

13. årgang nr. 4
1986 september

fysik • kemi

INDHOLDSFORTEGNELSE:

»Nye Leseplaner i Norge«	3
ELEKTRONIKREDAKTIONEN:	
Spændingsreference eller stabil Zenerdiode ...	6
FYSIKREDAKTIONEN:	
Chernobyl	9
Lokalafdelingerne	16
FYSIKTIPS	18
Formandsmøde 1986 — billedreportage . .	21
Videnskabshistorisk Museum, Århus	22
KEMIREDAKTIONEN:	
Kemisk binding V	24
NYT FRA FORLAG OG FIRMAER	27
Nyt fra hovedstyrelsen	30



Nye læseplaner: Kemi i køkkenet?

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

Nye Leseplaner i Norge

Svein Sjøberg

Mønsterplanen

Norsk grunnskole har 9 klassetrinn, og i den går alle barn fra 7 til ca. 16 år. Det er den såkalte Mønsterplanen, som bestemmer hva som skjer i denne skolen. Der gir man alle de rammer som bestemmer skolens hverdag, der fortelles hvor stor tid de ulike fagene skal ha, og der beskrives de enkelte fag i detaljerte fagplaner. Vår Mønsterplan er fra 1974. Nå er den under revisjon, og en ny plan skal tas i bruk i årene som kommer. Den vil bestemme over norsk skole fram mot år 2000, og er altså et viktig dokument!

Jeg har selv deltatt i arbeidet med fagplanen i naturfag, og skal her gjøre greie for hvilke tanker som ligger bak den nye planen.

De 6 første skoleårene inneholder lite naturfag. Man finner litt naturfag i det såkalte »orienterings-faget« og i faget »heimkunnskap«, men undersøkelser viser, at man ikke legger stor vekt på naturvitenskapen i disse fagene.

De tre siste årene, »ungdomstrinnet«, har mere naturfaglig stoff, og her møter elevene lærere som har en bedre faglig bakgrunn. (Selv om mange underviser i naturvitenskap uten å ha faglig bakgrunn fra disse fagene.)

Integrerte naturfag

Naturfagene i norsk ungdomsskole er »integrert« til ett fag, der det finnes elementer av biologi, fysikk og kjemi. Til sammen er det 8 uketimer fordelt på de tre klassetrinn. Også den gamle planen inneholdt de tre naturfagene som ett fag, men i den planen kunne de enkelte delfagene klarere skilles ut. Det var nærmest bare på timeplanen at fagene framsto som en enhet! Det fantes også lærebøker som var delt opp i de ulike fag, ofte fysikk/kjemi som en bok, biologi som en annen.

I den nye planen er integrasjonen ført mye lengre enn tidligere. Forøvrig gjelder det også

for naturfaget i første år i det norske gymnaset. Der er elevene ennå ikke fordelt på spesialiserte linjer, og de har et felles naturfag som i stor grad følger de samme prinsipper for oppbygging som ungdomstrinnet.

Mer om bakgrunnen for den nye planen:

Problemområder

Det har lenge vært misnøye med naturfagene i norsk skole. Hovedpunktene er at fagstoffet er for teoretisk og akademisk i sin oppbygging. Ja, det er nesten Universitetenes egen fagstruktur man har funnet igjen, bare krympet og beskåret.

Forskning har klart avdekket at elevene ikke har mestret dette stoffet, både fordi det har vært for intellektuelt krevende, men også fordi det ikke har vært interessant og motiverende. I presentasjonen av stoffet har man også neglisjert elevenes egne teorier og antakelser knyttet til naturfenomener, det vi enkelt kan kalle »hverdagsforestillinger«.

Elevene har også reagert på den manglende tilknytning til dagliglivets problemer som har preget skolens naturfag, og de har reagert på den manglende samfunnsmessige tilknytning.

Mange reagerer også over det skjulte budskapet i skolens naturfag, nemlig at faget er lukket, autoritært og ferdig, avsluttet. Elevene har følt, at det var et fag som besto av Riktige Svar på spørsmål som de selv aldri hadde formulert!

Disse uheldige sidene ved faget har resultert i, at mange elever har utviklet negative holdninger til faget, og at de har unngått faget når de har truffet sine videre valg. Spesielt gjelder dette jentene, som i større grad enn guttene velger sine fag ut fra interesse og holdninger og ikke ut fra hva som »lønner seg« ut fra økonomi og karriere.

Jeg vil tro, at det ovenstående er velkjent også i Danmark!

Revisjonsarbeidet

Arbeidet med de nye reformene har vært grundig. Først ble det laget et diskusjonshefte om naturfagene i norsk skole. Dette ble diskutert og kommentert ved skolene. Deretter begynte en fagplangruppe sitt arbeid på dette grunnlaget. Deres forslag til ny plan ble så sendt til skoler og fagmiljøer som uttalte seg. En endelig versjon ble så laget, før Kirke- og Undervisningsdepartementet nå har laget den endelige versjon. (Det er altså ikke bare naturfagene som er revidert, det gjelder alle fagplaner).

Det står altså en nokså samlet skole bak de nye prinsipper som fagplanen bygger på. La oss se litt konkret på den plat som skal gjelde kanskje fram til år 2000.

Prinsipper

Fagplanen er altså faglig integrert, og man har søkt å ta hensyn til den kritikken som er beskrevet ovenfor.

Planen er delt opp i 14 »hovedemner«, som igjen er beskrevet mer i detalj gjennom »delemner«. Det kan være interessant å liste opp de 14 hovedemnene:

- Observasjoner og forsøk
- Framstilling og omforming av data
- Vårt fysiske verdensbilde
- Vær og klima
- Liv, arv og utvikling
- Dyr og planter — bygning, levevis og miljø
- Kropp og helse
- Sansene vår
- Energi, naturressurser og livsgrunnlag
- Elektrisitet i hverdagen
- Informasjons- og datateknologi
- Hverdagsteknologi
- Stoffer i hverdagen og deres egenskaper
- Vitenskap, teknologi og livsvilkår

De to første hovedemnene skiller seg fra de andre ved at de går på prosesser, ikke på konkret faglig innhold. Man har valgt å gjøre det slik for å få fram at de vitenskapelige prosesser og arbeidsmå-

ter er like viktige som den konkrete etablerte kunnskap.

Siden fagplanens »pensumlister« er det som i realiteten styrer det som foregår i skolen, har vi altså satt opp dette som hovedemner. I den praktiske undervisning og i lærebøker er det klart at dette stoffet vil bli fordelt ut der det hører hjemme i faglig, innholdsmessig sammenheng. Men det kan ikke lenger neglisjeres!

De øvrige hovedemnene er temaer valgt utfra de premisser at det både skal være viktig som allmenndannende kunnskap, samtidig som det skal være av naturvitenskapelig karakter.

Vi ser at flere temaer i hovedsak er knyttet til ett bestemt av naturvitenskapene, for eksempel er «Liv, arv og utvikling» i hovedsak biologi, »Elektrisitet i hverdagen« i hovedsak fysikk, »Stoffer i hverdagen og deres egenskaper« i hovedsakk kjemi. Men andre emner er klarere tverrfaglige, om eksempelvalget og delemnene er ment å skulle understreke dette.

Ved at man har valgt temaer som det organiserende prinsipp, har vi valgt en organisering som ikke direkte tar utgangspunkt i vitenskapsfagets organisering. Og den rammen som fagstoffet settes inn i, kan bli annerledes med en slik organisering.

Tilknytningen både til daglig- og samfunnsliv kan bli sterkere. Tradisjonelt fysikkstoff som lyd og lys blir for eksempel behandlet under hovedemnet »Sansene våre«. Her er altså biologien og menneskekroppen valgt som utgangspunkt for en behandling av fysiske emner. undersøkelser viser klart at dette er en motiverende innfallsport, kanskje spesielt for jentene.

Vi ser også at stikkordet teknologi forekommer flere steder. Det er igjen gjort for å styrke samfunnstilknytningen, og for å få fram den praktiske anvendelse av vitenskapelig erkjennelse, både i daglig- og samfunnsliv. Også rent metodisk er det lagt vekt på teknologi, i den forstand at elevenes praktiske arbeid ikke bare skal tjene som illustrasjoner av teori. Med en »teknologisk« undervisningsmetodikk blir kriteriet for elevens

følelse av suksess at »det virker«, snarere enn at det fører til en abstraksjon. Derved kan opplevelser av suksess føre til at elever opplever glede, og at dette igjen kan føre til øket interesse også når det gjelder å »forstå« hva som foregår.

Metodisk veiledning

En fagplan har flere funksjoner. I tillegg til å være påbud om hvilket lærestoff som kreves gjennomgått, kan den også ha en mer konstruktiv funksjon. Den blir lest av lærere, den brukes i lærerutdanning, den detaljstudies av lærebokforfattere. Derfor er det viktig at planen ikke bare presenterer konklusjoner og påbud, men at den presenterer en argumentasjon for disse konklusjonene. Planen inneholder derfor en del grunnleggende betraktninger om naturvitenskapens

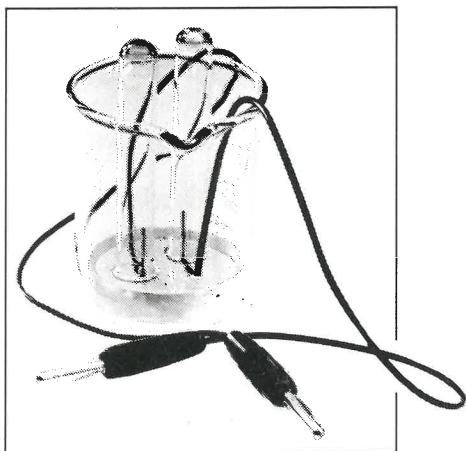
vesen, filosofi og historie, fagets plass og rolle i en allmenndannende skole for alle osv. Man kan lese de premisser som fagplanen bygger sine konklusjoner ut fra. Slik kan planen bli et instrument av verdi for en pågående fagdidaktisk diskusjon.

Hva med lærerne?

Lærernes kompetanse i naturfag er et stort problem på det norske ungdomstrinnet. Det var stort med den gamle planen, og det blir neppe mindre med den nye planen, som inneholder fagstoff og perspektiver som er nye for mange. Det ligger utenfor rammen av denne artikkelen å gå i detalj her, det kan vi komme tilbake til en annen gang.

Jeg har forstått at man i Danmark diskuterer reformer i leseplanene. Norske kolleger ønsker dere lykke til i arbeidet!

Elektrolyseapparat til elevforsøg



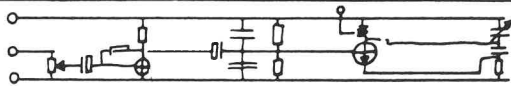
Elektrolyseapparatet består af en syrefast plastklods med kraftige platin-elektroder på 0,8 mm Ø, bægerglas og 2 reagensglas, 100×10 mm, til opsamling af luftarter.

Pris excl. moms kr. 175,-

Podis

Buevej 1
3400 Hillerød
tlf 02 261711

spørg Podis –
det betaler sig



Spændings-reference eller stabil zenerdiode

v/Kurt Lorentzen, Holbæk

Af og til er man ude for at skulle anvende en veldefineret spænding til for eksempel kalibreringsformål. Så rigger man måske en variabel spændingsforsyning til og håber, at den holder sin indstilling under proceduren, eller man griber i æsken med zenerdioder. Disse ligger dog i faste spring og har desuden den ulempe, at hvis strømmen igennem dem æn-

forholdet mellem tilbagekoblingsmodstanden og indgangsmodstanden (hhv. R_t og R_{ind}). Der er i denne konstruktio- valgmulighed mellem 4 forskellige tilbagekoblingsmodstande, hvilket så giver 4 mulige referencespændinger. (Antallet kan naturligvis nemt udvides).

Zenerdioden bruger det ene batteri og R_1 til at lave en kunstig *off-set-spænding*, her valgt til 5,1 volt.

Et eksempel:

Har vi valgt $R_t = 100 \text{ k}\Omega$ og $R_{ind} = 100 \text{ k}\Omega$, da bliver spændingsforstærkningen

$$F = R_t : R_{in} = 100k : 100k = 1 \text{ gang.}$$

Altså bliver udgangsspændingen 5,1 volt! Vælges $R_t = 10 \text{ k}\Omega$ ser det sådan ud:

$$F = R_t : R_{in} = 10k : 100k = 0,1 \text{ gang.}$$

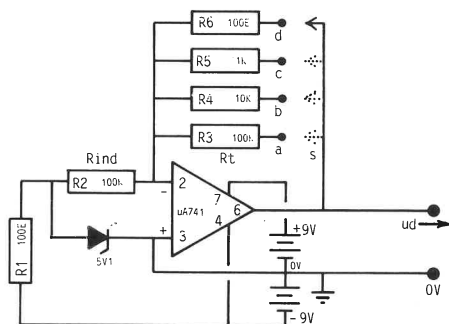


Fig. 1.
Inverterende operationsforstærker med »kunstig off-set-spænding«.

dres, så driver spændingen også! Bedre stillet er man med et kviksølvelement eller lignende, men også her er man bundet til faste spændinger.

Atter $\mu A741$

De læsere, der har fulgt med i de sidste 2 numre af FYSIK-KEMI, vil genkende denne kobling. Det er den inverterende forstærker, hvor spændingsforstærkningen udregnes som

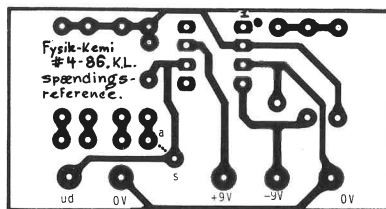


Fig 2.
Printplade. (51 x 27 mm).

Altså bliver udgangsspændingen 0,51 volt! Operationsforstærkerens egenstøj sætter dog en grænse for, hvor langt man kan følge denne opskrift, men da det kan være individuelt, må

man selv (eller lade nogle grænsesøgende elever) finde disse grænser. Regnestykket er så

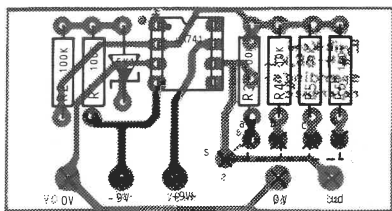


Fig. 3. Komponentplacering: R3-R6 kan erstattes af potentiometer på R3's plads.

enkelt, at man bestemt ikke behøver at føle sig bundet af de komponentværdier, som anvendes i denne opstilling, og med et passende valg af komponenter, skulle enhver ønskelig referencespænding kunne opnås.

Printet

Såfremt man ønsker frihed til trinløst at bestemme denne »stabiliserede zenerdiodes« zener

spænding, kan tilbagekoblingsmodstandene erstattes af et potentiometer, for eksempel en 100 kOhms trimpot, som kan sidde på R3's plads på printpladen. Så skal man lige huske at lave en lus fra s til a. Ellers er det hensigtsmæssigt at montere en omskifter mellem s og de fire modstande ved punkterne a til d. (Se fig. 3.)

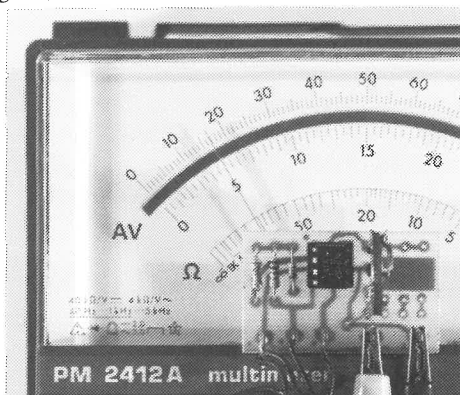


Fig. 4. De fire referencemodstandere er her erstattet af et potentiometer.

EL-FIA/S

Tlf. 05 93 32 00
Det bedste nummer i elektronik
 Postbox 17, 6. Julivej 85
 DK-7000 Fredericia, giro 5716160

ELLKIT®

DISKETTETILBUD!

Kat. nr. 95.020
 5 1/4" SS DD 48 TPI
 Til Commodore 64 m. fl.
 Mindste salg: 10 stk. - Pr. stk. **8,95**

Kat. nr. 95.010
 5 1/4" DS DD 48 TPI
 Til IBM-PC, Commodore 128 m. fl.
 Mindste salg: 10 stk. - Pr. stk. **12,50**

Farvede PC-disketter som 95.010
 Farver: Rød, orange, gul, grøn, lyseblå,
 mørkeblå, grå og hvid.
 Pr. stk. **18,30**

Også fordelagtige priser på
 MAXELL-disketter - f. eks. til
 Piccoline.
Kat. nr. 95.000 - Pr. stk. **43,95**

Farvede FUJI-disketter til Piccoline.
 Farver: Rød, grøn, blå, hvid, grå, sort.
 Pr. stk. **43,95**



Kat. nr. 95.025
 Diskettebox til 80 stk., med lås
 Pr. stk. **183,00**

Alle priser er incl. moms.

Alt i kabler, stik, stepmotorer og
 komponenter til computere. -

Alle reservedele til Commodore
 64/128 lagerføres.

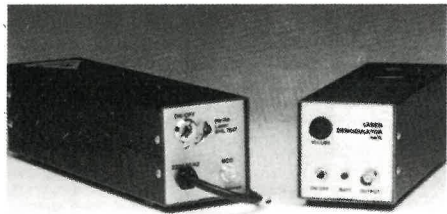
LASERUDSTYR

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. **1.960,-**

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

Man er naturligvis heller ikke bundet af zenerdiodens størrelse, men ønsker man den større end ca. 7 volt, må man være indstillet på at skulle øge forsyningsspændingen til for eksempel det dobbelte ved at bruge 4 stk. 9 volt batterier (2x18 volt).

Skæres printpladen ud i størrelsen 51 x 27 mm passer den i en TEKO P/1 kasse. Batterierne kan også være der.

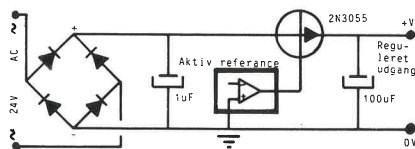


Fig. 5.
Simpel variabel strømforsyning med spændingsreferencen.

Strømforsyning

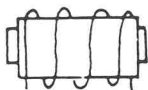
Som et yderligere plus kan denne variable referencespænding bruges til at styre en ef-

fekttransistor, hvorved man får en variabel strømforsyning. (Se fig. 5).

Ved et passende valg af transformator, kan den dobbelte forsyningspænding til IC'en også tages fra denne, så batterier undgås.

(p.S. Effekttansistoren skal på køleplade!)
God fornøjelse.

Komponentliste:	IC	$\mu A741$
	Z1 zenerdiode	5V1
	R1	100E
	R2	100K
	R3*)	100K
	R4*)	10K
	R5*)	1K
	R6*)	100E
	*) eller potm.	100K
	2 batterier	9V
	Eventuelt:	
	IC-sokkel	8 ben
	omskifter	1 x 4
	kasse	Teko P/1



CHERNOBYL-KATASTROFEN

Poul A. Nielsen fra Aalborghus Gymnasium har brugt sommerferien til at samle oplysninger om årets uheld/katastrofe:

Chernobyl

Mandag den 28. april 1986 kl. 9.30 indløb alarmen fra en strålingsdetektor 4 km uden for det svenske A-kraftværk i Forsmark: 10 mrem/h, adskillige hundrede gange den sædvanlige baggrundsstråling. Straks blev kraftværket standset, og personalet blev evakueret og undersøgt for radioaktivitet.

Men alt var i orden i Forsmark. Strålingen kom fra en sky af radioaktivt udslip, ført dertil af vinden fra et kraftværk mere end 1500 km borte dybt inde i Ukraine. Her var en kraftværksenhed eksploderet et par dage før, den 26. april kl. 1.23 lokal tid – en ulykke, der indtil da var blevet hemmeligholdt for omverdenen, men strålingen sladrede altså.

I det følgende fortælles lidt om Chernobylreaktoren, der på afgørende måde adskiller fra de i Vesten anvendte typer, og havariets forløb skitseres – så vidt som det er kendt. Der savnes nemlig stadig mange vigtige oplysninger fra de russiske myndigheder.

Endelig omtales de sundhedsmæssige konsekvenser.

CHERNOBYL-REAKTOREN

Russerne har i det væsentlige to typer reaktorer:

- Trykvandsreaktorer (i lighed med f. eks. Ringhals 2-4)
- Grafit/vand-reaktorer

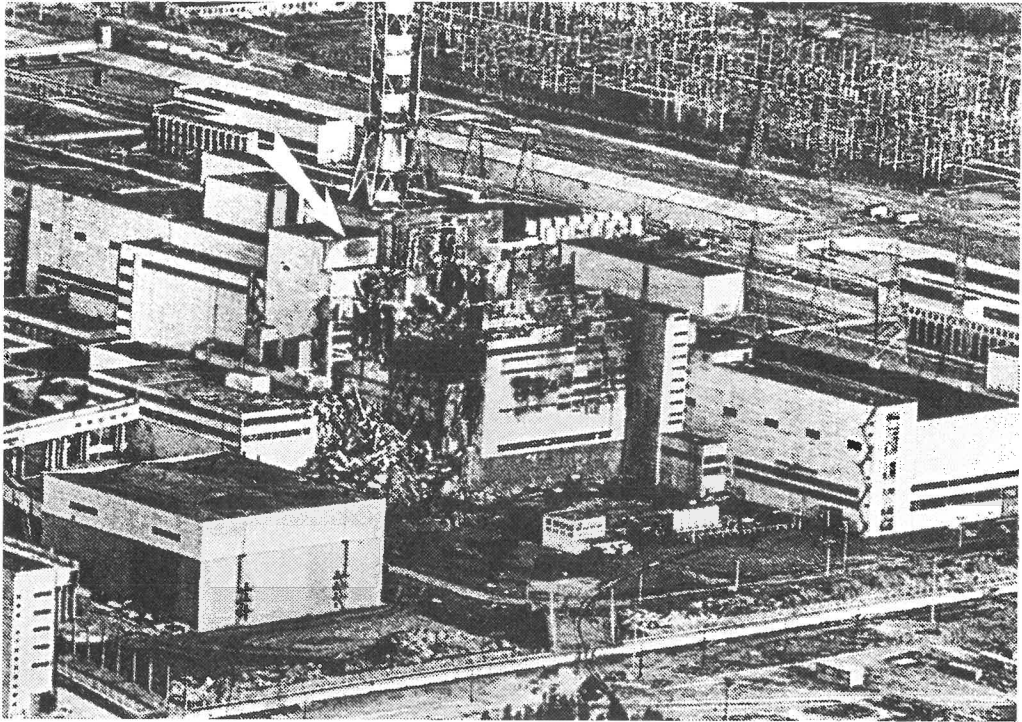
Chernobylkraftværket har (havde) 4 identiske reaktorer af sidstnævnte type med yderligere 2 under opførelse. Havariet indtraf i reaktor nr. 4, der befinder sig i samme blok som nr. 3, og som blev sat i drift i 1983. Det var altså en ret ny reaktor, der havarede.

Russerne har ellers mange års erfaring med drift af reaktorer af Chernobyl-typen. Således var deres første A-kraftværk fra 1954 ved Obninsk af denne slags, blot betydeligt mindre. Siden er der bygget adskillige kraftværker med denne reaktortype i stadig større udgave.

Reaktorerne i Chernobyl kunne hver producere 1000 MW el, lidt mere end hver af Ringhals-reaktorerne, og russerne har allerede enheder i drift på 1.500 MW.

Medens russerne har sat stærkt på Chernobyl-reaktorer, er denne type helt ukendt uden for USSR, end ikke de andre Østlande har nogen af slagsen. Grunden hertil kan være, at reaktoren tjener både et civil og et militært formål. Udover produktion af elektricitet bruges den nemlig til fremstilling af plutonium af bombekvalitet, noget som denne reaktor-type er særlig velegnet til, og som vel nok kan begrunde russernes ønske om at have den for sig selv. For resten er russerne ikke ene om at sammenblende civile og militære for-

Søndag 27. april 1986



mål. Det engelske A-kraftværk Calder Hall er et eksempel på et samme.

Chernobylreaktoren er som nævnt en grafit/vand-reaktor. Den kan karakteriseres således:

- Moderator: Grafit
- Kølemiddel: Almindeligt vand
- Brændsel: Lavt beriget uran
- Vandet koger direkte i reaktorkernen
- Ingen tryktank, men talrige trykrør

Det specielle ved Chernobyl-reaktorer er ikke disse enkelte træk, for de kendes også fra vestlige reaktorer, men kombinationen af dem i én reaktor er særegen for Chernobyltypen.

Reaktorkernen er en stor stabel grafitblokke, ca. 1000 tons i alt. Lodret gennem disse er der ca. 1600 kanaler med rør dimensioneret til et højt tryk. Inde i disse trykrør er der et smalt rør med uran (en såkaldt brændselstav), og igennem trykrørene pumpes køle-

vand under højt tryk, 70 atm. Andre kanaler i grafitblokkene er beregnet til kontrolstænger og måleudstyr.

Reaktorkernen befinder sig i en lufttæt beholder af beton, der kan modstå nogle få atm. overtryk. Luften i beholderen er helium og nitrogen – af hensyn til brandfare må der ikke være oxygen. Luften skal køle grafitten, der jo opvarmes ved neutronernes nedbremsning i den.

Fordele

Der knytter sig en række fordele til Chernobylreaktorerne. Med grafit som moderator kan de således nøjes med uran beriget til 1,8% U-235, hvor letvands-modererede reaktorer kræver en berigningsgrad på omkring 3%.

Den direkte kogning af kølevandet i reaktorkernen betyder – ligesom i andre kogevandsreaktorer, at man undgår ekstra kredsløb med dampgeneratorer. Endelig indebærer

brugen af de mange trykrør i stedet for én stor tryktank vigtige fordele:

- Man kan bygge reaktoren næsten vilkårlig stor, idet man bare tilføjer nogle flere rør og nogle flere grafitblokke. For en reaktor med tryktank sætter transportmulighederne for denne derimod en øvre grænse, rent bortset fra at russerne vitterligt har haft problemer med at lave tryktanke til deres trykvandsreaktorer.
- Man kan udskifte brændsel uden at stoppe reaktoren. Man undgår derved de ellers årlige nedlukninger ved brændselsskift, og man kan udskifte brændselstave i overensstemmelse med udbændingsgraden i de enkelte stave. Det forbedrer brændselsøkonomien, og det giver mulighed for at anvende nogle af brændselstavene til fremstilling af bombe-plutonium. Disse stave skal nemlig kun være kort tid i reaktoren, idet der ved fortsat neutronbestråling ellers dannes for mange uønskede plutoniumisotoper.

Ulemper

Men der er også ulemper. Først og fremmest er det risikabelt med et så kompliceret system af tusindvis af trykrør. Et brud på bare et af disse kan udløse et totalhavari.

Det er også risikabelt at bruge grafit som moderator, i hvert fald sådan som russerne gør det. Grafit kan jo brænde, og temperaturen i de russiske grafitmoderatorer er under driften højere end antændelsestemperaturen i atm. luft. Ganske vist er reaktorkernen indkapslet i en lufttæt beholder uden oxygen, men hvis denne beholder revner – og det gjorde den på Chernobylværket, bryder grafitten i brand.

Særlig farlig er kombinationen af vand som kølemiddel og grafit som moderator, og det af både kemiske og kernefysiske grunde:

1. Ved 1000°C (kun 250°C over normal driftstemperatur) forløber processen $H_2O + C \rightarrow$

$CO + H_2$ akkurat som på et gasværk!

2. Hvis vandet forsvinder, ophører kølingen, men fissionsprocesserne fortsætter, fordi moderatoren stadig er der. Faktisk kan fissionsprocesserne fremmes, når vandet forsvinder, idet vand er ret tilbøjelig til at absorbere neutroner, der så går tabt for kædeprocessen. De reaktorer, der bruger samme stof (vand) både som kølemiddel og moderator, har derimod en indbygget stabilitet. Ved tab af kølemiddel, mister de jo så også moderator, og dermed svækkes kædeprocessen.

Hvad skete der?

På havaritidspunktet var Chernobyl-reaktor nr. 4 lukket ned til 6% af sin normale effekt på 3.200 MW varme. Nedlukningen skyldtes noget rutinemæssigt reparationsarbejde, men af driftsøkonomiske grunde lod man reaktoren køre på lavt blus i stedet for at lukke den helt. Den nødvendige køling kunne klares ved vandets naturlige cirkulation, hvorfor kølevands-pumperne var stoppet.



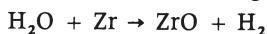
Så pludselig, helt uden varsel, steg kædeprocessens intensitet i løbet af bare 10 sek. fra de 6% til 50%, altså næsten en 10-dobling. En så voldsom effektstigning er umulig på vestlige kraftværker, hvor kontrolstængerne simpelt hen ikke kan trækkes så hurtigt ud af reaktorkernen. Hvordan det kunne lade sig gøre på Chernobylværket, er stadig en gåde.

Det er officielt oplyst, at der blev foretaget eksperimenter på Chernobylværket, og det er da heller ikke første gang, at russerne har foretaget forsøg i fuld skala på deres kraftværker. Men det er ikke oplyst, hvad eksperimenterne bestod i. Muligvis drejede det sig netop om kontrolstængerne, og muligvis havde russerne af hensyn til eksperimenterne sat de kontrolstænger ud af funktion, der ellers automatisk skulle forhindre voldsomme effektstigninger.

Som følge af den pludselige effektførogelse under ineffektive kølingsforhold steg damptrykket, og et eller flere kølerør i reaktorker-

nen sprængtes. Damp ved 70 atm. trængte ud i grafitten, og det var mere end beholderen uden om kunne klare. Den revnede, og den udtrængende damp dræbte en tekniker, der befandt sig oven over reaktoren.

Hurtigt nåede temperaturen i reaktorkernen op over 1000°C, hvor der dels dannes vandgas (af vanddamp + grafit) som tidligere nævnt og dels dannes frit hydrogen ved en tilsvarende proces med zirkonium – en væsentlig bestanddel af de mange rør:



Den brændbare gas blandedes snart med luften i reaktorbygningen, og da det eksploderede, styrtede bygningens øverste dele sammen. Kranen øverst i bygningen og hele taget faldt ned og skadede derved reaktorkernen yderligere, foruden at endnu en tekniker blev dræbt af nedstyrtende genstande.

Nu havde den atmosfæriske luft let adgang til den stærkt ophedede grafit, og der udbrød

A/D – D/A converter med indbygget vækst

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.

Pakken indeholder diverse demonstrationsprogrammer samt programmer til:

- temperaturmåling
- spændingsmåling
- Ph-måling
- Multimeter

Ring og hør om mulighederne i din skoles computere!

Desuden kan to af følgende vælges gratis:

- Standard ADC (100 mysek)
- Fourier
- EKG
- Vejrstation
- Radioaktivitet 500

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



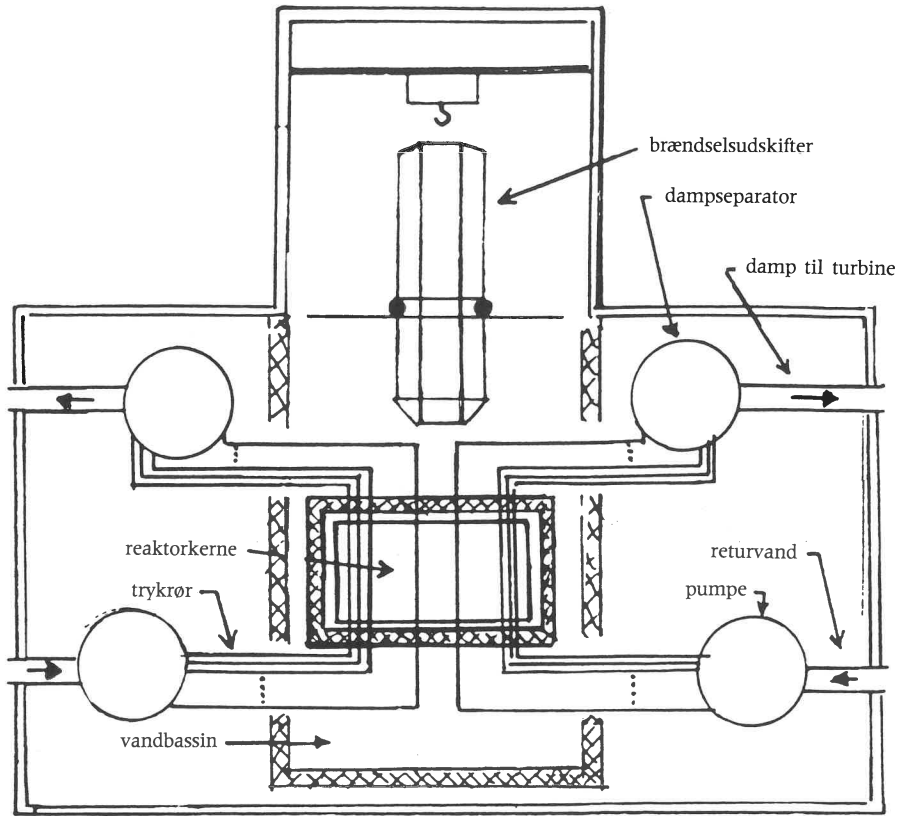
Egsagervej 8
DK-8230 Aabyhøj
Tlf. 06 25 88 99

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

ATIMCO

FYSIK · KEMI · BIOLOGI

Chernobyl-reaktoren

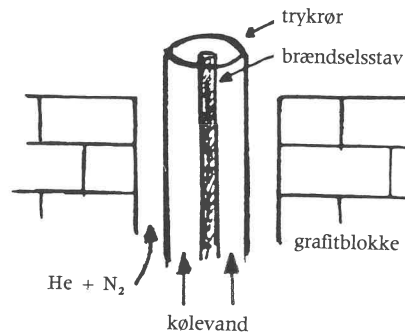


Principskitse af en »Chernobyl«-reaktor

en heftig grafitbrand, der hærgede i adskillige dage. Nogle brændselsstave var allerede smeltet, og mange flere smeltede under branden.

Indholdet af højradoaktive fissionsprodukter kunne så fordampe væk og slippe ud af den ødelagte bygning. I løbet af 4–5 dage undslap måske omkring 25% af de radioaktive stoffer.

Men russerne var heldige. Vejret i området var stabilt, og den heftige varme fra branden førte udslippet højt op i atmosfæren, hvor det fortyndedes. Vinden gik nordover, væk fra storbyen Kiev. Hvis vinden havde ført udslippet til Kiev, og hvis det havde regnet der, så havde det »værest tænkelige« uheld formodentlig været en realitet. Med de faktiske vejrfor-



Detalje i reaktorkerne

hold blev det lokale nedfald trods alt ret begrænset.

Indeslutning?

Der har rådet en del forvirring om, hvorvidt den havarede reaktor var anbragt i en såkaldt indeslutning (containment). Forvirringen skyldes dels manglende kendskab til de russiske kraftværker, dels at begrebet indeslutning langt fra er éntydigt. Således er der, alt afhængig af typen, stor forskel på vestlige reaktors indeslutning.

Trykvandsreaktorer, som f. eks. Ringhals 2-4, har alle steder i verden, også i Sovjet, en indeslutning, der er til at se udefra. Det er nemlig den yderste 50–60 m høje bygning med kuppelformet tag. Den består af metertykt, armeret beton, og den udgør en lufttæt og tryksikker barriere mellem reaktoren og omverdenen, tryksikker i alt fald for så vidt, at den kan modstå det damptryk, der kunne opstå ved totalhavari. Det var da også en sådan indeslutning, der modstod gasekspllosionen på Tremileøen i 1979 (hvor der dannedes hydrogen ved vand-zirkonium reaktionen). Derved blev udslippet dengang meget begrænset.

Den bygning, der rummede Chernobylreaktoren, var ikke en sådan indeslutning, men nærmest en almindelig fabriksbygning, der ikke holdt til gasekspllosionerne. I hvilken udstrækning der var en indeslutning inde i bygningen, i stil med hvad der kendes fra vestlige kogevandsreaktorer, vides ikke, men den holdt altså heller ikke.

Uden i øvrigt at tage stilling til, om de russiske sikkerhedsforanstaltninger er på højde med de vestlige, kan det nævnes, at de engelske gaskølede grafitreaktorer i hvert fald ikke har indeslutningen af den art, der kendes fra trykvands- og kogevandsreaktorer. Man bedømmer disse reaktorer til at være sikre nok i sig selv.

Allerede under den voldsomme grafitbrand gik man i gang med at indkapsle reaktoren.

Fra helikoptere kastede man mange hundrede tons sække med sand, tilsat bly og bor, ned over den brændende reaktor. Man ville udnytte, at de nævnte stoffer ved meget høje temperaturer danner en tæt keramisk masse.

Siden er indkapslingen fortsat med beton under og op ad siderne på reaktoren. Samtidig må der også sørges for fortsat køling i et par år. Ganske vist er fissionsprocesserne ophørt, men der dannes fortsat en betydelig mængde varme ved de mange radioaktive stoffers omdannelser.

Man er i gang med et kæmpemæssigt og vanskeligt rensningsarbejde på og omkring værket. Med fjernstyrede gravemaskiner fjernes forurenede jord, og bygninger skal spules og renses med skrappe kemikalier.

Det er meningen, at reaktor nr. 3 skal sættes i drift igen efter et grundigt gennemsyn, men den ødelagte reaktor nr. 4 vil blive stående som et betonindkapslet minde til skræk og advarsel, og det bliver næppe nogen turistattraktion, sådan som den ødelagte reaktor på Tremileøen er blevet det.

Sundhedsmæssige følger

Chernobylkatastrofen er historiens første ulykke med civil A-kraft, hvor mennesker er blevet skadet påviseligt af stråling. Nok havde også ulykken på Tremileøen et betydeligt materielt omfang, men dengang fik ingen mennesker stråledoser med registrerbar skadelig virkning.

I Chernobyl fik over 200 mennesker akut strålesyge efter at have modtaget stråledoser på flere tusinde gange et helt års baggrundsstråling. 28 af dem er døde. Men det er kun toppen af isbjerget. Trods heldige vejrforhold har hundredtusinder af mennesker i Ukraine fået stråledoser, der ganske vist ikke har fremkaldt akut strålesyge, men som har forøget deres risiko for kræft betydeligt. Russerne har ikke oplyst, hvor store stråledoser befolkning-

gen har fået, men vestlige eksperter anslår, at måske over 10.000 russere vil få kræft i de kommende år som følge af ulykken.

Her i Danmark slap vi billigt. I gennemsnit fik vi en stråledosis, der svarer til 10% af et års baggrundsstråling, hvilket giver samme sygdomsrisiko som rygning af et par cigaretter. Teoretisk kan det for os danskere dreje sig om 4-5 ekstra kræfttilfælde fordelt over de næste 40 år, og det kan selyfølgelig ikke registreres, idet hver fjerde af os får kræft alligevel. Foster-skader og genetiske skader anses for udelukkende ved så ringe doser (se »Civilforsvar« 4/86).

For vore nabolande gælder stort set det samme. Dog har stråledoserne lokalt (i områder med regnvejre) været op til ca. 10 gange større.

Perspektiver

Medens de vestlige lande har bremset deres udbygning med A-kraft, satser russerne på en væsentlig forøgelse. De har ganske vist rigtig

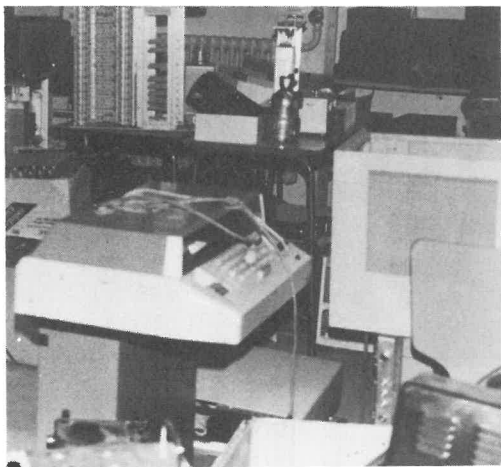
mange kul, men mest på den forkerte side af Ural, så næsten halvdelen af deres jernbane-transport er beslaglagt af kullene. Grafen viser udviklingen i de russiske A-værkers samlede el-effekt tillige med planen for de næste 5 år.

Russerne vil næppe opgive deres udbygningsplan for A-kraft, de har jo ikke problemer med A-kraftmodstandere. Officielt næres fuld tiltro til teknikken, og Chernobyl-ulykken tilskrives udelukkende menneskelige fejl, som man vel må mene at kunne gøre noget ved. Fejlene var ellers angiveligt temmelig grove: Uansvarlig eksperimenteren med et helt kraftværk, uden myndighedernes tilladelse og med tilsidesættelse af en lang række regulativer.

Derimod vil Chernobylulykken sikkert yderligere bremse de vestlige landes anvendelse af A-kraft. Nogen vil kalde det en skæbnens ironi, men det er jo som man ser på det.

Kilder: Ovenstående er stort set en sammenfatning af en række artikler i tidsskrifterne »Ingeniøren«, »New Scientist« og »Nature« i tidsrummet 1. maj-10. august.

MATERIALECENTRALEN



**Bestil en kasse med elektronik
eller besøg os**

**Islebrovej 44
2610 Rødovre**

**Finn Horn 01 79 05 88
Erland Andersen 01 41 34 40**

Afdelingerne

1. september 1986

afdeling	formand	kasserer
01 Storkøbenhavn Giro: 6 12 79 83	Erland Andersen Lerholm Vænge 33 2610 Rødovre Tlf. 01 41 34 40	Kai Strüwing Stenlillevej 9 2700 Brønshøj Tlf. 01 60 35 40
03 Frederiksborg amt Giro: 3 11 32 48	Viggo Eriksen Holmevej 29, Anisse 3200 Helsingø Tlf. 02 29 58 98	Poul Risager Meisevang 6 3450 Allerød Tlf. 02 27 34 14
04 Sydsjælland Giro: 2 01 62 30	Jan Madsen Elmevej 4 4140 Borup Tlf. 03 62 64 33	Vita Kühl Kildegårdsvej 5, Fensmark 4700 Næstved Tlf. 03 74 66 02
05 Nordvestsjælland Giro: 6 49 90 15	Kurt Lorentzen Jeppes Torp 7, Tjebberup 4500 Holbæk Tlf. 03 43 83 28	Finn Boisen Sønderstedvej 26, Søndersted 4340 Tølløse
06 Bornholm Giro: 9 39 16 49	Povl Stenbæk Pilebroen 24 3770 Allinge Tlf. 03 98 07 17	Johnny Boesen Rasmussen Skansevej 8, Balka 3730 Nexø Tlf. 03 99 29 28
07 Fyns amt Giro: 6 05 74 03	Palle Hansen Sletterødvej 7 5463 Harndrup Tlf. 09 88 15 47	Kurt Riisom Rulkedalen 26 5260 Odense S Tlf. 09 15 13 75
08 Vendsyssel Giro: 8 06 71 12	Henning Frede Jacobsen Vibevej 15 9900 Frederikshavn Tlf. 08 42 89 86	Kai Daniel Pedersen Østerbro 5 9800 Hjørring Tlf. 08 91 02 38
09 Ålborg og omegn Giro: 2 43 77 59	Vagn Andersen Pernillevej 1 9000 Ålborg Tlf. 08 18 35 20	Aage Kristiansen Grønnegade 33 9362 Gandrup Tlf. 08 25 91 83

afdeling	formand	kasserer
10 Århus og omegn Giro: 6 68 81 28	Svend Fristed Ellekærparken 18 8543 Hornslet Tlf. 06 99 47 81	Jørgen Jensen Herluf Trolles Gade 34 8200 Århus N Tlf. 06 16 17 01
11 Horsens og omegn Giro: 9 04 10 87	Ole Kristensen Prinsessevej 13 8700 Horsens Tlf. 05 64 19 04	S. Chr. Hansen Mindegade 42 8700 Horsens Tlf. 05 62 15 67
12 Midt-vest Giro: 3 14 78 27	Herløv Carstensen Skolesvinget 19, Snebjerg 7400 Herning Tlf. 07 16 11 90	Erik Thorsager Søbakken 8, Borbjerg 7500 Holstebro Tlf. 07 46 14 87
13 Trekant-området Giro: 1 12 86 12	Arne Slagor Ålykkegade 20 6000 Kolding Tlf. 05 53 45 38	Poul Kaarup Treldevej 1 7000 Fredericia Tlf. 05 93 36 40
14 Sydvestjylland Giro: 1 11 84 71	Aage W. Rieck Grønningen 8 6700 Esbjerg Tlf. 05 12 94 17	J. F. Jespersen Haraldsgade 60 6700 Esbjerg Tlf. 05 13 68 57
16 Åbenrå-Sønderborg Giro: 9 22 20 81	Ole Chr. Poulsen Grønningen 62 6230 Rødekro Tlf. 04 66 23 21	Jørgen B. Olesen Hydevadvej 54 6230 Rødekro Tlf. 04 66 92 62
19 Randers og omegn Giro: 1 32 71 27	Jørgen Maach-Møller Stjernevej 31 8900 Randers Tlf. 06 43 44 87	Knud Jespersgaard Liljevej 8 8981 Spentrup Tlf. 06 47 70 54

***Kender du en fysiklærer, der ikke
er medlem!
— vis ham eller hende adresselisten...***



Redaktion: Ingolf Andersen, Høgholtvej 5, 2720 Vanløse

Om finkulturel dannelse og jyske kaffepunche ved grøftekanten

Professor E. W. Thulstrup



fig. 1

I en kort indledning blev det påpeget, at finkultur i vore dage har ganske andre kriterier end indsigt i ophøjede fysiske og kemiske emner, og nu mere og mere beskæftiger sig med bugens behov, mens et andet løsen er blevet: »Rødder« i dette ords forskellige specialbetydninger.

Har man sine rødder i hovedlandet og vil tale om finkultur (læs: Frokost ved grøftekanten), vil begrebet »Kaffepunch« øjeblikkeligt melde sig — og her er straks 3 opskrifter:

- 1) Ældgammel opskrift: 1 kop kaffe + 2 snaps
- 2) Senere opskrift: 1 kop kaffe + 1 snaps
Nej, ikke det, du tror, men snapsen er blevet stærkere (navnlig efter at man er gået over til at regne med volumenprocent)
- 3) a) En tiøre på bunden af koppen
b) Kaffe, indtil tiøren ikke ses mere
c) Snaps, indtil tiøren atter ses tydeligt
d) Tiøren genbruges

Simple forsøg vil vise, hvad opskrift nr. 3 er værd.



fig. 2

Forsøg 1

Forsøget udføres ikke, da erfaringen viser, at opskriften gælder for det benyttede apparatur — hver gang. Desuden kan over-head'en ikke gennemlyse koppen ordentligt.

Forsøg 2

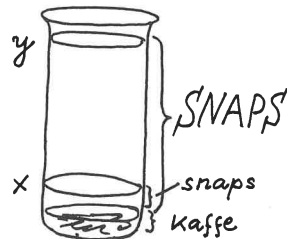


fig. 3

Koppen er her erstattet med et højt bægerglas.

- a) Kaffe op til væskehøjde mrk. »x« får netop tiøren til at forsvinde.
- b) »Forurening« med snaps (f. eks helt op til »y«) får ikke tiøren til at dukke op igen!

Forsøg 3

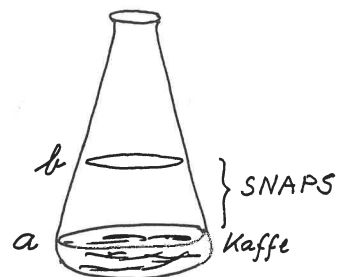


fig. 4

Bærglasset erstattes med en Erlenmeyerkolbe. Her gælder åbenbart den omvendte regel:

- a) Kaffe, til tiøren stadig ses
- b) Snaps, til tiøren forsvinder!??

Forklaring:

Vi er i hænderne på Lambert-Beers Lov, der siger

$$\log \frac{I_0}{I} = E \times c \times h \quad \S$$

Det fremgår af formlen, at logaritmen til forholdet mellem lysintensiteten ved bunden og ved overfladen af væsken afhænger af en konstant (E), samt at faktorerne (c), som er et udtryk for koncentrationen af farvestoffet, og (h), der i dette tilfælde er lig med væskehøjden.

Det ses endvidere, at ved tilsætning af samme kvantum snaps vil (c × h) og dermed (I₀/I) vokse i forsøg 3, aftage i det ikke viste forsøg 1, hvor koppen er bredest foroven, og være konstant i forsøg 2.

Advarsel: Mange moderne kopper har nærmest cylinderform. Hold godt øje med tiøren, mens I hælder snapsen i!

P.S. En rund kolbe vil åbenbart kombinere alle tre forsøgsbetingelser (se fig. 5).

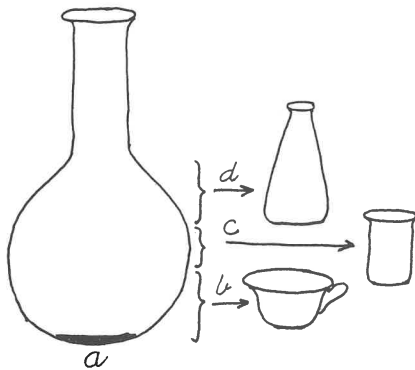


fig. 5

- a) Kaffe, der skjuler tiøren
- b) Tiøren dukker op ved tilsætning af snaps
- c) Tiøren ses stadig
- d) Tiøren forsvinder atter

Gør det selv!

Forsølv eller forgyld din julestjerne.

v/ Metka Vrtacnik, Lubjana

Af økonomiske årsager nøjede eksperimentator sig med at forsøve »stjernen«.

- a) Et stykke el-ledning af-isoleres i passende længde (fig. 6)

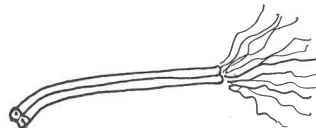
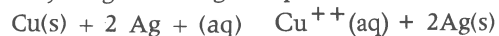


fig. 6

- b) Kobbercorerne (der er ca. 22) flosses op, snos eventuelt sammen i »stråler« som lys fra en stjerne

- c) Stjernen dyppes i en opløsning, der indeholder Ag⁺ ioner

- d) Da Ag står »til højre« for Cu i spændingsrækken, foregår der følgende proces:



- e) Det fri sølv aflejres på kobber»strålerne«

- f) Strålerne arrangeres smagfuldt, og stjernen er klar til at anbringes efter hensigten (fig. 7).



fig. 7

2) CO₂ — Lullaby

En »vugge«, der er fremstillet af et stort stykke klart plasticfolie er fæstet med tøjklammer til rammen på en jernseng af baby størrelse. (Fig. 8)

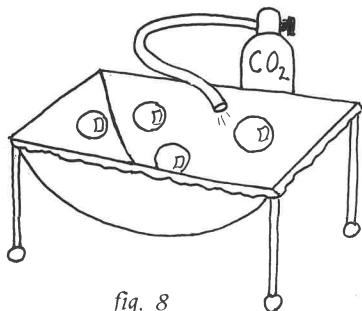


fig. 8

»Vuggen« fyldes med CO₂, mens den dristige unge herre fra første række ihærdigt blæser sæbebobler ned i sengen. Boblerne svævede hyggeligt rundt endnu, mens »vuggen« blev kørt ud.

Landsformanden Helene Sørensen

1) Fluorescens — eller: Hvilken farve?

Først lidt mystik:

To pulvere i selskab med nogle dråber konc. svovlsyre opvarmes kraftigt i et reagensglas. Stoffet bliver *rødt* og lugter ilde. Det røde stof opløses — efter afkøling — i en klar væske. Opløsningen hældes derefter over i et højt (1000 ml) bægerglas, der er næsten fyldt op med en anden klar væske.

Når dette bægerglas belyses forfra, fluorescerer indholdet med en *vissengrøn* farve, men ved gennemlysning ændres farven og bliver *rødgul*. Endelig hældes et par dråber — (jeg så, det var saltsyre?) — i bægerglasset, og straks går glansen af Sankt Gertrud: Intet farveorgie mere.

Spørgsmål: Hvilke skarnstreger har de letbenede atomer og molekyler haft med hinanden?

Nøgle

For den suveræne kemiker er processen klar som dagen. De to pulvere var: 1) 1 spatelspids phtalsyreanhydrid. b) 2 spatelspidser resorcin. Dertil et par dråber H₂SO₄ konc. Det afkølede produkt, fluorescein, opløses i ca. 20 ml NaOH, og opløsningen fortyndes ad ca. 1 liter. Fluorescein anvendes bl. a. til fremstilling af forskellige farvestoffer: Eosin, Floxin m. fl.

Og nu til formlerne og »de små«s krumspring (se fig. 9 og 10).

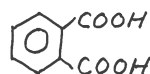
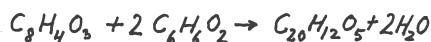
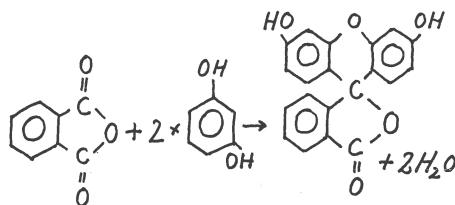


fig. 9



ftalsyre- + resorcin → fluorescein
anhydrid + vand

fig. 10

Fig. 9 er selvephtalsyren med sine to nabo-COOH-grupper. Men i forsøget arbejdes der med syreanhydridet. Processen ser derfor ud som fig. 10.

En væske, der lyder navnet fluorescein forventes naturligvis at kunne fluorescere. Men vore små kemielever må da gerne vide, at et stof, der fluorescerer, ikke nødvendigvis behøver at have noget at gøre med gassen fluor. Navneligheden har sin forklaring — men det er en anden historie.

Videnskabshistorisk Museum, Århus

I det kommende efterår og frem til april 1987 vil det være muligt at supplere undervisningen i atom- og kernefysik med et besøg på Videnskabshistorisk Museums nye særudstilling »Den usynlige Verden – om fysikkens vej til atomets indre«.

Udstillingen dækker perioden fra ca. 1840 til 1940. Af hensyn til overskueligheden er den delt op i 5 delhistorier:

1. Liniespektre og spektralanalyse
2. Katodestråler og elektronens opdagelse
3. Det periodiske system
4. Naturlig radioaktivitet
5. Kunstig radioaktivitet

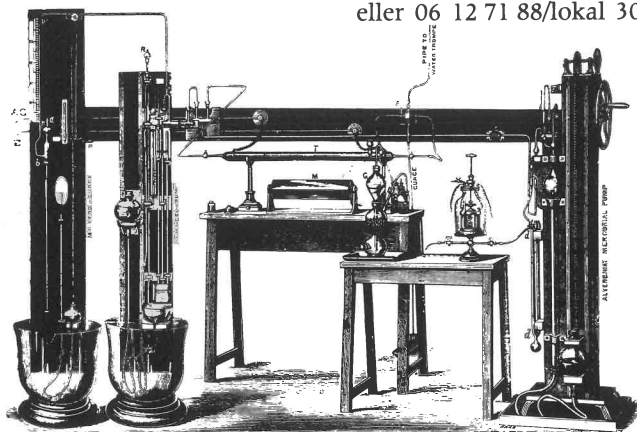
For at gøre emnet levende og anskueligt er der på udstillingen en del trykknappbetjente forsøg. Man kan blandt andet se arbejdende opstillinger, der viser udladninger i fortyndet luft, liniespektre, katodestråler, J. J. Thomsons metode til måling af e/m for elektroner, α , β og γ -strålers evne til at trænge gennem stof, samt et kontinuert virkende tågekammer, hvori

man kan iagttage de evigt skiftende mønstre, der dannes af baggrundsstrålingen.

Et forsøg med en neutronkilde viser, hvorledes et lille stykke sølv, der bestråles med modererede neutroner – som moderator bruges 800 l vand – bliver radioaktivt, og på en arbejdende multi-kanalanalysator tegnes γ -spektret fra en radioaktiv kilde. To opstillinger, som især efter ulykken på Tjernobyl har givet anledning til mange gode spørgsmål og kommentarer.

Udstillingen er bedst egnet for klasser, som har været gennem de relevante dele af pensum, men da der er gjort et bevidst forsøg på at lade udstillingen henvende sig direkte til elevernes sanser, har det vist sig, at også besøgende uden stor baggrundsviden finder den både spændende og tankevækkende.

Ved klassebesøg stiller Videnskabshistorisk Museum en rundviser til rådighed. Man skal blot kontakte museet en uge før et planlagt besøg for at aftale tid. (Ring på 06 14 88 24 eller 06 12 71 88/lokal 300).



Undersøgelser af den elektriske modstand i stærkt fortyndet luft førte til opdagelsen af røntgenstrålingen og elektronen. De la Rue og Müller var i 1978 de første, der kunne variere trykket i udladningsrøret selv ved meget

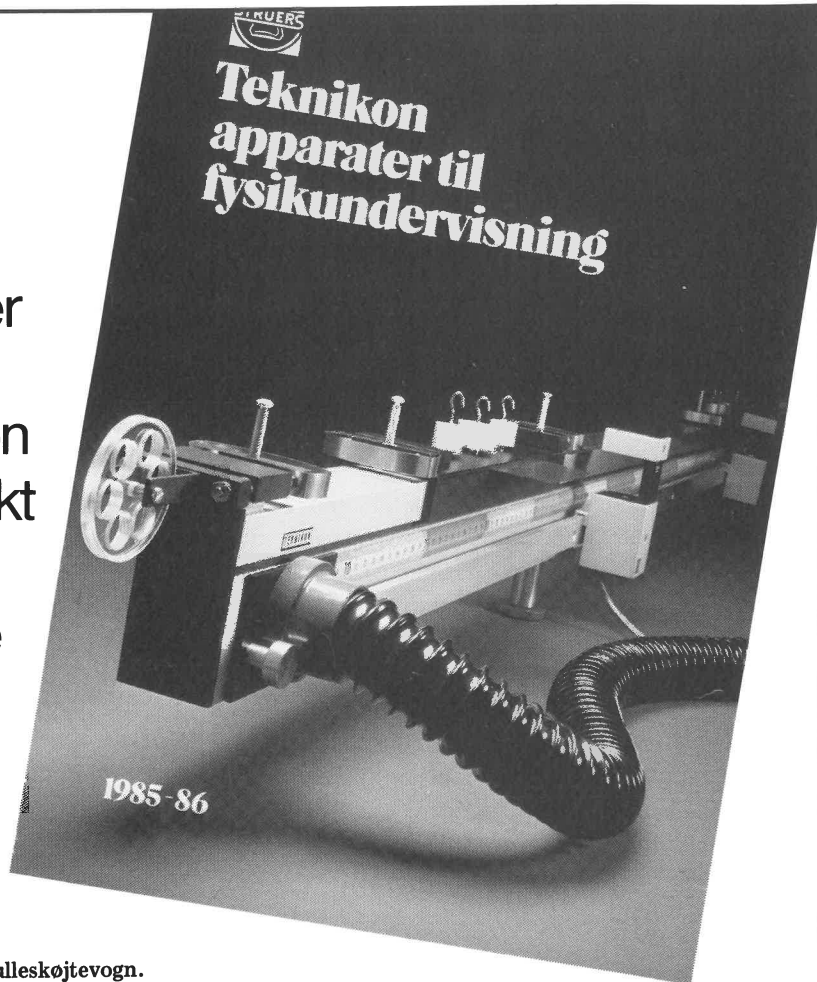
lave tryk. De udpumpede røret i 3 trin med 3 forskellige pumpetyper. Det udpumpede rør er vist ved T. Strømforsyningen, som bestod af 2400 serieforbundne galvaniske celler, er ikke vist.

Konference – Læseplaner – Nyborg Strand
FORMANDSMØDE 29.–30. AUG. 86



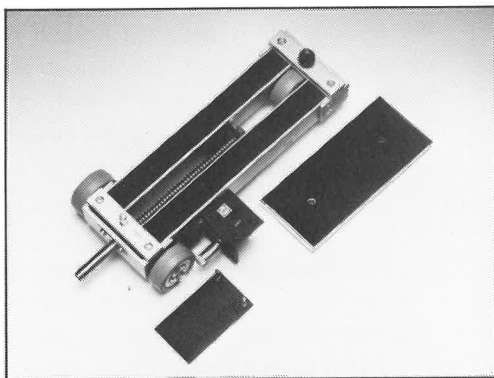


Rekvirér
vort
Teknikon
prospekt
med
prislister



Eksempel:

280525-01 — Rulleskøjtevoغن.



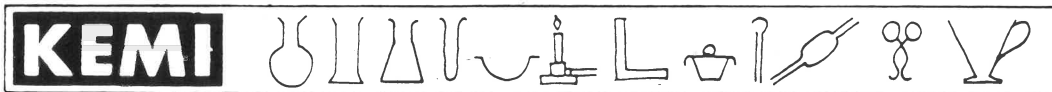
Stabil, letløbende med støvbeskyttede kuglelejhjul. Platform med skridsikkert materiale til fastholdelse af lodder. Aftagelig platform til afskydning af masse (se ill.). Trykknåpudløsning af fjederkanon. Bananbøsninger til hurtig fastgørelse af dynamo/elmotor. Fingerskruer til fastgørelse af timerpapir. Vognens totalvægt u/motor: 1 kg.

280525-01-Rulleskøjtevoغن kr. 435,-
280526-01-Dynamo/elmotor kr. 92,-
280527-01-Pladelod 1 kg kr. 94,-
280528-01-Pladelod 2 kg kr. 112,-

(excl. moms og med forbehold for ændringer).

STRUERS A/s

KØBENHAVN: Valhøjs Allé 176, 2610 Rødovre. Telefon 01-70 80 90
ÅRHUS: Skanderborgvej 277 C, 8260 Viby J. Telefon 06-28 34 00
ODENSE: Klokkestøbervej 12, 5230 Odense M. Telefon 09-15 80 30



REDAKTION: Helene Sørensen, Vibeholms Vænge 11, 2635 Ishøj

KEMISK BINDING - V

v/Erik W. Thulstrup

De foregående artikler er bragt i nr. 5/1984, nr. 1/1985, nr. 4/1985, nr. 5/1985

Denne artikel handler om forskellige bindingstyper

Indtil kvantemekanikkens fremskridt i begyndelsen af dette århundrede gjorde en systematisk beskrivelse af kemisk binding mulig – om end ikke altid nem – måtte man klare sig med et intuitivt grundlag for beskrivelsen af forskellige molekylers opbygning, som f. eks. det Lewis-strukturerne repræsenterer. Man forsøgte også at klassificere bindinger, ikke blot i intermolekylære og intramolekylære, men de sidstnævnte blev opdelt i en lang række undergrupper, som vi tidligere har været lidt inde på. Der taltes om:

- Kovalente bindinger
 - Ionbindinger
 - Metalbindinger
 - Koordinationsbindinger
 - Charge-transfer (ladningsoverførselsbindinger)
 - Æn-elektrobindinger
 - Chelat-bindinger
- og mange flere.

Oftentimes var det vanskeligt at klassificere en given binding, idet den kunne henføres til to eller flere af ovennævnte grupper. På én måde repræsenterer definitionen af de mange bindingstyper en uønsket komplicering af et billede, der i princippet er enkelt: En binding mellem to atomer opstår, når den negative elektronladning og de positive kerneladninger kan placeres på en sådan måde i forhold til

hianden, at den samlede energi når et minimum. På den anden side var disse kvalifikationer på mange måder nyttige og har gjort kemikerens daglige arbejde nemmere, end det ville have været uden nogen tilsvarende intuitiv basis. Vi skal derfor her ganske kort gennemgå nogle af disse bindingstyper:

Kovalente bindinger

En kovalent binding svarer til, at elektronladningen omkring de to atomkerner ikke er forskudt væsentligt i retning af det ene eller det andet af de to atomer i forhold til, hvad den var før bindingen blev dannet. Det, man forstår ved kovalente forbindelser, er således generelt ikke-polære molekyler, hvis intermolekylære kræfter derfor er svage, stofferne har således ofte følgende karakteristiske egenskaber:

- Lave smelte- eller kogepunkter (molekylerne »hænger ikke sammen« i særlig grad). Stofferne er derfor ofte gasser eller væsker.
- De ikke-polære stoffer er ofte uopløselige i vand, men opløselige i f. eks. kulbrinter som hexan (C_6H_{14}).
- Stofferne leder normalt ikke elektricitet. Eksempler er H_2 , O_2 , CH_4 osv.

Polære bindinger

På den anden side har vi de polære bindinger, der er karakteriseret ved, at der er sket en betydelig omfordeling af ladningen mellem de to atomer i forhold til den fordeling, der fandtes i de isolerede atomer. De tilsvarende forbindelser er ofte polære og er karakteriseret ved stærkere intermolekylære kræfter. De kan således forventes at have følgende egenskaber:

- De er faste stoffer, ofte med høje smeltepunkter.
 - De er vandopløselige.
 - De er uopløselige i f. eks. hexan.
 - De leder elektricitet.
- Eksempler er NaCl, MgO, osv.

Andre bindinger

Af de øvrige bindingstyper skal her blot nævnes metalbindingerne. Metallerne, der udgør den »øverste venstre« del af det periodiske system, har i atomorbitalmodellen én eller flere elektroner i den »yderste« orbital, der er forholdsvist løst bundet til resten af atomet. Når mange ens metalatomer bindes til hinanden og danner »et enormt molekyle«, vil disse orbitaler med ens energi i orbitalmodellen blive erstattet af et væld af tætliggende energitilstande (orbitaler) for elektronerne; disse kaldes samlet et »bånd«. En del af energitilstandene (båndet) vil være besat med elektroner, andre vil være ubesatte. Derfor kan elektronsystemet i et metalstykke modtage yderligere elektroner (der vil gå ind i de ubesatte højere energitilstande i båndet), og et tilsvarende antal elektroner kan fjernes fra den anden ende af metalstykket: Det er en elektrisk leder.

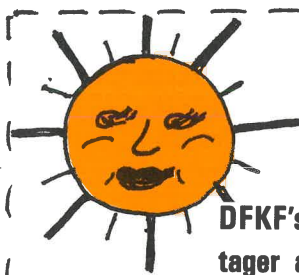
En isolator derimod er ofte karakteriseret ved, at alle de lavtliggende energitilstande (hele båndet) er besat, og at der er en stor energetisk afstand til de nærmeste, energetisk højere ledige tilstande for elektroner (det næste

bånd). Halvledere har derimod en lille energifasthed mellem det fyldte og det nærmeste tomme bånd.

Metalstykkets elektronsystem kan også på grund af de tætliggende energitilstande optage energimængder, der svarer til molekulære vibrationer, og transportere denne energi hurtigt fra den ene ende af metalstykket til den anden: Det er en varmeleder. Denne form for varmetransport er langt mere effektiv end den, der svarer til, at vibrationsbevægelsen forplantes gennem metalstykket.

Endelig kan elektronsystemet i et stykke metal absorbere lys af mange bølglængder ved at gå til højere energitilstande. Den absorbere lysenergi bliver imidlertid straks udsendt igen; en stor del af den som synligt lys. Dette giver den særlige metalglans, og belysningen af blanke metalflader resulterer ikke i en betydelig opvarmning.

Også metallers evne til at kunne bøjes og formes og deres anvendelse som fjedre kan forklares ud fra båndstrukturen. Vi skal dog ikke friste skæbnen længere her, men vende tilbage til simple emner.



**DFKF's publikationsafd.
tager altid mod
bestilling på tlf.**

01 60 35 40

**Bestil f. eks.
54 gamle numre til
200 kr. hos den
automatiske telefonsvarer**



Som tidligere nævnt er der normalt ikke skarpe skel mellem de forskellige bindinger. Toatomige molekyler med to ens kerner er helt kovalent bundet, mens forbindelser af alkalimetaller og halogener, f. eks. NaCl, er ionisk bundet. Mange forbindelser er en mellemting. Det er her godt at huske, at bindingens styrke normalt er større, hvis den har en betydelig ionisk karakter; f. eks. har vi set, at den energi, der vindes ved at danne de ioniske bindinger i to HCl molekyler, er større end den samlede energi, der skal til for at spalte de kovalente bindinger i et H₂ og et Cl₂ molekyle. Dette kan ses som et resultat af Coulombtiltrækningen mellem den positive og negative ende i ionbindingen.

Man kan ændre karakteren af en typisk kovalent forbindelse ved f. eks. at tilføje en gruppe med ionisk karakter; gassen ethan,

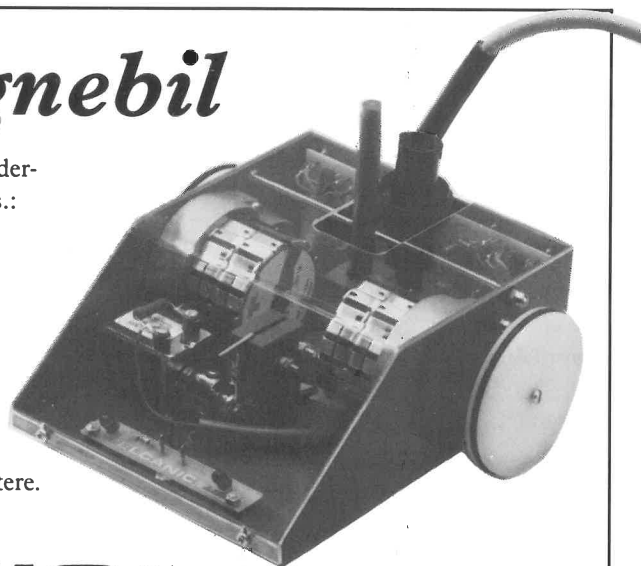
C₂H₆, bliver til den vandopløselige væske ethanol, C₂H₅OH, ved at man erstatter -H med -OH. Vi har også tidligere set, hvorledes lange sæbemolekyler kan spille en dobbeltrolle ved at være kovalente i den ene ende og ioniske i den anden.

Vi har tidligere set, hvorledes man kan få et indtryk af en bindings ioniske karakter ved at betragte de to atomers elektronegativiteter på Linus Paulings skala. Er forskellen på disse stor, er der gode chancer for, at bindingen er stærk ionisk; er den lille, vil bindingen sandsynligvis kunne beskrives som kovalent.

Vi har nu betragtet kemisk binding ud fra en rent kvalitativ synsvinkel. Dersom vi skal nå videre, må mere kvantitative metoder indføres. Vi skal næste gang ofre lidt tid på disse, inden vi i et afsluttende kapitel diskuterer, hvorledes begrebet kemisk binding kan behandles i undervisningen.

Mikro-tegnebil

Tegnebil kan bruges i forskellige undervisningsmæssige sammenhænge, f. eks.: Datalære - Logo - Procesteknik - Robotteknik. - Tegnebil kan styres fra ethvert programmeringssprog. Meget robust konstruktion med kraftig drejestik samt stor nøjagtighed. - Leveres komplet, køreklar og incl. programmer og undervisningsmateriel. Kan fungere sammen med alle computere.



ELCANIC A/S

**ELEKTRONISK
UDSTYR**

GØRTLERVEJ 3 · DK-5750 RINGE · DENMARK · ☎ 09 - 62 26 61

NYT FRA FORLAG OG FIRMAER

Menuer til Commodore 64 og 128

E. Dam Ravn, Clausen Bøger

Aschehoug Dansk Forlag 1986

80 sider, kr. 75,- SBN 11-0479-7

Selv om både titlen og de første sider, hvor der kan læses om flæsketeg og lammekølle m. m. absolut kunne forlede en og anden til at tro, at det er en kogebog, vi her har med at gøre, er det dog ingenlunde tilfældet.

Denne bog, som er en af de allersene udgivne fra forlaget til computerfolket, er en overskuelig vejledning i, hvordan man laver lækre og hensigtsmæssige menuer, dvs. skærmoversigter, som tydeligt viser, hvilke valgmuligheder, som brugeren af et dataprogram har. Ligesom tjeneren nok vil regne en bestilling på portvin til en sildemad for en fejl og nok give gæsten mulighed for at rette bestillingen (eller konfirmere den), så er der i bogen god vejledning i, hvordan man laver fejlfejder, som kan forhindre systemet i at bryde sammen, dersom der svares eller tastes forkert.

Alle maskinernes muligheder bruges: Rammer, sprites, blinkende felter, farver og sågar lyd effekter udnyttes.

Da 128'eren jo kan alt det, som 64'eren kan – og en del til, er det naturligt, at det er et kapitel, der hedder »Commodore 128 special«.

Bogen er spækket med programmer og små programeksempler, men for dem, som ikke har nok i det, er der udgivet en diskette (som jeg ikke har set) med alle bogens programmer og desuden et adressekartotek og en database til brug for ... gæt! ... Madopskrifter, selvfølgelig.

Bagest i bogen er nogle praktiske oversigter med bl. a. adresser og grafiksymboler, som heldigvis er let læselige.

Der arbejdes udelukkende i basic. *K. L.*

Mymodul 1

Lære/byggebogssæt

77 sider, eget forlag

Henning Caspersen

Lådnehøjvej 2

8860 Vistrup

Efterhånden som faget datalære finder sin form, opstår behovet for/ønsket om at kunne bygge sin egen mikrodatamat. I skolesammenhæng skal resultatet helst på en klar og overskuelig måde vise eleverne, hvad der sker inde i maskineriet.

Mymodel 1 er en arbejdsbeskrivelse for et sådant projekt, hvor formålet ikke så meget er at lave en datamat til tekstbehandling eller store administrative funktioner, men derimod at lave en lille maskine, hvor eleverne så at sige kan se signaler bevæge sig rundt i systemet.

Mymodul 1 blev oprindeligt offentliggjort i *Populær Elektronik* i en række artikelserier, og det ser ud til at være dette materiale, som nu udbydes i en samlet og udvidet udgivelse af konstruktøren. Inden man bestiller materialet hjem, kan man jo lige slå et smut omkring bibliotekets depot og låne årgang '83 og '84 af ovennævnte tidsskrift med hjem.

Til konstruktionen er valgt den velkendte 6502 (VIC 20 m. fl.), angiveligt ud fra, at dens instruktions sæt skulle være lettere tilgængeligt end den mere udbredte Z80. Som konstruktøren gør opmærksom på i sit følgebrev, er netop valget af processor noget nær et religiøst spørgsmål, og personligt anser jeg 6502'ernes metode med at adresse indirekte gennem »registre« i den interne hukommelse for at befinde sig på et langt højere abstraktionsniveau end den direkte adressering, som man anvender i de fleste Z80-instruktioner.

Ud over dette giver Z80 mulighed for at anvende DC-signaler som clockfrekvens, hvilket i forbindelse med en passende »aftapning« af data-, adresse- og styrebusserne yderligere giver eleverne mulighed for visuelt at følge med i arbejdsgangen. Denne mulighed kan etable-

res for 6502, men det kræver ekstern hardware, som ikke er beskrevet for *Mymodul 1*.

Konstruktionen er bygget op med et samlekort (*Veroboard*) og en række små printkort. Samlingen sker med kantstik og sokler. Mine erfaringer med sådanne samlinger i forbindelse med mikroer er ikke gode, og jeg vil tro, at der kan gå mange timer med at lede efter rystesyge i konstruktionen, når først den skal stå for stød og slag i forbindelse med undervisningen.

Den valgte konstruktion giver en forholdsvis kompakt enhed, men man taber en del af den overskuelighed, som er en vigtig del af et demonstrationssystem.

Der burde have været mulighed for at koble de enkelte enheder sammen med fladkabler, så man på den måde kunne tydeliggøre busstrukturen i en datamat, også selv om dette ville medføre, at man endte med at have det halve bord dækket af printkort.

Der er mulighed for at tilslutte et HEX- eller et ASCII-tastatur:

Til arbejde på maskinkodeniveau kan det bestemt anbefales at spare udgifterne til ASCII og kun montere HEX, idet al programmering vil gå væsentligt hurtigere på denne måde. Skal man lave større programmer, bør man efter min mening bruge en Commodore 64 eller lignende 6502/6510-maskine med tekstbehandling og assembler, idet håndassemblering tager al for lang tid til at være et relevant værktøj i undervisningen. Indberetning og afprøvning kan herefter ske rimeligt hurtigt på *Mymodul 1*.

Der er i konstruktionen anvendt 6116 og 2716 til henholdsvis RAM og ROM. Dette valg var økonomisk forsvarligt i 1982, men begge kredse er i dag udgået af masseforbruget, og det er væsentligt billigere at anvende større kredse.

De dermed forbundne ændringer i konstruktionen skal være overskuelige for én, ellers er man alligevel ikke kapabel til at kaste sig

ud i at bygge en konstruktion som *Mymodul 1*.

I det fremsendte materiale er anvendt et færdigkøbt display. Her skyder konstruktøren efter min opfattelse over målet, da man sagtens kan klare sig med fire eller seks cifre, som styres via en port.

Mymodul 1 har mulighed for tilslutning af en kassettebåndoptager for opbevaring af programmer. Med en rimelig kvalitet bånd er denne form for opbevaring den mest økonomiske, og skal man endelig til at eksperimentere, kan man jo forsøge sig med statiske RAM-kredse (CMOS) med batteribackup. De nødvendige ændringer på *Veroboardet* er ikke vanskelige at udføre, og man kan så lave et system med programmerne i CMOS-RAM'en, indtil de er afprøvede, hvorefter de kan brændes ind i en EPROM.

Mymodul 1 henvender sig efter min opfattelse alene til undervisere, som allerede ad anden vej har fået et godt kendskab til 6502, og som i denne konstruktion kan udnytte denne viden.

Står man på bar bund, kan man lige så godt kaste sig ud i at bygge en mikro med en mere moderne processor, evt. en 16-bit. Man bør have in mente, at det tager flere års fritid at lære maskinkodeprogrammering på et anvendeligt niveau, og læretiden er drøj (ikke mindst for de familiemedlemmer, der sidder hjemme og ser på et fjernsyn, der flimrer på grund af støj fra computeren og i øvrigt ikke kan komme i forbindelse med én, for hvor h... sprang den nu hen efter den subroutine!)

En anden faktor, som jeg allerede har nævnt i forbindelse med RAM/ROM-valget er, at der siden 1982 er sket en kraftig udvikling på netop mikroprocessorfronten, en udvikling, der medfører, at »gamle« kredse bliver dyrere end de langt stærkere og moderne kredse.

Produktionen af 6502 er formentlig standset for flere år siden, og 6510 holder næppe heller længe, så spørgsmålet er, om denne serie af processorer – og dermed den form for tænk-

ning, man skal lære – er et særligt godt valg i dag.

Det er ikke muligt helt at undgå sammenligning med DLH-modellen Mikrotræner, som i mangt og meget ligner *Mymodul 1*.

Hvis man skal bruge en maskine til at vise en datamats arbejde, er DLH-modellen langt at foretrække, idet den: 1) har spredt enhederne vandret, 2) viser arbejdet på busserne med lysdioder og 3) kan arbejde med en DC-simuleret clockfrekvens.

Skal maskinen derimod ind i fysik/elektronikundervisningen, er *Mymodul 1* at foretrække, idet den – indbygget i et passende kabinet – er langt mere handy. *Erling Sjörlund*

Planetarium i København

På opfordring af Richard M. West skal jeg gøre opmærksom på, at det danske folk har fået en fantastisk gave.

Ægteparret Bodil og Helge Pedersen har stiftet Uraniafonden med en kapital på 50 mill. kr. For disse penge skal der bygges et mo-

derne planetarium ved Sankt Jørgens Sø i København, Tycho Brahe Planetariet.

Planetariet vil få plads til 275 personer, og det har 3 hovedfunktioner:

1. Selve forevisningerne i planetariesalen
2. Udstillingsvirksomhed
3. Oplysende virksomhed

Planetariets gulv vil hælde 30 grader under en 23 meter kuppel. En helt nyudviklet projektor fra Zeiss-Oberkochen (Type VII) vil blive opstillet her.

Ved hjælp af computerstyring kan tilskuerne hensættes til ethvert sted, enhver tid og med udblik i enhver retning i solsystemet.

Hertil kommer så en Omnimax projektor, som med 160 grader kugleprojektion og multikanal-lyd får tilskuerne til helt at »være med i«, hvad der vises på kuppelen.

Send venligst ideer om, hvad man konkret kan lave med skolebørn i forbindelse med planetarieprojektet til: *Kis Bonde, Baunebjergskolen, Postbox 100, 3050 Humlebæk.*

oh-oh-elektronik nyt



Kender De vor nye avis?

3000 varenumre
til elektronik- og fysik-
undervisning.

Hvis ikke – så ring

07 10 11 88

– hvor service
er en selvfølge . . .

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

NYT FRA HOVEDSTYRELSEN

I perioden mellem repræsentantskabsmødet og sommerferien har HS været samlet en enkelt gang – nemlig den 31. maj.

På mødet blev det kommende års arbejde tilrettelagt, hvilket bl. a. skete gennem nedsættelsen af 10 udvalg. I denne halve snes var der to nye, et Risø-udvalg og et kontaktnudvalg til de faglige foreninger/Danmarks Lærerforening.

Førstnævnte skyldtes en henvendelse fra forsøgsstationen, som havde ønsket kontakten til vor forening udbygget – et initiativ alle kunne hilse velkomment. Dette udvalg kom til at bestå af Erland Andersen og Finn Horn.

Årsagen til oprettelsen af det andet udvalg er samarbejdsvanskelighederne mellem de faglige foreninger og DLF. Her kulminerede uoverensstemmelserne parterne imellem på den konference, som Danmarks Lærerforening havde indbudt til i begyndelsen af april. På repræsentantskabsmødet gjorde såvel Herløv Carstensen som Vagn Andersen rede for sammenstødet på Skarrildhus. Det blev helt naturligt de to omtalte HS'er, der kom til at danne udvalget, og som sammen med repræsentanter fra de øvrige faglige foreninger skal finde en strategi til konfrontationen med DLF.

De to nye HS-medlemmer fik hver sit formandskab. Viggo Eriksen skal være primus motor i et udvalg, der skal puste nyt liv i et internationalt samarbejde, og Finn Horn skal lede det arbejde, der skal føre til afholdelse af et efteruddannelseskursus EDB-Fysik/Kemi.

Til de to sidstnævnte udvalg skal knyttes nogle kommentarer.

Der har i HS været enighed om det vigtige i at styrke og udbygge relationer til personer og organisationer i andre lande, der arbejder i samme fagområder som DFKF. Indbydelse til konferencer i udlandet eller arrangementer herhjemme med udenlandsk deltagelse er blevet prioriteret højt, og kun vor økonomi har i et par tilfælde afholdt os fra at modtage sådanne invitationer.

Men en indsats, som mere direkte tager sigte på medlemmerne, vil givet få manges bevågenhed. Der kunne eksempelvis blive tale om at arrangere rejser til institutioner uden for Danmark, som det af faglige grunde er værd at besøge.

Der har i HS længe været arbejdet på et efteruddannelseskursus (konference), som skulle sætte fokus på forholdet mellem vore fag og EDB. Vi fornemmer, at der blandt medlemmerne er stor interesse, men tillige en vis skepsis over for de muligheder, den nye teknik kan tilføre fysik/kemi. Vi erkender imidlertid, at det er nu, vi skal have afklaret vor stilling til computer-verdens tilbud.

Som optakt til udvalgsnedsættelserne havde hovedstyrelsen konstitueret sig. Resultatet heraf blev, at dens sammensætning bibeholdtes. Det betyder, at Herløv Carstensen det kommende år er foreningens næstformand, og at Vagn Andersen og Jørgen Jensen i samme periode er henholdsvis landskasserer og sekretær.

Endelig behandlede man på mødet et par arrangementer, der efter planen skal afvikles i starten af efteråret. Det drejer sig om et formandsmøde i slutningen af august og et kursus i miljølære i begyndelsen af oktober.

Til mødet med afdelingernes formænd har HS inviteret det ministerielle læseplansudvalg. På konferencen: »Fysik-kemi i fremtidens skole« for snart et år siden udtrykte udvalgets formand, Poul Thomsen håbet om, at man ville blive bombarderet med forslag til nye læseplaner. Vor invitation skal bl. a. ses som et bidrag til at efterkomme dette ønske.

Det er med stor spænding, vi imødeser det oplåede miljøkursus (se nr. 3 s. 21). Strander dette projekt, må det alene skyldes økonomiske omstændigheder. Forhåndsinteressen har været stor, men ministeriet har kun set sig i stand til at yde os 15.000 kr., hvilket blot udgør ca. 40% af det, kurssets afholdelse beløber sig til. Det bliver herefter op til de øvrige bevilgende myndigheder at indse det nødvendige i, at miljøforbedring og forureningsbekæmpelse starter i folkeskolen.

J. J.

Landsformand: Helene Sørensen Vibeholms Vænge 11 2635 Ishøj 02 73 94 49	Sekretær: Jørgen Jensen Herluf Trolles Gade 34 8200 Århus N 06 16 17 01	Publikationsafdelingen: Kai Strüwing Stenlillevej 9 2700 Brønshøj 01 60 35 40 Giro: 7 02 42 07
Næstformand: Herløv Carstensen Skolesvinget 19, Snejbjerg 7400 Herning 07 16 11 90	Landskasserer: Vagn Andersen Pernillevej 1 9000 Ålborg 08 18 35 20 Giro: 2 37 69 97	Medlemsregistrator: S. Chr. Hansen Mindegade 42 8700 Horsens 05 62 15 67

Sikkerheds- laboratorieledninger

Normale laboratorieledninger med banan-stik er forsynet med ubeskyttede kontaktstikben og derfor uegnede, når der arbejdes med højere spændinger, der berøringsmæssigt kan udgøre en fare.

Sikkerhedsstikkene er forsynet med et fjederbelastet plasticrør, der først blotter kontaktstikbenet, når det føres ind i telefonbøsningen.

Sikkerheds-laboratorieledning

100 cm lange:

Nr. 1061.30 sort **Kr. 35,80**

Nr. 1061.31 rød **Kr. 35,80**

Løse sikkerhedsstik:

Nr. 1078.10 sort **Kr. 14,10**

Nr. 1078.11 rød **Kr. 14,10**

Blød laboratorieledning 1,5 mm:

Nr. 1065.10 sort, pr. m **Kr. 5,50**

Nr. 1065.11 rød, pr. m **Kr. 5,50**

Priser excl. moms.



A/s S. Frederiksen, Ølgod

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

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

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 reprodigeret materiale

Annoncer:

Annoncebestilling afgives til annoncereaktionen 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 29/9 1986

Stof til 1986/5 bedes sendt til redaktørerne inden 20/10 1986

Næste nummer udkommer december 1986

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.	