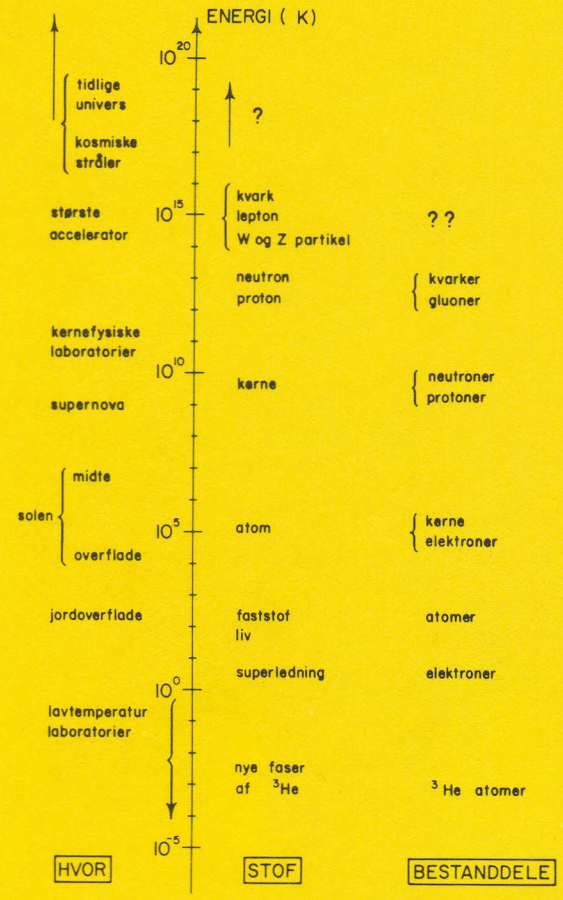
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP



Atomfysikken og forskningen ved Nordita.

INNHOLD

Fra redaktørene	1
Fysikermøtet 1983	1
Innkalling til årsmøte	2
Professor i mekanikk	2
Professor i fysikk	3
Dosent i fysikk	3
Nye medlemmer	3
W-partikkelen funnet ved CERN?	4
Den kosmologiske rødforskyvning	4
Nordisk informasjonsblad	5
Atomfysikken og forskningen ved Nordita	6
Er magnetiske monopoler oppdaget?	9
Svart hull i galaksesenteret?	10
Påmeldingsskjema	15
Skoleforskning en viktig oppgave også for fysikere?	17
Fagdidaktikk i fysikk ved UNIT, Norges lærerhøgskole	22
Bøker	16, 24

Nr. 1 - 1983
45. årgang
ISSN-0015-9247

Institutt for energiteknikk

KURSSENTERET

KURS I DATABEHANDLING

Følgende kurs vil bli holdt våren 1983:

21.3 - 25.3	Videregående FORTRAN
18.4 - 29.4	PASCAL

Påmeldingsfristen er 1 måned før kursets begynnelse.

Det vises også til Forbruker- og Administrasjonsdepartementets kurskatalog for 1983.

Nærmere opplysninger
Kurssekretær Gerd Jarrett
Den nederlandsk-norske reaktorskolen
Institutt for energiteknikk
Boks 40, 2007 Kjeller

Telefon (02) 71 25 60

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 1 - 1983

Redaktører: KNUT JOSTEIN KNUTSEN og HANS KOLBENSTVEDT
Redakjsonssekretær: HALVARD TORGERSEN

45. årgang
ISSN-0015-9247

Fra redaktørene

Norske fagbøker og tidsskrifter kjemper for å overleve. Engelskspråklige bøker og tidsskrifter er som oftest billigere, bedre utstyrte og etter hvert lettere tilgjengelige enn de norske. Et visst fremmedspråklig innslag er ubetinget en fordel for en liten nasjon som den norske, men vårt språksamfunn er svært utsatt; i det lange løp er det fare for at det ikke vil overleve dersom det ikke gjøres bevisste anstrengelser for å opprettholde norsk språk i skrift og tale. Den utstrakte bruk av engelske ord vil i alle fall føre til en utarming av språket vårt. Dette er en av grunnene til at vi mener det er viktig at det finnes et norsk fysikktidsskrift og vi tør derfor be de av våre lesere som er fornøyde med Fra Fysikkens Verden om å drive litt reklame for oss. Flere abonnenter gir bladet en bedre økonomi og gir muligheter til å forbedre bladet. Vi håper at også de som ikke er fornøyde med pladet lar høre fra seg (send oss gjerne et leserbrev), vi vil gjerne rette oss etter lesernes ønsker.

FYSIKERMØTET 1983: NORSKE FYSIKERE MØTES IGJEN I HOVEDSTADEN

Norsk Fysisk Selskap har i år overlatt arrangementet av Fysikermøtet til Fysisk institutt i Oslo, og fysikerne vil igjen samles i hovedstaden, - denne gang er det 5 år siden sist. Møtet vil i år bli holdt litt tidligere enn vanlig og arrangeres på Blindern 6.-9. juni.

Programmet tar sikte på å vise den store spennvidden som moderne fysikk har, og det er stor spredning på emner med en lang rekke framragende forelesere. Professor V.F. Weisskopf ved M.I.T. og tidligere direktør ved CERN vil holde åpningsforedraget med tittelen «Challenges of Physics». Er den teoretiske fysikk nå et avsluttet hele, har den utspilt sin rolle? Dette vil bli fulgt av oversiktsforedrag som tar opp emner fra Big Bang og moderne kosmologi til siste nytt i mikroelektronikk:

Professor Cecilia Jarlskog fra Universitetet i Bergen vil ta for seg «Universets utvikling det første halve minutt etter Big Bang sett i lys av moderne teorier innen elementærpartikkelfysikk». Professor Rees fra Cambridge University vil ytterligere belyse denne utvikling med sitt foredrag «Gravitational Collapse and Cosmology».

Professor M. J. Feigenbaum fra Cornell University, USA, kjent for sine banebrytende arbeider innen dynamiske systemer og iterative avbildninger, vil snakke om «Dynamical systems and kaos».

Innen beam-foil-spektroskopi har vi fått en av pionerene på området, professor I. Martinson fra Universitetet i Lund. I sitt foredrag vil han se nærmere på «Bruk av akseleratorer innen atom- og molekylfysikk».

Nye epokegjørende arbeider innen vakuum tunneling og dens anvendelse på overflatekarakterisering er tema for Dr. H. Rohrer fra IBM's forskningslab. i Sveits. Mange hevder at det ikke vil forbause noen om disse arbeider ble tildelt Nobelprisen for 1983.

Dr. C. P. Bean fra General Electric Research Center, USA, opprinnelig faststoff fysiker, nå biofysiker, har arbeidet med membraner, nevrofysiologi og senest med bevegelse av DNA molekyler gjennom geler. I sitt foredrag «Physicist $\rightleftarrows$ Biophysicist» vil dr. Bean ta opp problemstillinger som ligger i grenseflaten mellom fysikk og biologi.

«Molecular Beam Epitaxy: A new Way of Synthesizing Materials» er tittelen på foredraget til professor L. F. Eastman fra Cornell University og The National Sub-Micron Research Facility, USA. Han vil beskrive teknikken som gjør det mulig å endre atomær sammensetning nærmest atomlag for atomlag i den samme krystallinske struktur.

Professor H. G. Grimmeiss fra Universitetet i Lund, nå direktør for Nordens største mikroelektronikkfabrikk, Rifa, vil holde et generelt innlegg om mikroelektronikk og dens tilknytning til grunnleggende fysikk. Han vil også komme inn på mikroelektronikkens fundamentale virkning på hele samfunnet.

Med foredraget «High Resolution Electron Microscopy of Materials» vil Dr. Hutchison fra Oxford University gi en kort oversikt over landevindinger og muligheter innen elektronmikroskopi hvor man nå kan se enkelte detaljer helt ned til molekyler og atomer.

Tofasetransport-prosjektet er temaet for P. H. Fuchs, forsker ved SINTEF/NTH Trondheim. Han vil gi en orientering om problemer og fenomener en støter på når man lar væske - gassfase (olje/gass) strømme i samme rørsystem.

På forrige fysikermøte startet man presentasjonen av faggrupper og i år vil faststoff-fysikken bli presentert ved miljøene i Oslo, Trondheim og på Kjeller.

I programmet er det som i tidligere møter satt av tid til styremøter i fagseksjoner og til å legge frem forskningsrapporter i parallellsesjoner. De som ønsker å gi slike innlegg sender et abstrakt på engelsk sammen med påmeldingen.

Oppi all denne faglige aktivitet er det som vanlig også satt av tid til sosialt samvær. Det er planlagt ekskursjon til Norsk Data, Skullerud på torsdag og en utflukt til Holmsbu ved Drammensfjorden på mandag. Her vil Sven Oluf Sørensen ønske velkommen til Holmsbu billedgalleri med en bred mønstring av hans fars - Henrik Sørensens - kunst.

Festmiddagen blir onsdag på Voksenåsen Hotell hvor man også vil markere Norsk Fysisk selskap's 30 års jubileum.

På årsmøtet i Norsk Fysisk selskap vil også Norsk data og Simrads fysikkpriser bli utdelt med etterfølgende prisforedrag.

Påmeldingsskjema til fysikermøtet finnes annet sted i dette nummer av FFV. Skjemaet må være innlevert 20. april. Merk tiden og registreringsavgiften.

Forespørsler angående Fysikermøtet kan rettes til Aud Hansen, Fysisk institutt, UiO, Postboks 1048, Blindern, Oslo 3. Telefon 45 64 26 eller beskjeder på telefon 45 64 28.

VEL MØTT I HOVEDSTADEN TIL FYSIKERMØTET 1983.

Arrangementskomitéen

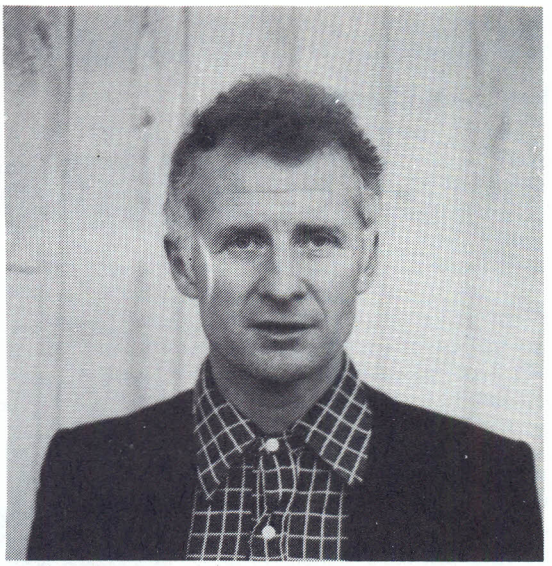
INNKALLING TIL ÅRSMØTE 1983

Det innkalles herved til årsmøte i Norsk Fysisk Selskap tirsdag 7. juni kl. 13.00 ved Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

Saker som skal tas opp under eventuelt må være innkommet til styret innen 15. mai.

Sakliste:

1. Referat fra årsmøtet 1982 (se FFV nr. 3, 1982)
2. Årsmelding
3. Faglige grupper
4. Norsk Fysikkråd
5. Fra Fysikkens Verden
6. Regnskap for 1982 for NFS og FFV
7. Budsjett for 1983 og 1984 for NFS og FFV
8. Valg:
   a) formann og 2 styremedlemmer, 3 varamedlemmer
   b) revisorer og valgkomité
   c) Norsk Fysikkråd
9. Fysikermøtet 1984
10. Eventuelt



PROFESSOR I MEKANIKK

Førsteamanuensis Dr.Sc. Tor Ytrehus er utnevnt til professor i mekanikk med fagområde fysiokjemisk strømningsmekanikk ved NTH.

Ytrehus er født i Bremanger i 1941, og ble sivilingeniør ved NTH, Almenavdelingen linjen for teknisk fysikk i 1966, og tok graden Doctor of Applied Science ved Universitetet i Bryssel i 1975. Han har vært ansatt ved Institutt for mekanikk, NTH siden 1966, fra 1974 som førsteamanuensis.

I periodene 1969-71 og 1974-75 oppholdt Ytrehus seg, med NTNF-stipend, ved von Karman Instituttet i Belgia for videregående studier og forskning i aerodynamikk, med særlig vekt på høgatmosfære strømningsfysikk. Studieåret 1981-82 tilbragte han ved University of Illinois for å arbeide med strømninger med faseoverganger.

I tillegg til tynne gassers dynamikk og strømninger med overflatereaksjoner arbeider Ytrehus med mer konvensjonell viskøs strømningsmekanikk og grensesjiktproblemer. Han har deltatt i en lang rekke internasjonale vitenskapelige kongresser, og er p.t. selv med på å arrangere et europeisk kollokvium i kinetisk teori og gassdynamikk på NTH for sommeren 1983.

PROFESSOR I FYSIKK

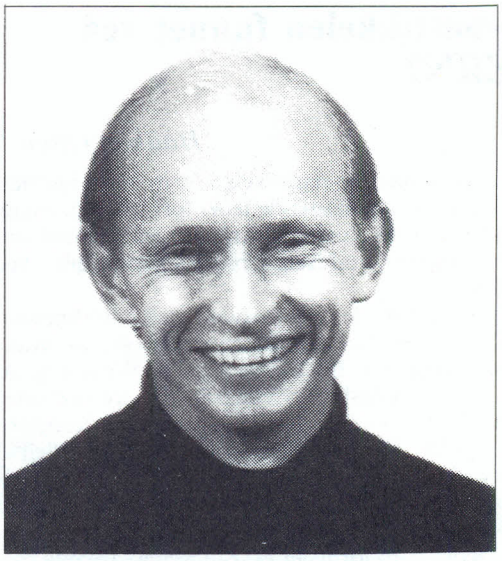
Dosent dr. philos. Per Maltby er utnevnt til professor (personlig professorat) i astrofysikk ved Universitetet i Oslo fra 1.1.1983.

Per Maltby er født i 1933. Han ble cand. real. ved Universitetet i Oslo i 1957 og dr. philos. samme sted i 1964. Han har vært dosent i astrofysikk ved Universitetet i Oslo siden 1967 og har hatt forskningsopphold ved California Institute of Technology i årene 1960-61 og 1964-65 og ved CSIRO i Sydney i 1974-75.

Maltby har arbeidet både innenfor radio-astronomi og solfysikk. Hans første arbeider var innen radio-astronomi, hvor han spesielt arbeidet med interferometri. Under sitt første opphold ved California Institute of Technology arbeidet han med et nytt radio-interferometer med høy oppløsningsevne og påviste sammen med A.T. Moffat den generelle tendens for ekstragalaktiske radiokilder til å være dobbelte. Ved hjelp av disse målinger beregnet de også de enorme energimengder som må være til stede i form av relativistiske partikler og magnetfelter i disse galakser. Hans arbeider innenfor solfysikk omfatter først og fremst en lang rekke undersøkelser innen spektroskopi og fotometri, de fleste over solflekker. Hans teoretiske arbeider omfatter modellberegninger av solflekker, studier av bølger i solflekker, undersøkelser av den kjemiske sammensetning av solatmosfæren foruten studier av magnetfelter.

Maltby har en sentral posisjon internasjonalt innen solfysikken og var i årene 1979-82 formann for solfysikkseksjonen i European Physical Society. Han er formann i interimstyret for den nystartede faggruppe for astrofysikk under Norsk Fysisk Selskap. Maltby er medlem av Det Norske Videnskaps-Akademi.

Som medlem av Rådet for Naturvitenskapelig Forskning under NAVF i årene 1976-81 og ordfører i rådet i 1978-80 har Maltby også gjort en solid forskningspolitisk innsats for norsk naturvitenskap.



Dosent i fysikk

Førsteamanuensis, dr. philos. Ragnvald Høier er beskikket til dosent i fysikk med fagområde materialfysikk ved Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.

Høier som er 44 år gammel, er nå førsteamanuensis ved Institutt for røntgenteknikk samme sted.

Nye medlemmer opptatt på styremøtet 29/10 1982:

Lektor Odd Andresen, Frøya videregående skole, 7260 Sistranda.

Vit.ass. Ivar Brevik, Fysisk Institutt, NLHT, 7055 Dragvoll.

Lektor Leif Johan Fausa, Gimle videregående skole, St. Olavs vei 20, 5000 Bergen.

Lektor Erling Håland, Vadsø videregående skole, 9801 Vadsø.

Cand.real. Pål Bjarne Ingsøy, Forsvarets forskningsinstitutt, avd. E, Boks 25, 2007 Kjeller.

Lektor Lars Klingen, Rissa videregående skole, 7100 Rissa.

Lektor Anders Inge Ruud, Laksevåg Gymnas, 5034 Ytre Laksevåg.

Studentmedlem

Stud.techn. Trygve Lægreid, Stp. 123, 7034 Trondheim - NTH.

Retting

I artikkelen om «Bøyekraftverk» i FFV nr. 4, 1982 er det diverre blitt ein ombrekkingsfeil. Teksten etter likning (5) og ned resten av side 81 skal stå rett etter likning (3).

W-partikkelen funnet ved CERN?

Haakon Olsen *

En partikkel, W-partikkelen, som er en hjørnesten i den sammenfattende teori for de elektromagnetiske og svake vekselvirkninger, er nå med stor sannsynlighet produsert i partikkelkollisjoner ved CERN.

Teorien for de elektrosvake vekselvirkninger, som sammenfatter de elektromagnetiske og svake vekselvirkninger, ble fremsatt av S. Weinberg, A. Salam og S. Glashow i 1962-64. De tre opphavsmenn for teorien ble i 1979 belønnet med Nobelprisen i fysikk. Teorien er en nær historisk parallell til Maxwells sammenfatning av de elektriske og magnetiske fenomener til den elektromagnetiske teori nesten nøyaktig hundre år tidligere. Den elektrosvake teori, som forutsier eksistensen av tre nye partikler, to ladede, $W^{\pm}$, og en nøytral, Z^0, har bestått prøven ved lavere energier. Ut fra de eksperimentelle resultater ved de lavere energier kan massene til de tre partiklene beregnes, og den endelige prøve på teoriens riktighet er observasjon av de tre partikler med masser som beregnet.

I to av de eksperimenter som gjøres med kolliderende proton- og antiprotonstråler ved CERN, UA1 og UA2 eksperimentene, er oppdaget kollisjonsfenomener som er i overensstemmelse med produksjon av W-partikler når protoner og antiprotoner med meget høye energier annihilerer.

Av en redegjørelse som de to gruppeledere for UA1 og UA2-eksperimentene, C. Rubbia og L. di-Lella, nylig ga ved CERN, fremgår det at ved UA1 eksperimentet er det av totalt omkring tusen millioner kollisjoner 5 kollisjoner som kan tolkes som produksjon og påfølgende annihilasjon av en W-partikkel. Resultatene gir også en bestemmelse av massen til W-partikkelen. Denne kommer ut nær den massen en kan beregne teoretisk fra de lavenergetiske resultater. Ved UA2 eksperimentet har en sett 4 kollisjoner som er i overensstemmelse med produksjon og desintegrasjon av W-partikler, med en W-masse omtrent som i UA1 eksperimentet. Selv om resultatene synes overbevisende, understreker de to gruppeledere at en ennå ikke med sikkerhet kan si at en har observert W-partikkelen.

Eksperimentene vil fortsette og kan bekrefte observasjonene av W og samtidig gi nye opplysninger om mekanismene for W-produksjon og påfølgende annihilasjon. En venter også å oppdage Z^0-partikkelen som i følge teorien opptrer mer sjelden: En venter 10W-partikler for hver Z^0. Første eksempel på en Z^0-produksjon skulle da ikke være så langt unna.

* Fysisk institutt, UNIT/NLHT.

Den kosmologiske rødforskyvning: en ekspansjonseffekt

* *Rolf Stabell*

Vi skal i denne artikkel peke på en utbredt «misforståelse» i kosmologien. Det gjelder forklaringen på den kosmologiske rødforskyvning som en Doppler-effekt. Mange vil kanskje undre seg og spørre om det er kommet en ny forklaring som bryter med tillærte forestillinger om et univers i utvidelse. Vi kan forsikre om at så ikke er tilfelle. Doppler-forklaringen holder som en enkel og (for små rødforskyvninger) tilnærmet riktig forklaring. Men det kan kanskje være artig å kjenne til den egentlige effekten som ligger til grunn for observasjonene.

Helt siden V. M. Slipher, i begynnelsen av dette århundre, målte en forskyvning av spektrallinjene i spektra fra andre galakser, har det vært nærliggende å tolke denne forskyvningen som en Doppler-effekt. Grunnen er at man i et spektrum fra en galakse alltid finner et konstant forhold mellom forskyvningen i bølgelengde, $\Delta\lambda$, av hver enkelt linje og linjens egentlige posisjon, λ (laboratorie-bølgelengden). Dette stemmer nøyaktig med Dopplers formel:

$$\Delta\lambda/\lambda = v/c$$

hvor v er kildens hastighet langs synslinjen i forhold til observatøren og c er lyshastigheten. Man finner altså ikke, for eksempel, en konstant forskyvning av alle linjene i spektret. Ingen andre forklaringer (og flere har vært foreslått) har vist seg å være holdbar. Derimot ble Doppler-forklaringen styrket da man senere fant at forholdet $\Delta\lambda/\lambda$ for en gitt galakse hadde samme verdi for linjer i radioområdet som i det optiske område av strålingsspektret.

Bortsett fra noen få nære galakser er forskyvningen alltid mot lengre bølgelengder, og forholdet $\Delta\lambda/\lambda$ kalles derfor for galaksens rødforskyvning og betegnes med bokstaven z. Siden det er vanlig å betrakte galakser som partikler som stort sett følger universets bevegelse, kaller man gjerne z for den kosmologiske rødforskyvning.

Man støter imidlertid raskt på problemer hvis man holder seg strengt til Doppler-forklaringen. - Først og fremst får man det velkjente problem med store verdier av z. Allerede ved $z = 1$ er hastigheten $v = c$. Man har i dag observert galakser med rødforskyvning $z \approx 1$, og for kvasarer, som egentlig er hyperaktive kjerner i fjerne og unge galakser, er det vanlig med verdier av z langt over 1. Rekorden pr. 1982 er $z = 3.78$. Den vanlige måten å løse dette problemet på er å ty til spesiell relativitetsteori og

*) *Astrofysisk institutt, Universitetet i Oslo.*

benytte den velkjente formelen som kanskje enklest kan skrives på formen

$$1 + z = 1 + \Delta\lambda/\lambda = [(1 + v/c)/(1-v/c)]^{1/2}$$

Vi ser at z kan bli vilkårlig stor uten at v når lyshastigheten.

Nå er det ikke helt korrekt å benytte spesiell teori i denne forbindelse. For vårt univers med masser og tilhørende gravitasjonsfelter gjelder ikke spesiell relativitetsteori, den gjelder egentlig bare lokalt. Men vil man tviholde på Dopplerforklaringen for rødforskyvningen, kan man vel kanskje forsvare anvendelsen av den spesiell-relativistiske formelen.

Men andre problemer dukker opp: Hva betyr det at tiden mellom utsendelse og mottagelse av lyset kan være milliarder av år? Er det relativ hastighet ved utsendelsen som beregnes, eller er det ved mottagelsen av lyset? Kan den enkle definisjon av hastighet, som forandring av avstand med tid, benyttes i det hele tatt når man vet at det ikke finnes en entydig definisjon av avstanden til de fjerne galaksene? Hvordan kan man relatere tid der og da med tid her og nå? Spørsmålene viser at vi står overfor fundamentale problemer som ikke lett lar seg besvare. Den greieste måten å løse alle disse problemene på, er å benytte generell relativitetsteori og beregne hva effekten blir når vi følger en lysstråle fra kilde til observatør.

Man finner da at den kosmologiske rødforskyvning er en ren ekspansjonseffekt. Vi skal se litt nærmere på hva dette resultatet egentlig innebærer. Enkelt sagt betyr det at rødforskyvningen til en galakse kun *avhenger av hvor meget universet har utvidet seg i den tiden lyset har vært underveis.* - Hvordan denne utvidelsen har foregått spiller ingen rolle. Det spiller heller ingen rolle hvilken relativ hastighet det er mellom kilde og observatør for eksempel ved lysets utsendelse eller mottagelse.

La oss tenke oss to galakser i stor avstand fra hverandre som følger universets bevegelse og derfor lokalt ligger i ro. En enkel, men god, analogi som illustrerer hva man mener har vi i en (uendelig) bolledeig med rosiner som står til hevning. Rosinene ligger i ro i deigen, men alle fjerner seg fra hverandre (og jo større avstand desto større relativ hastighet).

La oss anta at avstanden mellom våre to galakser i dag er S_0. Lys som mottas i dag i den ene ble sendt ut fra den annen galakse på et tidligere tidspunkt. Avstanden var da S. Siden galaksenes bevegelser beskriver universets utvidelse, kan man si at universets *skala* har økt i den tiden lyset var underveis. Forholdet mellom universets skala i dag og skalaen den gang lyset ble sendt ut er S_0/S. Det interessante resultat, som følger av generell relativitetsteori, kan nå enkelt uttrykkes på følgende form

$$1 + z = S_0/S$$

Den kosmologiske rødforskyvning er altså kun avhengig av forholdet mellom avstanden kilde - observatør i dag og avstanden den gang lyset ble sendt ut. Siden universets skala varierer på samme måten som S varierer, kaller vi gjerne S for universets *skalafaktor.*

Vi kan skrive den siste formelen på en annen måte som kanskje enda bedre illustrer effekten:

$$1 + z = (S + \Delta S)/S$$

hvor ΔS er økningen i skalafaktoren i løpet av den tiden lyset har vært underveis. Vi får da:

$$z = \Delta\lambda/\lambda = \Delta S/S$$

Dette er den korrekte formel for rødforskyvningen. Økningen i bølgelengde er altså proporsjonal med økningen i skalafaktoren. Det er imidlertid lett å se at dette uttrykket tilsvarer Doppler-formelen for små verdier av S. For *små* S er nemlig $S \approx c\Delta t$ og $\Delta S \approx v\Delta t$ der Δt er tiden lyset har brukt underveis. Derved blir

$$z = \Delta S/S \approx v/c$$

Men den kosmologiske rødforskyvning har ingen direkte sammenheng med den relative hastighet mellom kilde og observatør ved noe bestemt tidspunkt. Det er derfor feilaktig å tolke rødforskyvningen som en Doppler-effekt. Den er, som vi har vist, en ren ekspansjonseffekt.

NORDISK INFORMASJONSBLAD

Physica Scripta har startet utgivelsen av en nordisk nyhetsbulletin, Physica Scripta Nordic Physics Newsletter (NPN), som tar sikte på å spre informasjon om tiltak av felles interesse innenfor nordisk fysikk, som publikasjoner, konferanser, stipendier, gjesteforelesere o.l. Bakgrunnen for NPN er bl.a. at det hvert år bevilges omkring 10 mill. kr. til felles nordiske prosjekter innen fysikken. Ved å forbedre informasjonen og kommunikasjonen mellom nordiske fysikere ønsker NPN å bidra til en effektiv utnyttelse av disse midler.

Bladet har et enkelt format og blir distribuert i 400 eksemplarer. Det blir sendt til alle forskningsinstitutter i fysikk i de nordiske land og til styrer og faggrupper i de nordiske fysiske selskaper. Man tar sikte på å utgi 5-6 nummer av bladet i året.

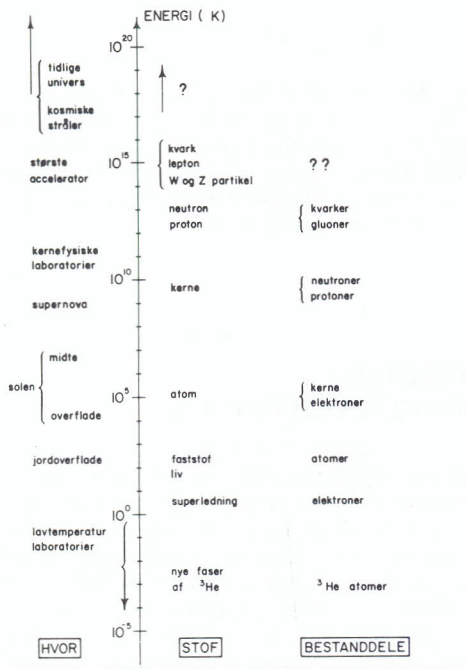
Foreløpig gis bladet ut som en prøveordning. Dets fortsatte eksistens vil avhenge av de enkelte fysikkmiljøers evne til å fremskaffe relevant informasjon til bladet.

Atomfysikken og forskningen ved Nordita

A. Bohr og B. Mottelson *

Atomfysikken bygger på de store opdagelser i første del af dette århundrede, som skabte en helt ny begrebsramme for naturbeskrivelsen. Den nye fysik, kvanteteorien, gav nøglen til forståelsen af atomernes egenskaber, som afspejler en indre struktur, hvori elektroner kredser omkring en tung positivt ladet atomkerne.

I det halve århundrede siden dette gennembrud har atomfysikken oplevet en rivende udvikling, og det har været muligt at trænge stadigt dybere frem til stoffets mindste bestanddele. Atomkernen viste sig at være opbygget af neutroner og protoner, og hver af disse partikler er igen sammensat af bestanddele, som kaldes kvarker. Stoffets trinvise opbygning er illustreret ved den såkaldte kvantestige (se figur).



1. Kvantestigen
Stoffets atomare opbygning har en trinvis struktur. På hvert trin optræder stoffet som sammensat af bestanddele, der på det pågældende trin er elementære og uforanderlige. Udsættes stoffet for stærkere påvirkning, nås det næste trin, hvor de tidligere elementære bestanddele nu viser deres sammensatte natur. De forskellige trin på denne kvantestige kan karakteriseres ved den energi, der skal tilføres, for at stoffet viser sin indre struktur. Som energiskala på figuren er valgt temperaturen målt i grader (K) fra det absolutte nulpunkt. (I atomfysikken måler man ofte en partikels energi i enheden elektronvolt, der svarer til ca. 10^4 K).

* NORDITA, København

Udviklingen er samtidigt karakteriseret ved den stadig mere dybtgående udforskning af de fænomener, som optræder på de enkelte trin af kvantestigen. På hvert trin har man at gøre med stof sammensat af et større eller mindre antal partikler, og det gælder om at forstå stoffets egenskaber ud fra bevægelsen af dets bestanddele og de kræfter, der virker. Stoffets muligheder for struktur har vist en uventet righoldighed.

Forskningen ved Nordita spænder over alle trin på kvantestigen. For at give et indtryk af den aktuelle forskning, skal i det følgende fortælles lidt om problemstillinger fra de forskellige områder af den atomfysiske forskning ved Nordita.

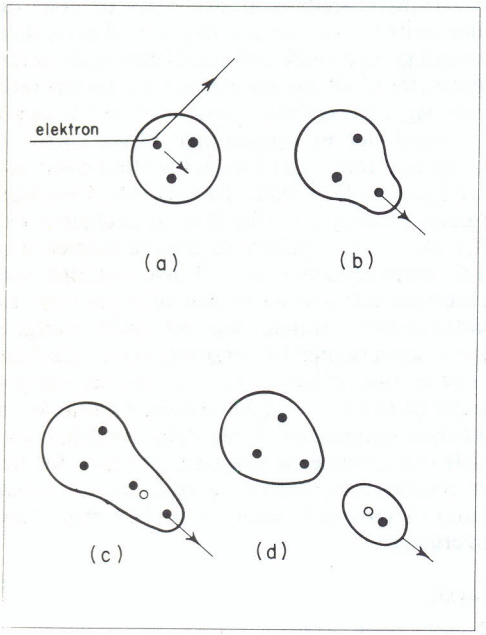
Partikelfysik

Partikelfysikken omhandler fænomener på de højeste trin af kvantestigen, hvor man beskæftiger sig med stoffets mindste bestanddele og med oprindelsen af de forskellige naturkræfter.

Atomets egenskaber er bestemt af de elektriske kræfter, hvormed elektronerne bindes til atomkernen. Neutronerne og protonerne i kernen holdes sammen af helt andre naturkræfter, som kaldes kernekræfter eller «stærke» kræfter, fordi de er omkring hundrede gange stærkere end de elektriske. Store fremskridt er nået i det sidste tiår i forståelsen af de stærke kræfter. Det har vist sig, at disse kræfter fremkaldes af kvarker, hvoraf hver neutron og proton indeholder tre. Man kender også andre former for kernestof.

Kvarkerne har således deres antipartikler (ligesom elektroner kan forekomme med positiv såvel som negativ ladning). Der findes derfor antiprotoner og antineutroner, som hver består af tre antikvarker. Der er også partikler, som består af en kvark og en antikvark, de såkaldte mesoner. På lignende måde som de elektriske kræfter fremkaldes af elektriske ladninger, forestiller man sig, at kvarkerne fremkalder de stærke kræfter ved en ny slags ladning, som kaldes «farve». I alle de kendte kernepartikler er kombinationen af kvarkernes farve således, at partiklen som helhed er farveløs, på lignende måde som et atom er elektrisk neutralt, ved at elektronernes negative ladninger ophæver kernens positive ladning.

Kvarkerne har den mærkelige egenskab, at de ikke har kunne løsrives fra de kernepartikler, hvori de er bundet, til trods for at de bevæger sig forholdsvis frit inden i disse partikler. Forsøger man at løsrive en kvark ved at give den et stærkt stød, for eksempel med en hurtig elektron, iagttager man dannelsen af et antal mesoner, men aldrig isolerede kvarker (se figuren). Denne «indespærring» af kvarkerne har stillet fysikerne overfor en stor udfordring. Man er nået til den forestilling, at hele verdensrummet er opfyldt af et «medium» (en slags stof), som er uigennemtrængeligt for partikler med farve. Det er derfor umuligt at rive en farvet bes-



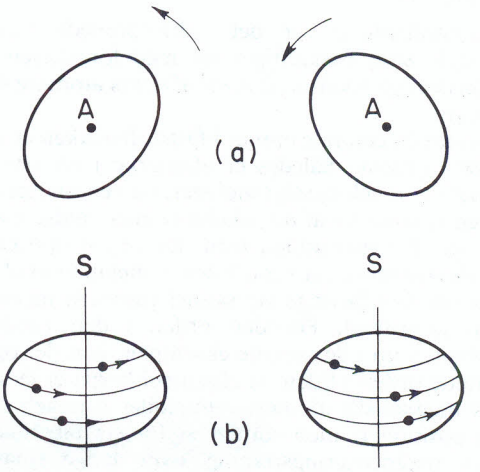
2. Sammenstød mellem elektron og proton
Protonen er afbildet som et lille hul i det omgivende medium, hvori de tre kvarker kan bevæge sig. Elektronen støder mod en af protonens kvarker og giver den en stor hastighed (a). Kvarken kan ikke slippe ud af protonen, men skubber mediet til side, således at protonen trækkes ud af sin normale form (b). Den spænding, der herved opstår kan udløses ved dannelsen af et kvark-antikvark par (c). (Antikvark markeret ved åben cirkel.) Den nydannede kvark trækkes tilbage til protonen, medens antikvarken slutter sig sammen med den oprindeligt ramte kvark og danner en farveløs meson (d).

tanddel, som for eksempel en enkelt kvark, ud af en kernepartikel. Derimod kan en kernepartikel som helhed, da den er farveløs, frit bevæge sig gennem mediet. Mange spørgsmål vedrørende mediets struktur og oprindelse er endnu uopklarede.

Kernefysik

Atomkernerne består af et antal (op til to-tre hundrede) neutroner og protoner, der holdes sammen af kernekræfterne. Studier af kernefænomenerne har afsløret en rigt facetteret struktur hos atomkernen knyttet til de forskellige mønstre, hvori partiklerne kan bevæge sig i kernen.

Et gennemgående tema har været samspillet mellem bevægelsen af de enkelte partikler og kollektive bevægelser af kernen som helhed. Mange af kernernes egenskaber vidner således om, at de enkelte kernepartikler bevæger sig nogenlunde uafhængigt af hverandre inden i kernen, på lignende måde som elektronerne i atomet bevæger sig i hver sin bane omkring atomkernen. Kernerne viser imidlertid også egenskaber, som afspejler en samlet kollektiv bevægelse af kernestoffet. Et eksempel er kernespaltning (fission), hvor kernen deler sig i to omtrent lige store dele. Der optræder en mangfol-



3. To former for kernerotation
Tilfælde a) viser en (aflang) kerne, som drejer sig om en akse A vinkelret på figurens plan. Figuren viser to øjebliksbilleder i bevægelsen. Tilfælde b) viser en (fladtrykt) kerne, hvor drejningen foregår omkring kernens egen akse S, som ligger i figurens plan. Kun i det første tilfælde (a) medfører drejningen en forskydning af det område, hvori kernestoffet befinder sig, og drager kernestoffet som helhed med sig (kollektiv rotation). I tilfældet b) viser drejningen sig kun ved bevægelsen af de enkelte partikler.

dighed af kollektive svingninger i kernerne knyttet til forskellige ændringer i kernens form, bevægelser af neutroner i forhold til protoner, svingninger i kernens magnetisme m.v.

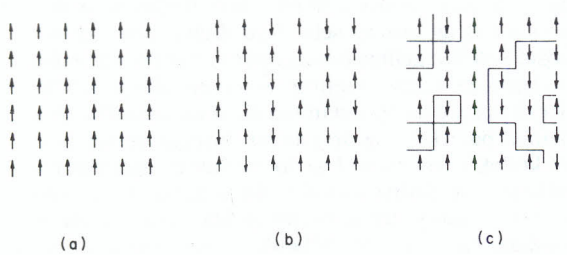
Kollektiv bevægelse i samspil med bevægelsen af de enkelte partikler optræder på ny måde i studiet af kerner med meget stor drejningshastighed. Sådanne stærkt roterende kerner har i de senere år kunnet frembringes ved sammenstød mellem to tunge kerner, der rammer hinanden (lidt på siden) og «smelter» sammen til en større kerne, som drejer sig hastigt om sig selv. Ved drejningen kan der opstå helt forskellige bevægelser af partiklerne i den nydannede kerne. Figuren viser en aflang kerne, der drejer sig på en sådan måde, at kernestoffet som helhed påvirkes, og drejningen foregår derfor som en kollektiv rotation. I andre kerner fremkalder rotationen en fladtrykt form, på samme måde som jordens rotation frembringer en lille fladtrykning af klodens form. I dette tilfælde er imidlertid kernestoffet ligeligt fordelt omkring drejningsaksen, og kernens drejning kan ikke påvirke kernestoffe som helhed. De enkelte partikler bevæger sig derfor uafhengigt af hinanden, og det samlede drejningsmønster udgøres af partikler, som bevæger sig omkring drejningsaksen hver med sin hastighed (se figuren). Disse to former for kernerotation er ekstreme tilfælde; ved hurtig rotation optræder et samspil mellem de to bevægelsesmønstre, som rejser nye spørgsmål om den gensidige vekselvirkning mellem kollektiv strømning af kernestoffet og bevægelsen af de enkelte partikler.

Faststoffysik

Faststoffysikken er det vidtforgrenede forskningsfelt, som beskæftiger sig med forståelsen af stoffernes egenskaber på basis af deres atomare opbygning.

Blandt de centrale emner i faststoffysikken er begrebet «orden». Således er atomerne i en krystal ordnet i et regelmæssigt mønster, og i en magnet er der en ensretning af de enkelte atomers indre magnetisme. En helt anden form for orden optræder hos elektronerne i et supraledende metal, hvor elektronerne kan bevæge sig samlet igennem metallet uden modstand. Foruden orden i den rumlige struktur, som i de nævnte eksempler, kan der også optræde orden i tiden; et eksempel herpå er et stof med magnetiske atomer, som sidder i uregelmæssige positioner, men som hver for sig bibeholder deres magnetiseringsretning over lange (måske ubegrænset lange) tidsrum.

Et væsentligt led i studiet af orden er en analyse af de «fejl», som kan opstå, og som kan nedbryde denne orden. Overgang fra ordnede til uordnede stoffer kaldes en faseovergang. Et velkendt eksempel er smeltningprocessen, hvorved et fast stof (for eksempel en iskrystal) overgår til flydende fase (vand) som et resultat af de fejl i krystalstrukturen, som varmebevægelsen frembringer. Et andet eksempel på faseovergang optræder, når en magnet opvarmes (se figuren). Varmebevægelsen bevirker, at nogle af de atomare magneter indtager retninger, der afviger fra magnetiseringsretningen for magneten som helhed. Antallet af disse fejl vokser med temperaturen, og magnetens styrke falder tilsvarende. Ved den «kritiske temperatur» forsvinder magnetiseringen fuldstændigt, og de atomare magneter peger ligeligt i alle retninger.



4. Magnetisk faseovergang
Et stofs magnetisme hidrører fra de enkelte atomer, som hver for sig virker som små magneter. Figuren viser et simpelt eksempel, hvori de atomære magneter kun kan indtage to retninger, op (↑) eller ned (↓). Kræfterne, som virker mellem naboatomerne, søger at ensrette magneterne, og ved tilstrækkelig lave temperaturer hersker der fuldstændig orden, selv over store afstande (a). Ved høje temperaturer derimod vil varmebevægelsen fremkalde så mange fejl, at der opstår en helt uordnet fase (b). I nærheden af den kritiske temperatur for denne faseovergang kan fejlene skabe store sammenhængende områder (c). (Grænsen mellem områder med modsat rettede magneter er antydet ved en tynd linie.)

En nærmere analyse af stoffernes opførsel tæt ved den kritiske temperatur har ført til erkendelse af væsentlige nye træk ved faseovergangsfænomenet. Betragter vi således en magnet, hvis temperatur nærmer sig den kritiske værdi, ser vi, at områderne, hvori der er opstået fejl, bliver større og større og kommer til at indeholde store antal atomer (se figuren). Den måde, hvorpå faseovergangen indtræder, afhænger derfor ikke af detaljerne i de kræfter, der virker imellem de enkelte atomer, men afspejler mere almene træk ved hele systemet, som for eksempel geometrien af den ordnede fase. Ud fra sådanne betragtninger har det været muligt at inddele faseovergange i kategorier (universelle klasser). For de forskellige systemer af samme kategori optræder de samme lovmæssigheder i nærheden af den kritiske temperatur. Dette dybe slægtskab gælder, selv om systemerne kan være af meget forskellig art. Således hører faseovergangen mellem væske og damp til samme kategori som visse magnetiske faseovergange.

Astrofysik

De store landvindinger i den sidste menneskealder i vor viden om fænomener i kosmos er opnået dels gennem udvikling af nye hjælpemidler til astronomiske iagttagelser og dels ved den indsigt som atomteorien og relativitetsteorien har givet i stoffets opførsel under selv meget ekstreme fohold. Et af forskningsområderne hvor der i de senere år har udfoldet sig et frugtbart samspil mellem astronomien og den teoretiske astrofysik, er studiet af de voldsomme fænomener, som kan optræde i slutfasen af en stjernes udvikling.

Stjernerne henter deres energi fra kerneprocesser, som foregår i stjernernes midte. Under den største del af en stjernes livsforløb foregår disse processer så langsomt, at stjernens struktur og udstråling holder sig næsten konstant, ligesom det er tilfældet for solens vedkommende. I denne fase er der balance mellem tyngdekraften, der forsøger at presse stjernen sammen, og det udadrettede tryk, der forårsages af energiproduktionen i stjernens midte. Når imidlertid stjernens «kernebrændsel» er opbrugt, er der ikke længere noget indre tryk til at modstå tyngdekraften, og stjernen begynder at trække sig sammen. Processen kan udvikle sig som en lavine, således at stjernens ydre dele med voldsom fart falder ind mod midten.

Resultatet af denne «implosion» afhænger af stjernens masse. For meget tunge stjerner forventer man, at sammenfaldet fortsætter, indtil stjernens tyngdefelt er blevet så stort at intet stof eller stråling kan forlade stjernen; man taler om dannelsen af et sort hul. For mindre massive stjerner hvor tyngdekraften er noget svagere, er det sammenpressede stof i stjernens midte i stand til at modstå tyngdekraften, men først når den har nået en tæthed, der svarer til kernestof (10^{15} g, eller en milliard tons, per

5. Resterne af en supernova
Billedet viser den sakaldte krabbetage fotograferet igennem et af de største teleskoper. Tagen opstod ved en supernovaeksplosion af en fjern stjerne i året 1054, der kunne ses ved højlys dag igennem flere måneder (som beskrevet af kinesiske astronomer). Eksplosionen førte til dannelsen af en neutronstjerne (angivet ved pilen). Den omgivende tåge består af det stof, der blev udslynget under eksplosionen, og som stadig bevæger sig med stor hastighed. Tagen lyser på grund af den energi, der tilføres fra den hurtigt roterende neutronstjerne.

kubikcentimeter). Kernestoffets elasticitet bevirker, at implosionen standser og vendes til en udadrettet eksplosion, og de ydre dele av stjernen slynges derved ud i rummet. Tilbage bliver i nogle tilfælde en tæt sammenpresset rest av kernestof, en såkaldt neutronstjerne. En sådan «supernova» eksplosion hører til de meget dramatiske begivenheder i kosmos (se figuren). Stjernen lyser op med en styrke, som er sammenlignelig med udstrålingen fra en hel galakse, hvilket svarer til hundrede milliarder gange solens lysstyrke.

Det stof, som slynges ud i en supernova eksplosion, indeholder betydelige mængder af grundstoffer, som er dannet under stjernens udvikling, og som ikke forefandtes i det stof, hvoraf galaksen oprindelig bestod. Det nydannede stof har afgørende betydning for galaksens udvikling, herunder for dannelsen af nye stjerner og planeter samt for livs opståen. I det sidste årti er der nået store fremskridt i analysen af supernova fænomenet baseret på det voksende kendskab til kerne- og elementarpartikelprocesser samt til stoffets opførsel i det eksplosionsagtige forløb.

Trods al forskel mellem de fænomener, der optræder på forskellige trin af kvantestigen, er de begreber, der finder anvendelse, ofte nært beslægtede. Et fælles tema er således studiet af stof, der består af mange partikler. Miljøet ved Nordita gør det muligt at udnytte den gensidige inspiration, som samspillet mellem de forskellige forskningsgrene inden for atomfysikken kan indebære.

Er magnetiske monopoler oppdaget?

Det er en mulighet for at en elementærpartikkel som har greidd å holde seg i skjul for eksperimentalfysikere i mer enn 50 år nylig er blitt observert ved Stanforduniversitetet i California. Hvis det unike «signalet» Blas Cabrera observerte med sin apparatur i februar 1982 virkelig viser seg å være en magnetisk monopol, vil dette være en av de mest betydningsfulle observasjoner i fysikken i senere år.

Det har hittil virket som om magnetiske «ladninger» eller poler i motsetning til elektriske ladninger alltid opptrer i par: nord og syd. Kutter vi en stavmagnet i to vil vi ende opp med to mindre magneter, hver med en nordpol og en sydpol. Dette er slik på grunn av at hvert atom i et magnetisk materiale virker som en liten magnet, med magnetfeltet produsert av elektronene i baner rundt kjernen. Det har riktignok for lenge siden på teoretisk grunnlag vært sådd tvil om denne opptredenen i par alltid holder stikk: allerede i 1931 framsatte Paul A. M. Dirac hypotesen om at isolerte magnetiske poler skal kunne eksistere. Dirac ble ledet fram til sin hypotese under forsøket på å finne en forklaring på hvorfor elektrisk ladning alltid opptrer som multipla av elektronladningen. Han greidde å finne en forklaring dersom han la til grunn ansatsen om magnetiske monopolers eksistens. Etter at Dirac framsatte sin hypotese har eksperimentalfysikerne lett høyt og lavt etter monopoler: i partikkelakseleratorer, kosmiske stråler, ja til om med i steinprøver hentet fra månen. Poenget er imidlertid at fysikerne sannsynligvis tidligere har lett på feil sted.

Teoretikere som Gerhard 't Hooft i Utrecht og Alexander Polyakov i Moskva fant på midten av 70-tallet at monopoler må eksistere dersom de nye «grand unified theories» er riktige. Teorier av denne type kombinerer elektromagnetismen med teoriene for sterke og svake vekselvirkninger. Den type monopoler som teoriene predikerer er imidlertid uhyre tunge i forhold til de vanlige elementærpartikler, hele 10^{16} ganger massen av et proton. På grunn av denne store massen er det forståelig at den tidligere eksperimentelle jakt på monopolene ikke er blitt kronet med hell. Cabreras eksperiment

hviler imidlertid ikke på noen som helst antakelse om monopolenes masse, og eksperimentet er prinsipielt meget enkelt.

Hans apparatur består av en sløyfe av det supraledende metallet niob, 5 cm i diameter, holdt i flytende helium ved en temperatur på 4,2 K. Dersom en elektrisk strøm først blir satt opp i en slik sløyfe, vil den kunne vare ved av seg selv i årevis. En magnetisk monopol som passerer gjennom sløyfen vil forandre strømmen; strømmen gjør et hopp, og det var nøyaktig det som Cabrera observerte i februar 1982 etter å ha latt apparaturen være i drift i 6 måneder.

Så langt foreligger det bare en eneste positiv observasjon, og det er selvsagt ennå for tidlig å utelukke andre årsaker enn at en magnetisk monopol har vært på ferde. Fysikeren Steven Weinberg, Nobelprisvinner i elementærpartikkelfysikk fra 1979, beskriver imidlertid Cabreras resultat som «meget overbevisende». Cabrera akter nå å gjenta sitt eksperiment med en sløyfe niob med 50 ganger så stort tverrsnittsareal.

Detektorens størrelse og det faktum at den ga positivt utslag etter bare 6 måneders drift, setter en istand til å estimere at det finnes en fluks på 1 monopol pr. cm^2 pr. år ved jordoverflaten. Problemet er å forstå hvor alle monopolene kommer fra. S. Dimopoulos, Sheldon Glashow og E. M. Purcell fra Harwarduniversitetet, og Frank Wilczek fra Californiauniversitetet i Santa Barbara, antyder at monopolene går i baner omkring sola i en diffus sky, på samme måte som en sky av meteoritter. For å samsvare med den observerte fluksen må det være omtrent én monopol pr. km^3 i rommet. Teoretikerne antar at monopolene har sin opprinnelse ett eller annet sted utenfor vårt solsystem. Hvis det skulle vise seg at denne antakelsen er feil, og at kilden for monopolene faktisk er sola, kan dette føre til et overraskende svar på den velkjente astrofysiske gåte om hvorfor det er så få solære nøytrinoer.

Referanser: New Scientist, 6. mai 1982, p. 336 og 9. sept. 82 p. 692.

I.B.

SIDENE 11-14
ER REGISTER

Svart hull i galaksesentret?

La oss forestille oss et enormt glupsk objekt i sentrum av vår galakse, et objekt med en umåtelig appetitt på ytre masse, som er istand til å sette til livs flere solmasser pr. år, og som gir seg til kjenne vesentlig ved uregelmessig elektromagnetisk stråling utsendt (på grunn av elektron-positron annihilasjon) fra et enormt sterkt gravitasjonsfelt. Dette er ikke science fiction, men tvert imot den mest nøkterne modell astrofysikerne kan sette opp for å kunne forklare den elektromagnetiske strålingen man i løpet av de siste fem årene har observert fra sentrum av Melkeveien. I kjølvannet av de første observasjonene dukket det opp en hel del eksotiske teorier, men de siste observasjonene foretatt under en ballongflukt 21. november 1981 setter astrofysikerne istand til å eliminere de mest fantasifulle spekulasjonene. Tilbake står antagelsen om at der er et kjempemessig svart hull, av masse 3 millioner solmasser, i galaksesentret (som om dette ikke skulle være en teori som er eksotisk nok!) Poenget med de siste observasjonene er strålingens sterke tidsvariasjon. Over en tidsskala av omtrent et halvt år har strålingen faktisk forsvunnet. Tidsvariasjonen setter en istand til å estimere størrelsen av strålingskilden; ingen naturlig kilde vil variere på konsistent vis over et tidsrom som er mindre enn den tiden lyset trenger for å kunne forplante seg tvers over kilden. At strålingen varierer så hurtig, setter en istand til å slutte at kilden er meget kompakt. Dessuten observerer man at kildens beliggenhet er i galaksesentret, med en feilmargin på 5 grader. Alt dette tyder på at det er et svart hull man skimter konturene av.

Det vil kanskje være naturlig å innvende: Er ikke til og med forestillingen om svarte hull temmelig hypotetisk, uten fast forankring i observasjoner? En må vel her vedgå at observasjonene ikke er fullstendig entydige; til og med det astrofysiske objektet Cygnus X-1 kan i prinsippet være noe annet enn et svart hull. Det er vel fremdeles slik at ett av de sterkeste argumenter man har for at svarte hull eksisterer, er det teoretiske resultat at løsningene for svarte hull faller ut av formalismen på en naturlig måte. Det har gjentagne ganger vist seg i fysikkens historie at matematisk sett naturlige løsninger av grunnligningene beskriver noe som er fysisk reelt. Det er nærliggende her å sitere den kjente fysikeren Murray Gell-Mann (selv om uttalelsen ble opprinnelig framsatt i en helt annen sammenheng): «Everything that is not prohibited, is compulsory!»

Litteratur:
New Scientist, 7. oktober 1982, p. 20.
Astrophys. J. Lett. *260*, p. L1.

I.B.

Fra Fysikkens Verden

44. årgang
1982

NORSK FYSISK SELSKAP
Trondheim 1982

Fra Fysikkens Verden.

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen,
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim

Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt,
Fysisk institutt, NLHT
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab. ing. Halvard Torgersen, Fysikkseksjonen,
Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.

Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.

Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegedamsvej 17, 2100 København Ø., Danmark.

Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.

Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for engergiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden, Fysisk Institutt,
Norges lærerhøgskole, Universitetet i Trondheim,
7055 Dragvoll.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Sekretær: Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen, Institutt for engergiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

INNHOLD

Hefte 1

Harald Wergeland 70 år.
P. C. Hemmer og Haakon Olsen 1
Professor Hole trekker seg tilbake.
Emil Samuelsen 2
Professor i fysikk 2
Fra redaktørene 3
Fysikermøtet i Stavanger 1982 3
Reisestipend 3
4 på 12 3
Bølger i brennpunktet.
Halvor Heier og Jakob J. Stamnes 4
Etterutdanningskurs 16
Teknologisk orienterte studium 16
Ny fagplan 16
Innkalling til årsmøte 1982 16
Solas kjerne roterer hurtigere enn overflaten.
I. Brevik 17
Radiogalakser og svarte hull. *I. Brevik* 17
Brev fra leserne. *Per Inge Hønnås* 18
Fysikkfagets rolle i skole og samfunn.
Svein Lie 19
Læreplan i fysikk. Emneliste 21
Reisestipend 24
Nye medlemmer 24
Nytt fra institusjonene 24
Bøker 24
J. L. Martin: Basic Quantum Mechanics
R. Reisfeld & C. K. Jørgensen: Lasers and Excited States of Rare Earths.

Hefte 2

NORDITA's opprettelse. *Haakon Olsen* 25
Fra redaktørene 28
Nyere internationale strømninger i fysikundervisningen.
Paul Thomsen 29
Døgnrytmer hos mennesker uten klokke.
Aud Tveito Ekse 33
Grunnforskning i fysikk - tendenser i 1970-årene.
T. Amundsen 36
Fysikk uten pedagogikk? *D. Waaler, G. K. Strømme, O. A. Vestavik, T. Lægreid* 41
Ny definisjon av meteren? *Trygve Grotdal* 43
Fysikkens rolle i dagens samfunn. *Anders Johnsson* 43
Replikk til Anders Johnsson. *Svein Lie* 44
Fysikk-konkurranse. *Anders Johnsson* 45
Den nye fagplanen i fysikk. *Halvard Sollie* 46
Nytt fra institusjonene 46
Nytt om navn 48
Bøker 47
S. M. Sze: Physics of Semiconductor Devices.
J. L. Alonso & R. Tarrach (Ed.): Quantum Chromodynamics.
Odd Dahl: Trollmann og rundbrenner.
H. C. Fogedby: Theoretical Aspects of Mainly Low-Dimensional Magnetic Systems.

Hefte 3

Haakon Brækken in memoriam. *Njål Hole* 49
Fra redaktørene 49
Professor Sørum trekker seg tilbake.
Bård Tøtdal 50
Emil J. Samuelsen ny professor i fysikk ved NTH. *Kristian Fossheim* 50
Årsmelding for NFS 1981-82. *E. Osnes* 51
Norsk Fysisk Selskaps årsmøte (ref.) 54
Norsk Datas Fysikkpris for 1982 55
Litt om vindenergi. *F. P. Nilsen* 56
Nye medlemmer 59
Jean Piagets teorier. *Svein Sjøberg* 60
Roterende atomkjerner. *Magne Guttormsen* 64
Løsning på oppgave fra forrige nummer 67
Naturlovene i mikrokosmos. *Hallstein Høgåsen* 68
Årsrapport fra faglige grupper 1982 71

Hefte 4

Professor Roald Tangen 70 år. *Eivind Osnes* 73
Jon Gjønnes ny professor i fysikk ved UiO 74
Fysikkpriser i 1983 74
Nobelpris i renormaliseringsteori.
P. C. Hemmer 74
Fysikere og nedrustning 75
Fra redaktørene 76
Norsk Fysikkråd. *Th. Henriksen* 77
Dosimetri ved stråleuhell. *E. Sagstuen, H. Theisen, Th. Henriksen* 77
Standardisering av størrelser, enheter og symboler. *Trygve Holtebekk* 79
Bøyekraftverk. *K. Budal og J. Falnes* 81
Daniel Bernoulli 1700-1782 86
Blodtrykkmåling og fysikk. *Øystein Jensen* 86
William Crookes 1832-1919 91
Nordisk forskerkurs i kjernefysikk 91
James Clerk Maxwell. *Iver Brevik* 91
Fysikk-liv-helse. *Thormod Henriksen* 94

FORFATTER-REGISTER

Amundsen, T.: Grunnforskning i fysikk - tendenser i 1970-årene 36
Brevik, Iver: Solas kjerne roterer hurtigere enn overflaten 17
Brevik, Iver: Radiogalakser og svarte hull 17
Brevik, Iver: James Clerk Maxwell noe over 100 år etter 91
Budal, Kjell (& J. Falnes): Bøyekraftverk 81
Ekse, Aud Tveito: Døgnrytmer hos mennesker uten klokke 33
Falnes, Joh. (& K. Budal): Bøyekraftverk 81
Fossheim, Kristian: Emil J. Samuelsen ny professor i fysikk ved NTH 50
Grotdal, Trygve: Ny definisjon av meteren 43
Guttormsen, Magne: Roterende atomkjerner 64
Heier, Halvor (& J. J. Stamnes): Bølger i brennpunktet 4
Hemmer, P. Chr. (& H. Olsen): Harald Wergeland 70 år 1
Hemmer, P. Chr.: (bokanm.) Theoretical Aspects of Mainly Low-Dimensional Magnetic Systems 48
Hemmer, P. Chr.: Nobelpris for renormaliseringsteori 74
Henriksen, Thormod: Norsk Fysikkråd. Årsmelding juni 1981 - juni 1982 76
Henriksen, Thormod (& E. Sagstuen og H. Theisen): Dosimetri ved stråleuhell 77
Henriksen, Thormod: Fysikk - Liv - Helse 94
Hogasen, Hallstein: Naturlovene i mikrokosmos 68
Hole, Njal: Haakon Brækken in memoriam 49
Holtebekk, Trygve: Standardisering av størrelser, enheter og symboler 79
Honnas, Per Inge (Brev fra leserne) 18
Jarlskog, Cecilia: (Bokanm.) Quantum Chromodynamics 48
Jensen, Oystein: Blodtrykksmåling og fysikk 86
Johnsson, Anders: Fysikk-konkurranse 45
Johnsson, Anders: Fysikkens rolle i dagens samfunn 43
Kildal, Helge: (Bokanm.) Lasers and Excited States of Rare Earths 24
Knutsen, K. Jostein: (Bokanm.) Trollmann og rundbrenner *48*
Lie, Svein: Fysikkfagets rolle i skole og samfunn 19
Lie, Svein: Replikk til Anders Johnsson 44
Lægreid, T. (& D. Waaler, G. K. Stromme, O. M. Vestavik): Fysikk uten pedagogikk? 41
Mork, Kjell: (Bokanm.) Basic Quantum Mechanics 24
Nilsen, F. P.: Litt om vindenergi 56
Olsen, Haakon (& P. Chr. Hemmer): Harald Wergeland 70 år 1
Olsen, Haakon: NORDITA's opprettelse 25
Osnes, Eivind: Årsmelding for Norsk Fysisk Selskap 1981-82 51
Osnes, Eivind: Professor Roald Tangen 70 år 73
Sagstuen, Einar (& H. Theisen, T. Henriksen): Dosimetri ved stråleuhell 77
Samuelsen, Emil: Professor Hole trekker seg tilbake 2
Sjøberg, Svein: Jean Piagets teorier 60
Sollie, Halvard: Den nye fagplanen i fysikk (Leserbrev) 46
Stamnes, Jacob J. (& H. Heier): Bølger i brennpunktet 4
Stromme, Gunvald K. (& D. Waaler, O. M. Vestavik, T. Lægreid): Fysikk uten pedagogikk? 41
Theisen, Hakon (& E. Sagstuen, T. Henriksen): Dosimetri ved stråleuhell 77
Thomsen, Paul: Nyere internationale strømninger i fysikundervisningen 29
Totdal, Bard: Professor Sørum trekker seg tilbake 50
Vestavik, Ola M. (& D. Waaler, G. K. Stromme, T. Lægreid): Fysikk uten pedagogikk? 41
Waaler, Dag (G. K. Stromme, O. M. Vestavik, T. Lægreid): Fysikk uten pedagogikk? 41

Påmelding til Fysikermøtet i Oslo 6.-9. juni 1983.

Navn .....

Adresse .....

Arbeidssted .....

Innkvartering ønskes for .....voksne og ..... barn.

for nettene 5-6/6.....6-7/6.....7-8/6.....8-9/6..... i

Gyldenløve bed and breakfast, Bogstadvn. 20
enkeltrom, kr. 225,- per døgn ☐
dobbeltrom, kr. 290,- per døgn ☐

Panorama sommerhotell, Sognsvn. 218, Kringsjå
enkeltrom (to rom deler dusj/toilett) kr. 225,- per døgn ☐
enkeltrom (privat dusj/toilett) kr. 290,- per døgn ☐
dobbeltrom (privat dusj/ toilett) kr. 430,- per døgn ☐

Voksenåsen hotell, Ullvn. 4, Voksenkollen
enkeltrom, kr. 390,- per døgn ☐
dobbeltrom, kr. 550,- per døgn ☐

De oppgitte prisene inkluderer frokost bortsett for Gyldenløve hvor frokost koster kr. 18,50.

Jeg anmelder ..... personer til festmiddag (Voksenåsen hotell) onsdag 8.6. Pris per person kr. 195,-.

Jeg anmelder ..... personer til utflukt Holmsbu billedgalleri mandag 6.6. Pris per person kr. 85,- (middag inkl.).

Jeg ønsker å delta med ..... personer i ekskursjon torsdag 9.6. til Norsk Data, Skullerud. Omvisning og bevertning.

Lunsj i Kjemikantinen kl. 12.00-13.00. Billetter a kr. 20,-.

Mandag 6.6. ..... billett tirsdag 7.6. ..... billett onsdag 8.6. ..... billett
Anmelder innlegg til parallellsesjonen: Ja/nei

Abstract på engelsk må følge.

Hvis ja, antatt varighet i min.: .....

Registreringsavgift kr. 200,- (kr. 250,- hvis registrering *etter 20. april).*

Påmelding må sendes innen 20. april til:

Fysikermøtet
v/Aud Hansen
Postboks 1048
Blindern
Oslo 3

Bokmelding

«KOSMOS» av *Carl Sagan* - Universitetsforlaget 1981, kr. 195,-.

Ifølge en uttalelse fra forlaget selger denne boka seg selv uten bruk av annonser eller anbefalende bokmeldinger på grunn av TV-serien i 13 deler som den er bygd over. Siden vi har fått boka tilsendt for melding, vil jeg likevel komme med noen kritiske tanker som meldte seg ved lesningen av den.

Det er dessverre ikke angitt noe sted hvem som har oversatt boka, men etter feilene å dømme må det ha vært flere om arbeidet. Innen ett og samme kapittel går samme ordfeil igjen flere ganger for så å bli skrevet rett i påfølgende kapittel: (Satelitt - satellitt, kjennsgjerning - kjensgjerning f.eks.). Flere ganger er det blitt brukt engelskinfluerte preposisjoner og ord, men det er også hele setninger som er blitt lett komiske eller direkte feilaktige: «- haren ble ikke gjort til husdyr før i middelalderen»; «- en planet som ble sprengt i luften»; «Columbus hadde reist rundt og solgt gamle kart»; Krabbetåken i sentrum av krepsetåken»; «- forvrengning av et plan». Den genetiske koden blir konsekvent skrevet «gentisk kode». Forskning og forsking skrives om hverandre på samme side. Fra verdensrommet kan vi iaktta «jordens solide kuleform». Botulisme er ikke stivkrampebasillen. At det kommer «lydpulser» fra et radaranlegg er noe nytt. Det er stor forskjell på å «kode» og å «dekode» signaler; primiske tall for primtall; høy lyd for sterk lyd; en tredjedel og fjerdedel for tredel og firedel osv. en enkelt «mer eller mindre kjernefysisk bombe» med to megatonns sprengkraft kan vel ikke være annet enn en kjernefysisk hydrogenbombe? Det antydes til istedenfor henvises til. Foruten disse rare uttrykkene er det funnet over 50 tildels forvirrende trykkfeil på bokas 360 sider.

Dette tyder på at korrekturlesningen har vært mangelfull. En burde være særlig nøyaktig og omstendelig ved oversettelse av populærvitenskapelig litteratur der en liten trykkfeil kan føre til store misforståelser eller begrepsmessige vanskeligheter for folk som har dårlig bakgrunn i emnet. En bør også nytte den norske fagterminologien og ikke lage nye norske varianter på grunnlag av den engelske originalen.

Billedmaterialet ser imponerende flott ut, men ved nærmere ettersyn viser det seg å være en blanding av malerier og virkelige fotografier gjennom kikkerter eller fra satellitter. Malerier kan nok illustrere overflaten på Venus bedre enn et radaropptak pålagt farger, men maleriet av den «vingede» kvasaren som preger omslaget av boka er jo rett og slett juks. Ikke noe instrument på jorda har laget eller kan lage noe som minner om et slikt opptak. vi har jo bare de regelmessige blinkene i synsretningen å holde oss til. Jeg stiller meg også tvilende til de lyssterke maleriene av «galakseoppgangen» (sammenlign soloppgangen) sett fra en nærliggende roterende planet. Vi selv befinner oss jo midt inne i en galakse uten at lyset fra den gir opphav til noe mer lyssterkt enn Melkeveien på himmelen.

Så langt de negative sider ved boka. Sagans framstilling av stoffet er besettende god og river en med både som TV-serie og i bokform. Sagan får oss til å bruke fantasien både i tid og rom, og han forteller hvordan menneskeheten til alle tider har forsøkt å forstå universet og menneskets plass i det. Han viser hvordan oldtidsfilosofene var godt igang med å tyde verden på den måten som er vanlig for oss idag, men at pytagoreerne og mystisismen avsporet og forsinket den lovende utviklingen i nesten to tusen år. Han viser oss hvordan verden og livet har utviklet seg fra «det store smellet» fram til universet i våre dager. Det har skjedd ved en rekke trinn, fra det enkle til det kompliserte, fra uorden til orden, fra «urgrauten» av elementærpartikler til de fint virkende levende organismer. En kunne tro at en slik utvikling var i strid med 2. hovedsetning som sier at entropien stadig skal øke, men nei. For hvert høyenergetisk foton som treffer jorda, sendes det i gjennomsnitt ut 17 lavenergetiske fotoner til det mørke verdensrom i stadig utvidelse (solas temperatur/jordas middeltemperatur = 5000K/300K = 17). Det tapet av orden som dette representerer kompenserer for alle ordensfenomener på jorda, innbefattet de ulike organiske livsytringene. Dette kunne kanskje Sagan ha utdypet mere enn han gjør.

I denne kritiske tid for vår jord trenger vi flere bøker og TV-programmer av liknende type for å utdype og øke den globale bevisstheten og samkjenslen i hver enkelt av oss. Jorda er et lite støvfnugg som glimter i universet. Det er opp til hver enkelt av oss å sørge for at dette enestående eksperiment ikke blir stoppet av et kjernefysisk ragnarokk.

Olav Steinsvoll

Kosmos 1980: *Solen* Band 50, Svenska Fysikersamfunnet 1980.

Hovedemnet for dette årsheftet er vår egen sol. Soleksperter fra alle de nordiske land har her gått sammen om å fortelle noe av det som vites om Sola, vår nærmeste stjerne. Resultatet er blitt et innholdsrikt og spennende hefte.

Solstrålingen er menneskets mest direkte kontakt med de kosmiske kreftene, og strålingens sammensetning og variasjon i tid er av avgjørende betydning for livet på jorda og utviklingen av klimaforholdene. Først i heftet settes sola på plass som en ganske alminnelig stjerne blant alle de 100 milliarder andre stjerner i vår galakse eller melkeveisystem. Den studeres nøye døgnet rundt fra spesialbygde solobservatorier. Vi får et godt innblikk i utstyret og de metodene som benyttes. Solflekkene ble observert av Galilei vinteren 1610 med en ganske alminnelig kikkert. I århundrene etterpå er stadig mer forfinete instrumenter blitt bygd for studere flekkene. De forekommer alltid i par eller grupper, og det er knyttet sterke mangnetfelt til dem. En har nå funnet at de to medlemmene av et flekkpar har motsatt magnetisk polaritet og at det går kraftige feltbuer mellom dem. Solflekkperioden på omlag 11 år gir en pekepinn om solas indre pulserende aktivitet. Jonosfærens refleksjonsevne for radiobølger gjenspeiler 11 års syklusen og har stor betydning for radiokommunikasjonen på jorda.

Mange andre sol/jord forhold blir gjennomgått i heftet. Et kort avsnitt med tips til amatørastronomer om solobservasjoner er meget nyttig. Regnbuen viser seg å danne ei bru mellom klassisk fysikk og moderne atomfysikk. Ved atom/atomspredning, vil en kunne få intensitetesmaksima i tilbakespredningen som tilsvarer primærregnbuen og ekstra buer.

I tillegg til solfysikk får vi først i heftet en presentasjon av Nobelprisene for 1979 og til slutt blir egenskapene til synkrotron «lyset» beskrevet og anleggene presentert.

Bibliotekene i den videregående skolen bør absolutt abonnere på denne utmerkete populærvitenskapelige serien.

Olav Steinsvoll.

G. Eilenberger: Solitons (Mathematical Methods for physicists). Springer Series in Solid State Sciences Vol. 19. Springer Verlag 1981. 192 sider, DM 56,-.

Solitoner er eksakte løsninger av ikke-lineære likninger, lokaliserte løsninger som har partikkelliknende egenskaper og som materialiserer seg i mange fysiske sammenheng. Eilenberger har skrevet en grundig og detaljert bok om den formelle teori bak dette fenomenet. Sentralt i framstillingen står den såkalte spredningsdatametoden som er det viktigste våpenet i det begrensede matematiske arsenal som biter på ikke-lineære likninger av denne typen.

Fysikere vil nok savne flere eksmpler på anvendelser. Boka blir derfor for formell og matematisk til å være en helt god innføringsbok. (Konkurrenten G. L. Lamb: «Elements of soliton theory» er bedre egnet i så henseende.) Men for lesere som vil gå dypere inn i emnet er boka en fin innføring i og oppsummering av de teoretiske strukturer bak solitonfenomenet.

P. C. Hemmer

Skoleforskning en viktig oppgave også for fysikere?

*Svein Sjøberg**

Jeg vil i det følgende bruke begrepet skoleforskning nokså upresist om forskning som har med fagets formidling å gjøre. I sin karakter er dette en *tverrfaglig* aktivitet, i alle fall her til lands. I andre land er slik forskning profesjonalisert som egen akademisk disiplin med egne universitetsinstitutter, egne studieveier, eget meriteringssystem osv.

Tverrfaglighet betyr at man samtidig må forholde seg til ulike fag, ulike grupper av mennesker, som kanskje har ulike oppfatninger av den virkeligheten som skal studeres og hva som er viktige forutsetninger for slikt arbeid.

La meg antyde dilemmaet.

En skoleforsker i fysikk trenger ulike typer kunnskap og må stå på talefot med ulike grupper av mennesker. Det dreier seg i første rekke om gruppen av *fysikere*, av *fagpedagoger* og gruppen av lærere. Da har jeg med vilje utelatt *elevene*. Ikke fordi de ikke er viktige, tvert imot; det er jo dem det dreier seg om. Men i vitenskapelig sammenheng der det også dreier seg om makt og innflytelse, tildeling av bevilgninger og ressurser, vitenskapelig identitet og troverdighet, da faller jo elevene utenfor.

Vi har altså 3 grupper.

Fysikeren sier: «Det viktigste er *faget*. Kan du bare nok av det, så kan du undervise *hvemsomhelst, nårsomhelst* og *hvorsomhelst*. Pedagogikk og psykologi er løst preik, og selv kjenner jeg pedagoger som overhodet ikke kan undervise, og psykologer som kanskje selv burde behandles». La meg forsiktig antyde at mange realister har et noe arrogant forhold til andre typer erkjennelse, og at deres raske dommer ikke alttid er basert på deres egne vitenskapelige idealer om kritisk analyse uten fordommer. Deres implisitte syn på kunnskap og læring er ofte enkelt: Den som *vet*, læreren, skal overføre noe av sin kunnskap til den som *ikke* vet, eleven. Pedagogens oppgave er å finne effektive måter for slik kopiering av kunnskap. Dette synet på *kunnskap* blir av vitenskapsfilosofen Karl Popper omtalt som «the commonsense theory of knowledge», og dette synet på læring blir omtalt som «the bucket theory of mind».

Slik taler *fysikeren*. Selvsagt ikke den enkelte. I tråd med vitenskapelig tradisjon snakker jeg ikke om den spesielle, men den *generelle*.

Pedagogen ser problemet annerledes:

«Vi underviser *elever*, ikke fag. Fagidiotien må vekk fra skolen, vi trenger å forstå elevene på deres egne premisser. Det gjelder å «lære å lære». Selve *innholdet* er ikke så viktig, *det* står jo i bøker. Det gjelder å utvikle generelle ferdigheter og å utvikle holdninger, ikke å møblere hukommelsen med løsrevne fakta. Kan man derfor pedagogikk, kan man ikke bare undervise *hvorsomhelst, nårsomhelst* og *hvemsomhelst*, men man kan også undervise i *hvasomhelst!*»

I den siste av de tre gruppene har vi *læreren, brukeren* av den forskning det gjelder. Lærere kommer fra ett av to steder, enten fra Universitetet, der det fagorienterte synet hersker, eller fra lærerskoler der det pedagogiske synet hersker. Og de bærer med seg de ideologier som preger disse institusjonene, og som jeg karikerte. Men i tillegg har de sin *egen* identitet, som gjerne utvikler seg etter som studietiden blir fjernere. «Vel og bra», sier de til både det de kaller fagidioten og til skrivebordspedagogen. «Det kan *dere* si. Men når prøvde dere dette i *praksis?*» Og så avviser de både faglig og pedagogisk teori.

Prøver man alså å se sammenhenger mellom faglig og pedagogisk teori, så er dette grupper man må være på talefot med, opprettholde *troverdighet* overfor.

Ofte tvinges man da til å bli en slags djevelens advokat:

Man prøver å si til *pedagogen* at deres teorier må knyttes til konkret substans, at form uten innhold er meningsløst, at holdninger forutsetter kunnskaper. Slik argumenterer vi, og arbeider for, mere fag i lærerskolene. Og det er alså realfagenes posisjon vi ønsker å bedre. Det er neppe vanskelig å få gjenklang for slike ideer blant fysikere!

Men til *fysikeren* må vi omvendt si at pedagogisk-psykologisk teori er nødvendig for å møte de utfordringer undervisning byr på. Dagligdagse oppfatninger om hvordan barn «egentlig» er og «egentlig» lærer holder ikke. Vi trenger *mer* slik teori ved universitetene, men den må for all del være knyttet til *faglig* innhold. Og kanskje selv de faglige kvalifikasjonene etter et fysikkstudium er noe skjeve. Kanskje alt for lite om vårt fags filosofiske grunnlag, erkjennelsesteoretiske forutsetninger, historiske utvikling, rekkevidde og begrensning, samfunnsmessige betydning osv.

Endelig må vi til *læreren* prøve å si at selv om praksis er uhyre viktig, så er det ikke sikkert at 30 år i klasserommet trenger å være den *eneste* viktige kvalifikasjonen til å møte nye utfordringer i en skole i forandring og et fag i rask utvikling! Et langt liv som flypilot er ikke nødvendigvis den beste forutsetning for en innsats i aerodynamikk.

Så der står vi. La meg uten å bli helt konkret antyde at dilemmaet ikke bare dreier seg om troverdighet, men også om harde realiteter som hva slags virksomhet som skal være meriterende, prinsipper for tildeling av ressurser, allokering av stillinger, osv. Trass i vakre ord om betydningen av tverrfaglighet, blir det gjerne til at man faller mellom stoler når knappe midler skal prioriteres. Mangel på gruppetilhørighet gjør at ingen bevilgere føler at slik

* Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, UiO.

virksomhet er «deres bord».

Så mye om den harde virkelighet.

La meg så prøve å si noe om hva skoleforskning i fysikk kan innebære. Det kan gjøres på flere måter. En mulighet er å gi en oversikt over de problemer man arbeider med. Den ville i så fall bli svært overfladisk og summarisk. Jeg velger heller å ta et *eksempel* i noe mer detalj. Jeg vil si litt om det å *forstå* fysikk. Jeg problematiserer altså ikke begrunnelsen for i det hele tatt å ha fysikk i en almendannende skole, prinsipper for valg av fagstoff, relevansen for den enkelte elev, hvordan eksempelvalg kan favorisere gutter framfor jenter, eller visse sosiale grupper på bekostning av andre, samfunnsmessig tilknytning, alt sammen aktuelle spørsmål som jeg synes det er viktig for fysikere å være engasjert i.

Jeg velger altså å se snevert på selve *lærlingsprosessen*.

La meg gi to eksempler:

1. Denne oppgaven ble gitt til elever i første klasse i videregående skole:

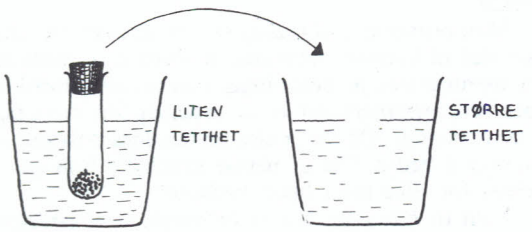


FIG. 1 FIG. 2

Vi har et reagensglass som flyter i et kar med væske slik man ser på figur 1.
Så flytter vi reagensglasset over i et annet kar med en væske som har *større tetthet* enn den første.
Vil legemet flyte dypere, like dypt eller mindre dypt i væske nr 2?

Svar: _____

Tegn inn reagensglasset på figur 2 og *begrunn* svaret ditt her:

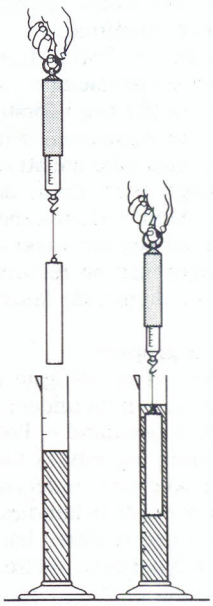
Oppgaven ble gitt til et stort og representativt utvalg! Omlag 2000 elever fra 75 skoler, (Lien, 1979). Det var *11* % svar som var tilfredsstillende! Dette kan man så sammenholde med *lærebøkene*. I mønsterplanen for 7. klasse står stikkordene «tetthet, oppdrift, Arkimedes' lov».

Her er et utsnitt fra en lærebok fra 7. klasse:

D16. Arkimedes' lov

Vi fyller en målesylinder omtrent halvfull med vann og leser av volumet. Vi henger en aluminiumssylinder i kraftmåleren og leser av tyngden. La oss si at tyngden av sylinderen er 0,50 N. Så senker vi sylinderen ned i vannet. Kraftmåleren viser da bare 0,32 N. Sylinderen har altså fått en oppdrift på 0,18 N.

Vannet i sylinderen har steget, og vi leser av at volumet har økt med 18 cm^3. Så mye vann har altså loddet trengt unna. Massen av dette vannet er 0,018 kg, fordi tettheten av vannet er 1 g/cm^3. Tyngden av vannet er 0,18 N, fordi 1 kg har en tyngde på 10 N (A 7). Oppdriften av loddet er 0,18 N. Den er altså så stor som tyngden av det vannet loddet trenger unna.



Når vi altså 3 år seinere tester de *skoleflinke* elevene, den del som går til videregående skole, så er det altså bare 11 % som mestrer selv en enkel oppgave i dette fagstoffet.

2. La oss se på et annet eksempel hentet fra samme undersøkelse.

På figur 1 ser du en strømkrets. Batteriet er på 4 V. Hver av pærene har motstanden 20Ω, og amperemeteret viser 0,1 A.

På figur 2 er ampere-meteret flyttet slik at det står midt imellom de to pærene. Hva vil amperemeteret vise nå?

Svar: _____

Begrunn svaret ditt.

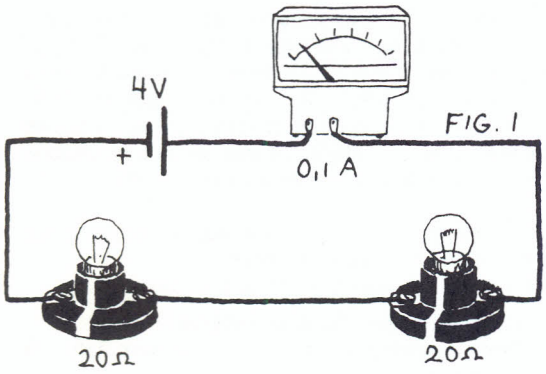


FIG. 1

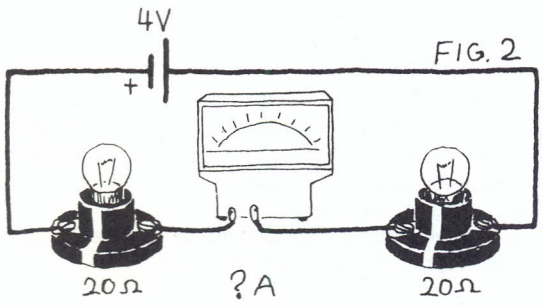


FIG. 2

Her er det 16% som svarer riktig, til tross for at elektrisitet står som sentralt lærestoff i 8. klasse. Der lærer man om strøm, spenning, effekt, Ohms lov, serie- og parallell-kopling osv.

Slik empiri har vi mye av, f.eks. knyttet til de hovedfagoppgaver som er gitt ved Skolelaboratoriet, men den kan tolkes og forstås på ulike måter, og man kan trekke ulike konsekvenser. Her er det altså behovet for *teori* kommer inn.

La meg beskrive den enkleste tolkningen, det enkleste reaksjonsmønsteret. Det finnes ulike varianter, og er omtrent slik:

«Det er *nivåsenkning*. Årsaken er for dårlige lærere, for dårlige bøker, dårlige metoder, late og uinteresserte elever osv. Reaksjonen er moralisering, hoderisting og leting etter syndebukk. På engelsk kaller man det for «blaming the victim». Jeg skal ikke bruke tid på denne ateoretiske måten å se problemet på. Men la meg antyde en parallell: Hvis en høydehopper konsekvent river, så er det neppe god pedagogikk å flytte lista høyere for å bedre resultatene.

La meg som alternativ forståelse antyde *to* tilnærminger. De er ikke gjensidig utlukkende, men de har noe ulik fokus.

1. En analyse av intellektuelle *forutsetninger*, både *begrepsmessig* og *operasjonalt*.
   («Task analysis»).
2. Barns forkunnskaper, alternative «teorier», intuitive forestillinger.
   («Alternative paradigms»)

La oss se på 1 først, og knytte dette til det første eksemplet; tetthet, Arkimedes lov:

I *tetthet* inngår begrepene masse og volum, og de settes sammen slik at forholdet mellom dem blir konstant, en konstant som er en egenskap ved et *stoff*: tetthet. Vi kan si at ideen er at for ett og samme stoff er masse og volum *proporsjonale* størrelser. Å tenke med proporsjonalitet er en tankeoperasjon som er nokså krevende. Direkte og omvendt porporsjonalitet, tenkning med flere variable, med logisk deduksjon fra det generelle til det spesielle, med idealiseringer og modeller, alt dette kaller man *formelt-operasjonell* tenkning. Tester, både våre egne og i mangfoldige andre land viser at i beste fall omtrent 20% av barn i 14 års alder behersker slike operasjoner.

Men saken er enda verre. Også grunnbegrepene som slik skal forbindes, beherskes av få. La meg holde distinksjonen mellom masse, tyngde, vekt og stoffmengde utenfor: Det er et kapittel for seg selv, til daglig nokså uinteressant, og vanskelig selv for fysikere, men det er det *første* vi presenterer 7. klassingene for!

La oss imidlertid se på *volum:*

I læreboksitatet forutsettes det bl.a. at volumet av et legeme settes lik unnatrengt væskemengde. Dette er ikke problematisert, men underforstått og selvsagt. Undersøkelser, bl.a. i Sverige, viser at dette slett ikke er noe selvsagt for elever i 7. klasse. Ett av forsøkene besto i at elever først senket ned en aluminiumblokk i et måleglass og noterte vannstanden. Så fikk de et identisk like stort blylodd. De holdt begge lodd i hendene og kunne direkte sammenligne dem. Så ble de bedt om å *forutsi* hvor høyt vannet ville stige hvis blyloddet ble senket i målekaret. En svært vanlig forutsigelse var at vannet ville stige *mer*. Mange ga uttrykk for at blyloddet virket mer masivt, og at det hadde mer «kraft» til å trenge unna vann. En vanlig oppfatning var også at vannet ville presses *høyere* jo *dypere* loddet ble senket. Selv om stoffet som senkes ned er *det samme,* men bare endrer form, så mener om lag halvparten av alle 7. klassinger at volumet endres.

Ja, selv helt grunnleggende egenskaper ved tid og rom kan ikke tas for gitt. I forsøk der vannkanner helles, viser det seg at svært mange elever ikke oppfatter vannrett og loddrett som gitt ved selve rommet. Mange mener f.eks. at vannstanden i et kar forblir parallell med *bunnen* av karet også når det helles over. (Stener Olsen, 1982). Selv forestillinger om loddrett, vannrett kan vi altså ikke uten videre bygge på. Og igjen: Dette er en virkelighet det nytter lite å *moralisere* over, det er noe vi må forholde oss til og finne hva vi vil gjøre med.

Så mye om det *første* perspektivet, og her har jeg selvsagt ikke kunnet gå inn på de underliggende utviklingspsykologiske *teoriene* som slik tilnærming bygger på. (Sjøberg, 1982).

Så litt om det *andre* perspektivet, betydningen av

elevenes medbragte teorier og forestillinger.

Når elevene konfronteres med skolens og vitenskapens fysiske teorier, er de ikke ubeskrevne blad eller tomme bokser som passivt tar imot ny erkjennelse. Dag etter dag, år etter år har de vekselvirket med sine omgivelser, aktivt innhentet empiri om den fysiske virkelighet. Og selvsagt har de utviklet ideer og forestillinger om hvordan ting henger sammen og hvorfor det og det skjer. Verden er ikke en kaotisk samling enkeltfenomener. Alle har utviklet intuitive forestillinger som gir mening til det de observerer. Bare sjelden ligner imidlertid disse teoriene på *våre*, dvs. på dagens vitenskapelige. Men de fungerer, og de fungerer faktisk bra. Bare sjelden konfronteres barn (eller voksne) med fenomener som direkte strider mot deres ofte uuttalte fysiske teorier.

La oss se på det *andre* eksemplet litt i lys av dette. Vår *vitenskapelige forestilling om elektrisk strøm er en lukket* strømkrets der strømmen overalt er den samme.

La meg antyde en alternativ teori som går ut på at strømmen kommer fra en *kilde*, og at den blir svakere og svakere utover. Den *brukes* opp, og vi snakker jo også om «strømforbruk». Forestillingen støttes f.eks. av at i et hus går det alltid én ledning fram til lyspærene, slik ser det i alle fall ut. Jeg har vært ute for bilelektrikere med en slik forestilling av bilens elektriske system. En ledning fram til komponenten eller lampa, og så er strømmen «brukt opp». Og med denne teorien er bilelektrikeren langt bedre i stand til å fikse feil enn vi fysikere med våre avanserte modeller. Vi vil si at elektrikerens modell er «feil», men poenget er at den *virker*, den blir daglig testet ut i praksis uten å bli falsifisert!

Prøv forøvrig å forklare folk at det går like mye strøm *tilbake* til et kraftverk som det går *ut* av det (til «forbrukerne»)! Og selv om elever aksepterer nødvendigheten av *to* poler, så kan mye rart skjule seg bak dette. Det ser vi på *«feilsvarene» på el-oppgaven.*

Vanlig er å si at strøm fra den ene polen kolliderer med strøm fra den andre og blir til lys og varme. «Elektrisk energi blir til strålingenergi» sier mange, og viser at de har lært en del fysikk. Andre sier at kraft = motkraft og viser at de «kan» Newtons lover. Svært mange setter inn i Ohms lov. Den har de lært, og den kan de sette inn i både i tide og utide. Det har bare så lite med forståelse å gjøre.

Også i det første eksemplet er det mye å lære av *feilsvarene*. Vanlig er å knytte forklaringen til atomer og molekyler. Glasset liksom lirker seg bedre ned mellom atomene når de ikke ligger så «tett». En underliggende forestilling er gjerne at *fysikk*, det dreier seg om atomer og molekyler. F.eks. er lærebøkenes forklaring av tetthet knyttet både til interatomær avstand og ulik atommasse allerede i 7. klasse. Dette forstår ikke elevene mye av, men de fatter et skjult budskap: Et «fysikksvar» skal inneholde slike ord. Og elevene tror gjerne at det er atomer og molekyler i alle ting. F.eks. i *lufta:* Lufta er der, og *i* lufta flyr atomene rundt som kuler. Det er ikke de som *er* lufta! Slik oppstår et bilde av skolefysikk som noe vanskelig, nesten mystisk, noe som har med atomer å gjøre. La meg gi nok en illustrasjon av dette poenget. (Stener Olsen, 1982)

Hvis du går i løs snø med smale ski, vil du synke dypere enn hvis skiene er breie.

Hva tror du grunnen er? Sett et kryss!

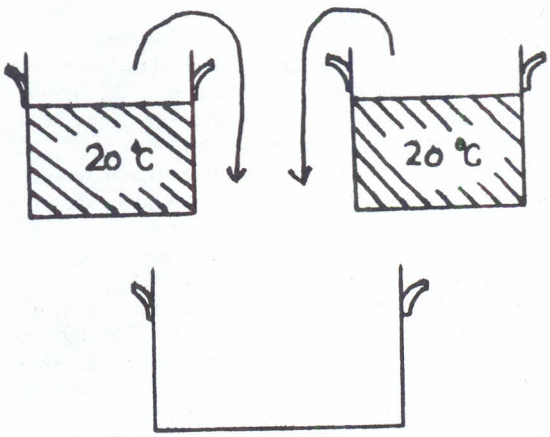
- ☐ Fordi de breie skiene er mykere.
- ☐ Fordi tyngden din fordeles på ei stor flate når skiene er breie.
- ☐ Fordi det går fortere med breie ski.
- ☐ Fordi bindingene er mer solide på breie ski.
- ☐ Fordi temperaturen til snømolekylene er lavere enn null grader.

Her er det *det siste* svaralternativet som er det hyppigste feilsvaret. Det er tydeligvis det utsagnet som minner mest om «fysikk».

Ja, vi høster som vi sår!

En annen vanlig oppfatning er at fysikk er *regning*. Her er en illustrasjon:

Her ser du tre gryter. I de to øverste grytene er det vann.
Vannet har temperatur 20 grader. Alt vannet i de to grytene helles over i den store gryta. Hva tror du temperaturen på vannet blir nå?



Her er det nokså mange som velger å legge sammen tallene, og de får 40°C!

Vel, vil fysikere si, det er interessant, det gjelder *skolen*, kanskje spesielt grunnskolen. Det tror jeg er feil. Jeg tror det gjelder også læring ved universiteter. Og her tror jeg særlig det er det *andre* perspektivet som er fruktbart. Både de alternative fysiske teorier, og implisitte forestillinger om hva spillet dreier seg om. La meg ta det siste; forestillingen om at fysikkoppgaver *skal* følge bestemte, nesten rituelle regler, som ofte får status av *naturlover*.

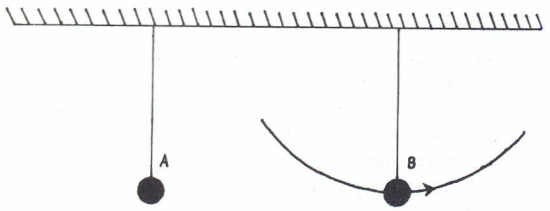
Figuren viser to fjærvekter A og B. Fjærkonstanten er dobbelt så stor for A som for B. Når man drar fjærvektene fra hverandre, avleser man en kraft på 4N på A.
Hvor mye avleser man på B?

Her står studenten overfor valget mellom to «naturlover»:
1. Newtons 3. lov som sier at kraft = motkraft,
2. Loven om at alle informasjoner i en oppgave skal brukes.
For svært mange seirer den siste «naturloven», og svaret blir 2N eller 8N, alt etter som. (Lie og Sjøberg, 1981).

Men studenter har også *alternative* ideer, fysiske teorier som brukes når man tvinges vekk fra de standardiserte løsningsrutinene.

Følgende oppgave illustrerer poenget:

To kuler A og B med like masser er hengt opp i like lange snorer. Kule A henger i ro, mens kule B svinger som en plan pendel. Tegn inn de kreftene som virker på kulene i de posisjonene som figuren viser. Man skal kunne se hvilke krefter som er like og om noen kraft er større eller mindre enn en annen. Se bort fra luftmotstanden.



På denne og svært mange oppgaver viser studentene at de konsekvent bruker en «bevegelseslov» som sier at *fart* og kraft er proporsjonale: Det virker alltid en kraft *langs* bevegelsen, og stor kraft gir stor fart. Denne oppfatningen kan enkelt kalles for aristotelisk, og undersøkelsen viser at en slik bevegelseslov brukes nokså konsekvent av et stort antall studenter, også hovedfagsstudenter i fysikk (Lie og Sjøberg, 1981).

Dette må selvsagt ikke tolkes dithen at jeg er i *mot* formelbruk og regning i fysikk! Moderne naturvitenskap er jo nettopp kjennetegnet ved formalisering, abstrahering, idealisering og kvantifisering.

Men ofte kan såkalt enkle og kvalitative oppgaver avdekke manglende forståelse for selve abstraheringen, mens regning og formelbruk ofte kan *skjule* fundamentale misforståelser.

Det jeg nå har antydet, er at mye av dagens fysikkundervisning er et spill, der det gjelder å lære seg de rutiner og algoritmer som leder til de riktige svar. Og det er ikke sikkert at de som spiller dette spillet best, er de som har forstått Fysikken best. Dette spillet frustrerer mange, også svært flinke, spesielt de litt kritiske og kreative, elever som gjerne tenker egne tanker, og ikke er tilfreds med å kunne gjenta andres. Og slike trenger man jo nettopp i fysikken.

Særlig er det *jentene* som skremmes av dette, også svært skoleflinke jenter. De stiller større krav til egen forståelse enn bare å få riktig svar på oppkonstruerte problemer. Guttene har en selvtillit som ofte er totalt ubegrunnet. Som noen vet, arbeider vi nå med et prosjekt som nettopp går ut på å trekke flere jenter til fysikkfaget. (Skoleforskningsprosjektet Jenter og fysikk, støttet av KUD.)

Fysikkfaget, og naturvitenskapen generelt, står i dag overfor store utfordringer. Men har to samtidige og motsatte tendenser.

På den *ene* siden blir vitenskap og teknologi stadig mer esoterisk, spesialisert, abstrahert fra dagligdagse oppfatninger og forestillinger.

På den *annen* side får den en stadig større betydning både for den enkelte og for samfunnet. Omtrent *alle* store samfunnsmessige utfordringer i dag krever kunnskaper i naturvitenskap.

På en eller annen måte må skolens fysikkundervisning møte denne utfordringen, løse dette paradokset.

I dag ser vi skremmende konsekvenser av denne to-sidigheten ved vitenskapen. På den ene siden enøyde og spesialiserte eksperter, på den annen side folk som vender vitenskapen ryggen og vandrer inn i okkult mystisisme, astrologi, antroposofisk biodynamikk og naturmedisin.

Ove Nathan, tidligere leder for Nils Bohr-instituttet og nå rektor ved København universitet, har sterkt engasjert seg i fysikkfagets stilling i skolen. Han beskriver denne polariseringen og kaller de to gruppene for «technocrancs» og «econuts», og han oppfordrer fysikere til å interessere seg for skolens fysikkundervisning.

Jeg startet med å spørre om vi som fysikere bør engasjere oss i skoleforskning, og har ved eksempelvalget prøvd å vise ett område der dette er viktig, og jeg har også prøvd å vise at vi i tillegg til fagkunnskap i fysikk *også* trenger pedagogisk -psykologisk teori.

Det er et litt dystert bilde av skolefysikk jeg har skissert.

Vi som er glade i faget vårt, som selv er fascinert og også synes det er viktig i en større sammenheng, bør ta dette som en utfordring. Av flere grunner bør vi se skolens fysikkundervisning som *vårt* ansvar. Det er viktig fra et allment perspektiv, men også ut fra våre særinteresser som fysikere: Det dreier seg *både* om den framtidige rekruttering til vårt eget fagfelt, *og* det dreier seg om å gi folk som *ikke* skal bli fysikere en forståelse for at det vi steller med er viktig, og at det er vel verdt de bevilgninger som blitt gitt.

Referanser

Lie S. og Sjøberg S. «Fart og kraft. En empirisk undersøkelse og noen metodiske vurderinger». Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, 1981. (På engelsk: Physics Report Series 81-11).

Lien S. R. «Fysikkfaget i skolen. Kunnskaper, forståelse og interesse». Hovedoppgave, Fys.inst. 1979 (Resultatene også publisert i Sjøberg S. «Naturfag i søkelyset» Tanum, 1979).

Sjøberg S. «Noen aspekter ved Jean Piagets teorier, spesielt med henblikk på fysikk som vitenskap og skolefag.» Avhandling, Fysisk inst. 1982.

Stener Olsen I. Hovedoppgave i tilknyting til prosjektet Jenter og fysikk. (Under bearbeiding).

Fagdidaktikk i fysikk ved Universitetet i Trondheim Norges lærerhøgskole

**Asbjørn Solheim*

I Innledning

Fysisk institutt, NLHT, har jevnlig diskutert sitt studietilbud med sikte på forbedringer, og spesielt fra starten av 70-årene har skolens (ungdomsskole og videregående skole) behov vært et viktig element i denne diskusjonen. Som konkret resultat av dette ble det fra 1974 åpnet formell adgang til å oppnå cand.real-graden gjennom skolerettet hovedfag i fysikk.

Studietilbudet i skolerettet hovedfag gis i samarbeid med Pedagogisk institutt, NLHT. I forbindelse med instituttets forrige studieplanendring, som ble vedtatt våren 1979, var det også diskusjon om det skulle innføres fagdidaktiske komponenter i grunnutdanningen, uten at dette medførte konkrete tiltak. I februar 1979 forelå en innstilling fra «Utvalget for fagdidaktikk i grunnutdanningen ved universitetene». Utvalget var oppnevnt av Lærerutdanningsrådet 30. mai 1978. Innstillingen gav støtet til en intensivert diskusjon ved alle institutter om fagdidaktikk i grunnutdanningen ved universitetene, og det fulgte flere interne komiteer både på institusjons-, fakultets- og instituttplan. Dette arbeidet resulterte i at NLHT's Råd i møte 18. mars 1982 fattet vedtak om at bl.a. Fysikk fagdidaktikk skulle godkjennes for en prøveperiode på 3 år.

II Beskrivelse av opplegget til fagdidaktikk i fysikk

Med bakgrunn i det som er nevnt foran, ble det i NLHT's studiehandbok for 1982-83 introdusert et nytt fysikkemne med betegnelsen Fysikk fagdidaktikk. Emnet er *integrert* i instituttets 20-gruppe i fysikk. For å unngå at emnet skulle bli en ekstrabelastning for studentene i forhold til den tidligere 20-gruppen, ble de timene som i den tidligere studieplan var avsatt til laboratoriearbeid og rapportskriving under 5-vekttallsemnet F01 - Generell fysikk - erstattet med det nye emnet $F01^b$ - Fysikk fagdidaktikk - og tillagt 2 vekttall, mens teoridelen av det tidligere F01 ble beholdt og gitt betegnelsen $F01^a$ - Generell fysikk - og tillagt 3 vekttall. Eksamen for $F01^a$ og $F01^b$ arrangeres samme dag med skriftlig eksamen i 4 timer for $F01^a$ og skriftlig i 2 timer for $F01^b$. På denne måten er det altså åpnet mulighet for studenter som tidligere har studert fysikk til å avlegge eksamen bare i fysikk fagdidaktikk.

Undervisningen i $F01^b$ foregår innenfor en tidsramme på 36 timer. Av disse timene er det avsatt:

a) 20 timer til forelesninger (evt. med demonstrasjoner og øvinger),
b) 16 timer til selvaktivitet blant studentene (prosjektoppgaver).

Fordeling av timene under a):
6 timer til introduksjon og målsetting for emnet.
14 timer til en bred historisk og samfunnsrelatert beskrivelse av utviklingen av ideer og begreper innenfor følgende fagdisipliner:
A: Partikkel- og kjernefysikk
B: Energi og nyttbare energiressurser
C: Måleteknikk i fysikk

Fordeling av timer under b):

Studentene deles inn i grupper på opptil 4. Hver av disse gruppene får utlevert en prosjektoppgavetekst som de skal arbeide med i 14 dager. Det blir også utpekt en veileder for hver gruppe til å bistå studentene i deres arbeid.

Som eksempel på en slik prosjektoppgave gjengis følgende tekst:

«1) Gi en historisk innføring i begrepet elektromagnetisk stråling, og presenter de fire prinsippene som Maxwell la til grunn for sin teori om elektromagnetiske bølger.
2) Utfør og forklar Hertz's forsøk.
3) Lag et sammendrag av 1) og 2) i form av en rapport som kan leses av deres medstudenter. Rapporten må foreligge senest en uke etter at 1) og 2) er gjennomgått i plenum.

Hjelpemidler:
Les Unit 4 av PPC-prosjektet, med spesiell vekt på følgende kapitler: Kap. 16, 1, 2, 3, 4 og 6 samt 13.1; 13.8; prolog og epilog.»

Som det framgår av punkt 3) skal studentene i muntlig form presentere sitt prosjekt for sine medstudenter, og dessuten lage en kortfattet rapport over sitt arbeid.

Utvalget av oppgaver, i et antall av ialt 8 til nå, er tilpasset kunnskapsnivået i fysikk fra den videregående skole.

III. Oversikt over innholdet i fysikk fagdidaktikk

De innstillinger som foreligger om temaet fagdidaktikk har, etter forfatterens vurdering, det til felles at de er utflytende og vage når det gjelder å gi en klar beskrivelse av hva begrepet fagdidaktikk står for. Det enkelte institutt har derfor i stor utstrek-

* *Forsteamanuensis Asbjørn Solheim er ansatt ved Fysisk institutt, UNIT/NLHT*

ning vært nødt til, på egne premisser, å gi begrepet et klart innhold.

For å oppnå dette, har vi tatt utgangspunkt i vårt basisfag (20-gruppen i fysikk). Vi har stilt spørsmål om hvorfor basisfaget er bygget opp som det er. Er det rene faglige kriterier som ligger til grunn for stoffvalg og fremstillingsform, eller er valget også betinget av andre kriterier, som f.eks. elevenes forutsetninger, skolens (ungdomsskole og videregående skole) forutsetninger, fagets betydning i samfunns- og historisk sammenheng, etc.? Allerede emnet F01[a] - Generell fysikk - indikerer at basisfaget ikke utelukkende er valgt på rent fysikk-faglige kriterier, idet innholdet i generell fysikk forteller at det her bevisst er lagt for dagen et ønske om å gi studentene en bred innføring i fysikk som både er nyttig for fysikkfaget som sådant, men som også sikter mot skolen og dens behov og mot behov som er tilstede ved studiet av andre fag som f.eks. biologi og kjemi. Til en viss grad gjelder de samme kriterier for stoffvalget innenfor de andre emnene i basisfaget. Det er videre klart at både samfunnsmessige og historiske sider ved faget er innvevd i basisfaget. Det en imidlertid kan kritisere er at disse aspekter ikke er aksentuert nok i basisfaget, og det er denne aksentueringen som blir en viktig bestanddel av F01[b].

Med dette som utgangspunkt har de ansatte ved Fysisk institutt, og det understrekes at det er mange av de ansatte som har deltatt, ut fra sine forutsetninger, valgt ut fagdidaktisk stoff til å dekke de tidligere omtalte hovedbestand-delene i forelesningene. Materialet omfatter ca. 200 maskinskrevne sider og dette er stensilert opp og gjort tilgjengelig for hver enkelt student. I tillegg vil de enkelte gruppers rapport fra prosjektoppgavene bli gjort tilgjengelig for den enkelte student.

Det er ikke mulig i denne artikkelen å gi et fyldestgjørende bilde av hva forelesningene omfatter, men noen hovedtrekk skal likevel nevnes:

1. Med utgangspunkt i artikkelen:
   Aims and objectives, R. C. Whitfield,
   University Department and Faculty, Cambridge,
   foretas en vurdering av hva som forstås med effektivt å lære fra seg, f.eks. fysikk.
2. Motivasjon for å undervise i fysikk blir utdypet ved nærmere omtale av 10 motiver, 5 motiver som legger vekt på verdien av fysikk som en generell utdanningsaktivitet, og 5 motiver som legger vekt på fysikkundervisningen for fysikkens egen skyld.
3. Klarlegging av karakteristiske arbeidsmåter i fysikk, og en utdyping av det kontinuerlige samspillet mellom teori og eksperiment..
4. Klarlegging av de hovedtyper av eksperiment som benyttes i fysikkundervisningen.
5. Utdrag av Mønsterplanen for grunnskolen. Det blir her gjort forsøk på å se de forannevnte punkter i lys av den målsetting som er satt for fysikkundervisningen på ungdomstrinnet i grunnskolen.
6. En historisk framstilling av begrepsutviklingen innenfor partikkel- og kjernefysikk.
7. En beskrivelse av energibegrepene i historisk perspektiv, av energistrømmene i det moderne industrisamfunn og om utnyttbare energiressurser.
8. En beskrivelse av hvordan fysikkens og måleteknikkens grunnenheter har vokst fram med bakgrunn i hverdagslivets og vitenskapens behov for mer og mer presise målinger.

I tillegg til dette må en også minne om det utviklingsmessige og historiske innhold i alle prosjektoppgavene.

IV. Noen refleksjoner omkring opplegget

En kan stille seg enkelte spørsmål omkring denne omleggingen av det tidligere emnet F01. Det er klart at eksperimentalarbeidet i den form som var tillagt F01 er tatt bort. Men på den andre siden er eksperimentalarbeidet erstattet med F01[b], og alle prosjektoppgavene i F01[b] er av eksperimentell art. Riktignok utfører hver student selv bare en oppgave, men hver av disse oppgavene inneholder vanligvis flere eksperimenter. I tillegg får studentene del i sine medstudenters eksperimentelle aktivitet, og fremleggelsen av prosjektoppgavene i plenum fører til grundigere belysning av grunnlaget for eksperimentet enn det som er vanlig ved en tradisjonell laboratorieoppgave. Antall laboratorieoppgaver under F01 var omlag det samme som antall prosjektoppgaver som nå gjennomføres under F01[b]. Alt i alt får altså den enkelte student *informasjon* om eksperimentelt arbeid i minst samme omfang som tidligere, men egeninnsatsen er altså mindre. Til gjengjeld har imidlertid den enkelte student fått en bred innføring i fysikkfagets didaktiske sider og dette vil, etter forfatterens vurdering, gjøre studentene mer motivert for å søke etter sammenhenger mellom basisfagets ulike disipliner. Denne vurderingen bygger på den positive holdningen som studentene har lagt for dagen under forberedelsen til og gjennomføringen av prosjektoppgavene. Det er klart at erfaringsmaterialet enda er spinkelt (gjelder 18 studenter), og en kan derfor bare håpe at denne innstillingen vil holde seg også for senere studentkull.

HUSK
KONTINGENTEN

Bøker

Günter D. Roth: VÆRVARSLER ..... som gjelder til i morgen kveld. I norsk bearbeidelse ved Sverre Johansen. Universitetsforlaget 1982, 243 s, pris kr. 140,-.

Som tittelen antyder gir boken en innføring i den språkbruk og begrepsverden som værvarslene og dermed meteorologien bygger på. Det gis oversikt over jordatmosfærens inndeling i troposfære, stratosfære, ionosfære og eksosfære. Det gis videre innføring i de meteorologiske elementene luft-trykk, -temperatur, -fuktighet, -tetthet og -strøm, samt disse elementenes virkning i jordatmosfæren. Det blir videre gitt beskrivelse av en rekke fenomener som dermed oppstår, som f.eks. halofenomener, regnbue, dis, tåke, skyer, vind, sjøgang, lavtrykk og høytrykk, tordenvær, lyn inversjon, osv., samt fysikken bak disse fenomenene. Boken gir også en inngående beskrivelse av et værkart med værkartsymboler, og gir en del eksempler på typiske værsituasjoner i Europa. Boken avsluttes med en del værregler for seilere, samt et kortfattet værleksikon.

Ifølge bokomslaget er målgruppen for boken «alle som vil være føre var - seilere, fjellklatrere, turfolk, arrangører av friluftsstevner, bønder og fiskere, - og for alle hobbymeteorologer som ikke syns det er godt nok å kjenne på gikta!» I sum må vel dette nærmest bety alle og enhver. Jeg er imidlertid ikke villig til å underskrive på at dette er en bok som kan leses med fullt utbytte av alle og enhver. Boken inneholder riktignok bare beskrivende meteorologisk kunnskapsstoff, men stoffet er fremstilt i en for tettpakket form både med hensyn til typografisk oppsett og med hensyn til for få instruktive skisser av de værsystemene som beskrives. En god del farvefotos oppveier ikke disse manglene. Etter anmelderens vurdering må derfor leseren på forhånd sitte inne med en god del kunnskaper både i fysikk og meteorologi for å følge med i beskrivelsen.

Som de fleste bøker har også denne sine små skjønnhetsfeil. F.eks. temperatursøylen på side 13 vil virke villedende på leseren, for hva menes med temperatur når trykket er 10^{-42} mb? Villedende virker det også å lese teksten under bildet på side 169. På side 16 står prefikset nano definert som 10^{-6}, mens det skal være 10^{-9}.

Boken inneholder imidlertid mye interessant meteorologisk kunnskapsstoff, og kan anbefales for lesere med de nødvendige forkunnskaper særlig i fysikk.

Asbjørn Solheim

H. Berhge u. J. Heydenreich (red.): «Elektronenmikroskopie in der Festkörperphysik» (Springer: Berlin 1982) 564 s

Utviklingen av moderne elektronmikroskopi går raskt. Oppløsningsevne og følsomhet gjør det nå mulig å se enkeltatom i krystallen. Stadig flere objekt er kommet innen rekkevidde av elektronmikroskopiens mange varianter. Det gjelder ikke minst i faststoff-fysikk, der elektronmikroskopet tidlig ble tatt i bruk for å studere dislokasjoner og andre gitterfeil i forbindelse med plastisitet m.v. Seinere er nye felt kommet til, som halvledere, overflatefysikk og selvsagt alle slags faseomvandlinger. Det er da naturlig at lærebøkene etter hvert har lagt mer vekt på anvendelser framfor den generelle beskrivelsen av metoden og dens spredningsteoretiske grunnlag.

Bethge og Heydenreich prøver å dekke begge deler som redaktører for «Elektronenmikroskopie in der Festkörperphysik». Halvparten av de 20 artiklene (med enda flere forfattere) handler om metoder: «Konvensjonell» transmisjonselektronmikroskopi: raster- («scanning»-)mikroskopi; analytiske system og spesialmikroskop av ulike slag - herunder fotoemisjonselektronmikroskopet som redaktørene selv har arbeidet med i Halle (DDR). Billeddannelse og kontrast blir behandlet og en har fått med en artikkel om billedanalyse med databehandling.

Blant anvendelsene er det lagt stor vekt på overflateundersøkelser, fra avtrykksmetoder til emisjonsmikroskopi og dekorasjon av overflater og bruk av transmisjonselektronmikroskopi. Halvledere og plastisitet og brudd behandles også inngående.

Det en savner er helst det krystallografiske perspektivet. Diffraksjon er bare så vidt nevnt. Bortsett fra et kapitel om domenestruktur i ferroelektriske og ferromagnetiske krystaller er faseomvandlinger ikke behandler. Teorien har forfatterne tatt litt lett på. Men i det store og hele er boka solid og vederheftig, preget av en tysk læreboktradisjon som fortsatt har mye å gi i fysikken. Derved er den en særlig nyttig tilvekst i et felt der framstillingen lenge har vært preget av en engelsk tradisjon, fra Cambridge/Oxfordskolen som begynte med P. Hirsch.

Illustrasjonene er velvalgte, henvisningene mange og framstillingen henter fram mye bakgrunnstoff som gir et nyttig perspektiv. Det gir også det stoffutvalg redaktørene har truffet. Ei nyttig bok - vel verdt et studium.

Jon Gjønnes

J. Della Dora, J. Demongeot and B. Lacolle, (Eds.): Numerical Methods in the Study of Critical Phenomena, Springer-Verlag 1981, DM 60,-.

Et tredagers kollokvium er blitt til 250 sider mellom stive permer. Innholdet er delt i fem kapitler: Matematiske metoder, anvendelser i fysikk, anvendelser i biologi, anvendelser i kjemi og ikke-fysiske anvendelser. Blant de fysiske anvendelser er endel som en ikke ville vente ut fra boktittelen: dynamiske systemer, additiv polymerisering, linjefeil og glassoverganger og akustiske bølger i uryddige overflater.

Boka seiler under karakteristikken multidisiplinær, og det er korrekt: fra divergente potensrekker via spinnglass og nervefysiologi til telefonsentraler. Men hummer og kanari er ikke alltid fruktbar tverrfaglighet.

Selv om jeg synes endel artikler er riktig interessante, så er flere av dem meningsløst korte. Jeg vil tro at så godt som alt er publisert annetsteds, og bedre der. Som en god del liknende konferansebøker tilhører denne det overflødige her i verden.

P. C. Hemmer.

Bjørn Felsager: «Geometry, particles and fields», Odense University Press 1981. 636 sider Pris: DKr. 110 + moms.

«Denne boken er et forsøk på å presentere moderne feltteori på en elementær måte», i følge forordet. Videre: Hovedvekten legges på å presentere de sentrale begrepene, ikke på matematisk stringens.» Boken er skrevet for studenter med en viss bakgrunn i relativitetsteori og elektrodynamikk, men også andre enn studenter burde kunne ha glede av den som en innføring i sentrale emner fra moderne teoretisk fysikk. Riemann's og Einstein's ideer om «geometrisering» av fysiske teorier er mer aktuelle i dag enn noen gang.

I del I, «Basic properties of particles and fields», diskuteres klassisk feltteori, med eksempler på kvantisering, vesentlig ved hjelp av Feynman's «vei-integral». Foruten elektromangetismen, som eksemple på en gauge-teori, diskuters Klein-Gordon-ligningen, og i egne kapitler, solitoner og instantoner.

Del II, «Basic principles and applications of differential geometry», er en innføring i denne grenen av matematikken, med eksempler på hvordan den kan anvendes i fysikken. Noen stikkord: Maxwell's ligninger, Nambu-strenger og Nielsen- Olesen vortex, Dirac-monopoler, vindingstall, Heisenberg's ferromagnet, symmetrier og bevaringslover. Her brukes mye en notasjon og en terminologi som mange fysikere nok vil finne abstrakt og uvant. Men forfatteren går inn for å motivere og definere nye begreper, slik at boken burde kunne brukes som en selvstendig lærebok. Det finnes et stort antall figurer, eksempler og øvingsoppgaver, med løsninger til noen av oppgavene.

Jan Myrheim.

Retningslinjer for manuskripter til FRA FYSIKKENS VERDEN

Adresse: Til redaktørene sendes manuskripter for artikler, bokanmeldelser, møtereferater, leserinnlegg, korrektur, notiser og små meldinger. - Til redaksjonssekretæren sendes annonser.
Postadresser finnes på bladets omslag.

Korrektur: En går ut fra at mottatte manuskripter er fri for feil, og en kan ikke regne med å gjøre forandringer etter at førstekorrekturen er returnert til trykkeriet. Normalt foretas korrektur og uttegning av redaksjonen, men dersom forfatteren ønsker å foreta første-korrektur selv, blir avtrykk tilsendt så snart artikkelen er satt.

Særtrykk: Disse bør bestilles samtidig med innsending av manuskriptet. Bestilling mottatt etter at et hefte er trykt og utsendt, kan bare effektueres dersom offset-platene er oppbevart. Eventuell om-ordning av tekst og/eller figurer krever ny plate og fordyrer trykningen. Særtrykkene faktureres til selvkost. Minste betilling er 25 eksemplarer. Normalt leveres de uten omslag.

Manuskripter: Generelle retningslinjer vil en finne bl.a. i:Rapportskriving. Universitetsforlaget (1971); og *Ove Høeg:* Vitenskapelig forfatterskap. Universitetsforlaget (1968). Spesielt skal fremheves: tabeller innskutt i teksten bør unngås. Maksimum 2 stk. 1-spalte figurer pr. trykt side. Enkle matematiske formler og uttrykk settes fortløpende. Eks.: $y = (ax + b)/x^2$; $t_2 = t_1(1 + \exp(t/RC))^{-1}$. Vektorer må symboliseres med pil over bokstavsymbolet; men streker, piler o.l. over eller under bokstaver og tall må tilføyes særskilt, derfor bør de unngås såvidt mulig. Redaksjonen har prøve av alle de bokstaver og tegn som setteriet rår over, og kopi kan sendes på anmodning. Symboler med indeks på indeks, eks.: A med indeks T_0, er uønsket.

I bokanmeldinger brukes skriftstørrelsen petit, og man har ennå sterkere begrensning, bl.a. i muligheter for å bruke matematiske tegn, og symboler med indeks. Redaksjonen må forbeholde seg rett til å gjøre forandringer i manuskriptet når settevansker oppstår.

Figurer trykkes normalt med bredde 1 spalte (= 72 mm) eller mindre. Når figurens utforming og innhold gjør det nødvendig, kan bredde på 1½ spalte trykkes (108 mm). Figurer som krever større bredde enn dette, er uønsket. Til figurfremstilling kreves originaler med gode konturer og kontraster, og tydelige streker i strektegninger. Fotografier har tendens til å bli «grå» i tonen ved reproduksjonen. Tegninger må utføres slik at når de reduseres til trykkestørrelse, blir linjene ikke tynnere enn 0,15 mm og bokstavene minst 1,5 mm høye.

Artikkelens lengde skal ikke være mer enn 4-5 trykte sider, figurer inkludert. (Ca. 10 maskinskrevne A-4 sider med dobbelt linjeavstand.)

Innlevering: Heftene sendes ut ca. 15de mars, juni, september og desember. Ca 1½ måned før blir manuskripter sendt til setting. Dette blir da tidsgrensen for innsending av artikler, referater o.l. Små-notiser inntil 10-15 linjer kan tas ennå ca. 2 uker senere. Redaksjonen forbeholder seg å prioritere inntaket av stoff som mottas.

Trondheim, september 1982.

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim.
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen,
Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.20.16001.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim
Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt
Fysisk institutt, NLHT,
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH.

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.
Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø, Danmark.
Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 50,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 25,-.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

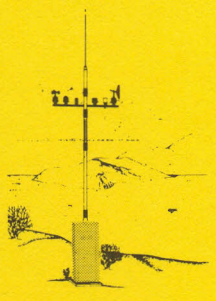
Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk Institutt, Universitetet i Trondheim
Norges lærerhøgskole
7055 Dragvoll

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279

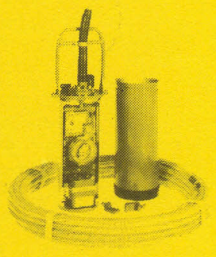
Data Collection.....

AANDERAA INSTRUMENTS has been developing and manufacturing oceanographical and meteorological data recording instruments since 1966.

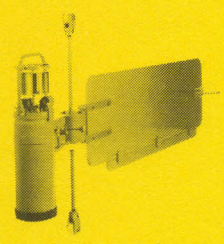
The PRODUCTS are designed for long term unattended operation and are known for high quality and reliable performance.



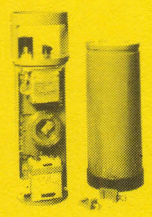
WEATHER STATIONS
Solar powered stations, designed for automatic recording / telemetering of data. A total of 11 different parameters can be registered. A complete range of standarized sensors are available for this station.



TEMPERATURE PROFILERS
for recording of temperature profiles in the sea or lakes. The system employes an 11 point thermistor string. The string is available in lengths up to 500 meters.



CURRENT METERS
for recording speed, direction and water temperature of the ocean currents. Available also with sensors for conductivity and pressure for calculation of salinity.



WATER LEVEL RECORDERS
for determining water level by precise measurement of the hydrostatic pressure at the sea bed. Resolution is 0.001% of full range.

Request datasheets for detailed information.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL.: (05) 27 40 30
TELEX 40049

N.T.H.-Trykk
Trondheim