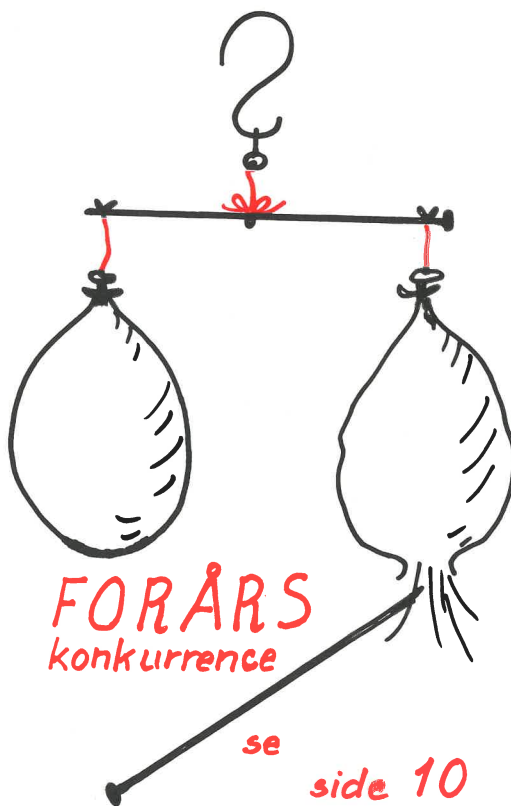


14. årgang nr. 2
1987 april

fysik • kemi

INDHOLDSFORTEGNELSE

»Formandens« beretning 1987	3
Hvad er holografi	6
Forårskonkurrence	10
Om elementarpartiklernes fysik og de fundamentale kræfter i naturen	11
Lidt om kalk og dets kemi	22
Julemøde i Vendsyssel	26
Julen varer lige til påske Løsning til julekonkurrencen	28
Nyt fra forlag og firmaer	30



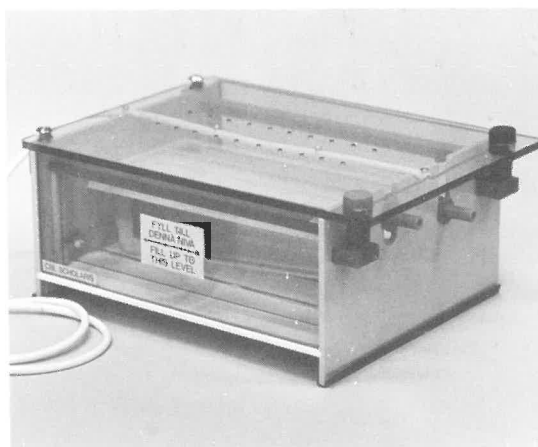
CBL SCHOLARIS

*Nyt elektroforesesystem udviklet
specielt til skolebrug.*

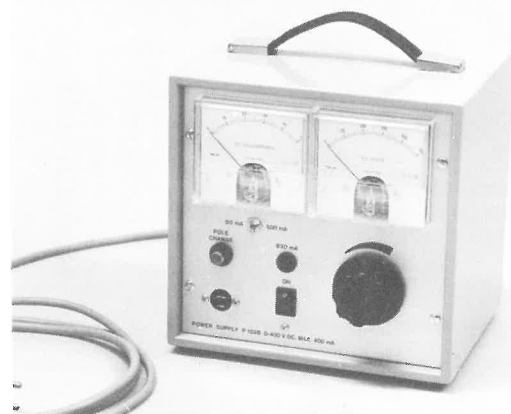
Robust, sikkert og meget fleksibelt ...

Rekvirér
SPECIAL-
BROCHURE

1187-112
**Elektroforeseapparat
CBL-SCHOLARIS**
kr. 3.900,-



1187-114
**Strømforsyning
400 V/400 mA
(spec. udviklet)**
kr. 4.300,-



*De anførte priser
er excl. moms.*

TILBEHØR:

1187-115 Plasmaproteiner, sæt kr. 255,-

1187-117 Agaroseplader/5 stk. kr. 290,-

1187-116 Tilbehørsæt
(buffer m.m.) kr. 540,-

 **STUDIUM**
skolemateriel

ALDERSROGADE 3 A
2100 KØBENHAVN Ø.
TELEFON 01 20 34 44

Repræsentantskabsmødet 1987

Formandens beretning, ved Helene Sørensen

I det forløbne år er en stor del af hovedstyrelsens tid blevet brugt til arbejdet med den nye læseplan i overensstemmelse med de ideer, der kom frem på konferencen på Nyborg Strand november 1985. På repræsentantskabsmødet sidste år diskuteredes en skitse til centrale områder, som i intentioner og indhold ligner det, der nu er vedtaget af ministeriets læseplansudvalg, men forud for vedtagelsen i læseplansudvalget ligger der næsten et års drøftelser, som foreningen har taget aktiv del i.

Vi havde bl. a. drøftelse af læseplanen som et centralt punkt på årets formandsmøde, som derfor i år havde form som en minikonference. Det viste sig at være en god fornyelse af formandsmødet, som både gav os lejlighed til at behandle foreningssager og desuden god tid til en pædagogisk drøftelse. Desuden fik formændene mulighed for at udveksle synspunkter med de medlemmer af det ministerielle læseplansudvalg, som havde haft tid og lyst til at komme til formandsmødet.

I oktober måned var hovedstyrelsen indbudt til en endagskonference om læseplaner, arrangeret af undervisningsministeriet.

Efter den konference gik medlemmerne af hovedstyrelsens læseplansudvalg ind i et aktivt arbejde om udformningen af det forslag til nye læseplaner, som blev bragt i FYSIK·KEMI nr. 1/87, sammen med medarbejdere fra Fysisk og Kemisk Institut og fagkonsulent Ole Goldbech.

Dette forslag er blevet drøftet i det »rigtige« læseplansudvalg og er med nogle mindre ændringer blevet det ministerielle læseplansudvalgs forslag til centrale kundskabs- og færdighedsområder, som læseplanen kaldes i folkeskoleloven.

Læseplanen er dog ikke mere færdig, end at

man godt er klar over, at der må ske nogle nødvendige justeringer, når arbejdet med undervisningsvejledningen engang bliver overstået. I øjeblikket arbejdes der med undervisningsvejledningen, og den førnævnte arbejdsgruppe har fået overdraget skrivearbejdet. Vi har i HS ønsket, at en større kreds af fysik/kemilærere skulle få lejlighed til at være med i arbejdet og til at påvirke indholdet i undervisningsvejledningen.

Det er baggrund for konferencen: »Indhold og intentioner i forslag til ny læseplan og undervisningsvejledning«, som finder sted i forbindelse med dette års repræsentantskabsmøde. Vi håber, at konferencen vil give konstruktiv kritik og gode ideer til det videre arbejde.

Som det fremgår af det foregående, har vi i det forløbne år haft et tæt og godt samarbejde med medarbejdere ved Fysisk og Kemisk Institut på DLH.

På samme måde har vi samarbejdet med fagkonsulent Ole Goldbech både i forbindelse med læseplansarbejdet og i mange andre sammenhænge, bl. a. i forbindelse med planlægning af kurser/konferencer og om det prøvecirkulære, som stadig »er lige på trapperne«.

På sidste års repræsentantskabsmøde omtaltes udførligt samarbejdsvanskelighederne med Danmarks Lærerforening, som dog ikke har ønsket et brud med de faglige foreninger, og derfor i årets løb har tiet sagen ihjel.

Vi har dog i forbindelse med læseplansarbejdet haft et udmærket samarbejde med hovedstyrelsesmedlem Sven Aage Skyggebjerg og sekretariatsmedarbejder Tom Henriksen fra Danmarks Lærerforening.

Vi har indsendt forslag til Danmarks Lærerforening i forbindelse med OK-87 om de specielle krav. Vi har stillet forslag om reduktion

til fysik/kemilærere i lighed med den, der gives til hjemkundskabslærere, om at HS-medlemmer og lokalformænd gives tid til arbejdet samt om at korte kurser i foreningsregi også medregnes i næste års pligtige timetal.

Risø har henvendt sig til foreningen for at høre, om vi kunne have gavn af hinanden. Dette samarbejde har foreløbig resulteret i to kursusdage på Risø, hvor den første finder sted i dette forår, og den næste til efteråret. Desuden har vi fået en aftale om, at publikationer fra Risø på non-profitbasis kan forhandles gennem publikationsafdelingen.

Til gengæld er samarbejdet omkring Videnskab for Unge beklageligvis ophørt næsten inden det kom i gang, idet bladet »Videnskab for Alle« har måttet indskrænke, og derfor ikke har set sig i stand til at fortsætte samarbejdet efter de aftaler, vi havde. Vi er nu interesseret i ideer til, hvordan ideen fra »Fysikernålen« kan videreføres på en eller anden måde.

Vi har også i dette år brugt en uforholdsmæssig stor del af tiden på drøftelser af økonomien. Det har været et stort arbejde for de nye forretningsførere for blad og publikationsafdeling at klare overgangsproblemerne.

Vi har i hovedstyrelsen bestræbt os på at holde udgifterne nede, og det kan man se på dette års regnskab for forening og blad. Også publikationsafdelingen har bestræbt sig på at nedsætte udgifterne og reelt få driften af denne afdeling af foreningen til at hvile i sig selv. Det ser ud til at lykkes.

Arbejdet med bladet er helt overtaget af redaktionen, som nu også sørger for at lave layout. Vi har foreløbig haft vort arbejde med at lave bladet i den form, det har nu, men kunne godt fremover tænke os at ændre bladets udseende og håber, at økonomien giver mulighed for dette.

På sidste års møde drøftedes forholdene omkring abonnenterne. På baggrund af den drøftelse har forretningsføreren for bladet sendt en liste over abonnenterne til de enkelte

lokalafdelinger. Det har i nogle lokalafdelinger været årsag til, at en række lærere ønskede at blive medlemmer i stedet for kun at modtage bladet.

I et forsøg på at stoppe medlemstilbagegangen har PR-udvalget gjort et stort arbejde for at finde forslag til, hvordan foreningen kan gøres mere attraktiv for medlemmerne. Jørgen Jensen har beskrevet disse initiativer i en udsendelse til lokalafdelingerne, og der arbejdes desuden med at udforme en folder, som kan bruges til at udbrede kendskabet til foreningens aktiviteter dog således at den kan være rimeligt aktuel.

I arbejdet fremover vil det være nødvendigt at gøre en stor indsats på efteruddannelsesområdet. Hvis der skal være en mulighed for at følge intentionerne i den ny læseplan, er det nødvendigt, at der ofres tid og penge på dette område. Derfor var det så meget mere beklageligt, at det planlagte Miljøkursus måtte aflyses på grund af manglende tilslutning, når netop miljøundervisningen er et af de nye emneområder. Det ser ud til, at der er sket en så stor stramning af økonomien i kommunerne, at der næsten ikke er penge til rådighed inden for vort område.

Det får den betydning for foreningen, at vi må være i særdeles god tid med planlægning af kurser, for at medlemmerne skal have mulighed for at få del i de knapt afmålte penge inden kommunekasserne bliver tomme.

Samtidig betyder det, at lokalafdelingerne må gøre et stort arbejde for at påvirke de lokale afdelinger af DLH allerede nu med oplysning om, at der her er et område, hvor det er nødvendigt at sætte ind med kurser.

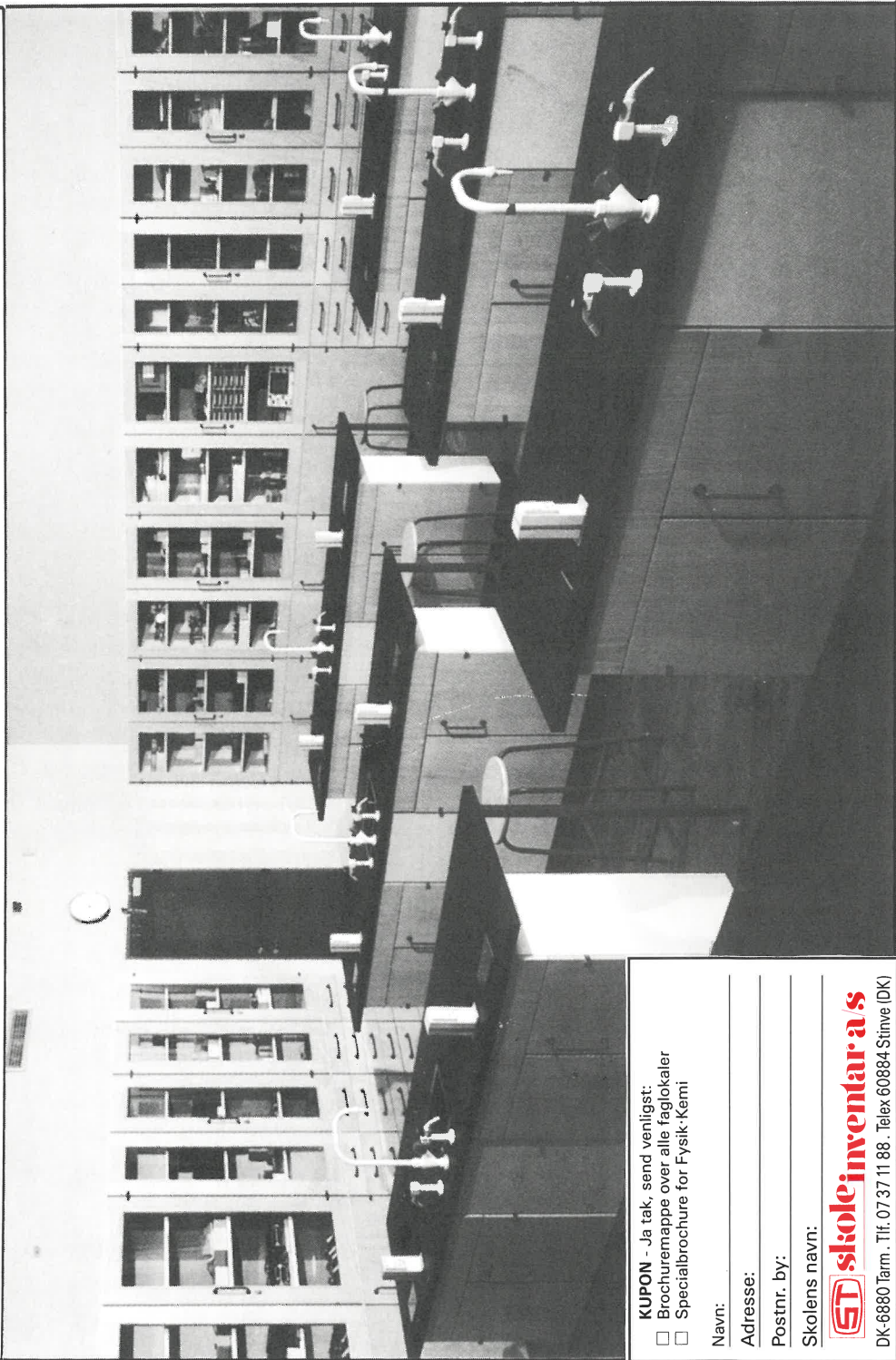
Desuden må foreningen nok også fremover påvirke amtscentralerne for at planlægge kurser/kursusrækker sammen med dem. Vi håber på, at den pædagogiske drøftelse af faget og dets indhold og plads i skolebilledet, vil være årsag til en forøget interesse for faget – og for foreningen.

NYT FYSIK- KEMILOKALE



spørg

TARM



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

Navn: _____

Adresse: _____

Postnr. by: _____

Skolens navn: _____

 **skoleinventara/s**

DK-6880 Tarm. Tlf. 07 37 11 88. Telex 60884 Stinve (DK)

Hvad er HOLOGRAFI?

ved Jan Madsen

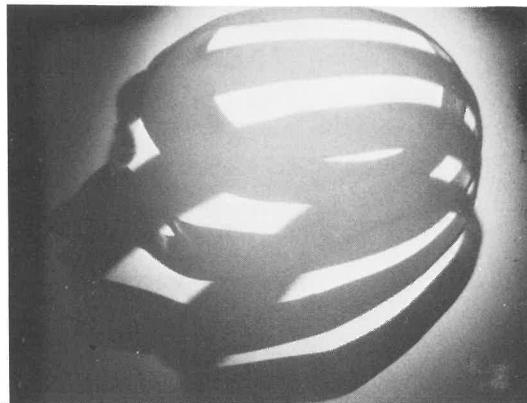
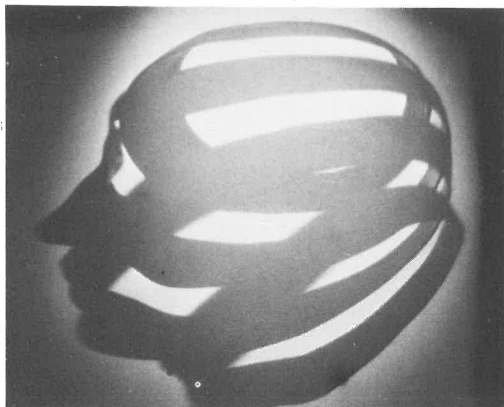
Hele to udstillinger med holografiske billeder i København på samme tid, og oven i købet på Rådhuspladsen.

New Dimension udstillede i H. C. Andersen-slottet ved Tivoli et stort antal holografiske billeder. Her var arbejder af både danske og udenlandske forskere og kunstnere. Udstillingen kørte frem til 1. maj 1986, hvorefter der etableredes en permanent udstilling på stedet. Dette giver mulighed for, at også interesserede uden for Københavns-området, kan stifte bekendtskab med dette spændende medium.

»Lysspor« – en tysk udstilling fra »Museum für Holographie und neue visuelle Medien« i Pulheim i nærheden af Köln. (Måske en idé til ferieturen?). Udstillingen sluttede 6. april 1986! så det er for sent, men med håb om at mange har set denne fantastiske udstilling, – eller får lejlighed til det, siger jeg: Hvad er HOLOGRAFI? Jeg er nysgerrig!

Når vi ser, modtager vi elektromagnetiske bølger, som strømmer ind i synsapparatet med en fart af 299792458 m/sek. Bølgelængden er af størrelsesordenen 0,000.000.5 meter = 500 nanometer. Så det går hurtigt, – og der sker meget!

Før at få lidt dybde i billedet er vi udstyret med to lysfølsomme apparater (øjne!), anbragt med en afstand på ca. 64 mm på forsiden af ansigtet. De to apparater leverer hver sit billede til filmen (nethinden!), som lynhurtigt fremkalder, fixerer og videresender de to billeder til computeren (hjernen!), der bearbejder de optagede billeder med en hastighed af ca. 25 billeder pr. sekund og registrerer dem med oplysninger om bølgelængde (farve!), blænde (lysstyrke!), lukker-tid (bevægelse!), fokusering (afstand!) og i øvrigt udfylder huller i helhedsbilledet på en passende måde: retouche (den blinde plet!). Ønsker man at fastholde så-

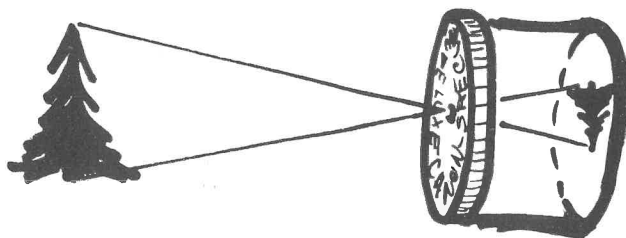


Stephen Benton: »Mind Head«.

dan et billede, anvender man et apparat, der i næsten enhver henseende svarer til det menneskelige øje – fotografiapparatet.

I en tid, hvor hybridnettet breder sig, må det siges at være en såre primitiv måde at behandle elektromagnetiske bølger på. Hvorfor alle disse omveje? Bølgetoget indeholder mange flere informationer, end vores øjne er i stand til at opfatte. Der er gjort mange anstrengelser for at forbedre apparaturet. Kikkerten

forøgede lysfølsomheden og mikroskopet gav en større opløsning, – men for enden af disse instrumenter sidder stadig et øje eller et kamera, hvis mangler nu blot er blevet afhjulpet af et passende system af linser. Og selv det bedste billede taget med det dyreste Hasselblad-kamera forsynet med al tænkeligt forsatsudstyr, adskiller sig i princippet ikke fra det billede, man kan tage med et hulkamera fremstillet af en tom tobaksdåse.



Canon Special

Hulkamera »Special Blend«

Hvad er så et hologram?

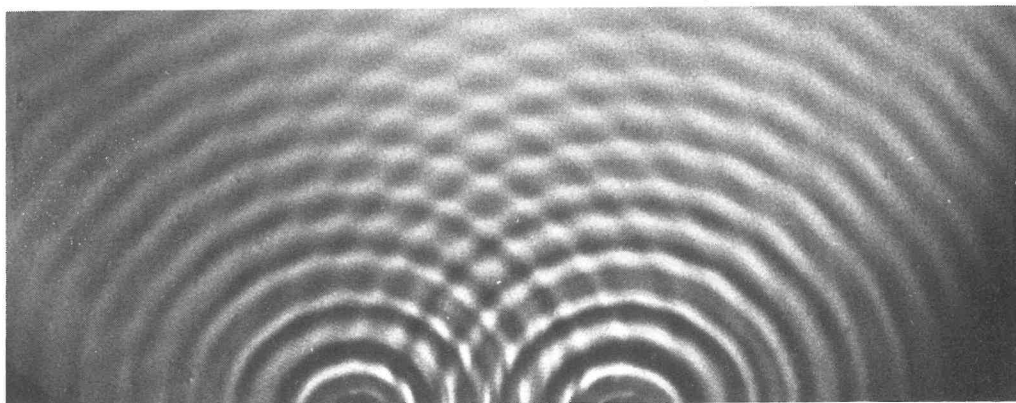
»Det hedder ikke holografi – det hedder HOLOGRAM!«

»OK, hvad er så et hologram?«

Et hologram er et billede af udsigten fra et vindue, hvor billedet ikke optages af et kamera bag vinduet, men af vinduet selv!

Ja, men så skulle det vel ikke være så svært at lave et hologram. Vi klæber en film op i vinduet og slår skodderne fra – voila!

Nej, det duer ikke. Lys er et bølgefænomen, der skrider frem i tid og rum, så filmen vil blive sværet jævnt sort. Men fra bølgemeknikken kender vi fænomenet interferens: To bølgekilder, der udsender bølger med samme frekvens og samme bølgelængde, vil danne et interferensmønster, der står stille! To bølgetoppe eller to bølgedale, der mødes, forstærker hinanden. En bølgetop og en bølgedal udslukker hinanden.



Interferens mønster

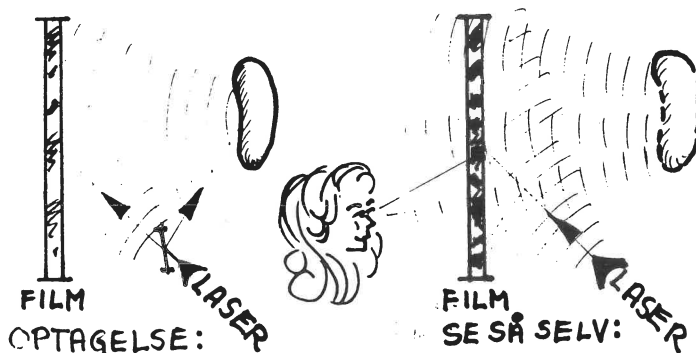
Ja, men så er det jo blot at skaffe en lyskilde, der er monokromatisk og kohærent (altså samme bølgelængde – og i takt!). – og det var faktisk problemet. Den engelske videnskabsmand Dennis Gabor redegjorde allerede i 1947 for teorien bag det, han dengang kaldte bølgefrontsrekonstruktion. Men selv med de bedste kviksølvlamper var det ikke muligt at opnå den ønskede kohærens. (Dennis Gabor fik først i 1971 Nobel-prisen for sin opdagelse). Men så,

i slutningen af 50'erne, blev LASEREN opfundet. Nu var apparaturet klar til de første hologrammer.

Teknikken

Ved optagelse af et hologram skal filmen rammes af laserlys fra to kilder, så der opstår et interferensmønster. Den ene kilde er reflekteret lys fra objektet, og den anden kilde består af »rent« laserlys. De to bølgesæt kan sendes ind mod filmen fra samme side. (se fig. 1).

TRANSMISSIONS HOLOGRAM



Stroboskoplampe

Digital

Til fastfrysning eller »slow motion«- demonstration i bevægelseslære.
Velegnet som lyskilde for fotografering.

Digital udløsning af blink/sec. eller omdr./min.
1-300 blink/sec. Trinløs regulering.
Intern og extern trigning.

Pris excl. moms **1.980,-**

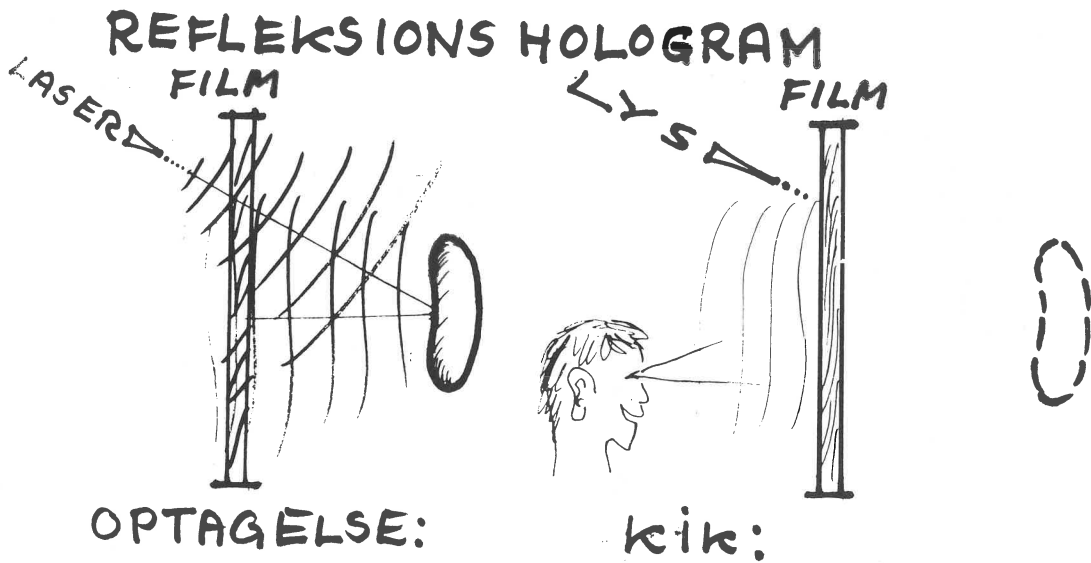


A/S S. Frederiksen, Ølgod

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

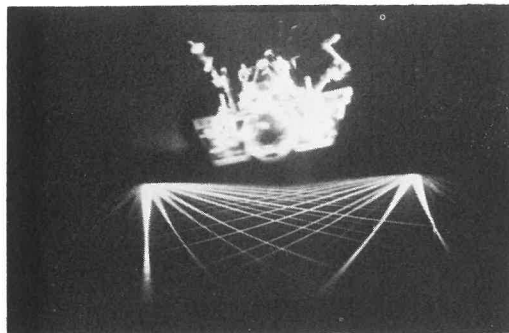
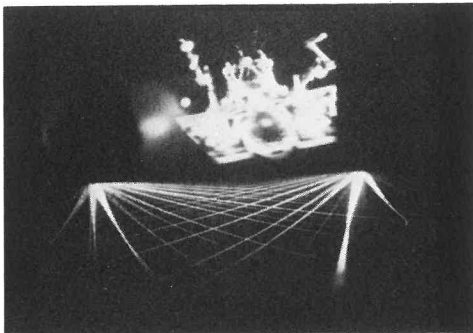
Interferensfladerne vil da typisk stå på tværs af filmplanet. Resultatet bliver et mønster af tætliggende striber. Ved iagttagelse af hologrammet sendes »rent« laserlys igennem filmen under samme vinkel som under optagelsen. Filmens gittermønster vil så efter Huygens princip gendanne bølgefronten fra objektet. Denne type hologram kaldes TRANSMIS-

SIONSHOLOGRAM eller dobbeltstrålehologrammet sendes »rent« laserlys igennem mitteres – sendes igennem hologrammet. Et REFLEKSIONSHOLOGRAM eller et enkeltstrålehologram fremstilles ved at sende laserlys igennem filmen mod objektet. Det reflekterende lys vil så interferere med det indgående lys, og interferensfladerne vil typisk ligge parallelt med filmplanet. (se fig. 2).



Filmemulsionen til holografiske optagelser er ca. 0,000.000.7 meter = 700 nanometer tyk. Afstanden mellem interferensfladerne er ca. 300 nanometer. Efter fiksering og blegning vil de svættede flader virke som spejle, der reflekterer lys med den farve, der svarer til spejla-

standen. Et refleksionshologram kan derfor iagttages i almindeligt hvidt spotlys. Men det fremtræder i farve afhængig af betragtningsvinklen. Ved sværtningen sker der en ændring af tykkelsen i filmemulsionen. Dette kan udnyttes, ved at man, efter pådampning af et



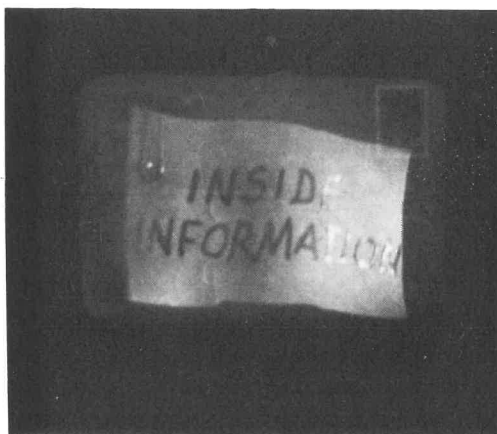
Rudie Berkhout »Rocket ship«

tyndt metallag, laver en matrice, der kan anvendes til masseproduktion af hologrammer som vi kender dem fra National Geographic, nøglevedhæng o. l.

Hologrammer, som de ses på udstillingerne i København og andre steder, skal ikke beskrives – de skal opleves! Helt fantastisk virker et: ANDEN GENERATIONSHOLOGRAM, hvor man har lavet et hologram af et hologram, så

resultatet er, at objektet svæver i luften foran filmplanet.

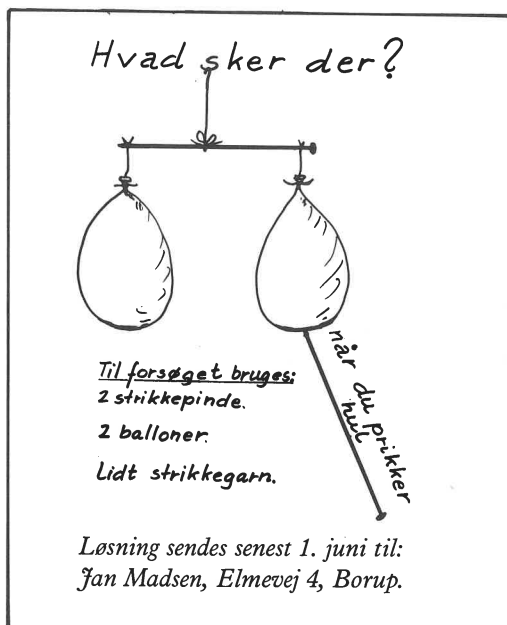
Red.: Da jeg besøgte udstillingen LYS-SPOR, fik jeg af en let fnisende guide at vide, at selvfølgelig måtte jeg fotografere, for det fik jeg ikke noget ud af! Men ved at tage to forskudte billeder af hvert hologram, er det alligevel muligt at give læseren et indtryk af, hvad man får at se, når man studerer holografi.



Frithioff Johansen »Inside Information«

Vejledning: Billederne iagttages gennem to stk. samlelinser, brændvidde 20–30 cm, som trækkes fra hinanden, til billedet i midten dannes! »Se Fysik-Kemi nr. 5 1984). Skulle læseren efter dette alligevel have lyst til at få mere information, kan jeg henvise til:

New Dimension's Laser Systems A/S
Magstræde 5, 1204 Kbh. K
Tlf. 01 32 63 66
eller:
Det Holografiske Laboratorium
Danmarks Tekniske Højskole,
Bygning 302, 2800 Lyngby
Tlf. 02 88 47 17



Om elementarpartiklernes fysik og de fundamentale kræfter i naturen

Foredrag af cand. scient. Rasmus Møller, Niels Bohr Institutet
(Referat: Ingolf Andersen)


»Hvad forstår man ved en elementarpartikel?« – Med dette spørgsmål til auditoriet indledte cand. scient. Rasmus Møller sit foredrag om elementarpartiklernes fysik og de fundamentale kræfter i naturen. Det blev fremført, at begrebet »elementarpartikel« måtte omfatte de mindste »byggesten« i naturen, men at nye opdagelser stadig kastede mindre og mindre »byggesten« på markedet. Man mindede i den forbindelse om, at det græske ord TOMOS betyder: »Ej til at sønderlemme«, »udelelig«. Det var dengang!!

Foredragsholderen formulerede selv løsningen således: Ved en elementarpartikel vil vi forstå et delsystem, der er invariant over for de foranstaltninger, vi ser på, når vi studerer et givet fysisk system.

Fig. 1. Kvantestigen.

	»Elementarpartikler«	Typiske energiuvekslinger
Faststoffysik Termodynamik	Molekyler Ioniserede m. m.	$10^{-3} - 10^{-2} \text{ eV}$
Kemi	Atomer	10^{-4} eV
Atomfysik	Kerner Elektroner Fotoner	$1 - 100 \text{ eV}$
Kernefysik	Protoner*) Neutroner	$\text{MeV} [= 10^6 \text{ eV}]$
Højenergifysik Elementarpartikelfysik	Kvarker e^- γ -stråler m. m.	$\text{GeV} [= 10^9 \text{ eV}]$
?	?	?

*) Størrelsen af en proton:

Proton  $2r = 3 \cdot 10^{-13} \text{ cm} = 3 \text{ fm}$
[fm = Fermi]

En måde at ansue problemet på vil være at betragte nogle hovedområder af fysikken, der er karakteriseret ved, at størrelsen af de systemer, vi undersøger, bliver mindre og mindre, samtidig med at de karakteristiske energiuvekslinger mellem dem bliver større og større. Fig. 1 viser den såkaldte Kvantestige.

Kvantestigen

Først en kort definition: En elektronvolt (eV) er den energi, en elektron opnår ved at falde gennem en potentialændring på 1 volt, eller – sagt på en anden måde: En elektron har energien 1 eV, hvis den netop kan standses af en modspænding på 1 volt. Under visse omstændigheder er det praktisk at udtrykke andre energiformer (f. eks. varmeenergi) i eV, ligesom man ofte udtrykker elementarpartiklers masse i enheden eV.

I faststoffysikken (se fig. 1) arbejder vi med almindelige dagligdags temperaturer. I den forbindelse er molekyler o.l. vore »elementarpartikler«, og vi møder energiuvekslinger på ca. $\frac{1}{1000} \text{ eV}$.

Når vi går et skridt videre og varmer stoffet op, opdager vi, at molekylerne ikke længere er invariante bestanddele, som når vi møder dem i f. eks. en ideal gasform. Molekylerne består af atomer. I en vis løst forstand er atomernes kemiskernes »elementarpartikler«.

Går vi videre ned ad kvantestigen, opdager vi, at atomerne heller ikke er elementarpartikler. De har struktur og kan deles op i atomkerner og elektroner. De energiuvekslinger, der her er tale om, er af størrelsesordenen nogle få

til nogle få hundrede eV, hvilket er tilstrækkeligt til at anslå atomerne og få delpartikler ud.

Et trin længere ned ad stigen beskæftiger vi os med atomkerner og med temperaturer, der svarer til energiudvekslinger i MeV-området (Mega = 10^6). Også kernerne har struktur og består af delpartikler. Når de exiteres, kan der slås protoner, neutroner og alfa-partikler løs fra dem. I kernefysikken er protoner og neutroner at betragte som elementarpartikler.

I højenergifysikken, hvor der arbejdes med energiudvekslinger i GeV-området (Giga = 10^9) opdager vi, at også protonen har struktur. Delpartiklerne kalder vi »quarker«. Elektroner og protoner kan sammen med quarkerne opfattes som elementarpartikler i dag. Vi ved ikke, om quarker har struktur, men lad os mærke os en vigtig detalje: En proton (se fig. 1) har en vis udstrækning, en radius på ca. 1 fm (fm = fermi = 10^{-15} m). Det betyder, at det tager et lyssignal omkring 10^{-23} sekund at passere en proton. For quarker og elektroner har vi ikke hidtil kunnet måle nogen udstrækning, og det vil sige, at deres radius er mindre end 10^{-18} m.

Fundamentale kræfter

Aftenens andet hovedemne er: De fundamentale kræfter i naturen, altså de kræfter, der virker mellem partiklerne. (Fig. 2).

Vi vil skelne mellem 4 hovedkræfter:

1. Tyngdekraften, som vi alle har et direkte forhold til, er den svageste. Den styrer himmellegemernes bevægelse, holder sammen på kosmos, behersker vores dagligdag – men lad det være sagt straks: den spiller foreløbig ingen som helst rolle i elementarpartiklernes verden!




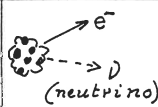
2. De elektromagnetiske kræfter holder atomer og molekyler sammen. Disse kræfter er ansvarlige for alle de stofegenskaber, vi kender i dagligdagen.

3. Beskæftiger vi os med atomkerner, støder vi først på de »stærke« kernekræfter, der er ansvarlige for kernernes fysik i det hele taget, og som binder protoner og neutroner sammen. For 2 protoner, der rører hinanden, er kernekræfterne ca. 100 gange stærkere end de elektromagnetiske kræfter. I skemaet er styrken af de stærke kernekræfter valgt som »enhed«. De elektromagnetiske kræfter er derfor karakteriseret ved en faktor på 10^{-2} .

4. En anden type kernekræfter, de »svage« kernekræfter, møder vi ved den type radioaktivitet, vi kalder beta-aktivitet, hvor en neutron forvandles til en proton under udsendelse af en elektron og en antineutrino (som vi hører mere om senere).

De stærke kernekræfter er karakteriseret ved, at de har en begrænset rækkevidde på 10^{-13} cm, og de svage har en rækkevidde, der er 1000 gange mindre, altså 10^{-16} cm. De elektromagnetiske kræfter har derimod ikke nogen bestemt rækkevidde. Der gælder for dem

Fig. 2. Fundamentale kræfter

Tyngdekraften 10^{-38} (Rækkevidde: ubegrænset)	Solsystemet Galakser	
Elektromagnetiske kræfter 10^{-2} (Rækkevidde: ubegrænset)	Atomer Molekyler	
Stærke kernekræfter*) 1 (Rækkevidde: 10^{-13} cm)	Atom- kerner	
Svage kernekræfter (Rækkevidde: 10^{-16} cm)	Radio- aktivitet (β -stråling)	

*) Styrken af de stærke kernekræfter er her valgt som enhed.

den afstandslov, at de aftager med kvadratet på afstanden. De stærke kernekrafter aftager derimod eksponentielt med afstanden. De formidles af tunge partikler, mesoner, i modsætning til de elektromagnetiske kræfter, der formidles af masseløse partikler, fotonerne.

Forskellen ytrer sig ved, at de stærke kernekrafter får en begrænset rækkevidde – jo tungere partikel, des kortere rækkevidde. Mere om kræfter mellem partikler senere!

Fig. 3. „Elementarpartikler.“

Fotoner	γ -stråling				
Leptoner (svage)	<table border="1"> <tr> <td>$e^- \mu^- \tau^-$</td> <td>$e^+ \mu^+ \tau^+$</td> </tr> <tr> <td>$\bar{\nu}_e \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_\tau$</td> <td>$\bar{\nu}_e \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_\tau$</td> </tr> </table>	$e^- \mu^- \tau^-$	$e^+ \mu^+ \tau^+$	$\bar{\nu}_e \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_\tau$	$\bar{\nu}_e \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_\tau$
$e^- \mu^- \tau^-$	$e^+ \mu^+ \tau^+$				
$\bar{\nu}_e \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_\tau$	$\bar{\nu}_e \bar{\nu}_\mu \bar{\nu}_\tau$				
Hadroner (stærke)	<p>Mesoner: π, K, η, \dots</p> <p>Baryoner (protontilstande) $p, n, \Lambda, \Sigma, \dots$</p> <p>Antibaryoner (anti-baryontilstande) $\bar{p}, \bar{n}, \bar{\Lambda}, \bar{\Sigma}, \dots$</p>				

Der findes 34 „langtlevende“ hadrontilstande, plus (fortiden) ca. 200 kortlevende.

Klassificering af elementarpartikler

Hvis vi inddeler elementarpartiklerne efter de kræfter, de påvirkes af, vil de groft falde i tre grupper (Fig. 3).

Øverst står fotonen, som formidler de elektromagnetiske kræfter.

Under den er anført en række partikler, leptonerne, som kun føler de elektromagnetiske kræfter og de svage kernekrafter, nemlig elektronen og to tungere udgaver af elektronen: myonen og tau-leptonen, samt elektronens neutrino og de neutrinoer, der hører til de andre nævnte partikler. Dertil kommer de tilsvarende antipartikler. Neutrinoen er en partikel,

der er en slags neutral udgave af elektronen. Den vekselvirker kun gennem svage vekselvirkninger. Det betyder, at den er uhyre vanskelig at detektere. Ikke desto mindre kan man udmærket udføre eksperimenter med neutrinoer i laboratoriet.

Den tredje gruppe, hadronerne (ordet betyder »de stærke«) er partikler, der føler de stærke kernekrafter. Gruppen består af protonen og hele familien af protonens anslåede tilstande, samt deres antipartikler. Protontilstande kaldes også baryoner og antibaryoner. Hertil kommer formidlerne af kræfter mellem protoner og neutroner, nemlig mesonerne, der også eksisterer som fri partikler.

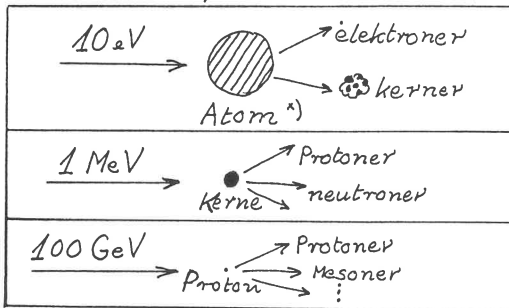
Disse hadroner kender vi umådelig mange af. 34 af dem er »stabile« dvs. at de lever længe nok til, at de kan tegne et spor i en detektor – det vil sige noget i retning af 10^{-10} sekund. De kaldes langtlevende (!) i modsætning til de kortlevende, der har en levetid på ca. 10^{-23} sekund, som er den levetid, det tidsrum, der er karakteristisk for protonens udstrækning (se fig. 1). De kortlevende partikler kender vi flere hundrede af. Alene et tal som dette fortæller os, at disse partikler ikke er elementære, forstået derhen, at de ikke er de mest primitive byggestene, som vi kan bygge vores verden op af.

Nærmere undersøgelser af partiklerne

Skal vi undersøge partiklerne nærmere, er der stort set én metode, der går igen såvel i atomfysik som i kernefysik og elementarpartikel-fysik: Den består i at skyde et projektil ind mod det objekt, man vil undersøge og se, hvad der kommer ud af det (fig. 4).

Skyder vi f. eks. med 10 eV en elektronstråle imod et atom og får slået en elektron løs, har vi lært noget om atomets natur. Skyder vi dernæst med f. eks. 1 MeV partikler imod kerner, viser kernernes struktur sig ved, at der f. eks. rives protoner og neutroner løs. Og skyder vi med en stråle – 1 GeV er tilstrækkelig, men lad

Fig. 4. Undersøgelse af partikler



x) Atom, gr. α τομος is „ikke til at søn=derlemme“, „udelelig!“

os sige 100 GeV – mod en proton, så får vi oplysninger om protonens fysik (overraskende, som vi vil se). Der optræder her et nyt – kvantitativt nyt – fænomen, der medfører endnu et trin på kvantestigen. Imellem produkterne finder vi nemlig protoner igen, i hvert fald når vi venter et stykke tid.

Til sammenligning:

Hvis vi skyder en mursten mod en anden mursten, ville det være uhørt, hvis vi som resultat fik to hele mursten og en masse brokker. Men skyder vi en proton mod en anden proton, får vi i visse tilfælde to protoner plus en masse »brokker«. Det har at gøre med, at vi her er oppe i et område, hvor de bindingsenergier, der indgår, er sammenlignelige med partiklernes masse, men det har også at gøre med andre dybsindige ting, såsom at protoner ikke kan forsvinde – i hvert fald tilsyneladende ikke – ud af denne verden.

Acceleratorer

Lad os med støtte i fig. 5 skitsere nogle former for acceleratorer, som man bruger dem i dag. Den mest kendte er nok proton-synchrotronen, hvor man i en ring af magneter og vacuum ved hjælp af elektriske felter accelererer f. eks. protoner til en høj energi for at

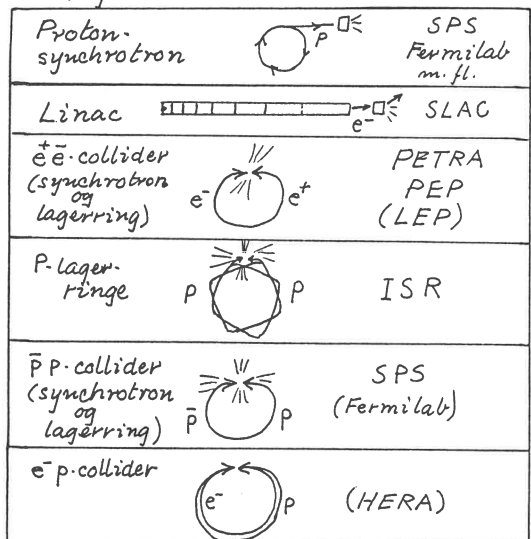
skyde dem mod flydende brint i et boblekammer – eller hvad man ellers kan hitte på.

Til at accelerere elektroner til meget høje energier er synchrotronen imidlertid upraktisk. I stedet bruger man da lineære acceleratorer, hvor man accelererer elektroner gennem et langt rør.

Et tredje princip benyttes i en e^+e^- collider, hvor man samtidig accelerer elektroner og positroner hver sin vej rundt i ringen, og lader dem kollider på passende steder. På den måde får man en større energi i tyngdepunktet af systemet end ved at sende en stråle mod et mål, der er i hvile. I så fald skal der bruges energi til at accelerere produkterne af sammenstødet. Dette tab bliver alvorligere, jo højere man kommer op i energi.

I visse tilfælde ønsker man at lade protoner kollider med andre protoner. Det kræver to lagerringe, da partiklerne her har samme ladning. Ved CERNs lagerringe kan man bringe protonerne op til 31 GeV. En protons hvilemasse er af størrelsesordenen 1 GeV. Den energi, der er til rådighed i sammenstødet, er således omkring 60 gange protonens hvilemasse.

Fig. 5. Acceleratorer.



I de allersidste år er der sket en ny spændende udvikling. Det er lykkedes at bruge CERNs store super-protonsynchrotron (som kan accelerere protoner op til 400 GeV) på en ny måde, nemlig ved at sende protoner og antiprotoner hver sin vej og accelerere dem op til 270 GeV for hver stråle. Man opnår derved en støden energi på 540 GeV, altså en forøgelse af støden energi med en faktor på 10.

Endelig kan nævnes en accelerator, der er under opbygning i Tyskland, hvor man vil sende protoner og elektroner mod hinanden ved hjælp af to lagerringe.

Her vistes en række lysbilleder fra CERN på grænsen mellem Schweiz og Frankrig, hvor forredragsholderen er tilknyttet, og der blev i store træk gjort rede for opbygningen af en stor ny ring (22 km i omkreds). Den kaldes LEP og er en e^+e^- collider, der skal frembringe e^+e^- stød ved 100 GeV (senere op til 250 GeV) i tyngdepunktsystemet.

Quarkmodellen

En af de opdagelser, der er gjort ved at undersøge partikler på den ovenfor beskrevne måde er, at hadronerne, dvs. protonen og dens anslædede tilstande, samt mesonerne består af mindre dele, de såkaldte quarker (fig. 6).

Quarkmodellen blev i sin tid (1964) fremsat af Gell Mann og Zweig (uafhængig af hinanden). Til at begynde med havde man kun brug for 3 typer quarker, der går under navnet »up« (u), »down« (d) og »Strange« eller »sær« (s).

Kvarkerne er ejendommelige bl.a. ved at have brøkdele af ladninger, nemlig $+\frac{2}{3}$ og $-\frac{1}{3}$. Til gengæld har det ikke været muligt at isolere en enkelt kvark.

På forespørgsel fra auditoriet oplyses det, at der tilsyneladende ikke er brug for at kalkulere med andre brøker end netop $\frac{1}{3}$ og $\frac{2}{3}$ af elementarladningen, og at disse brøker ved behændig addition giver hele tal. Protonen (u+u+d) får således lad-

ningen $(\frac{2}{3}+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}) = 1$, mens neutronen (u+d+d) får ladningen $(\frac{2}{3}-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}) = 0$.

Fremsat af Gell Mann og Zweig (1964)

Ladning: $+\frac{2}{3}$ u (= »up«, »op«)
 $-\frac{1}{3}$ d (= »down«, »ned«)
 s (= »særhed«)

Kvarker som byggestene:

Baryoner (qqq) = (3 kvarker)

f.eks. p = u u d

n = u d d

o. s. v.

Antibaryoner ($\bar{q}\bar{q}\bar{q}$)

f.eks. \bar{p} = $\bar{u}\bar{u}\bar{d}$

\bar{n} = $\bar{u}\bar{d}\bar{d}$

o. s. v.

Mesoner ($q\bar{q}$)

f.eks. π^+ = $u\bar{d}$

π^- = $d\bar{u}$

o. s. v.

Argumenter for modellen:

1. Spektroskopi (dvs. mønstret af hadrontilstande)

2. Dybt elastisk spredning af: $e^- \mu^- \nu_\mu \bar{\nu}_\mu$

3. e^+e^- annihilation

4. Hårde PP og $P\bar{P}$ -stød

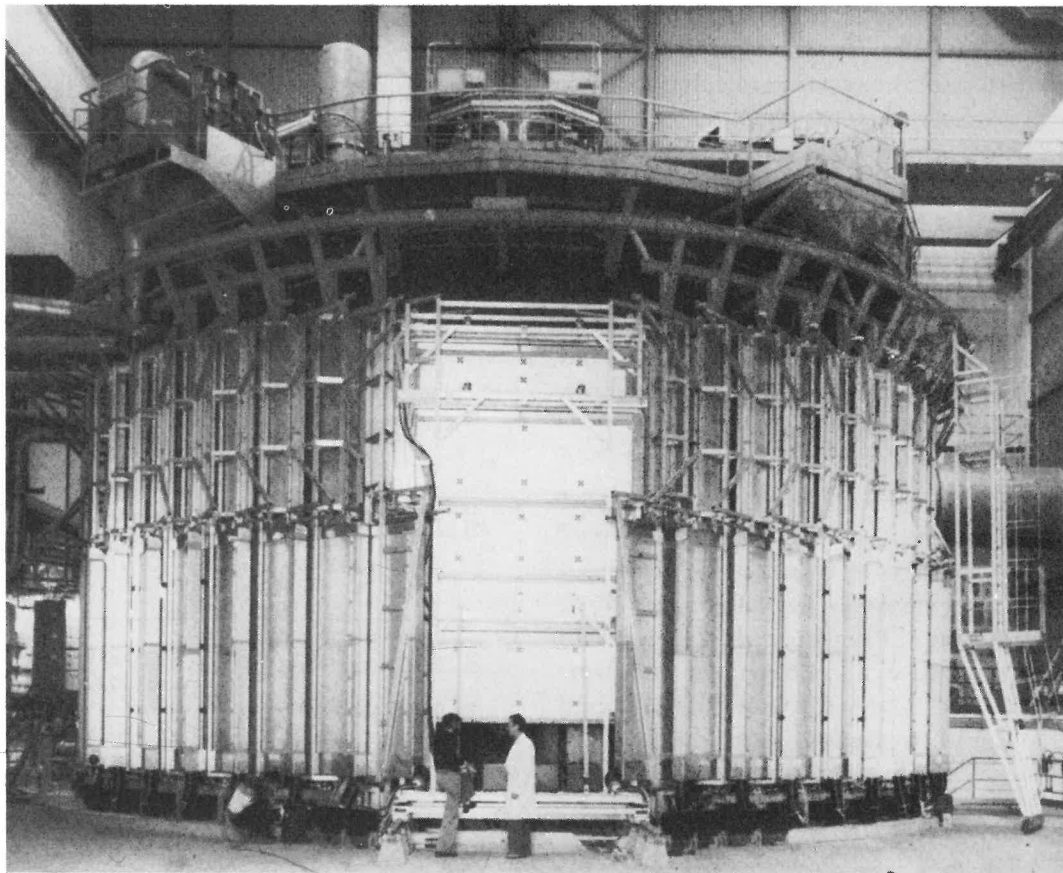
⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

»s«-quarken knytte sig til partikler, der går under navnet »sære partikler«. De har foruden elektriske ladninger også ladninger af en anden type.

I dag er endnu to quark-typer påvist, »charm« (c) og »bottom« (b), og der er stærke formodninger om, at en sjette type, »top« (t) også må findes.

Der er flere argumenter, der støtter quarkmodellen:

1. Spektroskopi: Anvender man spektroskopi på protontilstande (hadroner) på samme måde som man kan gøre det med atomer i anslædede tilstande, eller på kerner, så får man et mønster, der passer med, hvad man skulle forvente, hvis partiklerne netop var opbygget af quarker.



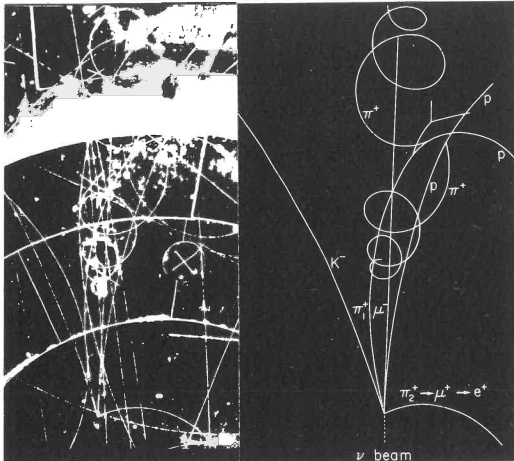
3,4 m Big European Double Chamber med verdens største superledende magnet.

2. Historisk set var det næste skridt at foretage, hvad man kalder: Dybt elastisk spredning. Hovedprincippet er følgende: Hvis vi har et objekt, vi vil undersøge – det kan være en proton – så sender vi en højenergisk stråle af elektroner mod den. Der udveksles en foton, og hvis den foton kan overføre en meget stor impuls, så siger vi, at der er tale om dybt elastiskspredning. Protonen bliver så til en samling hadroner (p, pi, k osv.).

Det, der viste sig sidst i 1960'erne (da man fik tilstrækkeligt højenergisk elektronstråling til rådighed og kunne foretage undersøgelser, hvor fotonernes bølgelængder var væsentlig

mindre end protonens størrelse) var, at der inde i protonen tilsyneladende var mindre, ladede, bestanddele. Elektronerne i dette forsøg afslørede punktformige bestanddele i protonen, idet »punktformige« i denne forbindelse må forstås i relation til den opløsningsgrad, der var til rådighed. Kort udtrykt betyder det, at quarkerne er mindre end 1/1000 af protonens udstrækning.

Desuden viste disse eksperimenter, at kvarkerne inde i protonen opførte sig næsten som frie partikler. De rekylerede, som om de var meget løst bundne. Alligevel er de partikler, der kommer ud, som sagt protoner, pimesoner, k-mesoner osv., som alle består af



Barion-neutrino vekselvirkning og henfald.

quarker og antiquarker – men ingen fri quarker, skønt de tilsyneladende »siddet så løst«. Det er et paradoks, som peger på, at der må være nogle grundlæggende nye træk ved quarkernes fysik.

Man kunne også foretage eksperimenter med myoner og neutrinoer og på den måde

undersøge egenskaber som bl. a. ladning og spin.

Hvis man summerer op, hvor stor en impuls disse quarker giver, så finder man, at det kun bliver ca. halvdelen af protonens samlede impuls. MEN!!! Impulssætningen og energisætningerne gælder stadigvæk. Det må betyde, at der er »noget«, der bærer den resterende impuls, men som ikke har elektrisk ladning. Dette »noget« har at gøre med det felt, der binder quarkerne sammen. Når man i stedet for »felt« taler om »partikler«, kalder man dem gluoner – »limpartikler« – noget skal de jo hedde!

3. Ved en tredje fremgangsmåde arbejder man ved såkaldt $e^+ e^-$ annihilation, hvor man skyder en elektron og en positron mod hinanden ved høj energi. Ofte ser man et mønster af partikler i detektoren som vist i fig. 7.

Fig. 8 viser skematisk, hvad der kan tænkes at foregå: En elektron og en positron annihilere og forvandles til en tung foton. Den henfalder hurtigt til to ladede partikler.

ALLE KEMIKALIER SKAL NU MÆRKES

Kemiketter med R- og S-sætninger fås hos

KEM-ETIK

Specielt tilbud til skoler:

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

Faresymboler kan også leveres.

Bistand kan ydes i forbindelse med mærkningskrav.

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

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

Alle priser er excl. moms og porto.

KEM-ETIK

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

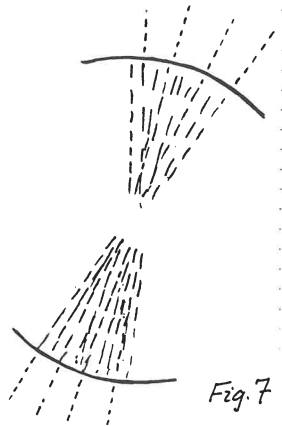


Fig. 7

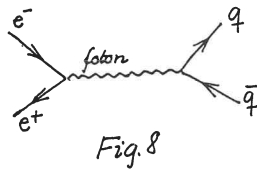


Fig. 8

Det kunne blive en elektron og en positron igen, men det kunne også blive en quark og en antiquark. De optræder stadig ikke som frie partikler, men giver anledning til »sprøjt« af hadroner og antihadroner på en måde, der endnu ikke er forstået til bunds. Man kan forestille sig, at feltet mellem quarkerne, mens de flyver fra hinanden, kan sammenlignes med en elastik, der strammes. Efterhånden som den potentielle energi vokser, og feltenergien er blevet tilstrækkelig stor, får vi dannet et quark-antiquark-par. Når den relative hastighed mellem dem er blevet tilstrækkelig lille, så de kan følges ad, slutter de sig sammen som mesoner. Mesonerne har omtrent den oprindelige quarks (antiquarks) retning, derfor ser vi to kollimerede bundter af partikler.

Somme tider sker der også noget som vist på fig. 9 og 10, hvor en quark har strålet en gluon af med stor impuls, hvorved der opstår 3 »sprøjt« – en analog til bremsstråling, der optræder, når en ladet partikel accelereres (jvf.

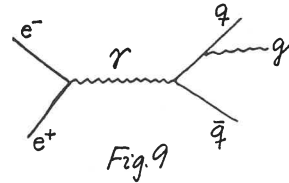


Fig. 9

f. eks. Røntgenstråling). Gluonerne vekselvirker med samme kræfter som quarkerne og er også permanent bundne. De manifesterer sig som dele af andre partikler.

4. Også når man skyder protoner mod protoner ved høj energi, kan det ske, at delpartikler (quarker eller gluoner) støder hårdt mod hinanden og afbøjes i store vinkler. Heller ikke i dette tilfælde kommer de ud som frie partikler, men som kollimerede bundter af hadroner, dvs. sammensatte objekter af quarker og antiquarker. Sådanne stød kan bruges til at lære om kræfterne mellem quarkerne.

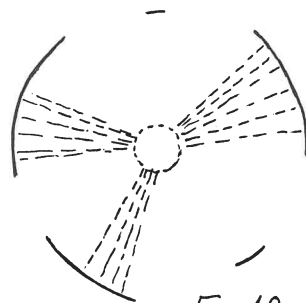
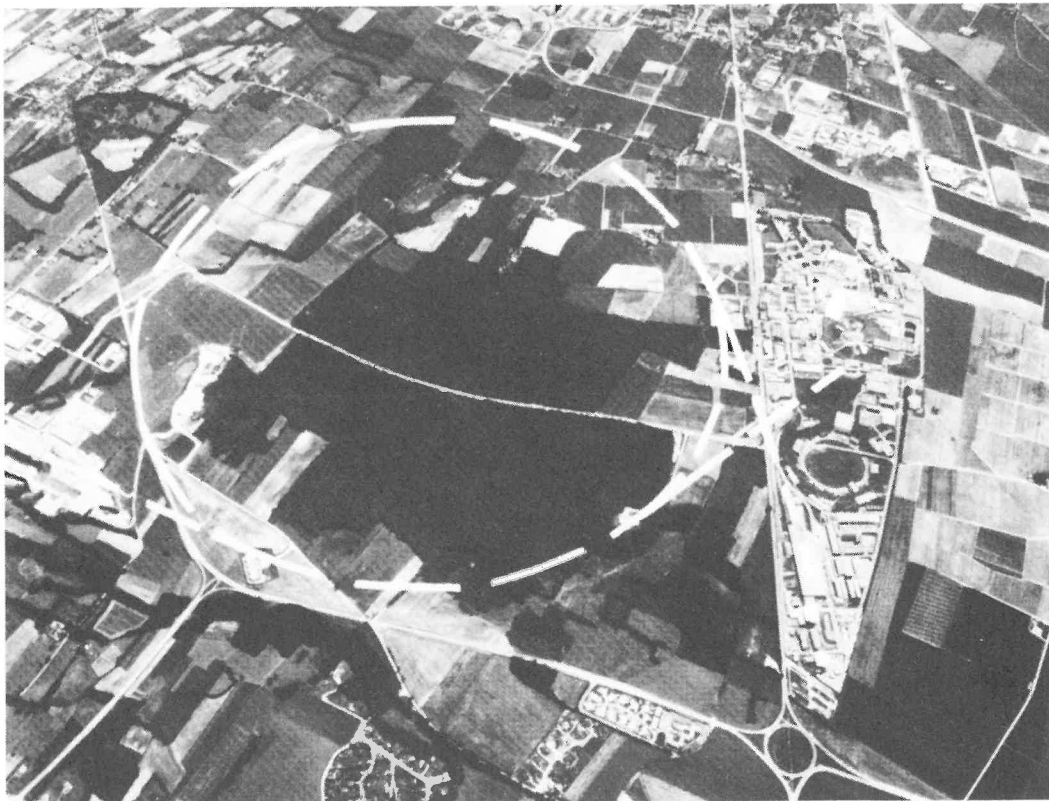


Fig. 10

Her er nogle facts om gluoner

Gluoner er masseløse partikler, nærmest analoge til fotonerne, men de har den særlige egenskab, at de vekselvirker med hinanden. Gluoner kobler til gluoner såvel som til quarker. Gluoners og quarkers ladning kaldes symbolsk for farve. Der er tale om »rød«, »grøn« og »blå«, og de vekselvirker under udskiftning af farve. Eksempel: En »rød« (= »antiblå«) gluon kan forvandle en »blå« quark til en »rød«



Cerns 400 GeV accelerator (SPS) dækker 480 ha.

quark, etc. »Farverne« er et stykke praktisk mnemoteknik, idet partikler, der er sammensat af quarkerne, skal være uden »farve«, og det opnås ved passende blandinger af de tre nævnte hovedfarver og deres antifarver. F. eks. skal de to quarker i en meson have »komplementærfarver«, og de tre quarker i en proton skal have de tre hovedfarver. Kræfterne mellem to quarker, der fjernes fra hinanden, forbliver konstante, således at den potentielle energi vokser. Dette er et udtryk for virkningen af gluonerne, der optræder mellem quarkerne (jvf. den tidligere omtalte »elastik«-virkning).

Elementarpartikler

Fig. 11. viser en oversigt over elementarpar-

tikler, som vi i dag opstiller dem. Tre-tallerne foran quarkerne antyder, at de optræder i tre »farver«. Det ses, at der er kommet to ekstra quarker til. Forskellige symmetrigrunde taler nemlig for, at der må findes en såkaldt »top«

Fig. 11. Elementarpartikler

	(e^-)	(μ^-)	(τ^-)	ladning
Leptoner	$\begin{pmatrix} e^- \\ \nu_e \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \mu^- \\ \nu_\mu \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \tau^- \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$	0
Kvarks	$3 \times \begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}$	$3 \times \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}$	$3 \times \begin{pmatrix} t^{(*)} \\ b \end{pmatrix}$	$+\frac{2}{3}$ $-\frac{1}{3}$

*) c står for »charm«
 s - - »sæthed«
 t - - »top« (ikke påvist)
 b - - »bund«

(t), der dog endnu ikke er påvist, som en partner til »bottom« (= »bund«)-quarken. Man har spurgt, om quarkerne evt. består af endnu mindre dele. Visse ting kunne tydes derhen, men med henvisning til deres ringe størrelse (mindre end 10^{-16} cm \varnothing) ville beregninger ud fra deres bindingsenergi føre til, at bestanddelene måtte være meget tunge partikler. Det er bl. a. derfor usandsynligt.

Feltkvanter

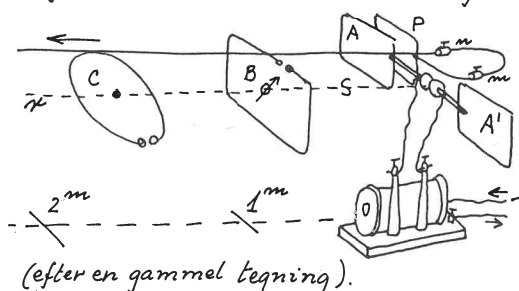
Endelig viser fig. 12 en oversigt over de feltkvanter, der formidler kræfterne mellem elementarpartiklerne. Foruden fotonen, der formidler elektromagnetiske kræfter, er der noteret de tunge bosoner w^+ , w^- og Z^0 . De formidler de svage kernekrafter med kort rækkevidde. Under de 8 mulige gluoner er noteret G for graviton (= gravitationsbølge).

Fig. 12. Feltkvanter

	Navn	Krafter
γ w^+, w^-, z^0	Foton Tunge bosoner	Elektromagnetiske kræfter svage vekselvirkninger
$8g$	Gluon	»farvekrafter« (»rød-gul-blå«)
G	Graviton (gravitationsbølge)	Gravitation

Man har gjort forsøg med at bygge store massive detektorer, der er følsomme for svage svingninger, og har villet måle en evt. påvirkning af gravitationsbølger v. hj. af piezoelektriske krystaller. Resultaterne er usikre og er p.t. at betragte som afkræftede. Men man mener ad indirekte vej at have påvist gravitationsbølger gennem undersøgelser af, hvor hurtigt en pulsars (neutronstjernes) rotation decelererer i et dobbeltstjernesystem. I forbindelse med W-erne og Z^0 -erne blev det nævnt,

Fig. 13. H. Hertz's forsøgsopstilling.



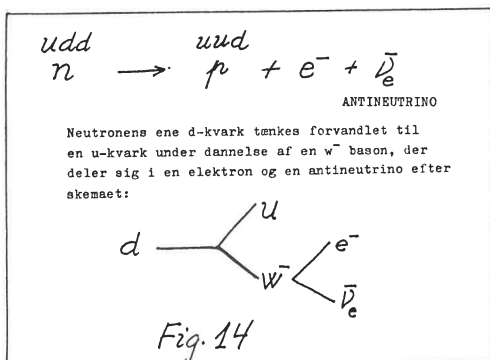
(efter en gammel tegning).

at man gennem hele fysikkens historie har søgt at finde forbindelser mellem fysiske fænomener, der tilsyneladende ikke har noget med hinanden at gøre. Rent historisk kunne man gå tilbage til Newtons opdagelse af den universelle tyngdekraft, men mere i tråd med aftenens emne er nok sammenhængen mellem elektricitet og magnetisme. Her må nævnes Maxwell, der i 1864 forudsagde, at der måtte eksistere elektromagnetiske bølger, og Hertz, der påviste dem i 1888.

Fig. 13 viser Hertz' apparatur efter et gammelt stik. Hertz viste først, at der var interferens mellem bølger, der forplantede sig gennem luften, og bølger, der forplantede sig gennem metaltråden, der på tegningen er markeret med en pil. Ved senere eksperimenter med refleksion af elektromagnetiske bølger kunne Hertz beregne deres bølgelængde i luft, bestemme deres hastighed og påvise overensstemmelse mellem bølgernes og lysets hastighed. Hans forsøg var en fuldgældig bekræftelse af Maxwells teori om lysets elektromagnetiske bølgenatur.

Den moderne udvikling har vist, at de svage kernekrafter og de elektromagnetiske kræfter, hvor usandsynligt det end lyder – de svage kernekrafter er jo kun kortrækkende (!) – måske alligevel har en nøje forbindelse med hinanden. Faktisk har man opstillet en sådan forenet teori. En konsekvens af den er, at hvis impulsudvekslingerne imellem partiklerne bliver væsentlig større end 100 GeV, blandes de elektromagnetiske og svage kræfter og vir-

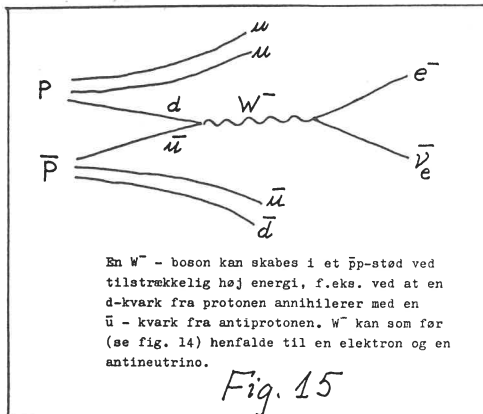
ker med samme styrke. En af forudsigelserne er, at der ikke alene skal findes tunge, ladede, partikler, W 'er (masse ca. 80 GeV), som for så vidt var de eneste, man havde brug for til de svage kræfter, man kendte før 1974 (f. eks. neutronens henfald, se fig. 14-15), men at der foruden disse w^+ og w^- -bosoner skal findes en neutral boson, kaldet Z^0 . Den kan opfattes som en tung udgave af fotonen (masse ca. 90 GeV), og formidler svage vekselvirkninger, hvor der ikke foregår nogen duveksling af elektrisk ladning.



Det næste skridt i retning af at »forene« forskellige arter af kræfter vil være at samordne den nylig nævnte forbindelse mellem de svage kernekrafter og de elektromagnetiske kræfter med teorien om kræfterne mellem kvarker og gluoner, den såkaldte kvantekromodynamik (hvor »kromo« hentyder til disse elementarpartiklers »farve«egenskaber). Den simpleste teori af denne art møder i øjeblikket store vanskeligheder, bl. a. på grund af en forudsigelse om, at der skal finde henfald af protoner sted med en middellevetid på ca. $10^{29} \pm 2$ år!

Den eksperimentelle grænse er imidlertid blevet forbedret til, at levetiden er større end 10^{32} år.

Som afslutning vist en række lysbilleder, der viste partikelspor, der tydes som bekræftelse på bl. a. den forenede teori for elektromagnetiske og svage vekselvirkninger.



Foranlediget af spørgsmål fra auditoriet oplystes, at magnetiske monopoler næppe er påvist. Man har registreret et enkelt signal, men det kunne eventuelt skyldes, at en spole i opstillingen havde »sat sig« lidt.

Som svar på et spørgsmål om neutrinoens masse oplystes, at russiske forskere mente at have fundet en masse svarende til 30 eV, men resultatet er usikkert. Neutrinoens eventuelle masse har stor interesse blandt kosmologerne, idet en ekstra, ikke hidtil påvist masse i verdensrummet dels vil kunne give løsningen på visse tvivlsspørgsmål angående galaksernes masser, og dels vil spille en afgørende rolle i spørgsmålet om rummets udvidelse.



Lidt om kalk og dets kemi

ved Gunnar Cederberg

Danmark har kun få råstoffer, som kan udnyttes industrielt. Et af dem er kalk. Hele Danmarks undergrund består af dette kalk dannet for millioner af år siden ved bundfældning af døde organismers kalkholdige skeletter. Mest kendt er nok kokkoliter, bryozøer og koraller, som under varmere vilkår levede i det lavvandede hav, som for ca. 100 millioner år siden dækkede det område, hvor Danmark i dag er beliggende. Organismene udnyttede vandets indhold af opløste calciumforbindelser til opbygning af deres kalkskeletter, som bestod af næsten rent calciumcarbonat,

CaCO_3 . Bl. a. de hvide muslingeskaller, du kan finde ved stranden, består af det samme materiale.

Ordet kalk benyttes ofte om forskellige stoffer. Således kaldes de tre forskellige kemiske forbindelser calciumcarbonat, calciumoxid og calciumhydroxid, samt calcium-ionen i daglig tale alle for kalk. Nogen forvirrende, ikke sandt?

I nedenstående tabel kan du finde sammenhængen mellem de kemiske navn, den kemiske formel og de almindeligst benyttede navne for en række stoffer, som i daglig tale benævnes kalk.

Calcium-carbonat	CaCO_3	kalk kridt marmor kedelsten drypsten kildekalk
Calciumoxid	CaO	brændt kalk
Calcium-hydroxid	Ca(OH)_2	melkalk hydratkalk stampet kalk læsket kalk mørtel (indeholder også sand)
Calcium-ion	Ca^{++}	hårdt vand indeholder kalk = Ca^{++} knogler indeholder kalk = Ca^{++} mennesker og dyr har behov for kalk = Ca^{++}

Tabel 1.

Udvinning af kalk

I Danmark har mørtel i mere end tusind år været et vigtigt byggemateriale, i starten især ved opførelse af kirker og slotte. Mørtel fremstilles ved blanding af brændt kalk, grus og vand. Brændt kalk fås ved stærkt ophedning af kalk.

Kalk har ligeledes i mange år været benyttet til jordforbedring (jordbrugskalk, mergel). I alle disse år har der derfor været drevet kalk-minedrift i Danmark. Mest kendt er nok kalkminerne i Daugbjerg og Mønsted ved Viborg samt Faxø kalkbrud. Al kalkudvinning foregår i dag fra åbne brud ved hjælp af specialbyggede entreprenørmaskiner.

Forbruget af kalk i Danmark er stort. Fordelt på indbyggere svarer det til et forbrug på ca. 1 kg om dagen, hvilket sikkert er overraskende. Det store forbrug af CaCO_3 hænger sammen med, at CaCO_3 benyttes industrielt ved fremstilling af mange andre produkter. I tabellen er angivet de vigtigste anvendelsesområder for de 4-5 millioner tons CaCO_3 , som hvert år forbruges. Mængdemæssigt er det landbruget, samt cement- og mørtelindustrien, der er de store forbrugere af CaCO_3 .

anvendelsesområde	ca. % forbrug
landbrug (jordbehandling)	50%
cementfremstilling	37%
brændt kalk og mørtel	6%
glasfremstilling	2%
stålfremstilling	1%
maling	—
plastik	—
papir	—
tandpasta	—
tyggegummi	—
fødevarer	—
miljøforbedring	—

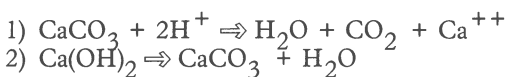
Calciumcarbonat kemisk set

Calciumcarbonats kemiske formel, CaCO_3 fortæller os, at calciumcarbonat består af lige mange positive Ca^{++} og negative CO_3^- . I en CaCO_3 -krystal har de enkelte ioner som nærmeste nabo 6 modsat ladede ioner. Imellem de positivt og negativt ladede ioner virker usynlige elektriske tiltrækningskræfter, og der kræves megen energi for at skille dem. CaCO_3 har da også, ligesom andre ionforbindelser, et usædvanligt højt smeltepunkt. Faktisk smelter CaCO_3 slet ikke ved opvarmning, men omdannes ved ca. 900°C til CaO (brændt kalk) under afgivelse af CO_2 .

CaCO_3 er tungtopløseligt i vand. Ved 20°C kan der således kun opløses 0,07 g CaCO_3 pr. liter vand. Selv om dette lyder af lidt, findes der alligevel betragtelige mængder CaCO_3 opløst i floderne og havene.

Påvisning af CO_3^{--}

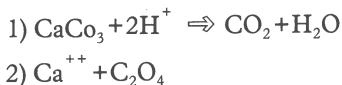
Anbring et stk. kalk (stofprøven) i et reagensglas. Hæld fort. HCl herpå. Lad den udviklede gas boble gennem en opløsning af $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ (kalkvand). Dannelse af hvidt bundfald af CaCO_3 viser, at der indgår CO_3^{--} i stofprøven (kalkvandsprøven).



Påvisning af Ca^{++}

Anbring et stykke kalk (stofprøven) i et reagensglas. Tilsæt et par ml eddikesyre og vent 2 minutter.

Filtrer uomdannet CaCO_3 fra. Opsaml filtratet i et rent reagensglas og tilsæt et par dråber $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (natriumoxalat). Et hvidt bundfald af CaC_2O_4 viser, at der indgår Ca^{++} i stofprøven (oxalat-prøven).

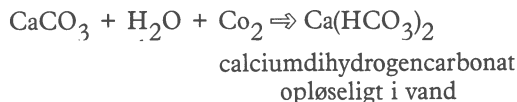


Prøv efter samme recept om der er Ca^{++} og/eller CO_3^{--} i soda, hjortetaksalt, »non-oxal«, tavlekridt, æggeskaller, muslingeskaller. Prøv evt. også med en tand og et stykke ben, som har ligget i en eddikesyreopløsning mindst 1 døgn. Husk til alle forsøgene at anvende *demineraliseret* vand.

Hårdt vand og kalk

Udføres påvisningsprøver for Ca^{++} og CO_3^{--} på kedelsten og kildekalk, vil man opdage, at også disse materialer består af (næsten rent) CaCO_3 . Men hvordan er det dannet?

Den del af Danmark, som under istiden var dækket af is, har forholdsvis kalkholdig jord. Denne kalk er næsten uopløselig i rent vand, men opløses meget bedre i CO_2 -holdigt vand. Det er netop det, der sker, når regnvand siver ned gennem de øverste jordlag. Herfra optager vandet CO_2 (produceret af jordens mikroorganismer), og det CO_2 -holdige vand opløser en del af jordens kalk.



Vandet kommer altså til at indeholde »opløst« kalk i form af $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Vandet er blevet hårdt, en betegnelse som benyttes om vand, som indeholder Ca^{++} .

At CaCO_3 kan opløses af CO_2 -holdigt vand, kan du let demonstrere ved fortsat at lede CO_2 til kalkvand, også efter at bundfald af CaCO_3 er dannet. Bundfaldet forsvinder igen.

Hjemmelavet hårdt vand

Du kan selv lave hårdt vand ved hjælp af en sodavandsmaskine.

Anbring et lille stykke kalk i en sodavandsmaskine-flaske. Fyld demineraliseret vand på flasken og derefter CO_2 fra »kulsyre«-patronen. Vent 5-10 minutter. I flasken har du nu hårdt vand fremstillet efter samme princip som i naturen.

Hæld lidt af det hårde vand op i 2 rene bægerglas (hvis der kommer kalkstykker med, må du filtrere). Opvarm det ene bægerglas til kogning. Resultat: Udfældning af alk.

Lad det andet stå til næste dag. Resultat: Der udfældes »af sig selv« kalk.

I begge forsøg genudfældes den opløste kalk. Den forannævnte reaktion forløber den modsatte vej, fordi det CO_2 , der er opløst i vandet, forsvinder igen.



Det er det samme, der sker, når der dannes kedelsten ved kogning af hårdt vandværksvand eller kalk omkring en dryppende vandhane.

Hvor hårdt er vandet?

Du ved sikkert, at sæbe og hårdt vand er en dårlig kombination. Stor hårdhed af vandet er ensbetydende med stort sæbeforbrug, før vandet skummer (samtidig dannes kalksæbe). Principet kan anvendes til hårdhedsbestemmelse.

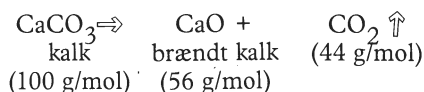
Anbring 40 ml vand til hårdhedsbestemmelse i et stort reagensglas. Tilsæt i små portioner fra en 1-ml plast-engangssprøjte en standardsæbeopløsning (Struers, m. fl.). Sæt prop på glasset og omryst kraftigt mellem hver tilsætning. Kommer der skumdannelse (2-3 cm højt) efter tilsætning af a ml sæbeopløsning, er vandets hårdhed = 10·a.

NB. Skummet må ikke forveksles med kalksæbe.

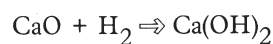
Brændt kalk og mørtel

Brændt kalk fremstilles ved opvarmning af CaCO_3 til over 900°C . Hvis skolen har en keramikovn, kan du selv fremstille brændt kalk, der siden kan benyttes til mørtel-produktion.

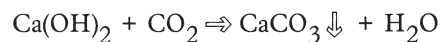
Afvej rimeligt nøjagtigt 200-300 g kalk (ikke marmor), og anbring det i en stor porcelæns- eller lerskål. Placer det i en keramikovn, og lad dennes temperatur stige til minimum 900°C . Temperaturen skal holdes i 1/2-1 time. Efter afkøling konstateres, hvor stort vægttabet har været i procent. Hvis kalkbrændingen er forløbet helt, skal vægttabet være på 44%, hvad du selv kan konstatere ud fra reaktionsskemaet:



Mørtel indeholder som aktiv kemisk bestanddel $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Dette dannes, når brændt kalk reagerer med vand:



Som fyldstof tilsættes yderligere grus. Når mørtelen siden hærder, som kun kan ske ved reaktion med CO_2 fra luften, gendannes kalk i form af CaCO_3 (sml. kalkvandsprøven):



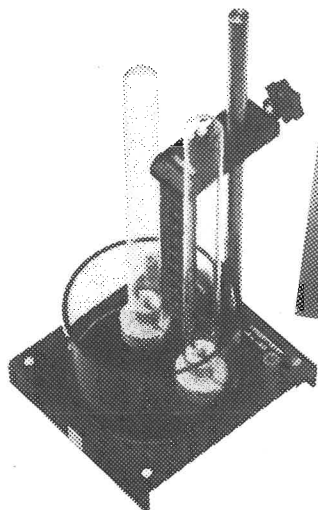
Anbring ca. 100 g brændt kalk (hjemmelavet eller købt) i en plastspand. Tilsæt på en gang 3 gange så stor en vægtmængde vand (bær beskyttelsesbriller, blandingen bliver meget varm og er ætsende). Rør rundt i blandingen med en træske, indtil der ikke er flere klumper tilbage. Tilsæt ca. 10 gange så stor vægtmængde sand eller grus som brændt kalk. Rør rundt til ensartet konsistens. Spæd efter med vand indtil konsistensen er grødagtig. Anvend din færdige mørtel til at mure et par musten sammen med. Lad stenene ligge et par uger.

Af andre emner, som vedrører kalk, kan nævnes: Afkalkning, blødgøring, demineralisering, reaktionstal, røggasrensning, miljøforbedring, cementfremstilling, glasfremstilling m. m.

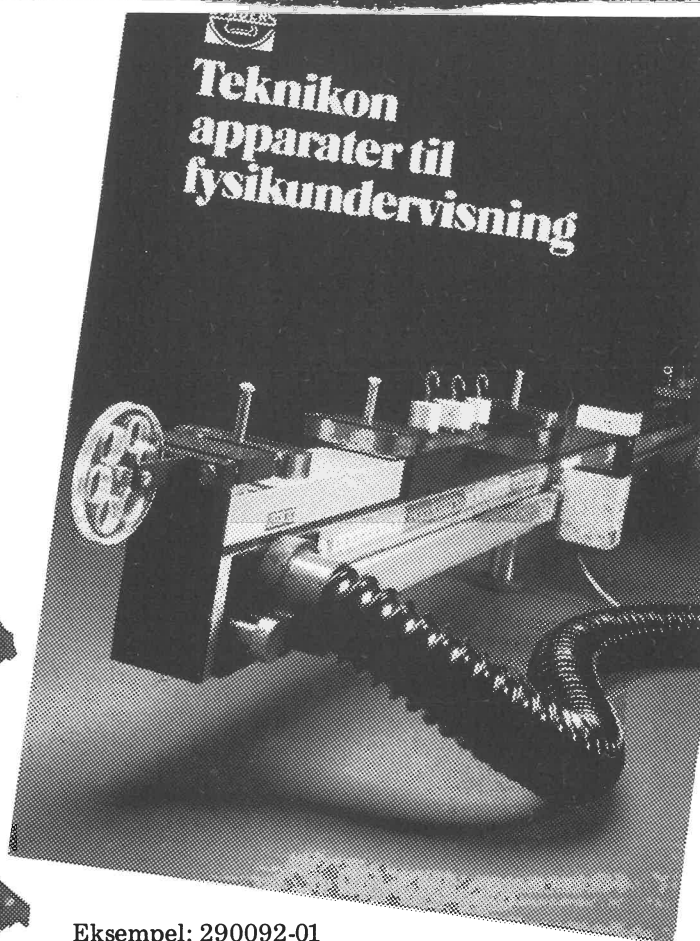
Herom kan evt. skrives ved en senere lejlighed.

g. c.

Rekvirér
vort
Teknikon
prospekt
med
prisliste



Be' om skoleafdelingen.



Eksempel: 290092-01
Vandsønderdelingsapparat

Robust og brugervenligt design, til standard reagensglas (18 x 180 mm), der umiddelbart sættes ned over to holdere, hvori platinelektroderne er monteret ned-sænket. Denne opbygning sikrer elektroderne mod beskadigelse. 90 mm acrylbæger, 2 bananbøsninger og stativstang med forskydelig mm-skala.

Kr. 690,-
(excl. moms og med forbehold for ændringer).

Struers

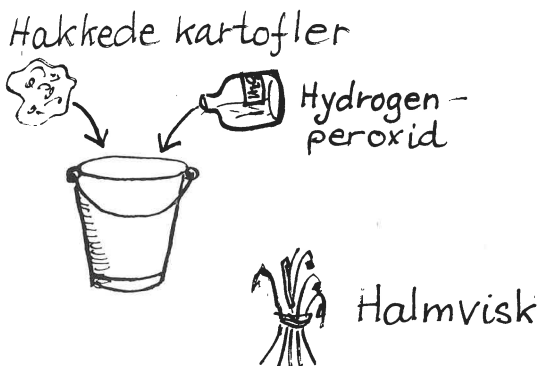
Valhøjs Allé 176 · 2610 Rødovre

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

Referat fra julemøde i Vendsyssel

ved Jens Hjørne og Frede Jakobsen

1. Oxygenfremstilling uden for byzonen, med enkle midler.



Inden mørkets frembrud går du ud i kartoffelkullen og roder nogle foderkartofler frem (alm. kartofler kan også bruges). Disse snittes fint i f. eks. roehakkeren og lægges i spanden. Ovenpå hældes ca. 30% hydrogenperoxid – en passende sjat – og det bruser fra kartoflerne. En halmvisker bringes til at gløde og blusser kraftigt op i spanden. Oxygen er påvist – og så er den jo hjemme! Kartofler indeholder enzymer, der spalter hydrogenperoxid.

2. Fremstilling af knaldpulver.

Følg. kemikalier anvendes:

- 1 gram tørt kaliumcarbonat (potaske)
- 1 gram svovlpulver
- 3 gram fint pulveriseret kaliumnitrat.

Disse tre blandes grundigt på et stykke papir og kan opbevares i et godt tillukket glas.

En ikke alt for stor spatelfuld af blandingen anbringes på en metalplade liggende på en trefod. Med en noget nedskruet bunsenbrænder bringes blandingen til sintring – idet den bli-

ver brun på overfladen – og efter nogen tid eksploderer den. En kraftig eksplosion opnås, hvis blandingen ikke toppes op på metalpladen.

PS. Jeg er ikke blevet døv – men har bemærket, at andre mumler!

Fint pulveriseret kaliumnitrat kan ikke købes hos firmaerne, så det skal rives grundigt i en morter eller gammel kaffemølle.

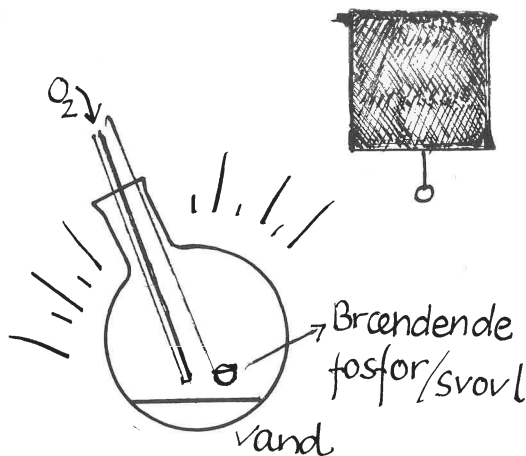
3. Forbrænding af rødt fosfor i rent ilt.

En 1-liter, gerne 2-liter rundbundet kolbe fyldes med ren ilt fra flasken gennem et langt glasrør.

På en forbrændingsske lægges noget rødt fosfor, der antændes og føres ind i kolben. Oxygenstrømmen tilpasses, indtil kolben oplyser det i forvejen mørklagte lokale – med blændende hvidt lys.

Forsøget kan gentages med svovl i stedet for fosfor. Lyset bliver da blå/violet.

Bemærk: Det er en god idé at hælde lidt vand i kolben inden forsøget, så kan den bruges igen, hvis der falder lidt af skeen.

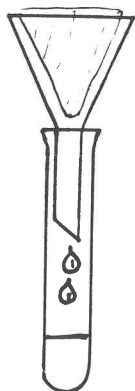


4. Et pudsigt forsøg!

Et par korn kaliumpermanganat opløses i en sjat fortyndet natriumhydroxid, således at den røde farve netop træder frem. Herefter ledes opløsningen gennem tragt og filter.

Filtratet er smukt grønt!

Filteret reducerer mangan fra oxidationstallet +7 til +2 og disse manganoioner er grønne.



5. Fremstilling af lækker creme

Den sædvanlige hudcreme fra skole-TV er ikke god nok til sarte vendelboeres nonnemaveskind.

Fedtfase:

7,5 gram stearin

3,0 gram hvid vaseline

2,5 gram hvid voks

smeltes sammen over svag varme, hvorefter

1,0 gram triethanolamin

50 ml vand

opvarmes til 80 grader og tilsættes under omrøring. Når temperaturen er under 40 grader, tilsættes parfumen – eller æteriske olier, f. eks. fyrrenåleolie fra apoteket.

Æteriske olier kan også købes hos firmaet Roco, Abildgårdsparken 12, Birkerød, tlf. 02 8-1 57 31, som gerne udsender gratis katalog.

6. Ildfænomen med flaskegas.

Første række trækker maven ind og tager benene ned fra katederet.

En ballon fyldes med flaskegas fra gasflaske uden reduktionsventil, idet den formindsker trykket så meget, at det er umuligt at fylde en ballon. Man kan hos den lokale gasforhandler købe en studs (pris kr. 10,-) som i øvrigt anvendes til blæselamper o. lign.

Ballonen lægges på en trefod midt på katederet. En glødetråd af 0,5 mm konstantråd gøres klar under ballonen. I ca. ½ meters afstand fra trefoden anbringes et meget lille stearinlys – eller to. Når lysene brænder og lokalet er mørklagt, tændes for glødetråden. Ballonen springer og hele katederet står i flammer i et sekund – for kun 50 øre!

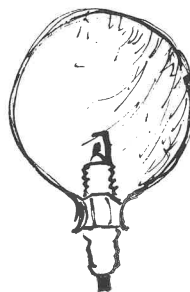
Virker det ikke første gang, kan man flytte lidt på lysene – idet den »tunge« flaskegas løber hen over bordet til den når lysene.

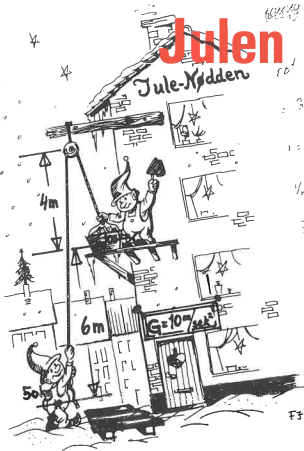
En anden smuk udgave.

En ballon fyldes atter med flaskegas, men i stedet for at slå en knude på ballonen, placeres et alm. tændrør i åbningen – det passer præcist.

Induktionsapparatet støves af og forbindes til tændrøret – således at det gnistrer inde i ballonen.

I et mørklagt lokale ligner ballonen en stor, underlig lysende pære. Forsøget kan køre indtil gassen er opbrugt!?





Julen varer lige til påske

ved Jan Madsen

Prof. Madsen: 61000 kg - 63000 kg = 2000 kg
 1. 2000 kg
 2. 2000 kg
 3. 2000 kg
 4. 2000 kg
 5. 2000 kg

1. 2000 kg
 2. 2000 kg
 3. 2000 kg
 4. 2000 kg
 5. 2000 kg

1. 2000 kg
 2. 2000 kg
 3. 2000 kg
 4. 2000 kg
 5. 2000 kg

1. 2000 kg
 2. 2000 kg
 3. 2000 kg
 4. 2000 kg
 5. 2000 kg

1. 2000 kg
 2. 2000 kg
 3. 2000 kg
 4. 2000 kg
 5. 2000 kg

- Ja! Det siger man, og her er så svaret på »JULE-NØDDEN« i 5/86:
- 1: 3000 joule (Nm)
- 2: a: 3 m, b: ca. 4,5 m/s ($2\sqrt{5}$)
- 3: 3,33333 ... m/s² ($\frac{10}{3}$)
- 4: ca. 9 m/s ($\sqrt{80}$)
- 5: 600 joule (kg m²) ... Jo, der står baljerester.

Tak til alle de garvede og nye fysiklærere, der tog udfordringen op og beviste, at der stadig er nogle, der kan bruge matematik og fysik, så det klinger.

Vinder blev:

K. Uhre Pedersen

fra Egtved, som forhåbentlig har modtaget en flaske god, dybfrossen, spansk rødvin.

Til lykke!
Jan Madsen.

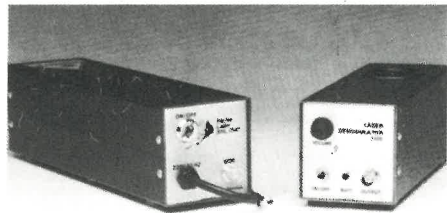
LASERUDSTYR

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. **816,-**
 (Priser excl. moms)

Buch & Holm A/S

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

LEGO® Technic Computer Control

– nu også til
COMMODORE 64



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-plottet, 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

NYT FRA FORLAG OG FIRMAER

»De små genier 1-3«

D.U. Kanselvski

På dansk ved Ulla Madsen

og Hans Skov Jürgensen

3 bind à ca. 75 sider, indb.

Pris 116 kr. pr. bind

teknisk forlag a/s

»De små genier« er en serie, omfattende 3 bind, med i alt 121 forsøg. Forsøgene er udviklet i Science Center i Canada og er beregnet på, at naturvidenskab og teknik skal leges ind i børn. De fleste af forsøgene kræver kun ganske få og enkle hjælpemidler og kan udføres i køkkenet eller i stuen - selv i en ødegård i Sverige.

Bogen er illustreret med tegninger, som ofte fortæller lidt ud over forsøgene og i en del tilfælde sætter dem ind i en dagligdags sammenhæng.

Teksten er efter udgiverne beregnet på, at børnene skal kunne lave forsøgene lige fra de har lært at læse. Jeg har prøvet nogle af forsøgene med min tredieklasse - som er vant til at udføre eksperimenter - og det var ca. halvdelen, som kunne få noget ud af teksten. Eleverne har lånt bøgerne som »frilæsning« og har kunnet få lov at lave enkeltforsøg hjemme efter dem. De fleste har været nødt til at få forældrene til at hjælpe med at læse - men det gør selvfølgelig heller ikke noget, at forældrene bliver aktiverede.

Bøgerne prøver at give nogle forklaringer og sammenhænge, som i nogle tilfælde er for svære og som kræver, at man bruger alt for abstrakte begreber.

Alligevel vil jeg anbefale bøgerne til at få ideer af i undervisningen i de små klasser, hvis man vil inddrage fysik- og kemiemner f.eks. i orienteringsundervisningen.

Den vil også være særdeles velegnet til at få ideer af i fysik- og kemiundervisningen i 7-8. klasse, både til læreren og til elever, som vil eksperimentere på egen hånd.

De fleste af forsøgene er ganske lette og nemme at gå til, og langt de fleste er ufarlige, dog er der en enkelt uheldig anvisning på, hvordan man kan opsamle hydrogen og oxygen ved en simpel elektrolyse af saltvand.

EL-FIRAS

Tlf. 05 93 32 00

Det bedste nummer i elektronik

Postbox 17, 6. Julivej 85

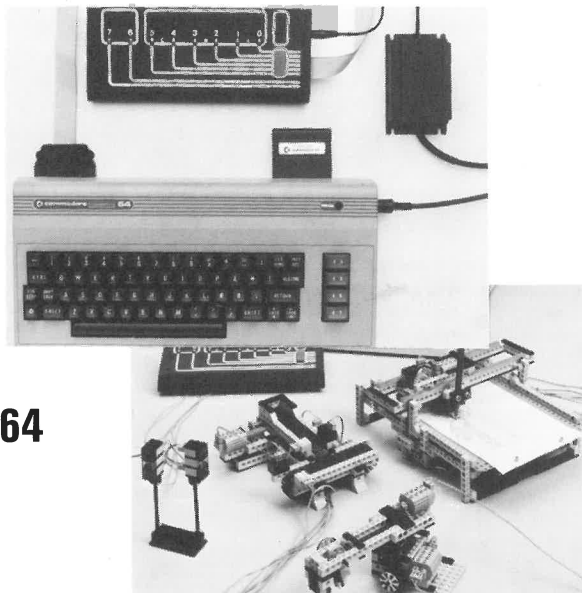
DK-7000 Fredericia, giro 5716160

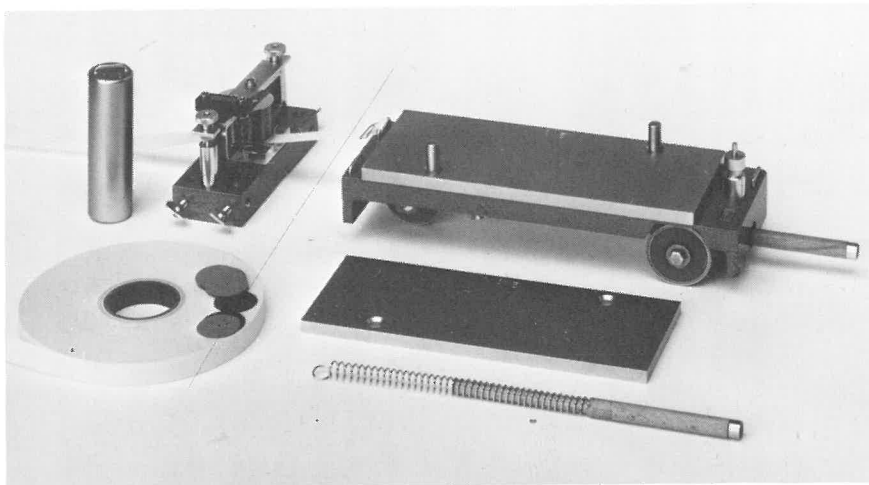
ELLKIT®

Nu bliver datalære og informatik tredimensionale



også til **COMMODORE 64**
samt **PICCOLINE m.f.**





Tempograf og Tempografvogn

Podis

Buevej 1
3400 Hillerød
tlf. 02 261711

spørg Podis –
det betaler sig

REDAKTION:

Ansvarshavende redaktør:
Helene Sørensen.

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

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

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

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

Tegninger: Finn Jørgensen.

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

Abonnementspris 1987
100 kr. incl. moms

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

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

Dette nummer er afleveret til
postvæsenet 6. april 1987

Tryk: Bornholms Tidende.

ANNONCER:

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

Annoncepriser:

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

Reprofærdigt materiale 5 % rabat.

Fastkunderabat (2 på hinanden
følgende numre) 3 %.

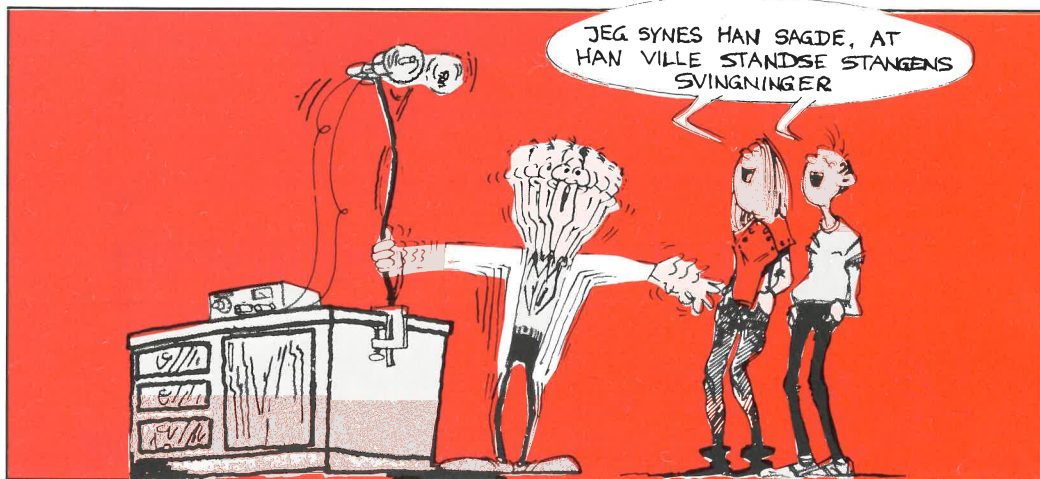
Hvis en hel årgang forudbestilles
gives der 8 % rabat.

JØRGEN HANSEN

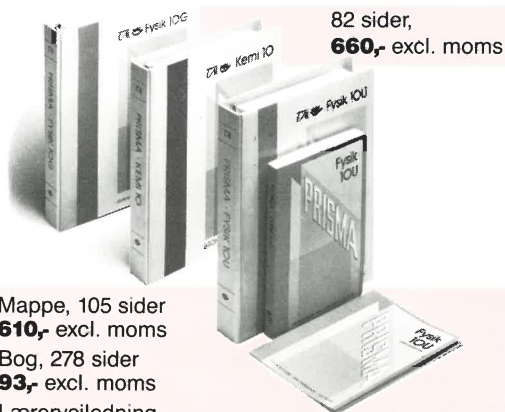
GEVNINGE BYGADE 36 A
4000 ROSKILDE

PRISMA FYSIKBØGER

– den perfekte kemi mellem lærer og elev

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

Prisma giver valgmuligheder på 10. klassetrin



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

82 sider,
660,- excl. moms

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

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

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



Forlag Malling Beck
Læhegnet 73 · 2620 Albertslund