne børn forestille sig, at Ulla fra før har givet den vogn, hun skubber, en ikke navngiven indre formåen — en form for impetus — der sætter den i stand til at fortsætte, indtil denne udefinerede »evne« er opbrugt. (Impetus (latin) = Fart; rivende strøm; angreb i militær betydning-sic! begejstring; entusiasme; attrå; ivrig tragten; fyrtighed; heftighed; voldsomhed — alt i alt et »godt« ord! Red.)

★

Videnskabens historie viser, at udviklingen ikke er jævnt fremadskridende, men at den »går i ryk«. Det går således til:

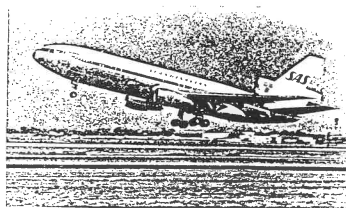
En gren af naturlæren er blevet systematiseret til tilsyneladende at kunne give svar på ethvert stille spørgsmål inden for emnet. Men en dag stiller en Galilei et spørgsmål om dinglende lysekroner, en Einstein stiller nærgående spørgsmål om flyvende koordinatsystemer,

og en Bohr forlanger lovændringer inden for mikrokosmos. Den første reaktion er afvisning. Derefter forsøges en eller anden form for harmonisering, og endelig ændres teorien. Men af mange føles den ny teori så absurd, at man stadig finder, at den gamle teori faktisk er »god nok«.

Det er heller ikke glemt, at Aristarkos fra Samos (ca. 260 f. Kr.) fik blank afvisning på sit heliocentriske solsystem, fordi de gængse geocentriske systemer »jo« forklarede alt helt frem til Tycho brahe, og at man måtte gennem både heksebrænding for kætteri og trusler om tortur, før solsystemets mekanik blev sat (foreløbig) på plads af d'hr. Kopernikus, Kepler og Newton.

Hvis man vil trække en parallel, kan man forestille sig, at de testede personer, der har gennemgået et kursus i bevægelseslære, ganske vist har stiftet bekendtskab med i hvert fald Newtons bevægelseslove, men de har ikke tilpasset sig dem som personlig erkendelse.

## BEVÆGELSE



I dette Kapitel skal vi se eksempler på bevægelser, nogle vil være kendte for dig, men andre vil sikkert overraske dig lidt!

Du kender sikkert allerede en del til bevægelser, du bevæger dig jo hver dag, gående, løbende, cyklende, i bil osv.

Dette Kapitel skulle gerne give dig mulighed for at se, hvad der er fælles for bevægelser og for ændringen af bevægelsesretning (drejse og svinge) eller af farten.

Fig. 14

### Forsøgsrækken

Som en del af kandidatopgaven udarbejdedes en forsøgsrække, der var tænkt som indledning til et kursus i bevægelseslære. Det blev understreget, at forsøgene blev afprøvet på elever i folkeskolen.

Der blev demonstreret forsøg fra hæftet: BEVÆGELSE. Fig. 14 viser hæftets titelblad. Lige over fotot af en startende SAS-maskine er angivet i parentes: Må kopieres med kildeangivelse.

Forsøgene i hæftet er ledsaget af spørgsmål, som eleverne skal besvare. Disse spørgsmål er udeladt i de følgende beskrivelser af forsøgene. Heller ikke alle kommentarer til forsøgene er medtaget i referatet.



Som oplæg til forsøgsrækken vælges den situation, der antydes på fig. 15: En mand skubber en vogn foran sig. Han har forlængst fået vognen i gang, og nu kører han den bare deruda' med samme fart hele tiden. Nu siger *Nanna*, at for at få vognen til at holde samme fart hele tiden, må manden skubbe lige så meget som bevægelsesmodstanden, ellers ville vognen ændre fart. Men *Anders* siger: For at få vognen til at køre med samme fart hele tiden, må manden skubbe lidt mere end bevægelsesmodstanden, ellers vil vognen jo gå i stå!

Der følger så en klassediskussion om de to påstande. Det er *ikke* hensigten at nå til bunds i problemet, men det har vist sig, at *Anders* har forbløffende mange tilhængere.

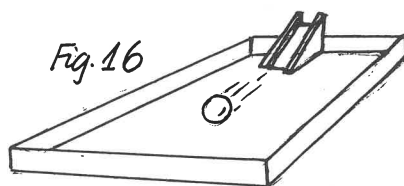
Derefter lægger man en bog på et bord og giver den et skub. Bevægelsen går hurtigt i stå. Eleverne opfordres til at give forslag til, hvordan de vil få bogen til at bevæge sig længere (eller kortere), før bevægelsen går i stå.

Efter denne indledning følger forsøgsrækken:

### 1) Gnidningsmodstand i vand

Det er en almindelig erfaring, at bevægelser, der får lov til at passe sig selv, går i stå før eller senere. Årsagen er gnidningsmodstand.

*Materiale:* En lille lampe, lavet af plastic, et fladt plasticar, en glaskugle, samt stålklugler af forskellig størrelse (fig. 16)

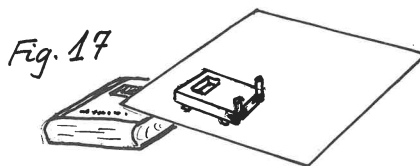


*Forsøg:* a) Rampen stilles på gulvet. Forskellige kugler triller ned ad rampen, løber hen over gulvet og standset efterhånden. Store, tunge kugler løber længst. b) Karret anbringes på overhead'en. Samtlige kugler standses brutalt af karrets anden endevæg. c) Karret fyldes halvt med vand. Kuglerne bremses af den kraftigere gnidningsmodstand. d) Karret fyldes (næsten) helt med vand. Resultatet af den endnu kraftigere gnidningsmodstand erkendes umiddelbart. Der foretages ingen kvantitative målinger. Det drejer sig kun om kvalitative bedømmelser af de iagttagne fænomener.

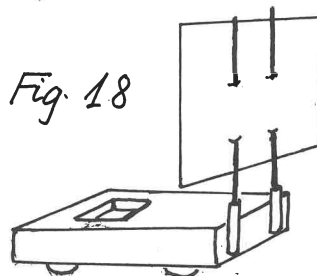
### 2) Gnidningsmodstand i luft

*Materialer:* Større rampe (gerne primitiv, f. eks. tyndt bræt på skrå mod bøger, letløbende vogn med to tynde opstandere på forsmækken, et primitivt »sejl« af karduspapir.

Forsøg (fig. 17. og 18):



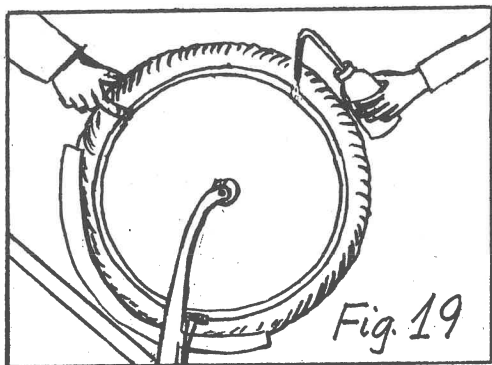
a) (Fig. 17) Vognen løber ned ad rampen gentagne gange, og man mærker sig, hvor langt den når frem.



b) (Fig. 18) Vognen forsynes med »sejl«, og forsøgene gentages. Resultatet diskuteres.

### Tør og »våd« bremsning

*Materiale:* Cykel på gulvet med hjulene opad og snurrende hjul. Sprøjteflaske.



*Forsøg* (Fig. 19): Det snurrende hjul bremses med et par tørre fingre, der griber om siderne af dækket. Håndbremsen prøves.

b) Forsøget gentages med vådt dæk — se fig. 19. Håndbremsen prøves igen.

NB! Man har endnu ikke defineret gnidningsmodstanden som en kraft.

### 4) Gnidningen ophæves

*Materiale:* Ballon»vogn«, luftpudebænk med rytter.

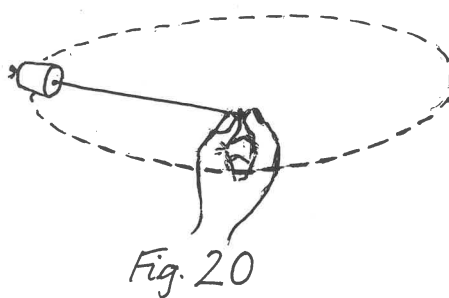
*Forsøg:* a) Man skubber til rytteren, før luftstrømmen startes.

b) Man skubber igen til rytteren, efter at luftstrømmen er startet. Ingen målinger — ingen trickfotos. Lad selve oplevelsen virke. Vi andre er forlængst blevet blaserte over det friktionsløse fænomen — for eleverne er det en virkelig overraskelse.

c) Lignende forsøg med ballonvognen (se Fysiktips 1961, side 8).

### 5) Et væsentligt forsøg. En planets bevægelse om solen

*Forsøg:* En prop svinges rundt i en snor. Snoren holdes med hånden. NB! Det er væsentligt, at hånden mærker trækket i snoren. Der er en kraft, nemlig tiltrækningskraften mellem solen og jorden, der stadig må påvirke jorden — her repræsenteret af proppen — for at få den til hele tiden at ændre bevægelsesretning. Det sidste (retningsændringen) volder visse elever vanskeligheder, idet de hævder, at proppen jo hele tiden »kører forlæns«. (Fig. 20).

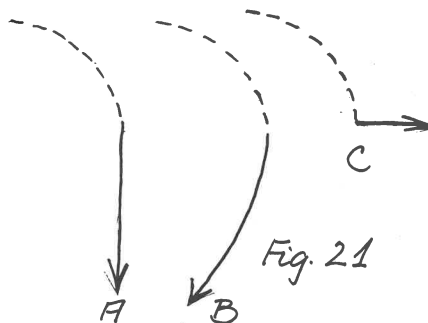


### 6) Slip snoren! (Fig. 20)

*Forsøg:* Proppen svinges rundt, og snoren slippes.

*Spørgsmål:* (fig. 21) Hvilken vej vil proppen flyve?

Mange elever vil fastholde »B« på fig. 21 som den rigtige løsning. Som en slags udvej til at overbevise dem om, at »A« er det korrekte, kunne man fristes til at strømel på bordet, så proppen selv kunne markere sin vej! Men ikke noget med stroboskopfotos el. lign. på dette stadium.



### 7) Forsøg med kræfter

#### a) tyngdekraften

*Materialer:* Se fig. 22. På brættet er fæstet et stykke pap, der stikker lodret op, og på akselen et stykke tape, der under hver omdrejning af akselen slår imod papet. Et lod hænger i en snor, der er viklet om akselen. Den svage klapren giver hørlige oplysninger om omdrejningshastigheden. Eleverne kender princippet: Et stykke pap og en klemme omdanner enhver cykel til en larmende »knallert«.

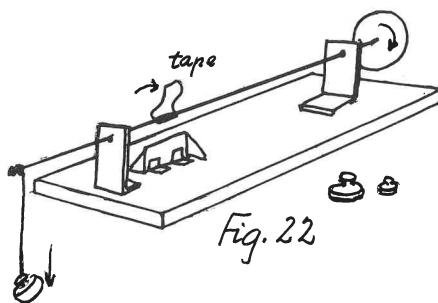


Fig. 22

*Forsøg:* Det ophængte lod har kun til opgave at stramme snoren. Hænges der yderligere lodder på, vil akselen f. eks. rotere med stigende hastighed.

*Variation:* Flere eller færre lodder. Konklusion efter diskussion: Når kraften (lodderne) afpasses, kan man enten opnå konstant hastighed både for lod og rotation — eller stigende hastighed for begge dele. Lodderne bevæger sig, men stadig i samme retning. Den drivende kraft er tyngdekraften.

### b) Magnetiske kræfter

*Materialer:* Fladt plasticar på overhead'en, under karret en kraftig stangmagnet, stålkuglér. (Fig. 23).

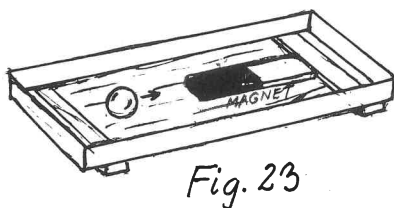


Fig. 23

*Forsøg:* Stålkugler startes med hånden og foretager indviklede — tit overraskende — krumspring i det foreliggende magnetfelt.

*Konklusion efter diskussion:* Kuglerne forandrer både fart og retning under bevægelsen. Kraft: Magnetiske kræfter.

### c) Tyngdekraften igen

*Materialer* (se fig. 24): Et stykke gennemsigtig nylonhaveslange, ca. 1 meters længde, monteret på et bræt som vist på fig. 24. Ved (s) kan et stykke blik stikkes gennem en tværrille på slangen og spærre for kuglen (k), endvidere papirkurv og et antal kugler.

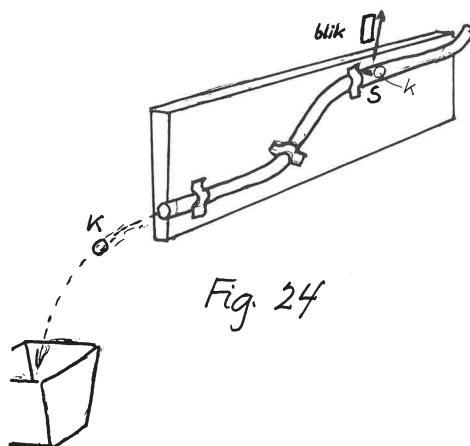


Fig. 24

*Forsøg:* Der gættes på, hvor papirkurven skal stå for at opfange en kugle, når der ved hjælp af blikstrimlen gives »grønt lys« for trafik gennem slangen. Kuglen falder. Der stemmes om banens form (fig. 25).

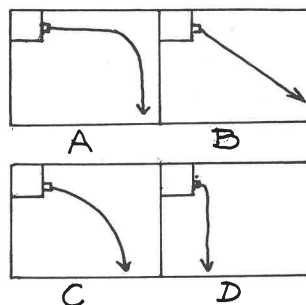


Fig. 25

*Problem:* Det kan være vanskeligt at følge den faldende kugles hurtige bevægelse. Hvilken rute fulgte den?

*Løsning:* Blikspærren sættes på plads, og der fyldes f. eks. 10 kugler i slangen. Når blikspærren fjernes, kommer kugle efter kugle i fart og danner en næsten sammenhængende stribe, der markerer banen. Nul stroboskop-pjank! Kasteparablen bliver umiddelbart synlig for alle. (Fig. 26).

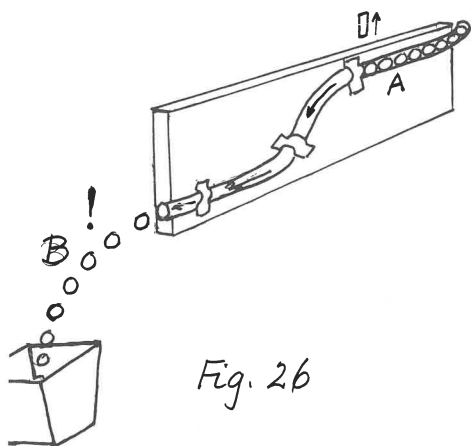


Fig. 26

Forsøget belønnedes spontant af auditoriet med håndklap.

**Konklusion:** Kræfter er årsag til, at en genstand ændrer fart og/eller bevægelsesretning.

**d) Fællesforsøg** (se fig. 27)

(Sml. apparaturet til forsøgsrækken Fysiktips 1971, side 16–19).

**Materialer:** Friktionsløst glidebord i form af en spejlglasplade bestrøet med plastickugler (ca. 1/2 mm Ø). Ramme med skrå kanter rundt om spejlet skal sikre, at kuglerne ikke falder på gulvet (der i så fald bliver »spejlglat«). Et antal kraftige magneter er anbragt under spejlet. Som »puck« anvendes en rund magnet ca. 6 cm Ø.

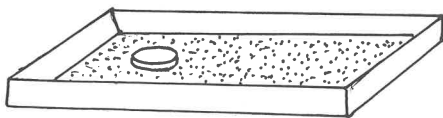


Fig. 27

**Forsøg:** De magnetiske kræfter griber forstyrrende ind i »puck«ens planlagte bevægelser.

**Konklusion:** »Puck«en ændrer fart og bevægelsesretning, altså påvirkes den af kræfter — magnetiske kræfter.

**e) Elektriske kræfter** (Fig. 28)

**Materialer:** En lille Van de Graaf-maskine, samt materiale til at puste sæbebobler ud i luften.

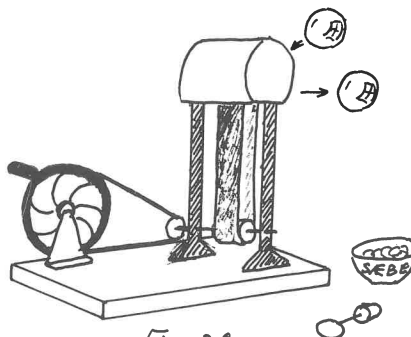


Fig. 28

**Forsøg:** Der pustes sæbebobler hen imod Van de Graaf's opladete hjælm. De tiltrækkes og frastødes derefter af elektriske kræfter.

**f) Elastiske kræfter** (Fig. 29)

**Hvorfor hopper bolden?**

**Materialer:** To elastiske bolde af forskellig størrelse.

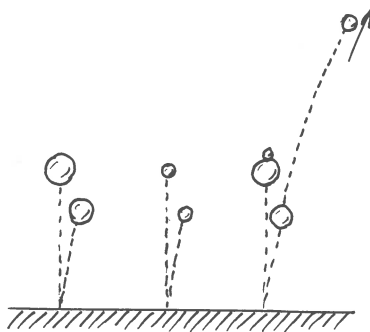


Fig. 29

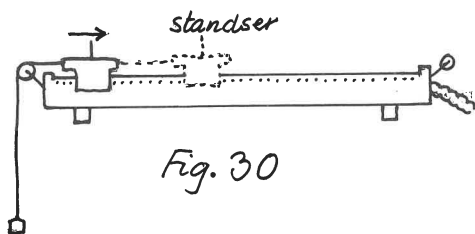
**Forsøg:** 1) Først droppes den store bold fra en rimelig højde og hopper rimelig højt op.

2) Dernæst droppes den lille bold og hopper op efter forventning.

3) Endelig lægges den lille oven på den store, og de droppes samlet. Den lille vil hoppe »usandsynligt« højt på grund af et samspil mellem de elastiske kræfter. (Sml. Fysiktips i 10. årgang af FYSIK/KEMI, nr. 2, april 1983, side 10).

### 8) Gnidningsmodstand er en kraft!!!

(Se fig. 30)



Vi så, at en vogn, der er sat i gang og kører »af sig selv«, vil standse på grund af det, vi hidtil har kaldt gnidningsmodstand.

**Spørgsmål:** Er gnidningsmodstanden en kraft?

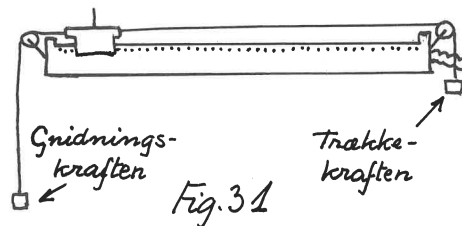
**Svar:** Ja, fordi den er årsag til, at vognens fart ændrer sig.

**Materialer til forsøg:** Luftpudebænk med vogn + opstander med trisse i hver ende af bænken, snor, lodder.

**Forsøg og kommentar:**

a) Vi hænger et lod på snoren i venstre side og skubber vognen mod højre. Den går i stå (fig. 30).

b) Vi døber det venstre lod. Det får navnet »Gnidningskraften«. Derpå hænger vi et lod i snoren i højre side og døber det »Trækraften« (fig. 31).



c) Hvis »Træk« og »Gnidn.« er lige store?

Resultat: Ingen bevægelse — »Legemet er i hvile«.

d) Hvis »Træk« er større end »Gnidn.«?

Resultat voksende fart.

e) Hvis »Træk« og »Gnidn.« igen er lige store, og vognen får et skub?

Resultat: Jævn fart!

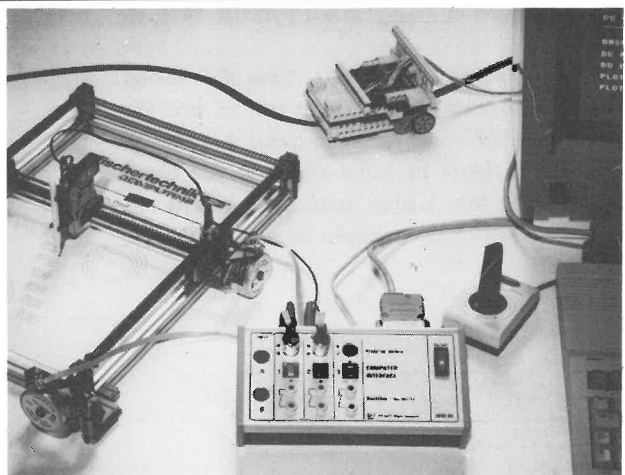
## Universal Computer Interface

Med dette udstyr har vi løst de praktiske problemer, der ligger i at koble motorer og andre ydre enheder til skolens computer hvadenten den hedder:

**Domadore — Piccolo — Piccoline Butler eller Comet.**

Til interfacet kan leveres løse stepmotorer, optocensorer og afbrydere, der er forsynet med stik for direkte tilkobling til interfacet.

Udstyret kan leveres med øve- og demonstrationsprogrammer.



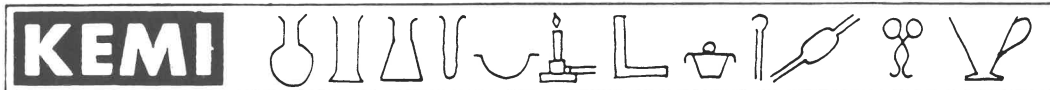
**Undervisningssæt til forståelse af principperne for computerkontrol og informationsteknologi.**

**RING ELLER SKRIV EFTER PROSPEKT**

**A/S S. Frederiksen, Ølgod**

Nymandsgade 22 · 6870 Ølgod · tlf. (05) 24 49 66 og 24 42 52  
FYSISKE APPARATER · STRØMFORSYNINGSANLÆG · LABORATORIEUDSTYR · KEMIKALIER





REDAKTION: Helene Sørensen, Vibeholms Vænge 11, 2635 Ishøj

# Atomorbitaler, molekylorbitaler og hybridisering

## Kemisk Binding VI

Erik W. Thulstrup, Kemisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole

Vi bevæger os nu ind på et område, der af mange anses for vanskeligt, men da begreber som hybridisering og molekylorbitaler omtales i mange sammenhænge, både i gymnasiet, på HF og i liniefagsuddannelsen, skal vi heller ikke stikke hovedet i busken her. Vanskeligheden ved emnerne ligger måske også mere i den måde de normalt doceres på end i emnerne selv.

### Atomorbitaler

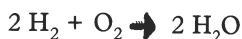
Vi har set, hvorledes vi kunne fremstille et nytigt billede af atomerne fra helium (He) og opefter ved hjælp af atomorbitaler (1s, 2s, 2p, ...) svarende til tilstandene for elektronen i brint (H) — eller i  $\text{He}^+$ ,  $\text{Li}^{2+}$ , osv. For atomer med mere end én elektron er der tale om et billede — en model — og atomorbitalerne er *ikke* fysisk målelige størrelser. Man kan i princippet kun udtale sig om hele elektronsystemets egenskaber; ikke om den enkelte elektrons færden. Elektronsystemets ladningsfordeling i et molekyle kan i dag måles nøjagtigt ved hjælp af studier af molekylers afbøjning af røntgenstråling (røntgendiffraktion) og kan beregnes med større eller mindre nøjagtighed ved hjælp af en orbital model for molekylets elektroner.

### Molekylorbitaler

Det kan ikke overraske, at man ved at måle elektronladningens rumlige fordeling i brintmolekylet ( $\text{H}_2$ ) opdager, at den er forskellig fra den

ladningsfordeling man ville have, dersom man tænkte sig to brintatomer placeret i den korrekte afstand fra hinanden, uden at de to elektroner ændrede deres (atomare) rumlige fordeling. Der sker noget med elektronerne når bindingen dannes. Det, der sker, har at gøre med, at de kan opnå en lavere energi ved at placere sig mellem de to kerner, således at Coulomb-tiltrækningen mellem kerner og elektroner bliver større, end den var i de to atomer, og den samlede energi mindre. I  $\text{H}_2$  opvejer dette i rigelig grad den Coulomb-frastødning, der opstår mellem de to elektroner og de to kerner indbyrdes. Hvis dette ikke var tilfældet, ville  $\text{H}_2$  ikke være et stabilt molekyle. Den energi (i form af vibrationsbevægelse), der frigøres, når to brintatomer reagerer med hinanden og danner et brintmolekyle, svarer netop til den elektroniske energi af de to atomer minus den lavere elektroniske energi af molekylet.

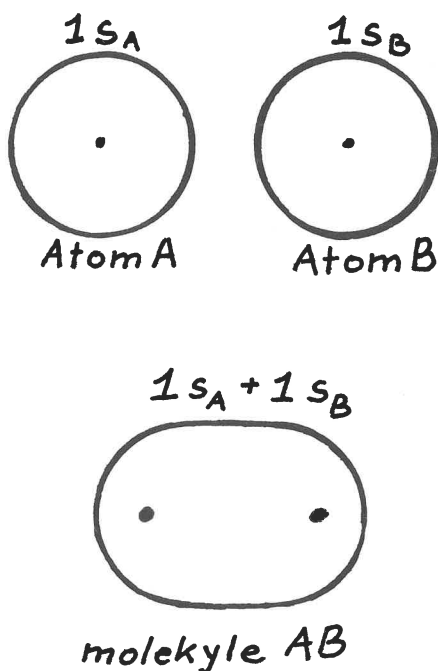
Med andre ord, den frigjorte varme svarer til det, man kalder *bindingsenergien* i  $\text{H}_2$ . Den energi der frigøres ved den velkendte proces:



kan siges at svare til bindingsenergien for fire O-H bindinger i to  $\text{H}_2\text{O}$  molekyler minus bindingsenergien i to  $\text{H}_2$  og eet  $\text{O}_2$  molekyle. Når stærke bindinger dannes, frigøres der energi. Nogle biologer har fået dette galt i halsen og hævder, at vor organisme ved forbrænding af sukker får energi ved at bryde bindingerne i kulhydraterne.

Nej, det koster energi at bryde bindinger, men energien fås igen med renter, når de nye stærke bindinger dannes i forbrædningsprodukterne ( $\text{CO}_2$  og  $\text{H}_2\text{O}$ ).

Tilbage til orbitalerne: Atomorbitaler i uændret form er ikke gode til at beskrive de ændrede forhold efter dannelse af en binding. Man kan derimod modificere dem, så de bliver mere velegnede. Det man oftest gør er ud fra atomernes orbitaler at danne nye orbitaler, *molekylorbitaler*, der i princippet ikke adskiller sig fra atomorbitalerne ud over, at de har bidrag fra flere atomers orbitaler. For  $\text{H}_2$  fås en velegnet, energetisk lav molekylorbital som en sum af de to atomers  $1s$ -orbitaler,  $1s_A + 1s_B$



De tegnede kurver giver en ide om ladningsfordelingerne. Molekylorbitalen ( $1s_A + 1s_B$ ) kan bruges til at opskrive en *elektronkonfiguration* for molekylet, nemlig  $(1s_A + 1s_B)^2$ , hvor begge

elektroner befinder sig i molekylorbitalen (med modsat spin, jfr. forholdene i atomer). Elektronkonfigurationen kan bruges til at beregne egenskaber ved  $\text{H}_2$  som kan sammenlignes med eksperimentelle resultater, f. eks. for ladningsfordelingen. Men vi skal stadig ikke glemme, at orbitalerne er en modelforestilling; andre orbitaler end  $1s_A + 1s_B$  kunne give et lige så korrekt billede.

## Hybridisering

Man kan ændre atomorbitalerne på hvert enkelt atom, før de bruges til dannelse af molekylorbitaler. Nyttens heraf kan diskuteres, men metoden benyttes meget, og vi skal derfor ofre nogen plads på den. Til at beskrive f. eks. et kulstofatoms kemiske bindinger benytter man »valensorbitalerne« dvs.  $2s$  og de tre  $2p$  orbitaler. Den laveste orbital på C,  $1s$ , anses for at være uden betydning for bindingerne.

Valensorbitalerne benyttes til at danne nye atomorbitaler, der kaldes hybrider og er blandinger af  $2s$  og  $2p$  orbitalerne på det kulstofatom vi betragter. Denne *hybridisering er et rent matematisk trick, der ikke modsvares af en fysisk proces* — på trods af det der står i mange lærebøger.

Hybriderne bruges til at danne bindingsmolekylorbitaler med vort kulstofatoms naboatomer. F. eks. kan en hybrid på C kombineret med  $1s$  orbital på H give et godt billede af en C-H binding.

For at udføre hybridiseringen må man betragte hele molekylet. Hvor mange bindinger udgår der fra kulstofatomet? Udgår der fire (som i  $\text{CH}_4$ ) skal alle fire atomorbitaler bruges, de fire såkaldte  $sp^3$ -hybrider bliver ækvivalente, og bindingerne forudsiges at danne den tetraederiske vinkel, ca.  $109^\circ$ , med hinanden.

Udgår der tre bindinger fra kulstofatomet (som i  $\text{H}_2\text{CO}$ ) skal kun to af  $2p$  orbitalerne bruges; vi får  $sp^2$ -hybrider og bindingerne forudsiges at ligge i samme plan og danne vinkler på  $120^\circ$  med hinanden.

Udgår der kun to bindinger fra kulstofatomet (som i HCN) skal kun én 2 p orbital benyttes, vi får en sp-hybrid og de to bindinger forudsiges at danne en vinkel på 180° med hinanden: Molekylet bliver lineært.

Hvad vil der ske, hvis vi går til andre atomer end C? Bliver NH<sub>3</sub> plant og H<sub>2</sub>O lineært? Nej, C har fire valenselektroner (og kan således fylde hver valensorbital halvt op), hvorimod N har fem valenselektroner og O seks. Man kan derfor ikke benytte helt samme procedure som for kulstof, men må ændre metoden efter antallet af valenselektroner i det aktuelle atom.

### Forudsigelser af molekylers geometri

Det er meget svært for mig at se berettigelsen af den store opmærksomhed man i utallige lærebøger for gymnasiet og tilsvarende niveauer ofrer på hybridiseringsproceduren. Hvad får man ud af den — bedre forståelse eller større forvirring? Kan man forudsige den molekylære geometri ved hjælp af hybridisering? Ja, men ikke altid korrekt og i øvrigt kan bindingsvinkler forudsiges simple uden brug af orbitaler og hybrider. Man kan nemlig blot betragte antallet af elektroner omkring et givet atom og huske Coulombfrastødningen mellem disse. Vi kan antage, at elektronerne vil placere sig således, at denne frastødning gøres mindst mulig; dvs. valenselektronerne omkring et atom vil søge at »fordele sig jævnt« i rummet omkring atomet.

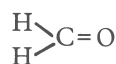
I CH<sub>4</sub> har vi otte elektroner — fire fra C og fire fra H — og de fire bindinger, der udgår fra C. De fire bindingers elektronpar frastøder hinanden mindst, når bindingsvinklerne er 109°, hvilket svarer til den observerede vinkel.

I NH<sub>3</sub> har vi også otte valenselektroner omkring N — fem fra N og tre fra H. De seks af disse svarer til bindingselektroner i de tre N-H bindinger, de to sidste udgør et såkaldt »lone pair« på N. Igen resulterer de fire elektronpars frastødning i

forudsigelse af en ikke-planstruktur med vinkler på 109° — tæt på den observerede værdi på 107°. Resultatet tyder på, at et »lone pair« frastøder kraftigere end et elektronpar i en binding — lad os se, hvordan det fungerer i H<sub>2</sub>O.

I H<sub>2</sub>O er der atter otte valenselektroner omkring O, seks fra O og to fra H. De kan betragtes som fordelt med fire i de to O-H bindinger og fire i to »lone pairs«. Under hensyntagen til sidstnævntes kraftigere frastødning forudsiger vi en bindingsvinkel på lidt under 109° — eksperimentet viser, at den er 105°. Hvilken triumf. Desværre går det ikke altid så godt; et af de værste eksempler er H<sub>2</sub>S, der skulle svare til H<sub>2</sub>O og have en vinkel på lidt under 109°. Eksperimentet viser, at den er godt 92°!

Hvad med H<sub>2</sub>CO og HCN? Hvis vi antager, at H<sup>o</sup>CO har strukturen



kan vi regne med, at C's fire valenselektroner er fordelt med een i hver C-H binding og to i C=O dobbeltbindingen. Der bliver således ikke råd til lone pairs på C og den minimale frastødning opnås, når de tre bindinger ligger i samme plan og danner vinkler på 120° med hverandre.

I HCN kan vi antage, at strukturen er:



C's fire valenselektroner er fordelt med een i C-H bindingen og tre i C≡N bindingen; der er ingen lone pairs og elektronfrastødningen er mindst, når molekylet er lineært (vinkel 180°).

Hvad med CO<sub>2</sub>? Hvis vi går ud fra strukturen O=C=O

kan vi regne med, at C's fire valenselektroner er fordelt med to i hver C=O binding. Den minimale frastødning opnås, når molekylet er lineært (i overensstemmelse med det eksperimentelle resultat). Derimod er NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub> ikke lineære — de flere (henholdsvis fem og seks) valenselektroner på N og S giver anledning til henholdsvis et halvt og et helt lone pair, og vinklen mellem

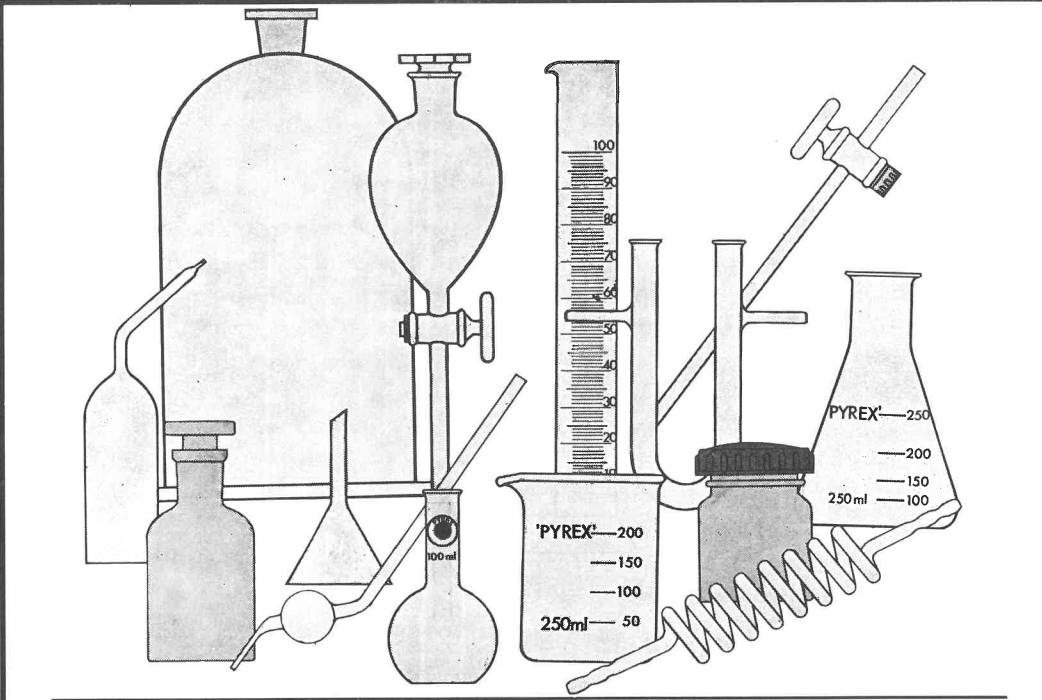
bindingerne bliver mindre end  $180^\circ$  (som eksperimentet også viser).

Der er absolut grænser for, hvad man kan forudsige med denne »valens-skals-elektronparrepulsions« metode (VSEPR-metoden). Den er imidlertid langt simplere end hybridiseringsmetoden og fungerer mindst lige så godt.

Et andet spørgsmål er, om forudsigelse af molekylære geometrier er af primær betydning på f. eks. gymnasieniveau. Emnet er både spændende og vigtigt for udviklingen af kemien, og det er af stor praktisk betydning at vide, at de fire bindinger i  $\text{CH}_4$  (hovedbestanddelen af naturgas) er ækvivalente og at geometrien som følge heraf er tetraederisk. Dette fortæller os, at naturgas sandsynligvis er ikke-polært og ikke er letopløseligt i vand. Men selv om mange sådanne eksempler

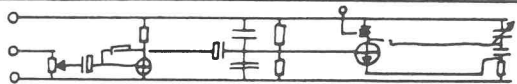
kan findes, berettiger det næppe i almindelighed en omfattende gennemgang af f. eks. hybridiseringsproceduren i skolen, hvor tiden kan bruges til noget bedre.

Til slut skal vi ganske kort vende tilbage til molekylorbitalerne. Molekylorbitalmodellen har vist sig uhyre nyttig og praktisk anvendelig i kemien. Beskrivelsen af molekyler ved hjælp af molekylorbitaler svarer nøje til beskrivelsen af grundstofferne ved hjælp af atomorbitaler. For visse molekyler, f. eks. toatomige eller forbindelser afledt af benzen, er molekylorbitalbilledet endog særdeles simpelt. Ikke mindst anvendelsen af moderne elektroniske regnemaskiner har gjort molekylorbitalmodeller til »konkurrenter« til eksperimentelt arbejde i forudsigelsen af nye molekylers egenskaber.



**Podis** Buevej 1  
3400 Hillerød  
tlf. 02 261711

spørg Podis –  
det betaler sig



## Portstyring

*v/Kurt Lorentzen, Holbæk*

Flere og flere lærere vil gerne anvende datamater til måling og styring, og efterhånden er der også en del apparatur i handelen til netop dette formål.

Nogle datamater har en speciel *styrereport* (kaldet kontrolport), (i.e. Commodore) mens andre må betjene sig af printerporten (Piccoline), og nogle kan udstyres — for mange penge — med en styrereport.

Konstruktionen denne gang en lille plade til Commodore 64/128 (og for den sags skyld også VIC 20!) monteret med portstik og 8 røde lysdioder til at øve sig i at styre den såkaldte B-port. (Desuden er der afsat plads til to grønne til udlæsning af port A, men den vil jeg ikke beskæftige mig med denne gang.)

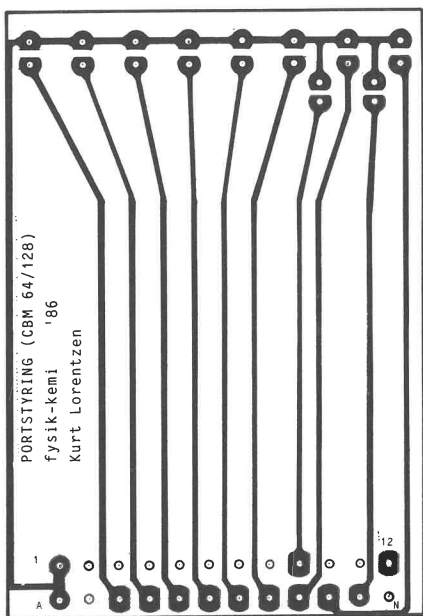


Fig. 1.: Printudlæg i størrelse 1:1

### Materialer

8 røde lysdioder

evt. 2 grønne

1 kanconnector, 2 X 12, hun

(f. eks. O. Hansen 14.66.1220)

1 stk. printplade, 80 x 55 mm

Evt. 2 maskinskruer, 3 x 20 mm

2 møtrikker

### Montering

De 24 huller til kantstikket bores med 1,8 mm bor (eller 1,5 og lidt gymnastik med en spids fil). Lav ikke loddeøer de steder, hvor forbindelsen ikke skal bruges. Det øger bare chancen for fejl og kortslutning. Lysdioderne monteres med katoden (den flade kant/det korte ben) opad! Vær omhyggelig med lodningerne, så der ikke er kortslutninger!

Skrueene monteres i kantstikkets huller, stikkende bagud, så de fungerer som håndtag, når pladen skal ud igen.

For en ordens skyld bør computeren være slukket, når stikket sættes i brugerporten, (åbningen bag på computeren til *venstre*, når man sidder normalt foran tastaturet). Når der tændes for computeren, vil de røde dioder gløde svagt, som tegn på, at portene ikke er veldefinerede, hverken sat høje eller lave (0 eller + 5 volt). Hvis diskettestation er tilsluttet, vil den ene grønne, hvis monteret, lyse, og den vil blinke ved kommunikation med diskettestationen.

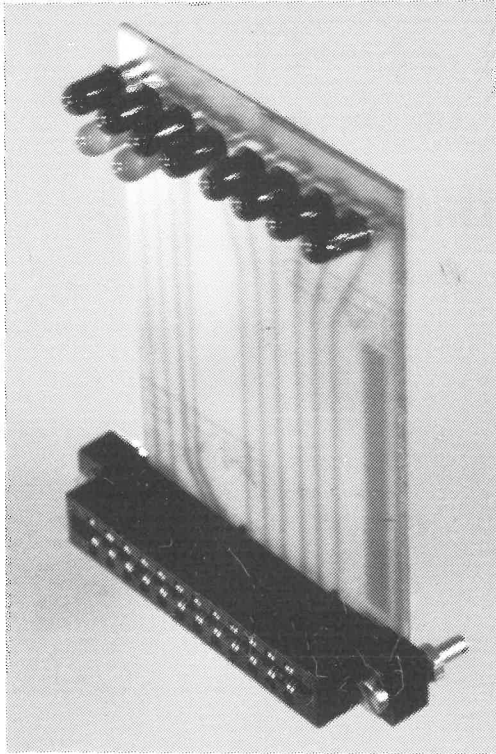


Fig 2.: Bemærk »skruelhåndtagene«.

### Portene

En havn (port) er et sted, hvorfra noget kan sendes ud og modtages: Eksport/import. Det gælder også computerens porte. I Commodore 64 er der 8 B-porte, (kun 2 A-porte), som brugeren kan bestemme over: Vi kan bestemme, om der skal være im- eller eksport fra portene ved at sende en besked til portenes *retningsregister*, som for B-portenes vedkommende har adressen 56579. Hvilken besked?

### Binært

På laveste plan arbejder datamaten i to-talssystemet, hvor kun cifrene 0 og 1 findes. Et tal, som kun kan være 0 eller 1, kaldes en *bit* (af F.:F42 *biF*.:F41 *nary digit*). Den besked, der skal sendes til portens retningsregister, er en bit: Sendes der »1« (høj) betyder det, at vi vil sende ud, mens en »0«-bit (lav) betyder: Modtag et signal.

Alle 8 porte kan på en gang sættes til den ønskede kombination af ud- og indgange, fordi hver port tildeles et pladsnummer: Den helt til højre står på plads 0 (nul), til venstre for den er plads 1 osv. Helt til venstre er plads nr. 7.

I 10-talsystemet hedder pladserne henholdsvis enere, tiere, hundreder osv., altså  $10^0$ ,  $10^1$ ,  $10^2$ , osv. Men vi skal tælle i 2-talsystemet (binært), og her hedder de tilsvarende:  $2^0$ ,  $2^1$ ,  $2^2$  osv., altså enere, toere, firere, ottere . . .

Talrækken bliver, læst fra venstre:

128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1

og summen af dem er 255.

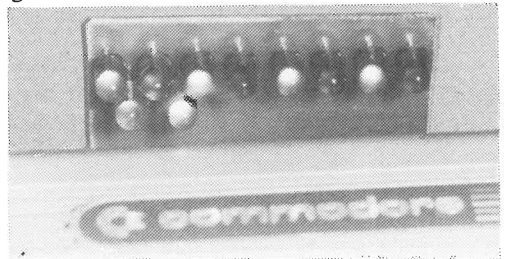


Fig. 3.: Vil man illudere lyskurvs-problemet, kan man jo montere 2 x røde-gule-grønne lysdioder.

### Retningsregisteret

Man sender en besked til et register med ordren POKE (engelsk: Puf, prik ind!) til et registernummer: POKE 56579, efterfulgt af den talværdi, der ønskes prikket ind i registeret. F. eks. vil

POKE 56579, 128

kun sætte porten yderst til venstre som udgang, da syvende bit  $2^7 = 128$  er sat som »1«.

(De andre bliver »0« og altså indgange): Portene er nu veldefinerede. En tænder, de andre (svagt lysende) slukker). Vil man også have naboporten som udgang, skal også dennes bit sættes høj: Læg blot dens talværdi (64) til:

POKE 56579,128+64 eller

POKE 56579,192

Således kan alle porte sættes til henholdsvis ud- og indgange med ordrene:

POKE 56579,255 og POKE 56579,0 ( $255 = 2^8 - 1$ ).

Man kan kun sende noget ud, hvis retningsregisteret i forvejen er forberedt til det. Vi har otte lysdioder på printkortet, altså: POKE 5652379,255 — alle udgange!

*Gyldendal*  
UNDERSVNING



## Ny fysik for 9. klasse -komplet med lærervejledning

Af Ejvind Flensted-Jensen, Poul Hanghøj,  
Karl Larsen og Poul Thomsen

### Ny fysik for 9. klasse

#### Elevbog

168 sider, illustreret. Kr. 95,00.

#### Arbejdshæfte

Engangshæfte. 48 sider. Kr. 24,50.

#### Lærervejledning NYHED

64 sider, illustreret. Kr. 85,00.

Lærervejledningen indeholder pædagogiske og praktiske anvisninger til elevbogen og arbejdshæftet, oversigtsblade med en kort oversigt over indholdet i de enkelte kapitler, "tip tretten-opgaver", tests samt løsninger til samtlige opgaver.

*Ny fysik for 9. klasse* indeholder de stofområder (elektricitet og magnetisme samt atomfysik), som ifølge læseplanerne skal gennemgås i 9. klasse, og lægger vægt på fysikkens anvendelse i dagliglivet.

Arbejdshæftet lægger op til, at en væsentlig del af indlæringen kan foregå ved, at eleverne udfører forsøg i laboratoriet.

*"... en bog, hvor eleverne hjemme kan læse udførligt om de øvelser, de skal udføre i skolen, ikke alene om øvelserne, men også de "svar" øvelserne skulle give... mange af de lærere, der har brugt Spørg naturen, har savnet sådan en bog... grundbogen er velskrevet og indeholder mange gode letforståelige tegninger og tekster. Sproget er bredt, og der er mange gode historiske afsnit."* – *Fysik/kemi, no. 3, juni 1986*

*Ny fysik for 9. klasse* er udgivet som et alternativ til **Spørg naturen 5 og 7:**

### Spørg naturen 5

**Elektricitet og magnetisme**

160 sider. Kr. 55,00.

**Svarsider** 48 sider. Kr. 14,50.

#### Lærervejledning

38 sider. Kr. 46,35.

**Studiebånd** 10 kassettebånd.

Best.nr. 325985. Kr. 744,20.

### Spørg naturen 7

**Atom- og kernefysik 1**

68 sider. Kr. 32,00.

#### Lærervejledning

29 sider. Kr. 36,00.

**Studiebånd** 5 kassettebånd.

Best.nr. 326000. Kr. 439,20.

### Oversigtsblade til Spørg naturen 1, 2, 4, 5 og 8

Lærerrhæfte med kopieringsret.  
44 sider. Kr. 105,00.

Af Ejvind Flensted-Jensen,  
Poul Hanghøj, Karl Larsen og  
Poul Thomsen.

**Begge systemer lægger op til indlæringsforstærkende aktiviteter i form af undervisningsprogrammer, teoriopgaver, Tip-13-quiz's og tests.**

### Portregisteret

Nu, da alle porte er sat som udgange, kan vi beslutte, om vi vil sende noget ud eller ej.

Det gør vi på tilsvarende måde ved at poke den enkelte lysdiodeplads' bit høj eller lav, men denne gang i *portregisteret* (adresse 56577):

POKE 56577,32 vil tænde lysdioden på plads 5 (2<sup>5</sup>). Sluk ved at poke 0. Tænd alle med talværdien 255.

Prøv selv.

### Tit-tit

Foruden at lysdioderne selvfølgelig fortæller stillingen, kan computeren selv oplyse den — hvis du altså beder den om det. Ordren PEEK (engelsk: At titte, kigge) beder den om at se ind i et register, og med PRINT fortæller den det på skærmen:

PRINT PEEK (56579) og PRINT PEEK (56577)

giver dig nu — på skærmen — den øjeblikkelige talværdi, som står i retnings- og portregisteret.

### Lysshow

Dette er faktisk grundlaget, som skal til for at styre elektrisk tog, modelbiler, lego-legetøj, lave lysshows, tænde videomaskinen, styre en cementfabrik. Fortsæt selv! Nu mangler vi bare programmet!

Her er et styreprogram, som er lavet i COMAL-80. Det kunne naturligvis være lavet meget kortere, især i spaghetti-basic, hvor man kan sætte adskillige ordrer på samme linie, men hvem kan finde ud af sådan et program bare to måneder efter, at det er lavet.

I det efterfølgende COMAL-program er procedurer anvendt i udstrakt grad: Alle konstanter kaldes fra en procedure, så de er lette at finde (og evt. lave om på), og alle navne er meningsfyldte, hvilket bestemt letter læsningen/forståelsen af program-udskriften.

I øvrigt vil jeg henvise til COMAL-håndbogen og f. eks. E. Dam Ravn: Brugerporten på Commodore 64 og 128.

```
//save »PORTSTYRING«
```

```
// 1986. 10.10 E.S.
```

```
PROC konstanter
```

```
vent: = 300
```

```
retn-reg: = 56579 // (retningsregister B)
```

```
alle-ud: = 255 // (128+64+32+16+8+4+2+1)
```

```
portreg: = 56577 // (portregister B)
```

```
otte: = 256 // (28 ; 8 lysdioder)
```

```
sluk: = 0
```

```
ENDPROC konstanter
```

```
//
```

```
PROC send (portnr, sendedata)
```

```
POKE portnr, sendedata
```

```
PRINT AT 14,17: USING »# #|«: hent (portnr.)
```

```
ENDPROC send
```

```
//
```

```
FUNC hent (portnr.)
```

```
RETURN PEEK (portnr.)
```

```
ENDFUNC hent
```

```
//
```

```
PROC skærm
```

```
PAGE
```

```
PRINT AT 10,13: »LØBELYS«
```

```
ENDPROC skærm
```

```
//
```

```
PROC klargør
```

```
konstanter
```

```
send (retn-reg, alle-ud)
```

```
ENDPROC klargør
```

```
//
```

```
PROC lys
```

```
x: = 1
```

```
REPEAT
```

```
send (portreg,x)
```

```
x: = x-2
```

```
FOR tid: = 1 TO vent DO
```

```
ENDFOR tid
```

```
UNTIL x > = otte
```

```
ENDPROC lys
```

```
//
```

```
PROC slut
```

```
send (portreg, sluk)
```

```
PRINT AT 10,13: »Tak for i dag.«
```

```
ENDPROC slut
```

```
//
```

```
/////HOVEDPROGRAM://///
```

```
klargør
```

```
skærm
```

```
WHILE KEY$ = "DO
```

```
lys
```

```
ENDWHILE
```

```
slut
```

```
END
```

# PRØVECIRKULÆRE?

## Søg Søg Søg

Det længe ventede nye prøvecirkulære er stadig kun på vej, og får således ingen indflydelse på dette skoleårs afsluttende prøver. Hvis du altså vil ønske en anden prøveform end den, hvor eleven trækker et spørgsmål, får måske forberedelsestid, og derefter »høres«, ja, så nærmer tiden sig for en ansøgning. Du kan f. eks. søge om laboratorieopgaver til prøven eller om at eleverne kan fremlægge en årsopgave, og at denne skal tælle med i den samlede bedømmelse, men det er vigtigt, at du søger dispensation, hvis du ønsker en utraditionel prøve.

I det prøvecirkulære der altså stadig kun er på vej, skal eleverne under en eller anden form

udføre forsøg eller dele af forsøg, det praktiske laboratoriearbejde bliver trukket frem, helt i overensstemmelse med intentionerne i 1975-loven.

Husk altså, at der *skal* søges dispensation i år, og at ansøgningen skal sendes inden den 1. februar.

Vil du vide mere om hvilke muligheder der findes, så kontakt nedenstående der i en årrække har søgt og fået dispensation.

Erland Andersen  
Lerholm Vænge 33  
2610 Rødovre  
tlf. 01 41 34 40

EL-FIR<sup>1/5</sup>

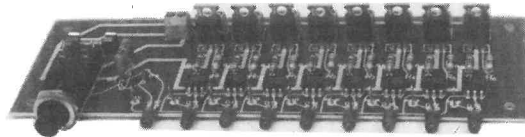
Tlf. 05 93 32 00

Det bedste nummer i elektronik  
Postbox 17, 6. Julivej 85  
DK-7000 Fredericia, giro 5716160

ELLKIT®



**Nyt byggesætkatalog udkommet!**



### BESKRIVELSE

Katalog nr. 65.680

ELLKIT 680 er en styringsenhed, som gør det muligt at lade en computer styre op til otte 220 volts belastninger. ELLKIT 680 kan kobles til enhver computer med en parallelport (f.eks. en Centronics-port), hvilket vil sige bl.a. IBM-PC og kompatible, Commodore 64, 128 og AMIGA, Picoline, Armstrad m.fl. Med det rigtige program kan man med ELLKIT 680 (og computeren) styre alt lige fra radioen og kaffemaskinen til industrielle processorer. ELLKIT 680 er særdeles velegnet til at lave sit eget 8x440 Watt computerstyrede lys-show.

## NYT FRA FORLAG OG FIRMAER

*Vi bygger radio, 1 og 2*

*Herluf Skibdahl*

*Forlag:*

*Studie og erhverv, 1985*

*Nørredamsvej 76*

*3480 Fredensborg*

*02 28 55 05*

*ISBN 87-87920-24-7 og*

*ISBN 87-87920-25-5*

Mon ikke en klokke ringer hos mangen en gammel elektroniklærer, når dette navn ses. Herluf Skibdahl var jo blandt pionererne til at forsyne os med undervisningsmateriale til faget elektronik.

Nu har HS begået et sæt bøger om radiobygning, en indføring (1) og en praktisk del (2).

Jeg har ikke haft bøgerne så længe, at det har været muligt for mig at få nogen praktisk erfa-

ring med dem, men det er mit indtryk, at vi her har at gøre med et par solide bøger, (uden at de er for solide).

Forfatteren siger selv, at han henvender sig til de ældste elever i folkeskolen og ungdomsskolen. Men faktisk kan også jeg lære en masse af at læse bøgerne, og det kan nok også andre fysik/elektroniklærere.

Der lægges op til projektorienteret undervisning, som kan føre frem til, at man dels besidder en »indsigt i elementære radiotekniske begreber« og måske også en praktisk konstruktion, i.e. en super-heterodyn-modtager (AM!!) bygget over et så moderne kredsløb som Siemens TCA440. (Det er hele vejen igennem moderne komponenter, der anvendes).

Bøgerne er rige på delmål: Man er ikke på noget tidspunkt i tvivl om, hvorfor man beskæftiger sig med en opgave eller et emne. Det vil føre for vidt at opremse indholdsfortegnelsen, men der er en rød tråd fra den ikke lange og ikke kedelige historiske begyndelse til det

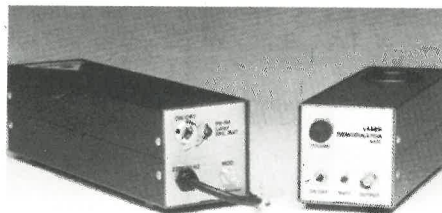
## LASERUDSTYR

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-



Producent: Buch & Holm A/S

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

Laser-demodulator,  
model 8406 . . . . . kr. **750,-**  
(Priser excl. moms)

*Buch & Holm A/S*

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

færdige projekt, og jeg synes egentlig ikke, at man taber den undervejs. Visse steder bliver den måske lidt tynd).

Bagest i begge bøger findes materialelister:

Bog 1 dækkes stort set af fysiksamlingen og bog 2 af en velassorteret elektroniksamling, som dog nok må suppleres lidt. Bagest i bog 2 findes desuden en righoldig litteraturliste samt sammenfoldede store diagrammer. Der er i det hele taget god støtte til den lærer, der ikke selv er ekspert inden for området.

HS har allieret sig med Aarhus Radiolager og nogle af printkortene. Selv om fremstilling af printkort til højfrekvens vist nok har sine særlige problemer, gøres der intet ud af denne disciplin. Alle printtegninger står klart og tydeligt, med skarpe kanter og hjørner. (Jeg synes at erindre min børnelærdom: Undgå skarpe hjørner på kobberbanerne, især ved højfrekvens. Men det er måske pedanteri?) Måske hænger det sammen med, at problemerne ikke er så store, så længe man beskæftiger sig med AM-modtagning!

Danmark var det første land i Europa, der indførte FM-transmission (1941)! Bøgerne bruger 3 linier og 1 tegning på FM.

Udfordring nr. 1: Hvem mon det først lykkes for, at gøre dette umulige emne tilgængeligt — vel at mærke inden for de udstyrsrammer, som er mulige i folkeskolen?

Jeg tror, at de fleste vil foretrække en FM-modtager. (Udfordring nr. 2: Kommer du med en FM-tuner, Herluf Skibdahl?, til indbygning).

Hvorom alting er: Det her ser spændende ud, og de elever, der kaster sig ud i arbejdet med disse bøger, får i hvert fald repeteret deres magnetisme og ellære på en meget spændende måde. (Ku' man? Projekt! Afgangsprøve! Måske? — Nå, det var bare en tanke!)

K.L.

*Rapporten »Naturorientering« 2. del 1985/86 for 4. klasse for Bakkebjergskolen.*

*FÅS: Fredensborg-Humblebæk kommunes skoleforvaltning - 02 28 14 01.*

*Pris 30 kr.*



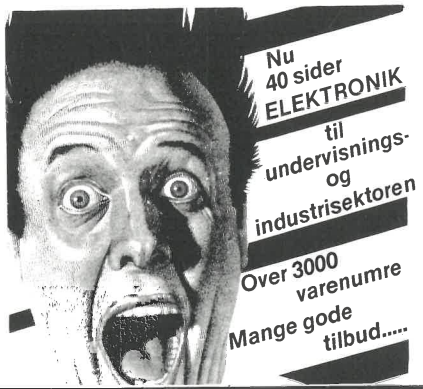
**o.hansen elektronik as**

Industrivej 24 . 7470 Karup . Tlf. 07-101188\*

*Vi takker vore kunder for et godt samarbejde i året som er gået.*

*— og ønsker en glædelig jul og et godt nytår.*

*NB: Vor nye avis udkommer primo januar...*



O. Hansen Elektronik A/S . Industrivej 24 . 7470 Karup . 07 10 11 88

## NYT FRA HOVEDSTYRELSEN

Efterårets væsentligste HS-aktivitet har været arbejdet med de nye læseplaner.

Selv om DFKF ikke er repræsenteret i det ministerielle læseplansudvalg, betyder dette ikke, at hovedstyrelsen i denne sag sidder med hænderne i skødet. Vor landsformand er således direkte — og foreningens læseplansudvalg indirekte — involveret i projektet.

Der er efterhånden udarbejdet en del skrivelser, hvori en række fagfolk giver et bud på, hvad der skal stå i de kommende læseplaner. Dette materiale dannede baggrunden for en brainstorming på DLH, som det ministerielle læseplansudvalg havde indbudt et halvt hundrede personer til fredag den 10. oktober.

Hovedindtrykket af denne begivenhed er, at der er meget langt mellem synspunkterne, og at det bliver vanskeligt at koordinere de mange ideer. Vi må derfor regne med, at der endnu vil gå måneder, før udvalget kan aflevere sit forslag til undervisningsministeren.

Meget af det, der blev sagt denne fredag, havde været fremme på formandsmødet i Nyborg i slutningen af august. Ved den lejlighed blev der imidlertid drøftet andet end læseplaner.

Hovedstyrelsen havde ønsket at høre afdelingsformændenes mening om et par ting af foreningssmæssig art — først og fremmest vort blad.

Det er vigtigt, at medlemmerne kan hente inspiration og hjælp i »Fysik-Kemi«. Men den målsætning kan bladet åbenbart ikke i øjeblikket helt leve op til, eftersom flere i forsamlingen fandt, at bladet var blevet kedeligt. Kritikken gjaldt såvel layout som indhold.

Fra de tilstedeværende modtog redaktionen flere forslag, som umiddelbart bedømt skaber forhåbning om, at tidsskriftet igen kan gøre sig fortjent til betegnelsen fra tidligere som »foreningens flag-skib«.

Det andet, som HS gerne ville snakke med formændene om, drejede sig om Lærerhøjskolens kursusvirksomhed.

Det er en udbredt opfattelse, at der uden for København tilbydes for få kurser i fysik og kemi. Her til svarede Carl Jørgen Veje og Peter Norrild, der var inviteret til mødet, at hverken Fysisk eller Kemisk Institut har ressourcer til at gøre mere for

provinsens fysik- og kemilærere, end det de i dag har påtaget sig.

Ønskes der flere kurser i DLH-regi, må indsatsen gøres i de enkelte afdelinger. De mente begge, at foreningen må arbejde på at blive repræsenteret i studienævnene.

Vor egen aktivitet på området giver også problemer. Miljølære-kurset, der skulle have fundet sted i begyndelsen af oktober, måtte aflyses på grund af manglende tilslutning.

Hvad kan årsagen være til, at kun godt en snes mennesker tilmeldte sig dette arrangement? Var den at finde i emnet, tidspunktet, annonceringen? — eller måske noget helt andet? Af hensyn til den fremtidige planlægning ville det være rart for os i hovedstyrelsen at få svar på disse spørgsmål.

Men også konferencen »EDB og fysik/kemi« synes nu at svæve i det uvisse. Den hårde medfart, som de eksisterende programmer har fået afholder os fra at gå i gang med forberedelserne til et efteruddannelseskursus med den nævnte titel. Der er dog et lyspunkt, idet man på DLH vil forsøge at fremstille brugbart software.

Risø er et andet sted, hvor man arbejder på at udvikle ting til gavn for folkeskolens fysik- og kemiundervisning. Man har f. eks. besluttet sig til at udsende små pjecer om aktuelle og relevante emner. Den første er færdig og er kommet til at hedde: »Noget om — radioaktivitet og stråling«. Besøgstjenesten skal intensiveres og omfatte andre end de nærmest boende.

Dette var en præsentation af en række vanskeligheder — tilført nogle positive pletter.

Ønsket for HS-arbejdet i 1987 skal være det omvendte: Mange succeser og få problemer.

J. J.

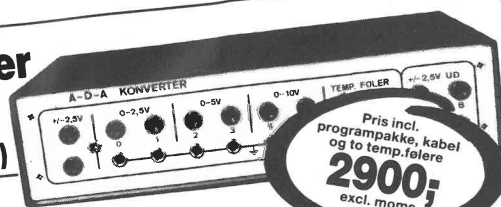
**Forretningsfører  
Vagn Andersen**

**kontortid fredag 9-12**

**Tlf. 08 18 35 20  
Giro 5-25 0447**

## A/D – D/A converter med indbygget vækst (»Ålborg-kassen«)

Atimco's ADA converter anvendes til alle gængse computere. Det brugerklare software er markedets mest anvendelige. Programmerne opdateres løbende – og de ny reviderede udgaver koster kun vore kunder en diskette.



Pris incl.  
programpakke, kabel  
og to temp. følere  
**2900,-**  
excl. moms

Pakken indeholder diverse demonstrationsprogrammer samt programmer til:

- temperaturmåling
- spændingsmåling
- Ph-måling
- Multimeter

Desuden kan to af følgende vælges gratis:

- Standard ADC (100 mysek)
- Fourier
- EKG
- Vejrstation
- Radioaktivitet

Ring og hør om mulighederne i din skoles computer!

Egsagervej 8  
DK-8230 Aabyhøj  
Tlf. 06 25 88 99

Bakkegårdsvej 202  
DK-3050 Humlebæk  
Tlf. 02 19 32 23

# ATIMCO

FYSIK · KEMI · BIOLOGI

### REDAKTIONEN:

Ansvarshavende redaktør & Kemi:

Helene Sørensen, 02 73 94 49

Vibeholms Vænge 11

2635 Ishøj.

Delredaktør:

Jan Madsen (Fysik)

Elmevej 4

4140 Borup - 03 62 64 33

Kurt Lorentzen (Elektronik)

Jeppes Torp 7

4300 Holbæk - 03 43 83 28

Ingolf Andersen (Fysik tips)

Høgholtvej 5

2720 Vanløse - 01 74 18 11

Erland Andersen (Annoncer)

Lerholms Vænge 33

2610 Rødovre - 01 41 34 40

Lay-out: Redaktionen

Tegninger: Finn Jørgensen

### Tidsskriftet FYSIK/KEMI

Vagn Andersen

Forretningsfører

Pernillevej 1 · 9000 Ålborg

08 18 35 20

Kontortid fredag 9-12

Giro 5 25 04 47

Annoncepriser i 1986:

Omslaget i gul/sort off-set.

Bagsiden incl. farve . . . . . 2550,00

Helside incl. farve . . . . . 2245,00

Halvside incl. farve . . . . . 1225,00

Helside excl. farve . . . . . 2045,00

Halvside excl. farve . . . . . 1125,00

Kvartside excl farve . . . . . 595,00

Rubrikannoncer pr. mm . . . . . 7,15

Der ydes fast kunde-rabat og rabat for repro-færdigt materiale

### Annoncer:

Annoncebestilling afgives til annonceredaktionen senest 3 uger før udgivelsesdatoen.

For reproduktionsfærdigt materiale dog kun 14 dage.

Abonnementspris 1986

90,00 kr. incl. moms.

73,75 kr. excl. moms.

Dette nummer er afleveret til postvæsenet 4/12 1986.

Stof til 1987/1 bedes sendt til redaktørerne inden 19/12 1986.

Næste nummer udkommer februar 1987.

Tryk: Bornholms Tidende

JØRGEN HANSEN

GEVNINGE BYGADE 36 A  
4000 ROSKILDE

# PRISMA FYSIKSYSTEM for 7.-10.klasse



## Fysik og kemi



Bestil direkte  
hos forlaget –  
telefon 02 64 21 22  
– eller få materialet til gennemsyn i 14 dage.

Fysik 7, grundbog	kr. 65,00	Fysik 9, grundbog	kr. 78,00
Fysik 7, lærervejledning	kr. 32,00	Fysik 9, lærervejledning	kr. 45,00
Fysik 7, elevforsøg (kopimappe)	kr. 490,00	Fysik 9, elevforsøg (kopimappe)	kr. 530,00
Fysik 8, grundbog	kr. 65,00	Fysik 10U, grundbog	kr. 93,00
Fysik 8, lærervejledning	kr. 32,00	Fysik 10U, lærervejledning	kr. 45,00
Fysik 8, elevforsøg (kopimappe)	kr. 490,00	Fysik 10U, elevforsøg (kopimappe)	kr. 610,00
Kemi 8/9, grundbog	kr. 78,00	Fysik 10G, (kopimappe)	kr. 670,00
Kemi 8/9, lærervejledning	kr. 45,00	Kemi 10, (kopimappe)	kr. 660,00
Kemi 8/9, elevforsøg (kopimappe)	kr. 530,00	Alle priser er excl. moms.	