Nr. 3 – 1991
53. årgang

Fra Fysikkens Verden

Utgiver:
Norsk Fysisk Selskap

Redaktører:
Øivin Holter
Finn Ingebretsen

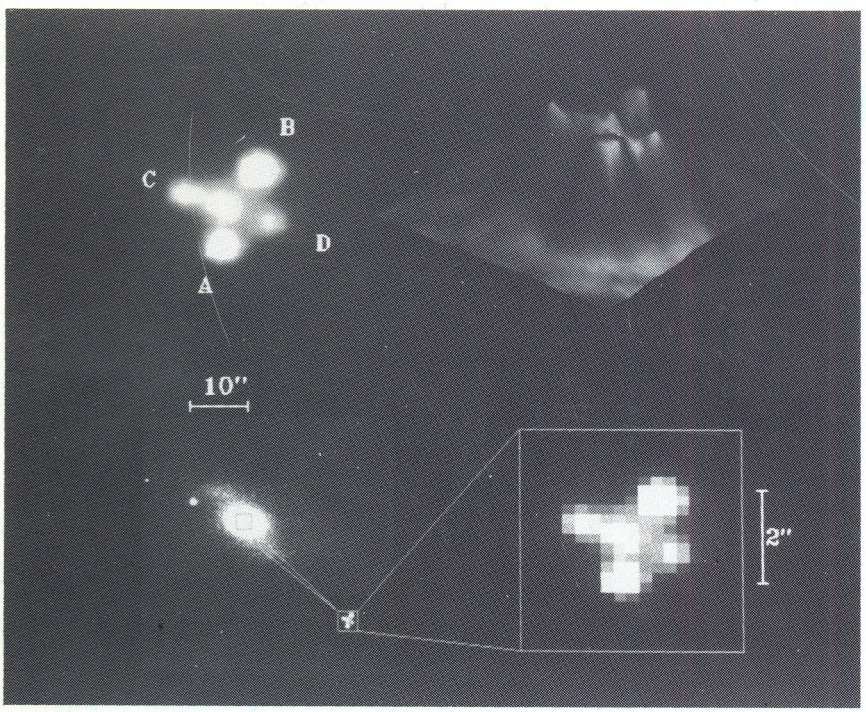
Innhold

Bjørn Ragnvald Pettersen:
Nordisk Optisk teleskop 64

Kårmund Myklebost:
Moderne fysikk i den høgare skolen 69

Emil J. Samuelsen:
Material i Solceller 70

In Memoriam: Bernt Neeb Mæhlum 58
In Memoriam: Ove Bratteng 58
Fra Redaktørene 59
FFV-Gjest: Rolf Lenschow 59
Nye Doktorander 61
Dr.Scient. Kjartan J. Olafsson
Dr.Scient. Erik Søndenå
Dr.Scient. Arne Topphol
Dr.Scient. Svein Erik Næss
Dr.Scient. Mette Nedreberg
Dr.Scient. Svein Ellingsrud
Dr.Scient. Steinar Gundersen
Dr.Scient. ZhongJin Yang
Dr.Philos. Unni C. Oxaal
FFV Gratulerer 60
Trim i FFV 72
Bokkronikk: **Johannes M. Hansteen:**
Mark Walker:"German National Socialism and the quest for nuclear power 1939-49" 72
Bokanmeldelser 74
Hva skjer 77
Nytt fra NFS 77
Referat fra Årsmøtet 1991
Nye medlemmer



Kvasar avbildet ved Nordisk Optisk Teleskop. Se artikkel.

ISSN-0015-9247

In Memoriam

Minneord om Bernt Neeb Mæhlum

Den 5 august 1991 gikk forsker dr.philos. Bernt Neeb Mæhlum bort, 62 år gammel. Han sto midt i en aktiv forskningsinnsats, som alltid ivrig opptatt med gjennomføring og planlegning av utfordrende prosjekter. Vi har mistet en god venn og kollega, og en forgrunnsfigur og pioner innen norsk og internasjonal romforskning har gått bort.

Bernt Mæhlum var født i Oslo og tok artium på Nordstrand Gymnas i 1947. Han fullførte sin utdannelse som meteorolog ved Universitetet i Oslo i 1954, men forlot etter to år meteorologien for å begynne som forsker ved Forsvarets forskningsinstitutt. FFI ble hans hovedbase gjennom en lang karriere som vitenskapsmann. Hans arbeidsfelt ble studier av de øvre lag av jordens atmosfære, ionosfæren, i de senere år med hovedvekt på vekselvirkningen mellom romfartøyer og plasmaet i ionosfæren. Dette felt har ikke bare vitenskapelig interesse, men er også av stor betydning for romteknologi f.eks. konstruksjon av romfartøy og romstasjoner. Bernt Mæhlum tok sin doktorgrad ved Universitetet i Oslo i 1961 og tilbrakte i 1960-årene to perioder som forsker i USA, der han blant andre samarbeidet med professor James van Allen, kjent som oppdager av strålingsbeltene rundt jorden.

Pionerinnsats på høyt internasjonalt nivå skulle bli et kjennemerke på Bernt Mæhlums forskning. Han var tidlig med i den norske aktivitet med forskningsraketter fra Oksebåsen på Andøya og utførte her flere banebrytende eksperimenter, og han hadde instrumenter i European Space Agencys laboratorium Spacelab 1, som ble fløyet på romfergen Columbia i 1983. Ved hans død var han og hans gruppe ved FFI i full gang med forberedelsene til en rekke satellitt-eksperimenter som spenner over et vidt felt fra studier på romstasjonen i jordens nærhet til målinger i jordens og Saturns magnetosfære. Gjennom sine tallrike vitenskapelige avhandlinger nådde han høy nasjonal og internasjonal anerkjennelse. Hans grunnleggende arbeid er hyppig sitert i internasjonal fagpresse, og han var etterspurt som medarbeider og prosjektleder, bl.a. av romfarts-organisasjonene ESA og NASA. Bernt Mæhlum hadde gjennom årene mange viktige verv innen det norske forskningsmiljø, og hadde stor innflytelse på utformingen av strategi og planer for norsk romforskning. Han hadde sine meningers mot, og dette, kombinert med en klar tanke og formuleringsevne gjorde at han ble hørt i fagmiljøene både ute og hjemme. Han var medlem av Norges Tekniske Vitenskapsakademi. Bernt Mæhlums faglige kvalifikasjoner og menneskelige egenskaper vil bli dypt savnet.

På vegne av kolleger
Eivind Thrane

∞

Ove Bratteng til minne

Førsteamanuensis, cand. real. Ove Bratteng er død i en alder av 53 år. Han hadde i lengre tid kjempet mot en alvorlig sykdom. Forløpet av sykdommen tok en brå og dramatisk vending i juni i år og førte til hans bortgang.

Bratteng var knyttet til Nordlysobservatoriet, Institutt for matematiske realfag ved Universitetet i Tromsø i hele sitt yrkesaktive liv. Han startet sin vitenskapelige løpebane ved Isfjord Radio, hvor han under overvintring i 1965–66 samlet data til sin hovedoppgave, "En undersøkelse av det polare F-lag ved hjelp av satellittsignaler". Denne avhandlingen ga ham graden cand. real. ved Universitetet i Oslo.

Bratteng ble tilsatt som amanuensis i fysikk i 1969. Hans faglige interesse utviklet seg i retning av spesialfeltet signalanalyse. Han var den toneangivende i utviklingen av et faglig miljø innenfor denne spesialitet, og ved den formelle dannelsen av forskningsgruppen i signalanalyse/bildebehandling ble han gruppens leder. Han ga betydelige bidrag til forskningen og instrumenteringen innen fysikk, og hadde i mange år ansvaret for driften av Nordlysobservatoriets ionosonde. Hans innsats i utviklingen av den sentrale kontrollenheten til EISCAT har vakt betydelig oppsikt, også internasjonalt. Han ledet flere ekspedisjoner til Svalbard, hvor han var ansvarlig for utviklingen av ulike typer radioeksperimenter.

Bratteng la ned et betydelig arbeid i utviklingen av et undervisningstilbud i fysikk ved Universitetet i Tromsø. Han var kjent som en dyktig lærer, med et meget godt forhold til sine studenter. Gjennom årene veiledet han svært mange hovedfagsstudenter frem til embetseksamen, og var også aktiv i instituttets nystartete utdanning av sivilingeniører. Dessverre gikk han bort før de første sivilingeniører er ferdig utdannet ved universitetet.

Bratteng gjorde en stor innsats i utadrettet faglig virksomhet. Hans faglige aktivitet rettet mot institusjoner utenfor universitetet har ført til at Tromsø har et internasjonalt anerkjent ekspertmiljø på området signalanalyse/bildebehandling. Han satt i styret i Norsk Fysisk Selskap, og var medlem av redaksjonskomitéen i tidsskriftet "Fra Fysikkens Verden". Han var også hovedansvarlig for arrangementet av fysikermøtet i Tromsø i 1976. I tråd

med interessen for faglig/sosial virksomhet tok han initiativet til dannelsen av "Fysikkforeninga i Tromsø". Han hadde dessuten en serie verv i styringsorganene ved universitetet.

Ove Bratteng var en person som betydde mye også for det sosiale livet ved Nordlysobservatoriet. Han hadde et organisasjonstalent og en dyktighet i alt praktisk arbeid som en sjelden ser maken til. Ingen kunne som han organisere og inspirere til felles innsats når en kollega trengte dugnadsinnsats ved husbygging, når det var på tide med en sosial aften på Nordlysobservatoriet eller for å starte opp og holde i gang den ukentlige felles løpe- eller skikonkurransen. Betegnende er det at etter at sykdommen begynte å sette sine spor og han ble fysisk redusert, har den tidligere så populære ukentlige fellestrimmen opphørt.

Brattengs store innsats og arbeidskapasitet var resultatet av en dyp og seriøs interesse for sitt fag. Således gjorde han en beundringsverdig innsats i forskning og undervisning lenge etter at sykdommen hadde satt sine spor. Alle vi som kjente hans personlige styrke og pågangsmot, hadde et godt håp om at han ville klare seg gjennom sykdommen. Det var med stor sorg vi måtte konstatere at slik gikk det ikke.

Ved Ove Brattengs bortgang har instituttet mistet en dyktig forsker og lærer. Vi som arbeidet sammen med han, har mistet en inspirerende kollega og en god venn.

Kolleger ved
Universitetet i Tromsø

∞

Fra redaktørene

Organisering av norsk forskning debatteres for fullt i disse dager. Den lenge ventede og i enkelte miljøer fryktede "Grøholt innstillingen" foreligger til høring. (- og igjen har vi en bekreftelse på vår empiriske lov, høringsfristen er omvendt proporsjonal med sakens betydning). "Organisering for helhet og mangfold i Norsk forskning" er den ambisiøse tittel, og samsvar mellom tittel og innhold er det store debattema.

Utvikling og knoppskyting av forskningsråd- og utvalg i Norge etter krigen er en interessant og innfløkt historie, og vitner om liten grad av langsiktig strategi og styring. Vi kan derfor uten videre se at en strukturforenkling har vært fristende for den politiske ledelse. Det er et radikalt forslag som foreligger; sett ovenfra bygges det opp en spiss og enkel, ja kanskje til og med lydig, pyramide med greie kommandolinjer.

En slik verden kan alltid se grei og enkel ut, bare oppløsningen i synsapparatet er tilstrekkelig grov. Folk med sans for dårlig oppløsning kalles fint generalister, men mindre-fint en rekke andre navn. Fra forskningsmiljøenes synsvinkel er ikke verden fullt så enkel. For de som nær sagt til daglig skal samarbeide med forskningsrådsorganer, for eksempel i det mangfold vi etter hvert har av internasjonale programmer og organisasjoner, er finstrukturen helt vesentlig. Innstillingen selv trøster oss lite; vi kjenner ikke igjen vår egen virkelighet i beskrivelsen av den delen av forskningen vi selv er med på å forvalte; grunnforskningen. Dette er uheldig og fører til mistenksomhet, kanskje ubegrunnet. Vi registrere også at flere og flere av våre kolleger er bekymret for fagets framtid i den nye spisse organisasjonspyramiden.

Til syvende og sist er det den indre kultur og enkeltpersoner i forskningsadministrasjonen(e) som avgjør hvor godt et hvilket som helst system fungerer. Vi føler at vår del av NAVF-systemet i dag fungerer meget bra, med gode folk i administrasjonen som gjør en stor og innsiktsfull innsats, ikke minst i det internasjonale konglomerat som stadig vokser. Så vår engstelige advarsel er: "– never change a winning team –".

∞

Skriv
i
FFV

FFV-gjest: Rolf Lenschow

Fysikkens plass

Ved åpningen av årets Fysikermøte i Trondheim tidligere i år holdt jeg en kort åpningstale og er blitt bedt om å presentere innholdet av denne talen i et innlegg i Fra Fysikkens Verden.

Jeg har glemt hva jeg sa, men vet hva jeg ville ha frem: Vi må høre mer fra fysikerne - vi som i kortere eller lengere perioder er med å legge retningen fremover for utdanning og forskning.

De fleste vet at fysikken er et bærende element i teknisk og naturvitenskapelig utvikling. Den vestlige verden er idag nådd så langt at teknisk-naturvitenskapelige kunnskaper og ferdigheter innenfor et land eller en region betyr mer enn lokal råstofftilgang. Vi ser stadig flere eksempler på råstoff-fattige regioner med en blomstrende virksomhet.

Men det er få som synger fysikkens pris av den grunn. For ikke så lenge siden lå det i den akademiske frihet at man ved universitetene kunne utvikle sitt fag gjennom forskning og undervisning. Man kunne til og med med frimodighet søke fonds og forskningsråd om midler til slik forskning når universitetsmidlene ikke strakk til, med det ene formål: å videreutvikle faget ved å vinne

nye erkjennelser. Det er denne delen, fundamentet i fysikkens utvikling, som har fått dårligere levevilkår i vår forskningsverden.

Den norske regjering ble i årevis bebreidet at den ikke hadde noen forskningspolitikk. Så plutselig fant den svaret: Satsingsområder. Så forsvant kritikken og regjeringene har siden, i 10 år, levet lykkelig fri for kritikk pga. manglende forskningspolitikk. Departementene, forskningsrådene og forskningsinstituttene fulgte fort opp. Universitetene ble noe etter, enten pga. klokskap eller treghet.

Det burde være klart at når et universitet tar ansvaret for et fag, ligger det et ansvar for å utvikle dette faget videre gjennom vitenskapelig og grunnleggende forskning og gjennom utdanning som er basert på aktive forskere og forskningsvirksomheten selv.

Det er dette som gir grunnlag for satsingsområder og flytting av satsingen fra et fagområde til et annet. Selv om ikke det siste er skjedd, var det nettopp denne dynamikken som var et hovedargument for den nye linjen.

Prinsippet med et fåtall satsingsområder over en begrenset tid er bra og har fått allmenn aksept, men blir det for dominerende også i bevilgningsmønsteret til grunnleggende forskning kan fundamentet for utvikling skades for mange år fremover. Universitetene sitter med et hovedansvar for at vi får en sunn utvikling.

Universitetene har gjennom den nye universitetsloven fått større selvstendighet og større ansvar. Stortingets behandling av Stortingsmelding 40 plasserte de 4 universitetene som hovedknutepunkter i et Norgesnett. Samling, samarbeid og arbeidsdeling er motto for Norgesnettet. Grøholtutvalget foreslår en drastisk endring av samarbeidsformen mellom forskningsrådene og universitetene med mer penger til universitetenes grunnforskning. Universitetene har opprettet Forskerakademiet med overordnet ansvar for forskerutdanning og grunnleggende forskning. Det skal også være rådgivende i forskningsstrategi og -politikk.

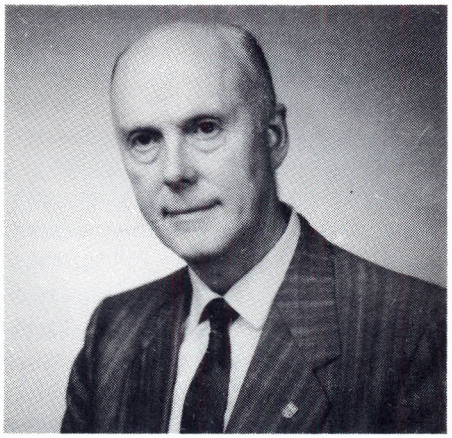
Skal universitetene klare sin oppgave, må det høre på grunnfagenes stemme, men det forutsetter at stemmene høres og at språket kan forstås noenlunde entydig. Universitetet i Trondheim har valgt en fysiker til leder for Forskerakademiet.

∞

FFV gratulerer

Simrad Optronic's pris i elektrooptikk

Simrad Optronic's fysikkpris i elektooptikk for 1991 ble tildelt



Professor Kjell Bløtekjær, NTH
på Norsk Fysisk Selskaps årsmøte.

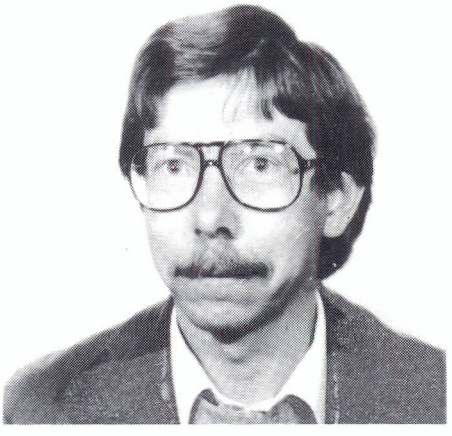
Denne prisen deles ut annethvert år for fremragende arbeid innen fagområdet elektrooptikk. Professor Bløtekjær fikk prisen for sitt arbeid med bruk av optiske fibre innen kommunikasjon. Han har bidratt sterkt til at forskning på dette området i sin tid ble startet på NTH. Bløtekjær har bygd opp et undervisningstilbud, og underviser selv om lasere og optisk kommunikasjon.

I de senere år har professor Bløtekjær arbeidet med fundamentale problemstillinger som gjelder fiberoptiske sensorer til lydmåling.

Prisen omfatter kr 10.000,- samt et grafisk blad.

IBMs fysikkpris for 1991

IBMs pris i "Kondenserte fasers fysikk" for 1991 ble tildelt



Professor Jon Magne Leinaas,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, og

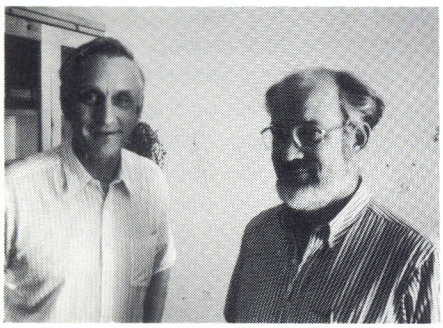
forsker Jan Myrheim,
Norges Tekniske Høgskole. Prisen ble gitt for deres fremragende teoretisk arbeid innen partikkelfysikk, og som har fått fundamental betydning for kondenserte fasers fysikk.

Prisarbeidet ble publisert i tidsskriftet Nuovo Cimento i 1977, og danner grunnlaget for det området av kvantefysikken som idag kalles fraksjonell statistikk. Leinaas og Myrheim viste at identiske partikler som beveger seg i to dimensjoner kan opptre som en mellomting av fermioner og bosoner (med hensyn til antisymmetrisk og symmetrisk statistikk). Slike partikler kalles idag "anyoner". Eksempler på anyoner er virvler i tynne filmer av flytende helium og elektroner i forbindelse med fraksjonell kvante-Hall effekt. Det er nå også vist teoretisk at et kvantesystem med mange anyoner som har elektrisk ladning er superledende ved lave temperaturer, og det spekuleres på om dette kan være en mulig mekanisme ved de nye høy-temperatur superledere. Arbeidet til Leinaas og Myrheim ble lenge betraktet som en matematisk kuriositet, men er nå anerkjent som selve pionerarbeidet innenfor feltet fraksjonell statistikk, og er antakelig det arbeid av norske fysikere som idag vekker størst oppmerksomhet internasjonalt.

Prisen er på kr 20.000,-, ble delt ut på Norsk Fysisk Selskaps årsmøte i Trondheim i år.

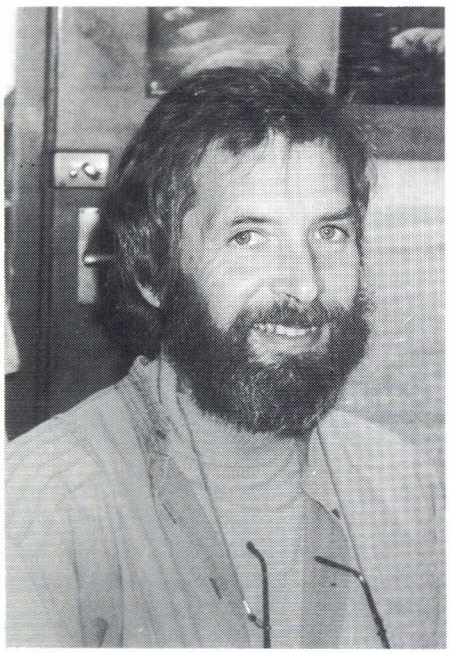
Pris for godt læringsmiljø til forskningsprogrammet "Kooperative Fenomener"

Universitetet i Oslo gir årlig en pris til det beste læringsmiljøet, utpekt av en jury. Hittil har prisen vært gitt for god grunn- og begynnerundervisning, årets pris går for første gang til et miljø der hovedvekten ligger på hovedfag- og doktorgradsundervisning. Professorene



Torstein Jøssang (v) og Jens Feder leder programmet; to aktive fysikere som har gjort seg sterkt bemerket også utenfor denne spalten i FFV. Vi gratulerer.

H.M.Kongens Gullmedalje til Jan Olav Eeg



Førsteamanuensis Jan Olav Eeg ved Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, ble på Universitetets årsfest tildelt Kongens Gullmedalje for sin avhandling "The direction of time in the laws of nature". Som motto for arbeidet har Eeg valgt en sats som følger av den rådende teori for universet: "Our bare excistence is due to T-violation and irreversibility". Eeg har gjort rede for en rekke aspekter ved tidsreversjonssymmetri, fra termodynamikkens 2. lov og andre deler innen klassisk fysikk, til kvantemekanikk; Kramers degenerasjon (observert i krystaller) og spesielt mangel på tidsreversjonssymmetri i visse prosesser i partikkelfysikk. FFV gratulerer!

∞

Nye doktorander

Kjartan J. Olafsson

Kjartan J. Olafsson forsvarte 30. oktober 1990 sin avhandling *Reconstruction of Energetic Electron Spectra in the Upper Atmosphere: Balloon Observations of Auroral X-rays Coordinated with Measurements from the EISCAT Radar* for dr.scient.-graden.

Olafsson har basert sitt doktorarbeid på målinger foretatt av Gruppen for romfysikk, Fysisk institutt, UiB, i samarbeid med Nordlysobservatoriet i Tromsø og Romforskningsinstituttet i Østerrike.

Når ladete partikler fra jordens magnetosfære styres ned mot atmosfæren i nordlyssonene, kolliderer de med – og ioniserer – den nøytrale gassen, og skaper dessuten det synlige nordlyset. Energirike elektroner sender også ut røntgennordlys.

Olafssons avhandling omfatter analyse av målinger av røntgennordlyset, foretatt med strålingsdetektorer om bord på to ballonger som ble sendt opp fra Troms i august 1984. Med EISCAT-radaren i Tromsø ble det samtidig foretatt målinger av en rekke fysiske størrelser i ionosfæren rett over ballongene. Også målinger fra riometernettverket i det nordlige Skandinavia samt magnetiske registreringer fra nordlyssonen er brukt i analysen. Hoveddelen av avhandlingen er en studie av sammenhengen mellom strømmen av energirike elektroner ned i atmosfæren og tettheten av frie elektroner og ioner i høydeintervallet mellom 65 og 100 km.

Olafsson, som opprinnelig kommer fra Island, tok sin cand.scient.-grad i 1985 og er ansatt som stipendiat ved Fysisk institutt, UiB.

Erik Søndenå

Erik Søndenå forsvarte 3. mai 1991 sin avhandling *Studies of Capillary Pressure and Electrical Resistivity in Porous Rock Samples at Reservoir Conditions* for dr.scient.-graden.

I dag er det bare mulig å utvinne halvparten av oljen i et reservoar. Hovedårsaken til dette er at vann og olje ikke lar seg blande. Fysisk beskrives forholdet ved bl.a. kapillære krefter. Forståelsen av kapillærkreftene er derfor viktig for en effektiv oljeproduksjon. Søndenå har, i samarbeid med Geco, utviklet apparatur som kan måle kapillærkreftene under samme betingelser som i reservoaret, d.v.s. under trykk tilsvarende flere hundre atmosfærer og ved temperaturer opp til 150°C.

I sin doktoravhandling har Søndenå studert hvordan kapillærkreftene under reservoarbetingelser avviker fra målinger gjort ved laboratoriebetingelser, og han påviser at dersom målinger av den elek-

triske motstand ikke blir gjort under samme forhold, kan dette medføre store feil i anslaget av oljereservene.

Erik Søndenå har utdanning som petroleumsingeniør fra Høgskolesenteret i Rogaland fra 1985 og tok i 1988 siv.ing.-graden ved UiB. Han har vært ansatt ved Geco petroleumslaboratorium i Stavanger, og er nå NAVF-stipendiat ved Fysisk institutt, UiB.

Arne Kåre Topphol

Arne Kåre Topphol forsvarte 22. februar 1990 avhandlinga *The SAT Calorimeter. An Analysis of its Performance* for dr.scient.-graden.

SAT (Small Angle Tagger) er to elektromagnetiske kalorimetre som inngår i DELPHI-detektoren ved LEP-akseleratoren, og som brukast til å registrere og måle energien til elektronar og positronar produserte ved små vinklar. I SAT er det brukt ny teknologi for denne typen detektorar, ved at ein del av energien til partiklane vert omdanna til lys i optiske fibrar laga av scintillerande plastmateriale. Lyset vert transportert langs fibrane til eit optisk lysleiarsystem, og dernest omdanna til elektriske signal i lysfølsomme diodar. – Utvikling og bygging av SAT vart utført ved Fysisk institutt, UiB.

Topphol har i si avhandling analysert yteevna til SAT-kalorimetra, ved å nytte ein kombinasjon av eksperimentelle data og Monte Carlo-simuleringar, og med særleg vekt på optimalisering av energioppløysinga. Det optiske lysleiarsystemet viste seg å spele ei viktig rolle i dette.

Arne Kåre Topphol vart cand.scient. ved UiB i 1985 og hadde stilling som vit.ass. og stipendiat ved UiB til hausten 1990. Han er no tilsett ved Volda Lærerhøgskule.

Mette Nedreberg

Mette Nedreberg forsvarte 12.4. avhandlingen *Thermal Stress and Hot Tearing During the DC-Casting of AA6063 Billets* for Dr. Scient. graden.

Undersøkelsene, som er utført ved SI, RWTH Aachen og Fysisk institutt, Oslo på materiale fra Hydro Aluminium Sundalsøra, har et konkret utgangspunkt: hvordan oppstår sprekker når en aluminiumlegering støpes ut til pressbolt, d.e. emne til ekstrudering?

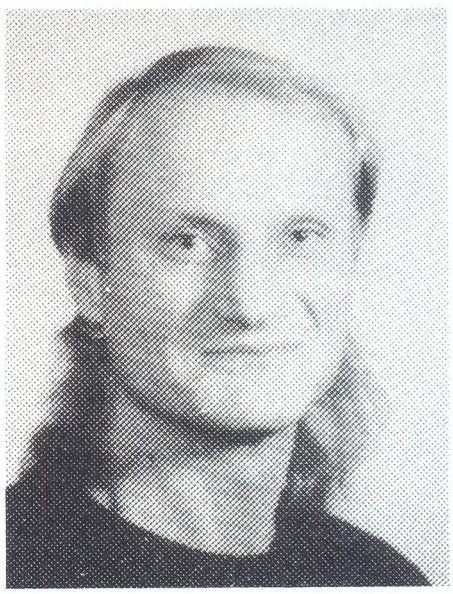
Den framstår som en omfattende studie av materialets oppførsel over et vidt temperaturområde, der metodene er mikrostrukturundersøkelser med optisk, scanning og transmisjons-elektronmikroskopi, mekaniske målinger ved ulike temperaturer og hastigheter - og elementmetode-beregninger av temperatur- og spenningsfordeling under avkjølingen. Konstitutive likninger for sammenheng mellom spenning, tøyning, tøyningshastighet og temperatur er testet og tilpasset for hele temperaturområdet. Sammenhenger mellom sprekk-initiering og lokal mikrostruktur og temperatur er utledet fra mikrostrukturobservasjoner og de mekaniske tester - og det foreslås nye kriterier for dannelse av varmsprekker.

Men det er langt igjen før vi forstår sprekker fullt ut; i den nyeste utgaven av J.W. Cahn: Physical Metallurgy skriver R.W. Thompson: "In the highly constrained configuration space near the crack tip, a full-scale fundamental theory will undobtedly never be fully worked out. However, semiempirical chemical theories with guidance from fundamental quantum-mechanical bonding studies should be possible and ultimately very fruitful in pieceing together an adequate picture of the local crack growth law."

Så det er mange brikker igjen å legge; rom for mer "stress and tears" for den som vil bidra videre til forståelse av en viktig inhomogenitet i materialer.

Mette Nedreberg, som har vært ansatt ved SI, arbeider nå ved Hydro Aluminium, Karmøy Fabrikker.

Svein Ellingsrud



Cand.real. Svein Ellingsrud forsvarte den 14 desember 1990 avhandlingen *Display and measurement of mechanical vibrations using TV-holography and image processing* for graden doktor ingeniør ved Norges tekniske høgskole.

For konstruksjon og evaluering av mekaniske svingesystemer er det viktig å kunne måle systemets egensvingninger. Viktige systemer er f.eks. høyttalere, sonarer og turbinbladvinger, som svinger med meget små amplituder. Med TV-holografi måles slike små svingninger med laserlysets bølgelengde som måleenhet.

Introduseres enda et svingende element i interferometeret, får vi fasemod-

ulasjon der svingebildet blir avhengig av den relative bevegelse mellom de to svingningene.

I doktorgradsarbeidet har Ellingsrud kombinert digital databehandling med fasemodulert TV-holografi. Ved å kombinere TV-bilder i en numerisk algoritme, kan amplitude og faseverdier over måleobjektet bestemmes. Teknikken er særlig anvendbar for målinger av meget små amplituder. Den kombinerte måleteknikken, inkludert støyreduksjon, er testet ut i praksis på bl.a. høyttalere, sonarer og høyfrekvenstransducere, hvor forskjellige svingemoder er blitt kartlagt og undersøkt.

Svein Ellingsrud ble utdannet ved Den allmennvitenskapelige høgskolen, Universitetet i Trondheim, i 1986. Han er nå forsker ved ALLFORSK.

Steinar Gundersen

Steinar A. Gundersen forsvarte den 14. juni 1991 sin avhandling: "*Contributions to the theory of free surface waves in elastically anisotropic media*" for dr. scient. graden.

Arbeidet er utført ved gruppen for faste stoffers fysikk ved Universitetet i Oslo. Gundersen har arbeidet med eksistensteori for plane bølger langs frie overflater i anisotrope krystaller. Teorien i sin nåværende form er i stor utstrekning inspirert av dislokasjonsteori, og den nære sammenheng som finnes mellom rette dislokasjoner i bevegelse og plane bølger i krystaller. Dette medfører en stor grad av overførbarhet mellom disse to tilsynelatende forskjellige fagområder. Gundersen har bidratt til øket selvkonsistens i overflatebølge–teorien, og har utviklet en numerisk metode som er anvendelig for begge områder.

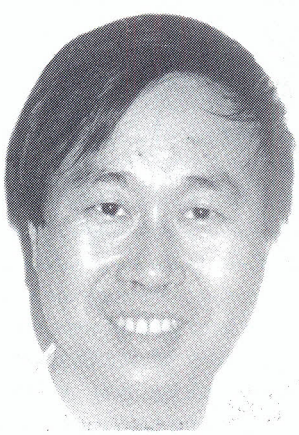
For en gitt retning langs et gitt plan, som vi kaller en bølgegeometri, finnes det tre soniske bølgemoder som generelt propagerer med forskjellig hastighet. Dette gjenspeiler de tre polarisasjonsfrihetsgradene. Hastigheter lavere enn den minste av disse kalles subsoniske, og over den minste kalles de supersoniske. Det er kjent at for alle geometrier finnes det én subsonisk bølgemode, og denne kalles en Rayleigh–bølge. Unntaksvis kan man for en geometri ha at det ikke finnes en Rayleigh–bølge. Dette er bestemt av bølgemodene ved overgangen mellom subsonisk og supersonisk område, kalt den transoniske tilstand. Dette gjør det interessant å kjenne de mulige transoniske tilstander ved ulike krystallsymmetrier, og Gundersen har gitt bidrag til dette for kubiske materialer.

Overflatebølger i det subsoniske området, Rayleigh–bølger, er godt kjent. Gundersen har i sin avhandling påvist at supersoniske overflatebølger også kan eksistere i generelle retninger, d.v.s. retninger som ikke utpeker seg ved noen spesiell materialsymmetri.

Bølgeteorien for anisotrope elastiske materialer er beskrevet i et tredimensjonalt euklidsk rom. Under visse symmetri–føringen kan denne beskrivelsen reduseres til to dimensjoner. Gundersen viser eksempler på dette, og at overføringen av eksistensteorien fra tre til to dimensjoner er ikke–triviell.

Steinar A. Gundersen har vært NAVF–stipendiat og vit. ass. ved UiO, der han nå er engasjert som stipendiat.

ZhongJin Yang



ZhongJin Yang forsvarte 25. september 1991 sin avhandling *Studies of the interaction between a Magnet and a High T_c Superconductor* for dr.scient.-graden.

Yang har, siden tidlig 1987, arbeidet med problemer innen høg-temperatur supraledning (HTSC). Han kom til Norge i august 1988 fra Folkerepublikken Kina, der han hadde arbeidet med materialprøver av $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ supraledere. I Norge har han som NAVF-stipendiat vært tilknyttet Fysisk Institutt i Oslo, der han har arbeidet med Bi-baserte supraledere og HTSC-materialers magnetiske egenskaper.

Hovedemnet i Yangs doktorgradsarbeide har vært teoretiske og eksperimentelle undersøkelser av vekselvirkningen mellom en permanent magnet og HTSC-materiale. Dette omfatter flere emner, så som vibrasjoner i en supraledende opphengingssystem, kreftene på en liten magnet over en stor HTSC skive, potensialet og kraften fra et magnet–HTSC system, og effekten av transportstrøm på flukslinjenes kollektive bevegelse. I et tillegg tar han i avhandlingen også for seg preparering av og magnetiske egenskaper i Pb–dopet $Bi-Sr-Ca-Cu-O$, og Sb–dopet $Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O$ supraledere.

ZhongJin Yang har en B.Sc. i fysikk fra Jilin Universitetet i Changchun, Kina (1982), og M.Sc. i kondenserte fasers fysikk fra Metallforskningsinstituttet, Academia Sinica, Sheynang, Kina i 1986.

Unni Oxaal

Cand. scient. Unni Christine Oxaal forsvarte den 21. juni 1991 sin avhandling *Aggregation kinetics and fractal aggregates* for den filosofiske doktorgrad ved Universitetet i Oslo.

Avhandlingen er en del av prosjektet Kooperative fenomener, og den kan få praktisk betydning innen oljeutvinning. Når væsker strømmer dannes mange og varierte mønstre. En viktig klasse mønstre er de som dannes når en væske fortrenger en annen i et porøst medium, som når vann eller gass fortrenger olje i reservoar-bergartene under oljeutvinning.

Den tradisjonelle måten å modellere slike fortrengningsprosesser på, og som er mye brukt i oljeindustrien, gir i mange tilfelle gal oppførsel av fortrengningsfronten. En tallfestet beskrivelse av slike væske-væske grenseflater er derfor praktisk viktig for oljeutvinning. Det er også stor interesse for disse fenomenene innen moderne statistisk fysikk.

I avhandlingen sin utfører Oxaal en detaljert sammenligning mellom væskefortrengningseksperimenter i modeller og regnemaskinsforsøk på identiske nettverk. Eksperimentene og regningene er satt opp slik at innflytelsen som selve nettverksstrukturen har på fortrengningsmønsteret også kan studeres. Det viser seg at en enkel regnemaskinsmodell som blir testet gir uventet godt sammenfall med forsøkene.

Oxaal ble cand.real. i 1978. Arbeidet med doktoravhandlingen er utført i perioden 1984-1991 mens hun var stipendiat i gruppen til professorene Torstein Jøssang og Jens Feder ved Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo. Hun er for tiden forsker, finansiert av NAVF.

∞

Nordisk Optisk Teleskop

Bjørn Ragnvald Pettersen *

De fire nordiske landene Danmark, Finnland, Norge og Sverige har i fellesskap konstruert og bygget et av verdens skarpest avbildende teleskoper. Det er plassert i et spesialbygget observatorium i 2400 meters høyde på den vestligste av Kanariøyene, La Palma. Her finnes også store anlegg fra andre europeiske land, og det internasjonale observatoriet vil uten tvil være ledende i Europa langt ut i neste århundre.

Etter innvielsen høsten 1989 og en etterfølgende innkjøringsperiode er Nordisk Optisk Teleskop (NOT) nå i regulær drift med ukentlig besøk av nordiske gjesteobservatører. For norsk astronomi er dette første gang vi deltar i et forpliktende internasjonalt samarbeid. Det gir oss medbestemmelsesrett, adgang til moderne teknologi og muligheter for langsiktig planlegging.

NOT har gitt oss en kjempesjanse til å utvide kompetansen i norsk observasjonsastronomi.

Økonomi og forarbeide

Tidlig i 80-årene ble endel nordiske astronomer enige om å bygge en stjernekikkert i fellesskap. Det var da allerede demonstrert at toppen av vulkanøya La Palma var det desidert beste observasjonssted i nærheten av Europa og at stedet tidvis fremviste avbildningskvaliteter like gode som det beste i verden. Etter en diskusjonsrunde om teleskopets størrelse (ut fra hvilke undersøkelser nordiske astronomer planla å gjøre) ble det besluttet å satse på en middels stor speilkikkert med diameter 2.5 m. En enklest mulig konstruksjon skulle sikre lave omkostninger, men aldri slik at det kunne gå ut over en etterstrebet høy avbildningskvalitet slik at observasjonsstedets styrke kunne utnyttes. Et forstudium ble gjennomført i Danmark på rekordtid og munnet ut i forslag til teleskopkonstruksjon og overslag over kostnadene. Teleskopet skulle bygges i Norden istedet for å bestilles hos et internasjonalt firma i bransjen rett og slett fordi det ble billigere. Etter flere forhandlingsrunder i løpet av vel ett år ble de første pengene bevilget av Nordisk Ministerråd ved årsskiftet 1983-84. Deretter fulgte forskningsrådene opp i rask rekkefølge. I Norge bidro NAVF med den bærende bevilgningen. Universitetet i Oslo bidro til investeringen med en mindre sum. Eierandelene faller med 20 prosent hver på Danmark og Norge og 30 prosent hver på Finnland og Sverige. En prosjektledelse gikk så løs på detaljene. En ingeniørgruppe ble opprettet høsten 1984. Den utarbeidet konstruksjonen i detalj, håndterte anbudsdokumenter og koordinerte selve byggefasen. Komponentene til teleskopet ble bygget ved private bedrifter i de nordiske land og fraktet til en montasjehall i Danmark der alt ble satt sammen. Et spesiallaboratorium ved universitetet i Turku, Finnland, sto for fremstillingen av presisjonsoptikken, der

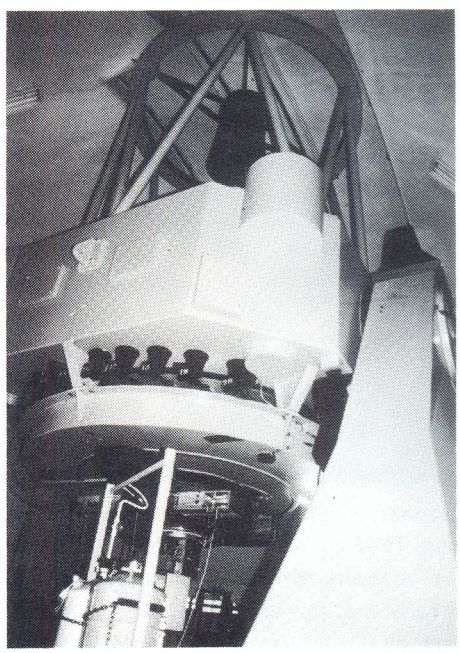


Fig.1. Nordisk Optisk Teleskop.

*Astrofysisk Institutt, Universitetet i Oslo

særlig strenge krav ble stilt siden avbildningskvaliteten sto i fokus. Samtidig ble en roterende bygning oppført på La Palma etter at prøveobservasjoner var foretatt flere lokale steder på vulkantoppen. Etter forhandlinger med spanske myndigheter og de andre landene som allerede var etablert på fjelltoppen fikk de nordiske landene etablere seg med NOT mot å avgi 20 prosent av observasjonstiden til spanske astronomer og øremerke 5 prosent til internasjonale søknader. Sommeren 1987 ble teleskopet demontert og sendt med skip til La Palma. Etter transport til fjelltoppen på store lastebiler ble det montert i observatoriebygningen. Det elektroniske styringssystemet ble så installert i løpet av noen måneder og sommeren 1988 ankom optikken. Da kunne de første stjerner sees i kikkerten, og så startet det møysommelige arbeidet med å justere komponentene og samkjøre dataanlegget slik at innstilling og styring skulle fungere presist. Det ble raskt konstatert at optikken var førsteklasses, men enkelte tekniske løsninger ved styresystemet skapte problemer. Disse ble endret og teleskopets oppførsel er nå eksemplarisk. Ialt representerer prosjektet en investering på 45 millioner kroner.

Teleskopets konstruksjon

Teleskopets optiske komponenter består av to hyperbolske speilflater. Det konkave hovedspeilet har en diameter på 2.56 m og en brennvidde på 5.0 m. Dette muliggjør en kort og kompakt teleskopkonstruksjon. Ikke noe annet 2.5 m teleskop i verden har så kort krumningsradius som NOT, med et åpningsforhold på f2. Speilmaterialet er keramisk glass av beste homogenitetsgrad med en ekspansjonskoeffisient på mindre enn 10^{-7} K^{-1}. Speilet er kun halvparten så tykt som i ordinære teleskoper. Dette reduserer vekten til knappe 2 tonn, men stiller store krav til støttesystemet slik at deformasjoner unngås. En kombinasjon av mekaniske støttepunkter og 45 luftputer der trykket kan varieres har vist seg å fungere perfekt. Etter refleksjon i hovedspeilet går lyset fra en stjerne mot primærfokus. Før det kommer så langt treffer det et konvekst sekundærspeil som returnerer lyset gjennom et hull i hovedspeilet til et fokus omtrent en meter bak hovedspeilet. Det er her instrumentene monteres. Sekundærspeilet er 0.51 m i diameter og gir en effektiv brennvidde for det optiske Ritchey-Chretien systemet på 28.2 m. Synsfeltet er 25 bueminutter og skalaen i fokus er 7.5 buesekunder pr. mm. Kvalitetskravene til optikken er strenge; 80 prosent av lysets fordeling fra en punktkilde skal falle innenfor en sirkel med diameter 0.3 buesekunder. Det medfører at det store hovedspeilet alene må kunne avbilde 80 prosent av lyset innenfor 0.25 buesekunder. Sagt på en annen måte: Hovedspeilets flate kan ikke avvike fra den spesifiserte hyperbolske formen med mer enn 30 nm rms. Det tilsvarer en sliping av jordkloden med avvik på et par cm! Den optiske konstruksjonen er helt fri for avbildningsfeil som sfærisk abberasjon og koma. Den endelige kontrollprosedyre for optikken er i skrivende stund ennå ikke utført, men de skarpeste avbildninger som hittil er oppnådd under vanlige observasjoner gir en oppløsningsevne på FWHM = 0.35 buesekunder. Det er meget nær spesifikasjonene og inkluderer atmosfæriske effekter. I billedskarphet er NOT i verdensklasse. Det mekaniske systemet for innstilling og beveglse av teleskopet kalles en altasimut montering. Det betyr at teleskopet roterer om to akser, en vertikal og en horisontal. Dette er en kompakt og økonomisk løsning. Siden jordaksen danner en vinkel på 30 grader (observasjonsstedets geografiske bredde) med horisontalaksen må teleskopet beveges kontinuerlig om begge akser for å følge en stjerne på dens gang over himmelen. Dette må gjøres med særlig høy presisjon for at ikke avbildningens kvalitet skal bli skadelidende. Rotasjon av synsfeltet (pga. altasimut monteringen) kompenseres av en egen enhet bak hovedspeilet som alle instrumenter er koblet til. Totalvekten til teleskopet og dets montering er 44 tonn hvorav de bevegelige deler utgjør 35 tonn. En stor gaffel roterer omkring en vertikal akse som er opplagret med støtte i fjellgrunnen under bygningen. Toppen av gaffelen er lagringspunkter for den horisontale aksen som bærer selve teleskopdelen med optikken. I den øvre enden av teleskopet der sekundærspeilet er, oppstår det små forskyvninger på grunn av nedbøyning i strukturen når teleskopet befinner seg i en skrå posisjon i forhold til vertikalen. Dette korrigeres automatisk av et presist mekanisk system som forskyver sekundærspeilet slik at den optisk aksen alltid ligger fast. Teleskopet er også utstyrt med autopilot slik at følgebevegelsen kan skje med den største presisjon. Under langvarige observasjoner av samme objekt kan man velge en styrestjerne i nærheten og aktivere en automatisk styremekanisme som låser teleskopet til denne stjernen. Autopiloten sørger for at avvikene fra den spesifiserte retning til enhver tid er mindre enn den verdi man krever, selv når atmosfærens urolige luft fører til billedbevegelse og brytningseffekter. Med jevne mellomrom oppdateres teleskopets lokale stjernehimmel. Det betyr at teleskopet innstilles mot et stort antall stjerner over hele himmelen og den mekaniske posisjonen avleses og lagres i styringsdatamaskinen. En matematisk løsning på samtlige posisjoner benyttes så til å definere sammenhengen mellom posisjoner på himmelen og teleskopets mekaniske innstilling. Ber man teleskopet gå til sitt utvalgte objekt vil det stille seg inn med en nøyaktighet på et par buesekunder. Slik blindskyting med høy presisjon er nødvendig i de tilfellene der objektet er for svakt til å synes direkte eller når man skal måle på infrarøde bølgelengder der hverken øyet eller TV-systemene er følsomme. Rundt teleskopet er det bygget en sylindrisk bygning med kuppelformet tak. Taket har en spalte som kan åpnes slik at lyset slipper inn til teleskopet. Hele bygningen roterer slik at enhver retning på himmelen er tilgjengelig. Bygningen slutter tett inntil teleskopstrukturen og avgrenser kun et minimalt volum med luft. Dette volumet avkjøles om dagen. Dessuten er det kjøling i gulvet slik at temperaturen der alltid er en grad lavere enn utetemperaturen om natten. Dette har vist seg meget effektivt i å begrense turbulensen nær teleskopet og dermed oppnå skarp avbildning. Sideluker i veggene sikrer god gjennomstrømning og rask utluftning. I etasjen under teleskoprommet er det datarom og operasjonsrom. Både teleskop og instrumenter er fjernstyrt via datamaskiner så astronomen oppholder seg nær teleskopet kun om ettermiddagen og morgenen i forbindelse med klargjøring og kalibrering. Under observasjonene sitter observatøren i operasjonsrommet og kontrollerer alle prosedyrer fra en dataterminal. Dersom en person oppholder seg nær teleskopet i noen minutter vil kroppsvarmen føre til lokal turbulens og avbildningen blir detekterbart forverret i en kort periode.

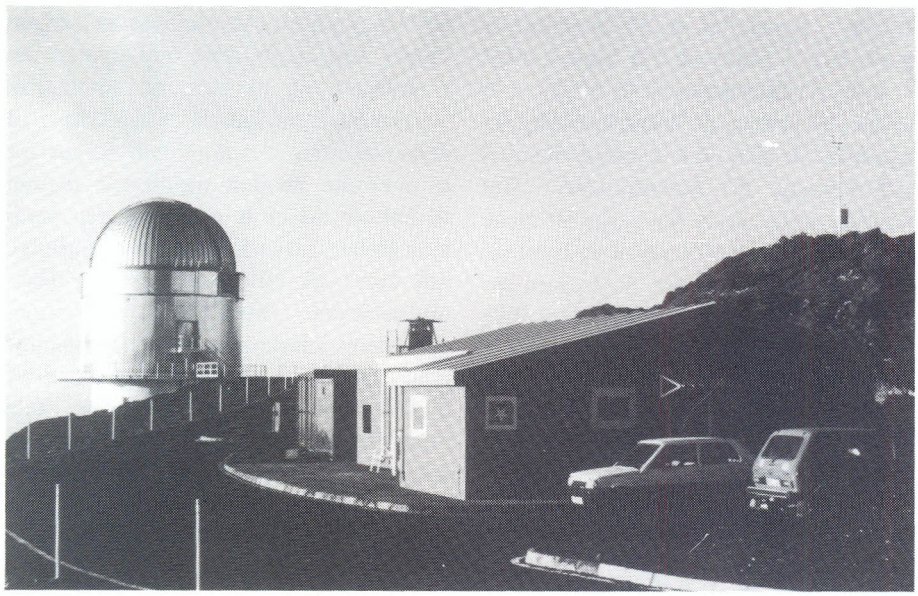


Fig.2. Bygningen for Nordisk Optisk Teleskop på La Palma.

Analyseinstrumentene

Fra første stund ble teleskop-prosjektet begrenset til kun å omfatte stjernekikkert med styringssystem og bygning. De enkelte forskningsinstitusjonene i Norden skulle ta seg av utvikling og bygging av de instrumentene som trengtes for å utføre vitenskapelige målinger. Dette arbeidet kom i gang allerede i midten av 80-årene, men på grunn av ressursmangel ved de enkelte institusjoner er samtlige instrumenter blitt forsinket, noen med flere år. Det første året ble observasjonstiden derfor tildelt med en begrenset instrumentpark tilgjengelig, men dekningen ventes å bli komplett i 1991. Det benyttes tre *typer* instrumenter på NOT: kameraer, fotometre og spektrografer. Siden kvanteeffektiviteten er svært liten ved fotografiske opptak er slik teknikk ikke lenger i bruk ved moderne observatorier. Idag benyttes todimensjonale detektormatriser der hvert enkelt detektorelement er av størrelsesorden 10 x 10 μm. En typisk detektor består av 1024 x 1024 elementer. Hvert element lades opp til en forutbestemt verdi. Når detektoren eksponeres for lys vil ladningen i hvert element avta i takt med den lysmengde det utsettes for. Ved eksponeringens avslutning avleses restladningen elektronisk og lagres i en datamaskin. Vanlige billedbehandlingsmetoder benyttes til utmåling av resultatet og eventuell fremstilling av en grafisk presentasjon som ser ut som et fotografi, gjerne i farger. CCD-detektorene (Charge Coupled Devices) som benyttes på NOT er over 100 ganger mer følsomme enn fotografisk film i visse spektralområder og har et dynamisk område som er langt større. Man kan derfor detektere objekter med moderne metoder som krever 10 ganger større teleskoper med fotografisk teknikk. Ulempen er at de elektroniske detektorene har et meget lite areal og at bare et ørlite utsnitt av det tilgjengelige synsfeltet til teleskopet kan avbildes i et opptak. Dette er av og til et problem og mange drømmer derfor om større detektorer med millioner av elementer selv om det innebærer den visse datadød. De atmosfæriske forhold på La Palma er i særklasse hva astronomiske observasjonsbetingelser angår.

Lysets passering gjennom luftlagene fører i liten grad til utvisking av bildet. I tillegg er bygningen rundt NOT gjort så liten som mulig slik at luftvolumet under kuppeltaket er et minimum. God utluftning og et nedkjølt gulv i observasjonsrommet fører til minimal turbulens i luften nær teleskopet. Resultatet er et knivskarpt bilde sammenlignet med det andre teleskoper i verden klarer. En foreløpig statistikk viser at avbildningen av en punktkilde har FWHM $\leq$ 1 buesekund 65 prosent av tiden. Avbildningen er $\leq$0.8 buesekund 45 prosent av tiden, $\leq$0.6 buesekund 18 prosent av tiden, og $\leq$0.5 buesekund 7 prosent av tiden. Det beste resultatet hittil er 0.35 buesekund. Med en så vellykket konstruksjon for hånden er det nå opp til brukerne å utnytte egenskapene fullt ut. Skarpe bilder viser rike detaljer. Bildet av Ringtåken i Lyra (Fig. 3) kan konkurrere med det beste i så måte. En annen observasjon som jeg selv gjorde i slutten av august 1990 viser Huchra-kvasaren splittet i fire komponenter av en galakse mellom oss og kvasaren. Fig. 4 viser kvasarkomponentene fordelt rundt galaksens kjerne. Avstanden mellom to diametralt beliggende kvasarkomponenter er mindre enn to buesekunder, så oppløsningen på bildet er nær et halvt buesekund. Slik avbildningskvalitet er regelen mer enn unntaket ved NOT, og det er denne regelmessigheten som vekker berettiget oppsikt. Fotometerne på NOT er spesialbygde lysmålere for nøyaktig bestemmelse av stjernenes lysstyrke. Målingene foretas gjennom spesielt utvalgte filtre fordelt over et stort spektralområde. Analyse av dataene gir informasjon om stjernenes temperatur og kjemiske sammensetning. Et spesialområde som har utbredt anvendelse på NOT er studier av lyskilder som varierer med tiden. Noen av fotometerne er derfor særlig innrettet til samtidige opptak på flere bølgelengder for å fastlegge variasjonenes mekanismer, eller til særlig rask datainnsamling der variasjonene skjer på (brøkdelen av) sekunder. Slike raske fenomener opptrer f.eks. i forbindelse med plasmautladninger i lokale magnetfeltstrukturer i stjernenes atmosfærer *(flares)* eller når materie overføres fra en stjerne til en annen i tette dobbeltstjernesystemer. Ofte frigjøres store energimengder i slike utbrudd og temperaturen kan nå opp i flere titalls millioner grader. Samtidig observasjon fra bakken og med satellittinstrumenter i rommet (i røntgen og ultraviolett) er nødvendig for anskaffelse av data som kan gi bedre forståelse av de fysiske prosessene. Norske forskere har planer om flere slike samkjørte prosjekter. Spektrografene på NOT er delvis innrettet mot opptak av svært svake signaler og delvis mot opptak med høy oppløsningsevne. Spektra av fjerne kvasarer og galakser, lyssvake små stjerner, og tidsserier av variable stjerner er alle karakterisert ved ekstremt lave lysnivåer. Man er nødt til å mildne kravet til spektral oppløsning for å oppnå signaler av tilstrekkelig styrke til at de ønskede nøyaktigheter i målingene blir oppfylt. For sterkere

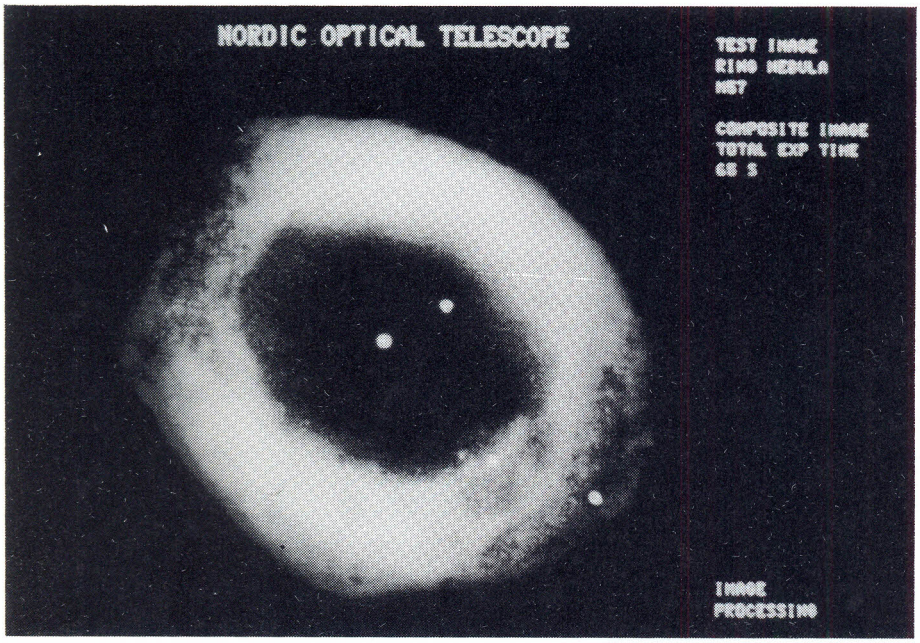


Fig.3. Ringtåken i Lyren.

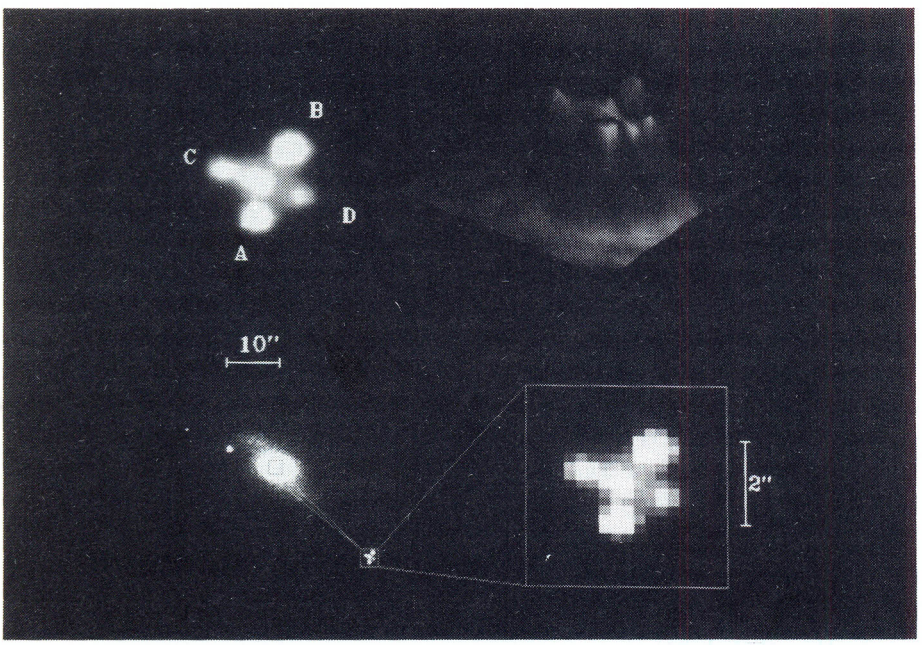


Fig.4. Hunchra-kvasaren (Einstinkorset) avbildet med Nordisk Optisk Teleskop. Billedbehandlingen er utført av Pål Brekke, Astrofysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

stjerner er lysmengden stor nok til at den spektrale dispersjonen kan strekkes kraftig og da kan man oppløse profilene til hver enkelt spektrallinje. Dette gir anledning til studier av de fysiske forhold i stjernenes atmosfærer, bestemmelse av gassens bevegelse, og ofte direkte konfrontasjon med avanserte modellberegninger. NOT blir utstyrt med tre forskjellige spektrografer som dekker hele brukerbehovet.

Veien til La Palma

Hvordan slipper man så til på kikkerten? Første fase består i å be om å bli tildelt tid. Dette er en vitenskapelig begrunnet søknad der problemstillingen man har valgt blir underbygget og dataenes nødvendighet blir dokumentert. Det er viktig å demonstrere at den ønskede presisjon kan oppnås med det analyseinstrumentet man skal benytte (enten fra NOT's instrumentpark eller medbragt fra egen institusjon) og man må begrunne det antall netter som trengs for gjennomføring av observasjonsarbeidet. Avhengig av hvilke objekter man skal rette kikkerten mot og deres plassering på himmelen sender man inn søknad for tildeling av tid enten i sommerhalvåret eller vinterhalvåret. En komite med medlemmer fra de fire deltagernasjonene møtes to ganger i året for å gjennomgå søknadene og tildele observasjonstid. Hittil har det vært fem ganger så mange søknader som det var mulig å tildele tid til. Med 80 prosent avslag sier det seg selv at konkurransen er meget hard. Har man sluppet gjennom nåløyet, vil man få meddelelse om hvilke netter (datoer) man kan disponere NOT til sitt prosjekt. Så starter jakten på reisepenger og bestilling av plass på hotell Residencia, boligkvarteret ved det internasjonale observatoriet på La Palma. Det drives av de spanske partnerne og er spesielt innrettet mot astronomers behov. Her sover man om dagen. Frokosten serveres når man selv velger å stå opp, ofte en time eller to etter den daglige varme lunchen som dagstaben inntar i spisesalen. Som regel er alle samlet til bespisning ihvertfall til middag klokken 18 og da diskuteres utsiktene til gode værforhold for natten. Astronomer er rare slik! Etter avsluttet måltid drar hver av gruppene til sine teleskoper. For de nordiske betyr det et par kilometers bilkjøring til vulkanens høyeste punkt der NOT befinner seg. Etter oppstarting av anlegget, nedkjøling av detektorer, kalibreringsopptak og kanskje en justeringsrunde blir det av og til tid til å gå utenfor og se solen gå ned i havet under seg eller forsvinne bak et bomullslignende skydekke noen hundre meter under fjelltoppen. Kort tid etter er det mørkt og teleskopet kan stilles mot det første objektet. En lang ferd mot natt er avsluttet.

De norske planene

Den planlagte norske virksomheten med NOT viser stor astronomisk bredde; fra små legemer i vårt eget solsystem, via forskjellige stjernetyper i vår egen galakse, til fjerne galakser og kvasarer. Noen undersøkelser benytter NOT samtidig med at observasjoner foretas fra satellitter i bane rundt jorden, andre benytter NOT som del av verdensomspennende nettverk av teleskoper for å sikre sammenhengende observasjonsserier uten avbrudd, og noen utnytter spesielle egenskaper ved NOT og dets analyseapparatur til unike observasjoner der NOT opererer alene.

Solsystemet

De kometene som av og til fanger offentlighetens interesse har korte omløpstider (noen år eller tiår) og blir lyssterke fordi banene tar dem inn i de indre deler av vårt solsystem. Deres opprinnelige baner er blitt sterkt endret gjennom gravitasjonell påvirkning fra Jupiter og de andre store planetene. Lyssvake kometers baner antas å ha unngått slik påvirkning og et studium av egenskapene til slike kometer og deres baner vil gi innsikt i kometenes opphav og er derfor knyttet til solsystemets kosmogoni. Observasjoner med NOT's CCD-kamera vil gi informasjon om kometenes lysstyrke og posisjon til forskjellige tidspunkter, målt i forhold til nærliggende stjerner. Kometenes baner i rommet vil derfor kunne beregnes.

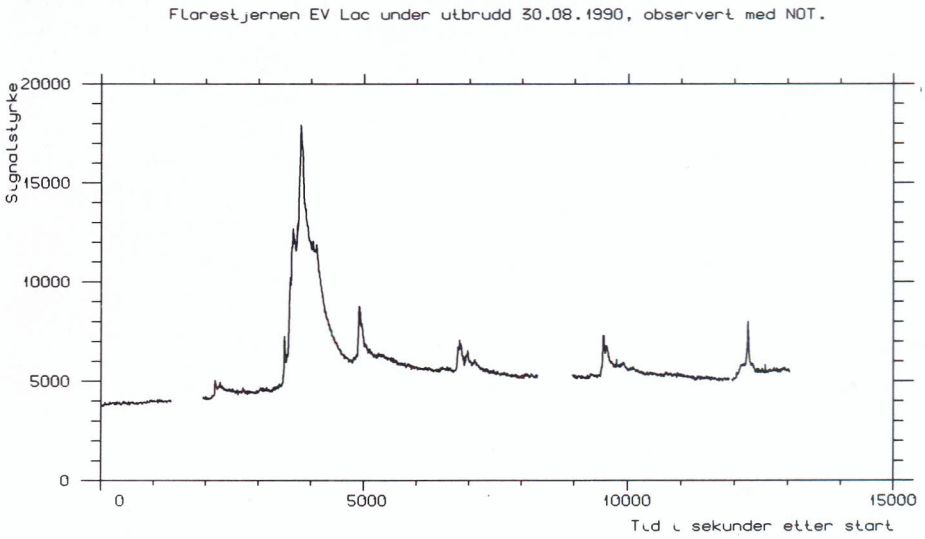


Fig.5. En serie utbrudd å flarestjernen EV Lac, observert med fotometer på Nordisk Otisk Teleskop. Med denne teknikken er også nye flarestjerner oppdaget fra La Palma.

Stjernefysikk

Mange stjernetyper i vår galakse er betydelig mer aktive enn vår nærmeste stjerne, sola. Eksplosive utladninger *(flares)* kan vare i timevis på unge T Tauri-stjerner og utviklede RS CVn-stjerner med utstråling opp mot 10^{37} erg, en million ganger større enn på sola. Fotosfæriske flekkområder dekker noen ganger opptil 30 prosent av overflaten til aktive dvergstjerner. Gigantiske protuberanser er påvist hos noen hurtigroterende eksemplarer.

Observasjonene viser at lokale magnetfeltstrukturer er årsaken til disse fenomenene. Stellare flares opptrer i mange former og dekker et energiintervall på mer enn 10 størrelsesordner, fra de nevnte superflares til de minste som kan detekteres med NOT på 10^{27} erg. Flare-egenskaper og sammenhengen med de fotosfæriske flekkene og *deres* utstrekning, livsløp og fysiske forhold er gjenstand for omfattende undersøkelser med NOT. Kartleggingen benytter både fotometriske og spektroskopiske metoder, og særlig *Doppler imaging* av spektraldata vil bli et kraftig verktøy på NOT i 90-årene. Direkte måling av lokale magnetfelter på kalde stjerner har gjennomgått en rivende metodeutvikling i USA de siste årene. Denne teknikken vil bli tilpasset og anvendt på NOT for å oppnå innsikt i magnetfeltets rolle for stjerneatmosfærenes struktur og i aktivitetsfenomenene. En stor del av den frigjorte energien i flares sendes ut i røntgenområdet og den ultraviolette delen av spektret. Slik stråling absorberes av jordens atmosfære og må derfor måles med instrumenter ombord i satellitter. En samkjøring av satellittinstrumenter og bakkeobservatorier er nødvendig for å dekke det elektromagnetiske spektrum fra røntgen til radio slik at kartlegging av stjerneatmosfærens utstråling i forskjellige høyder blir mulig. Multifrekvens observasjonskampanjer av flares med GINGA, ROSAT, IUE, NOT og VLA er derfor planlagt flere ganger i løpet av 1991. Spektrallinjer som dannes i den delen av en stjerneatmosfære der temperaturen øker utover, er bredere i lyssterke stjerner enn i svake. Dette ble påvist første gang for over 30 år siden, men ennå enes man ikke om hvorfor det er slik. Det kan være turbulens i gassen som forårsaker forbredning ved Dopplereffekt, eller fenomenet kan være knyttet til trykkeffekter i stjerneatmosfæren. Detaljstudier med en høyoppløsningsspektrograf på NOT er planlagt. Hvite dvergstjerner blir ustabile i visse utviklingsfaser. Lysstyrken varierer da periodisk med liten amplitude, og ofte på mange frekvenser samtidig. Lyskurveanalyse kombinert med stjernemodeller gir informasjon om tykkelse, sammensetning og temperatur i de transmitterende lag av stjernen. De nærliggende frekvensene og de små amplitudene gjør det påkrevet med lange sammenhengende observasjonsserier. Dette krever internasjonale nettverk av teleskoper som opptrer i rekkefølge og NOT har flere ganger deltatt i slike kampanjer. Noen hvite dverger eksisterer også i dobbelstjernesystemer med så liten avstand mellom stjernene at masse overføres fra den ene til den andre. De indre lagene av den massetapende stjernen vil etterhvert eksponeres. Materiale går i ventebane rundt mottagerstjernen før det til slutt faller ned på denne. Materialet strekkes ut i skiveform i ventefasen og det observeres lysvariasjoner som kan skyldes plasmaprosesser i denne skiven eller skjelvinger i mottagerstjernen.

Galakser og kvasarer

Vår oppfatning av hvordan hele universet er bygget opp er knyttet til hvordan galaksene fordeler seg i rommet. Slike studier har vært gjennomført i utvalgte retninger, men svarene er ofte sterkt påvirket av forvrengningseffekter som skyldes absorpsjon i vår egen galakse, manglende homogenitet i studiematerialet, stor usikkerhet i målte parametre, osv. Fra norsk side er det planer om å observere et spesielt utvalg av galakser der homogeniteten er særlig godt etterprøvd. En meget lysfølsom lavoppløsningsspektrograf vil bli benyttet, et instrument konstruert i et dansk-norsk samarbeid. Målingene skal gi estimater på galaksenes avstand, en nødvendig vektor for å bygge et tredimensjonalt bilde. Med det store an-

tall galakser og kvasarer vi dag kjenner til er det kanskje ikke overraskende at noen av dem tilfeldigvis befinner seg på samme synslinje sett fra jorden. Når en *nær* galakse ligger foran en *fjern* kvasar vil galaksens gravitasjonsfelt virke som en linse og avbøye lyset fra den bakenforliggende kvasaren. Resultatet er et dobbeltbilde eller flere komponenter. Lysvariasjoner i en eller flere av komponentene kan skyldes endringer i kvasaren selv eller det faktum at en stjerne i galaksen passerer over synslinjen. Slike effekter gir informasjon om egenskaper ved galaksen og kvasaren, og om Hubblekonstanten, som er knyttet til universets utvidelse og alder. Gravitasjonslinseeffekter kan også forårsakes av hele galaksehoper der bakgrunnsgalaksene avbildes som lange buer.

∞

Moderne fysikk i den høgare skolen

Kårmund Myklebost *

I august 1990 samlast lektorar frå skole og universitetsfolk på Ustaoset til eit seminar. Viktigast på denne samkoma var å drøfte dei mange sider av fysikkundervisninga i skolen. Eitt blant mange emne var "Moderne fysikk i skolen", og der snakka eg om kvantemekanikk og partikkelfysikk, om kva skolefysikken burde ha med av desse emna. I diskusjonen og i andre foredrag kom fram mange interessante synspunkt. Dermed har eg fått eit litt revidert synspunkt på korleis opplegget bør vera i desse to fagområda, og det har eg tenkt å summere opp i denne artikkelen. Rett nok er fagplanane for 2Fy og 3Fy nettopp reviderte, men det skadar ikkje å halde ein diskusjon varm for å få tenkt nøye igjennom i god tid før neste revisjon korleis vi ønskjer å leggje opp desse emna.

Kvantemekanikk

I diskusjonen på Ustaoset kom fram at mange såg på kvantemekanikk som uråd å undervise i skolen. Andre var meir positive, så eg dristar meg til å tru at emnet ikkje treng bannlysast fordi det er for vanskeleg. Men vi er nøydde til å stille spørsmålet: Er det nokon vits i å la eit såpass vrient emne som kvantemekanikk fortrenge andre emne i eit pensum med avgrensa total stoffmengde og undervisningstid?

Ein viktig grunn til at eg ønskjer meg kvantemekanikk i skolen, er at grunnfilosofien bryt så sterkt med klassisk fysikk som er basert på dei fenomena vi opplever i dagleglivet og som vi intuitivt forstår. No viser det seg at verda er annleis enn det vi trudde ut frå dagleg røynsle, før vi fekk kjennskap til dei små ting, og dette har vi plikt på oss til å fortelje elevane. For dette nye synet på verda som kvantemekanikken representerer, har revolusjonert dagleglivet vårt, har ført til tekniske nyvinningar som har snudd opp ned på kvardagen. Det er beint fram ikkje forsvarleg å sleppe elevane gjennom topputdanninga i fysikk i den vidaregåande skolen utan i det minste å fortelje dei at kvantemekanikken finst, skissere grunnfilosofien bak læra og peike på dei viktigaste tekniske framsteg som er direkte knytte til denne kunnskapen som vi har skaffa oss frå 20-åra og fram til i dag.

Kvantemekanisk teori er temmeleg formalistisk og er matematisk lite tilgjengeleg for elevane, vi kan just ikkje rekne med at dei skal løyse Schrödingerlikninga. Den viktigaste bodskapen til elevane er å fortelje dei at partiklar har bølgjenatur, og prøve å få fram kva konsekvensar dette får. Innfallsporten kjenner vi godt, han har plass i pensum frå før: fotoelektrisk effekt. Gjennom denne påviser vi partikkelnatur hos lys og legg alt til rette for å postulere ein analog bølgjenatur hos partiklar. Og deretter ville eg satse sterkt på bølgjer i den vidare omtalen av kvantemekanikken. Når bølgjepakken er innført, kan vi leie elevane med oss fram til Heisenbergprinsippet på forma $(\Delta x)(\Delta k) \approx 1$ (der k er bølgjetal).

Dermed er dette prinsippet avmystifisert, eit svært sentralt punkt i kvantemekanikken kjem inn på ein naturleg måte. Og dei mange konsekvensar av Heisenbergprinsippet vil nok elevane ha glede avå høyre om.

Vidare burde elevane kunna forstå at partikkelbølgja blir dempa mot null innover bak ein potensialvegg i staden for å bli null ved kanten av veggen. Dermed ligg vegen open for å presentere tunneleffekt med alle dei artige effektar den fører til, t.d. i faststoffysikk og elektronikk.

Med dette har vi dekt eit minimum. Vi har fortalt elevane om ein fysisk røyndom utafor den vanlege sanseverda vår. Vi har til og med starta ein mogningsprosess som skal venje framtidige fysikkstudentar til ein ny tankegang.

Men vi kunne gå eit lite steg vidare. Personleg kunne eg tenkje meg å stille opp Schrödingerlikninga på den enkle forma

$$[E]\psi = E\psi$$

der $[E]$ er operatoren svarande til total energi. Dermed oppnår vi tre ting. Vi får fortalt korleis vi skal få tak i bølgjefunksjonen til ein partikkel, vi får presentert operatorar og eigenverdiproblem, og endeleg får vi forklart korleis bølgjenaturen til partikkelen fører til kvantisering av energien hans. På Ustaoset lo enkelte av ein slik tankegang, andre sa fy, men eg trur stadig at elevane kan tåle å sjå ei eigenverdilikning. å fortelje kva $[E]$ står for, er vanskelegare, men kanskje heller ikkje umulig. å løyse likninga har eg ingen ambisjonar om aa gjera, ikkje eingong for dei enklaste potensial.

Eg vonar at nokon vil finne slike idear interessante nok til at dei set seg ned og lagar utkast til ein tekst langs desse tankebanene, og at ein slik tekst kan prøvast ut i skolen.

* Fysisk Institutt, Universitetet i Bergen

Partikkelfysikk

For det andre emnet eg tok opp på Ustaoset, partikkelfysikken, har eg og meiningar om kva som bør undervisast i skolen, og dei meiningane er meir detaljerte enn for kvantemekanikken, for i partikkelfysikk har eg laga skjelettet til ein læreboktekst.

Partikkelfysikken er komen inn i skolen med rette, for dette er den mest grunnleggjande av all fysikk. Ved å studere dei minste ting i naturen, elementærpartiklane, skaffar vi oss kunnskapar om grunnkreftene, og dermed vonar vi å forstå betre også dei andre greinene av fysikken.

No meiner eg at med grunnlag i den sterke utviklinga i dette fagfeltet dei siste 15-20 åra, bør vi presentere det på ein annan måte enn det som blir gjort i skolen i dag. Her blir brukt ei presentasjonsform som utvikla seg fram til 1970 basert på kunnskapar vi hadde opp til da. Dei nye ting vi har funne ut etter den tid, gjer at denne forma ikkje lenger eignar seg. Eg har derfor laga meg eit undervisningsopplegg eg brukar både for partikkelfysikken i 20-gruppa i fysikk og i innføringskurset til hovudfag i partikkelfysikk ved Universitetet i Bergen. Ei forenkla utgåve av dette opplegget kan greitt tilpassast 2Fy (eller 3Fy om emnet skulle gå tilbake dit). Ei slik tilpassing har eg alt prøvd å gjera.

La meg kort skissere kva for stoff eg tenkjer meg tatt med i skolen. Først vil eg presentere grunnkreftene i naturen, sterk, elektromagnetisk og svak kraft, pluss gravitasjonskrafta. Da vil eg basere meg på eit utvida ladningsomgrep, slik at berre partiklar med sterk ladning blir påverka av sterk kraft, berre dei med elektrisk ladning av elektromagnetisk kraft etc. Dermed får elevane klårare for seg at ei gitt kraft ikkje treng verke på alle slags partiklar, og dei skjønar betre den måten vi systematiserer partiklar på.

Eg vil fortelje om styrke og rekkjevidde av kreftene og kvar vi møter dei i naturen. Vidare vil eg innføre kraftformidlarar og sjå på kraftoverføring i tilknyting til Heisenbergprinsippet (ideelt bør kvantemekanikken koma før partikkelfysikken i pensum).

Tida er så inne for å presentere dei 18 kvarkane og dele dei inn i grupper på tre og seks. Formidlarane av den sterke krafta, limpartiklane (gluona) må innførast, og vi bør ta litt med om eigenskapane til desse nye partiklane, kvarkar og limpartiklar. Etterpå innfører vi omgrepet antipartikkel og ser på korleis vi lagar oss baryon og meson, som altså

blir dei kvarksystema som finst som partiklar vi kan observere i naturen.

Deretter hentar vi fram leptona og formidlarane av den svake krafta og snakkar litt om eigenskapane deira.

Levetid er eit viktig omgrep og gir oss høve til å snakke om konserveringslover og om sterkt, elektromagnetisk og svakt sundfall. Her høver det å presentere enkeltpartiklar, myon, pi- og K-meson etc., men dette må gjerast med måte.

Endeleg vil eg nemne sameininga av elektromagnetisk og svak kraft til ei felles elektrosvak kraft og seie litt om kva konsekvensar dette får.

Kor mykje som skal leggjast inn om akseleratorar og detektorar, er ei smaksak, men litt bør det vera. Her kan vi dra inn Heiseberprinsippet for å skjøne kvifor vi må bruke høgenergipartiklar når vi skal studere små avstandar. Vi kan snakke om kolliderande strålar, om lineærakseleratorar og synkrotronar og om CERN som det store akseleratorsenteret i Europa. På detektorsida bør i alle fall trådkammer, Tsjerenkovteljar og kalorimeter vera med.

Heilt til sist vil eg nemne at med dette opplegget kan kjernefysikken med fordel koma etter partikkelfysikken i pensum når han blir tilpassa dei omgrepa som her blir innførde.

Dei som ønskjer å sjå nærare i detalj på korleis eg tenkjer meg opplegget, kan skrive til meg og få tilsend anten ein tekst tiltenkt elevane eller den teksten eg brukar til 20-gruppa i fysikk ved Universitetet i Bergen.

∞

Material i solceller

Emil J. Samuelsen *

Foto-voltaisk effekt kallar ein det at ein kan omgjere lys- energi til ei elektrisk spenning. Effekten er gamal og velkjend. Han er omtalt av E. Becquerel alt i 1839, og ei betydeleg fotoelektrisk spenning med selen, Se, vart påvist i 1877 av W. G. Adams og R. E. Day.

Fram til byrjinga av 1950-åra vart effekten snautt nytta til anna enn lysmålingsinstrument, for energi-utbyttet var lite. Situasjonen endra seg i 1954 då amerikanske forskarar med D. M. Chapin

*Institutt for Fysikk, NTH

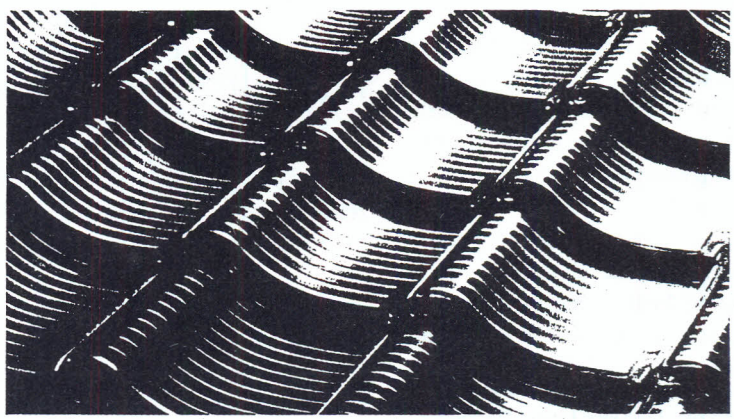


Fig.1. Japanske takstein med solceller av amorft silisium (ref.2)

i brodden påviste foto-voltaisk utbytte opptil 6%. Dette var ved inngangen til romfartsalderen, med behov for effektivare celler for å kunne utnytte sol-energi for kommunikasjon og styring for satelittar.

Dei sentrale elementa i foto-voltaiske celler er p-n-halvleiar- kontaktar. Når dei blir belyste av lys med tilstrekkeleg høg kvante-energi, blir det danna par av elektron (n) og positive "hol" (p), som fører til ei elektromotorisk spenning mellom p-delen og n-delen av kontakten. I ein ytre krets mellom dei to halvdelane kan ein så utnytte den elektriske spenninga.

Silisium, Si, spelar ei sentral rolle som våre dagars høgteknologi-materiale nummer ein. (Det norske namnet på grunnstoffet Si er altså "silisium", ikkje "silicon", som det heiter på engelsk. Norsk "silikon" er noko heilt anna.) Moderne elektronikk baserer seg som kjent på Si, framstilt super-reint og i form av einkrystallar. Kutting og doping skjer i kontrollerte former i etterfølgjande prosessar.

Solceller av einkrystallisk, Si av elektronikk-typen vart framstilte kring 1960. Dei kom gjerne i form av millimetertjukke, runde skiver med diameter 5-10 centimeter. Energiutbyttet eller effektiviteten var rundt 10%, slettes ikkje verst. Spenninga ut var mindre enn ein volt. Utover sekstitallet vart desse cellene mest brukte i romfart, der prisen på energien var utan betydning.

Oljekrisa i 1973 førde til stor innsats i mange retningar for å framskaffe energikjelder som kunne bli "alternative" til olja, og som kunne konkurrere i pris, og forskingsarbeidet på solceller vart intensivert i USA, Japan og Europa. Snart kunne ein rapportere om utbytte på 14%, men prisen var avskrekkande høg: over 1000 kroner per watt maksimunsyting! Endå verre var det vel at energikostnadene var for store: Det ville ta årevis for ei solcelle av elektronikk-Si å fange inn den energien som sjølve celleframstillinga hadde kosta. Verdas energiforsyningsproblem kunne ikkje løysast med sol-celler av så luksuriøst materiale. Groing av ein- krystallinsk Si-stavar frå smelte er for energikrevande.

Er der andre materiale eller materialformer ein kan bruke? I USA gjekk ein i 1974 igang med å undersøke systematisk over 100 aktuelle halvleiande materiale. Den opprinnelege lista omfatta sjølvsagt velkjende halvleiarar som silisium, Si, germanium, Ge, galliumarsenid, GaAs, indium-antimonid, InSb og andre "trefem"-halvleiartar (etter kolonne-nummer i det periodiske systemet), cadmium-sulfid, CdS, silisiumkarbid, SiC, pluss ei mengd mindre kjende kandidatar. Krava til kandidatane var mange: energiutbytte, pris, tilgang, kjemisk stabilitet under sol og ver, formingsevne, toksisitet. Berre eit ti-talls kandidatar gjekk til finalen. Av dei var CdS og CdTe for dyre, og var heller ikkje langtids-stabile nok. Koppar-indium-diselenid $CuInSe_2$ er framleis i dag interessant. Det gjeld i høg grad også GaAs, jamvel om han er dyr og treng spesialløysingar, som eg skal komme inn på om litt.

Men hovudkandidaten og sigerherren ein stod tilbake med etter alt dette var silisium! Men ein måtte ty til Si i ei meir primitiv form enn elektronikkvaliteten. Utviklinga av Si-celler har følgd to ulike vegar: (1) Amorft eller polykrystallisk Si i tynne sjikt (sjå fig.1), eller (2) plater kutta ut av grovkrystallinsk Si utstøypt i barrar.

(1) Mikrometertynne amorfe sjikt av Si har ein laga sidan 1969. Dei blir gjerne deponerte på høvelege underlag frå dekomponering av gassformige SiH_4 eller $SiHCl_3$. RCA rapporterte 5% utbytte i 1976. I 1982 figurerte tall på 10% i laboratoriet, men når løysingane skulle industrialiserast, vart talla fort halvert: 4-5% for komersielle celler i 1984.

Meir raffinerte løysingar vart utvikla etter kvart. Ein kombinerer amorfe Si-sjikt med overlagra sjikt av Ge og Sn, slik at dei ulike materiala kan plukke ut kvar sin del av solspektret. Slike løysingar gav 13% i laboratorieforsøk i 1987. Dei nyaste talla eg har for amorf-Si-baserte celler er 15.6% frå 1989. Det galdt små celler (1 cm^2), der ein kombinerer med $CuInSe_2$. Desse cellene er utan tvil lovande, med dei er dyre, og det er enno idag uklart om dei har noka framtid for storskalabruk i kraftverk.

(2) Per i dag ser det ut som Si-celler frå grovkrystallinske barrar er mest lovande, og dei fleste hytte-solceller er av dette slaget. Utbyttet ligg på 10 til 12%. Dei første barrane ein laga var runde, med diameter 5 - 8 cm, som ein kutta 0.5 mm tjukke skiver av. Seinare lærde ein seg å forbetre dei noko ved sonereinsing, og no er barrane gjerne rektangulære, slike at skivene av dei kan utnytte cellepaneloverflata betre. Ein har også utvikla metodar for å utnytte materialet betre ved at skivene er tynnare, mindre enn 0.2 mm er vanleg no. Det er venta at ein skal kunne oppnå utbytte opp mot 20%. Produksjonen av denne typen celler er betydeleg:oppmot 50 000 kvadratmeter cellearеal per år. Dessverre er kvadratmeterprisen i tusenkronersområdet. Investeringane i form av energi-innputt er ikkje lett å bestemme, men ein kan grovt anslå dei til å ligge på 15 – 30 kWh per watt utbytte.

Etter Si er GaAs høgteknologiens vedundermateriale nummer to, og i solcellesamanheng har GaAs spela ei viss rolle sidan 1973. Med GaAs kan ein få mykje høgre utbytte, men prisen er også mykje høgre. For at GaAs-celler skal kunne svare seg, må ein fokusere sollyset på dei. Ulempene med dette er sjølvsagt betydelege, for cellene må styrast etter sola, og dei kan ikkje utnytte lyset i overskya ver. Dessutan må cellene ha kjøling. Men alt i 1978 vart utbytte på over 20% rapportert. I kombinasjon med Si hadde ein i 1988 GaAs-baserte celler med utbytte på 31%, og frå 1989 er nye forbetringar gjorde som har gitt utbytte på opptil 37%.

Dette er fine tall, men desse cellene er kompliserte å lage og å drive, og det er langt frå sikkert at dei kan løyse energiproblema i stor skala. Per i dag er Si-cellene mest lovande. Fordelen med dei er jo dette at ingen kompliserande leamikk er nødvendig. Cellene kan stå der i ro og mak og tappe energi så og seie utan slitasje og vedlikehald. Alt som trengst er at dei vert haldne reine på overflata. Si-cellene ville representere dei ideelle energileverandørane, berre prisen, både i pengar og i energi, kunne gjerast akseptabel. Dette står att å finne ut.

Det hører med i det fulle energibildet at jamvel med ei økonomisk og energetisk lønsam solcelleløysing er ikkje alle sorger sløkte: Det skortar framleis på måtar å lagre energien på. Dei elektriske batteria vi kjenner idag er ikkje gode nok, ved at tapa er for store ved opplading og uttapping. Meir innsats, meir forsking, nye materiale trengst for dette feltet!

Nøkkeltall for global fotovoltaisk energi i 1991:

Energiproduksjon	53 MW
Årleg vekst:	20-30%
Årleg omsetnad:	3 milliardar kr.

Bruk:

100 millionar lommekalkulatorar
75 000 kommunikasjons-system
30 000 hus-forsyningar
3 000 pumpestasjonar
1 200 kjøleanlegg

Kraftstasjonar på 20 kW til 8 MW

Carissa Plains, USA (8 MW)
Lugo, USA (1 MW)
Saijo, Japan (1 MW)
Korbern, Tyskland (340 kW)
Delphes, Hellas (300 kW)
Paomia, Korsika (44 kW)
Kaw, Guyiana (35 kW)

Referansar

1. M. Claverie og B. Dessus *L'Electricite solaire* La Recherche **224** (1990) 1016

2. Y. Hamakawa *Photovoltaic Power* Scientific American **256 no.4** (1987) 76

∞

Trim i FFV

FFVT 3/91

a) "Dazzle mine eyes, or do I see three suns?" utbryter Edward i Shakespeares *Henry VI* en tidlig morgen. Leseren har kanskje også sett to "bisoler" 22° til side for en lav sol; de skyldes tilstedeværelse av is (brytningsindeks 1.31) i atmosfæren. Hvorfor 22°?

b) Til sin store forbauselse fant A/S Planetboring ved alle boringer på planeten P at den lokale tyngdens akselerasjon *økte* jo dypere de målte i borehullene. Hvilken konklusjon trekker du av dette?

Løsning FFVT 2/91

Oppgaven var å beregne det midlere antall biler som *ikke* kjører i kø når 13 biler som starter i tilfeldig rekkefølge kjører uten å kunne passere hverandre. Bilene kjører med forskjellige konstante hastigheter når det ikke er kø.

La det, mer generelt, være N biler, og kall det midlere antall biler som ikke kjører i kø for $A(N)$. Vi skal finne $A(13)$. For å bestemme $A(N)$ tenker vi oss først den raskeste bilen fjernet. Antallet av de resterende biler som blir kjørende alene er i middel $A(N-1)$, og la oss beregne den forventede endring i dette antallet ved at den raskeste bilen adderes. Den kan være tilstede i N mulige posisjoner relativt de andre bilene, hver posisjon med samme sannsynlighet $1/N$. Hvis den er plassert forrest øker naturligvis antall alenekjørende med 1, hvis den plasseres like *bak* en av de $A(N-1)$ alenekjørende bilene vil antallet reduseres med 1, og plassering i andre posisjoner vil ikke gi endring i antall alenekjørende. Altså:

$$A(N)-A(N-1) = 1/N - A(N-1)/N,$$

som kan skrives

$$N[A(N)-1] = (N-1)[A(N-1)-1].$$

Vi ser at hvis $A(N-1) = 1$, så blir $A(N) = 1$. Og da naturligvis $A(1) = 1$, er samtlige $A(N) = 1$. I middel vil altså bare *en eneste* bil unngå køproblemene!

Et så enkelt svar skulle kanskje tilsi at det finnes en åha-løsning som er enda enklere enn ovenstående? Hva sier leserne?

∞

Bokkronikk

Mark Walker: " German National Socialism and the quest for nuclear power 1939-1949". Cambridge University Press, Cambridge 1989.

1. Uran-prosjektet

Beretningen om nasjonalsosialismen og arbeidet med kjernekraftproblemet i perioden 1939-1949 åpenbarer for oss et uhyre komplisert og til tider dramatisk hendelsesforløp. Mark Walker er en amerikansk vitenskapshistoriker som har tatt opp til behandling dette emnet i stor bredde. Resultatet er blitt en bok som er både fengslende og informativ. Men enkelte synspunkter i boken og i senere supplerende artikler av forfatteren[1] har vist seg å være kontroversielle for noen lesere[2].

Under den annen verdenskrig var det vesentlig fire nasjoner som utførte arbeidet med utvikling av kjernereaktorer og atombomber: Canada, Storbritannia, Tyskland og USA. Også landflyktige franske forskere ydet viktige bidrag. Mange bøker er blitt skrevet om dette emnet; en fullstendig liste kan ikke gis innenfor rammen av denne redegjørelse[3–5].

Mark Walkers bok er et resultat av grundige studier av arkivmateriale, tilgjengelige publikasjoner og samtaler med gjenlevende deltagere i dramaet. Bare en del av boken er direkte viet det rent tekniske ved det tyske "Uranprosjektet". Dette er i og for seg ikke så merkelig. Walkers undersøkelser viser nemlig at den tyske innsats var meget liten sammenlignet med den tilsvarende allierte. Riktignok deltok fremragende forskere som Otto Hahn, Werner Heisenberg og Carl Friedrich von Weizsäcker. Men det totale antall forskere og sivilingeniører oversteg i antall aldri 70.

Uran-prosjektet fikk altså forbausende nok aldri høyeste prioritet. Til omkring slutten av 1941 mente man på tysk side at krigen praktisk talt var vunnet. En teknisk utvikling av kjernekraften både til fredelige formål og til fremstilling av atombomber kunne derfor vente til efter krigen.

I februar 1942 ble det i Berlin holdt en tre dagers konferanse om kjernekraftforskning i regi av hærens våpentekniske kontor (Heereswaffenamt). Ledende vitenskapsmenn som Walther Bothe, Hahn og Heisenberg var til stede og bidrog med foredrag. Blant annet av Heisenbergs redegjørelse fremgikk det at energiproduserende "uranmaskiner" hadde store militære og økonomiske muligheter. Foredragene gjorde et positivt inntrykk på medlemmene av det tyske riksforskningsråd og dessuten på rustningsminister Albert Speer som gjerne ville øke den økonomiske støtte til kjerneforskningen[6]. Imidlertid ble ansvaret for Uran-prosjektet overført fra hæren til Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, stiftelsen som i dag bærer Max Plancks navn. De tre hovedlinjene for det fortsatte arbeide skulle være å planlegge og konstruere en uranreaktor, produksjon av tungtvann og forsøk med anrikning av uranisotopen U-235.

Man må i dag ikke glemme at kjennskapet til kjernekraftens militære muligheter virkelig nådde frem til de innerste sirkler av den nasjonalsosialistiske ledelse. Under datoen 21. mars 1942, altså mindre enn n måned efter Heisen-

bergs omtalte forelesning, skriver propagandaminister Joseph Goebbels i sin dagbok[7] at han har mottatt rapport om de siste resultatene innen tysk vitenskap. Han fortsetter: "Forskningen på atomspaltningens område er nå kommet så langt at resultatene kanskje kan bli tatt i bruk i løpet av denne krigen. Den minste partikkel energi kan volde en så veldig ødeleggelse at en ikke kan annet enn grue seg for denne krigen, hvis den fremdeles skulle vare lenge, og for neste krig. Den moderne teknikken gir menneskene ufattelige ødeleggelsesmidler i hende. Tysk vitenskap står nå på høyden, og det er også nødvendig at vi er de første på dette området; for den som innfører noe revolusjonært nytt i denne krigen, har desto større mulighet til å vinne den." Dette er skremmende lesning også i dag.

Det dokumenteres av Walker at man i begynnelsen av mars 1945 på tysk side var på randen av å få igang en kjedereaksjon. Man mente bare å trenge litt mere uran og litt mere tungtvann for å kunne forstørre uranmaskinen noe og dermed være istand til å holde kjedereaksjonen gående. Slik skulle det altså ikke gå.

Man kan spørre seg selv hva som var årsaken til at man på tysk side ikke klarte å nå sitt mål. Walkers bok er et meget viktig og dyptpløyende bidrag til denne diskusjonen. Men det definitive svar representerer den neppe. Det trenges fortsatt et enda bredere og minst like kritisk studium av både de vitenskapelige, de tekniske og organisatoriske sider ved Uran-prosjektet. Først da vil man kunne avgjøre om mangelen på suksess skyldtes vitenskapelige eller tekniske feilvurderinger, dårlig organisasjonsevne, mellommenneskelige forhold eller rett og slett knapphet på nødvendig materiale som uran og tungtvann. Det siste momentet er av spesiell interesse i vårt eget land.

Svaret vil sannsynligvis inneholde komponenter fra minst alle disse aspekter av et uhyre sammensatt problem og vil således ikke være entydig.

Bokens rent tekniske beskrivelser av Uran-prosjektet er nok interessante og gir god oversikt. Men de mest fascinerende kapitler er de hvor forfatteren tar for seg de tyske forskeres forhold til politiske og forskningsetiske problemstillinger, og dessuten disseksjonen av de myter som er oppstått rundt det tyske atomprosjektet.

2. Fysikk og politikk

Den nazistiske ideologi fant fruktbar grobunn under Weimarrepublikken i 1920 og -30 årene. Blant fysikere var det en del som støttet bevegelsen "deutsche Physik" som ble fremmet av Philipp Lenard og Johannes Stark. Disse avviste de grunnleggende idéene bak både kvantefysikken og relativitetsteorien og i særdeleshet innsatsen til Albert Einstein. Bevegelsen var antisemittisk og fikk efter Hitlers maktovertagelse i 1933 adskillig vind i seilene. I årene efter 1933 ble Heisenberg og andre tilhengere av moderne fysikk, altså utøverne av kvantefysikk og relativitetsteori, utsatt for politiske angrep fra tilhengerne av deutsche Physik. Således ble Heisenberg og andre fysikere i hovedorganet for Waffen SS, Das Schwarze Korps, anklaget for å være "weisse Juden", hvilket var en meget alvorlig sak på den tiden. Imidlertid var det innflytelsesrike kretser som kom fysikerne til hjelp. Pragmatikere innen anvendt fysikk forsto at dersom alle bidrag fra jødiske fysikere skulle fjernes fra fysikken, ville dette virke helt ødeleggende på utviklingen av den høyst nødvendige fysikkforskningen i Tyskland. Nølende anerkjente så de daværende makthavere (blant andre Heinrich Himmler, riksfører for SS) arbeidet med den moderne fysikk som en viktig del av den tyske krigsinnsats, mens deutsche Physik gradvis kom i miskreditt. Det må imidlertid sterkt understrekes at motstand mot deutsche Physik ikke var identisk med motstand mot naziregimet, slik det ofte ble hevdet i eftertid. Det var utelukkende en form for ideologisk kompromiss som ble inngått. Fysikerne fikk drive med sin moderne fysikk såsant ikke Einstein ble omtalt. De fikk opprettholde illusjonen om at deres virksomhet var "upolitisk". Spørsmålet om å ta stilling til det moralske og politiske ansvar deres yrke innebar, særlig i krigstid, kom overhode ikke opp til diskusjon. Resultatene av forskningen kom fortsatt et redselsregime til gode.

3. Tragedie i Danmark

Disse refleksjoner leder til tanker omkring Walkers drøftelse av den stadig omdebatterte samtalen mellom Niels Bohr og Werner Heisenberg i København i oktober 1941.

Tidlig denne høsten kom både Heisenberg og C.F. von Weizsäcker til Danmark for å delta i en konferanse i astrofysikk som ble holdt på Det tyske kulturinstitutt i København. Man kan straks forundre seg over at et tysk vitenskapelig møte ble holdt i det okkuperte Danmark.

Utenom dette interne tyske møtet arrangerte kulturinstituttet separate foredrag av henholdsvis Heisenberg og von Weizsäcker. Hit var danske fysikere invitert. Kanskje mente man fra tysk side at gamle vennskapsbånd her ville spille en rolle som lokkemat. Men fra dansk side ble disse foredragene totalt boykottet.[8]

Niels Bohr og Heisenberg møttes på tomannshånd. Det var innholdet av denne samtalen de senere ikke kunne bli enige om. De to har gitt ikke samsvarende utsagn om hva som ble sagt. Full klarhet på dette punkt vil vi sannsynligvis aldri få.

I motsetning til hva som er hevdet av enkelte forfattere[9]; er det åpenbart ikke riktig at Heisenberg på vegne av sitt lands fysikere fremkom med forslag om at fysikerne på begge sider i den 2. verdenskrig skulle slutte en overenskomst om ikke å utvikle kjernevåpen[10]. Myten om dette har vist seg seiglivet, slik som nylig påvist av Nicholas Kurti[11]. I en samtale efter krigen har Heisenberg selv innrømmet at et slikt forslag ville vært absurd under de gitte forhold med angiveri og terror[8]. Men et avgjørende punkt er at Bohr satt igjen med det inntrykk at de tyske myndigheter tilla arbeidet med atomenergi meget stor, ja muligens avgjørende betydning for krigens utgang[10]. Hertil kommer at Heisenberg i løpet av samtalen har oppfordret Bohr til å opprette kontakt med tyske myndigheter [12,13]. Det kan ikke forundre en at Bohr ut fra sin almenmenneskelige fordømmelse av nazismen og ut fra inderlig sorg over krigen som raste, kom dypt rystet tilbake fra denne ordvekslingen. Et varmt vennskap og en sjelden skapende menneskelig kontakt slo store sprekker efter denne hendelsen. Nok har partene gjensidig misforstått hverandre. Men det hører med i bildet at Heisenberg gjennom resten av krigen og i den første efterkrigstid overhodet ikke kunne forstå at Bohr måtte ta den skarpeste avstand fra denne tildragelsen i det okkuperte Danmark. Som det grunnleggende moralske og skikkelige menneske han var, måtte Heisenberg smertelig erkjenne sannheten i det Max Planck ved en tidligere anledning skal ha sagt til ham[14]: "I den grufulle situasjon hvor Tyskland nå befinner seg, kan ingen opptre helt anstendig." Dette setter tragedien i relieff.

4. Skisse av konklusjoner

La oss oppsummere med å si at Mark Walker har skrevet en usedvanlig lesverdig bok. Den vil være av stor interesse både for naturvitenskapsfolk, historikere og den normalt velorienterte leser.

Bokens formelle apparat med kildeanvisninger og opp lysende noter med henvisning til det aktuelle sidetall er spesielt rosverdig og anbefales brukt av andre forfattere i denne genre.

Er det mulig å gjengi bokens moral i noen få setninger? Kanskje på denne måten: Vitenskapsfolk er produkter av det samfunn de lever i. Stilt overfor ideologisk eller politisk press er de villige til å tøye seg langt, ofte for langt, for å oppnå det de oppfatter som profesjonell uavhengighet. Opportunisme kommer også med i spillet. Som et skremmebilde kan det uttrykkes i form av en spissformulering som også Walker gjør bruk av[15]: Vitenskapsfolk vil tjene en hvilken som helst herre. La formuleringen stå for hva den er verd. Walker mener selv at hans egne undersøkelser ikke avkrefter denne påstanden, en oppfatning som vanskelig lar seg neglisjere efter lesning av boken. Ennvidere: Nøkkelen til en forståelse av hvorfor kjernefysiske våpen ble skapt i USA og ikke i Tyskland under Hitler vil ligge i en fortsatt granskning av det kompliserte vekselspill mellom politikk, ideologi, økonomi og kultur, selvsagt sett i sammenheng med både naturvitenskap og teknologi. Enkle løsninger og myter duger ikke i denne sammenheng. Her er rikelig stoff for fremtidige analyser og debatter på tvers av de faglige grenser. Med henblikk på fremtiden trenger vi fortsatt å hente ny lærdom og ny innsikt fra slike diskusjoner.

Johannes M. Hansteen

∞

Supplerende litteratur

1. Mark Walker: Vierteljahrshefte für Zeitgeschichte, 38 (1990, 1); Mark Walker: Physics Today **43** (1990 52, January issue)
2. Se f.eks. tre kritiske leserbrev med tilsvar fra forfatteren i Physics Today **44** 1991, 13 (May issue).
3. H.D. Smyth: *Atomic Energy for Military Purposes* Government Printing Office, Washington DC, 1945. Reprinted by His Majesty's Stationary Office, London 1945.
4. Richard Rhodes: *The Making of the Atomic Bomb.* Simon and Schuster, New York 1986.
5. Margaret Gowing: *Britain and Atomic Energy 1939-1945.* Macmillan, London 1964.
6. Albert Speer: *Erindringer* Gyldendal Norsk Forlag, Oslo 1970 p. 203.
7. *Goebbels' Dagbok 1942 og 1943* H. Aschehoug & Co., Oslo **Vol. I** 1948, p. 149.
8. Stefan Rozental: *NB. Erindringer om Niels Bohr* Gyldendal, København 1985 p. 44-45.
9. Robert Jungk: *Brighter than a Thousand Suns.* Harcourt, New York 1958.
10. Aage Bohr: *The War Years and the Prospects Raised by the Atomic Weapons. In: Niels Bohr. His life and work as seen by his friends and colleagues. Ed. S. Rozental* North Holland, Amsterdam 1967, p. 191.
11. Nicolas Kurti: Physics World **3** 1990, p. 45 (November issue).
12. Carl Friedrich von Weizsäcker: *Bewusstseinswandel* Carl Hanser Verlag, München 1988 p. 377
13. E.L. Feinberg: privat meddelelse 1989.
14. Victor F. Weisskopf: *The Priviledge of Being a Physicist.* W.H. Freeman and Company, New York 1989 p. 170
15. Charles Coulston Gillispie: *Science and Policy in France at the End of the Old Regime* Princeton University Press, Princeton 1980.

Bokomtaler

Frank Close: Universets skjebne. Universitetsforlaget (1990) 239 s. kr 245.

"Alt skal gå til grunne på livets korte vei"

For mange dominerer dessverre vissheten om livets endelikt tilværelsen i en slik grad at de rett og slett lever for å dø. Freud lanserte begrepet dødsdrift for å klassifisere dette fenomenet. Fysikeren Frank Close har nå gitt ut en populærvitenskapelig bok hvor katastrofer og skjebne er de sentrale tema.

Men Close bryr seg ikke om å drøfte enkelt-individers tragiske livsutgang. I boken "Universet skjebne" tar han for seg både jord, sol, stjerner og hele universet.

Det er ikke uten grunn at denne boken er belønnet med en pris, for Close har et godt grep på dette å formidle. Overalt går han forsiktig til verks. Han gir leseren den nødvendige astronomiske bakgrunnskunnskap slik at han kan følge tankekjeden.

På den annen side mister han aldri målet av syne. Derfor nøyer han seg også med å gi nettopp den lærdom som er absolutt nødvendig.

Selv synes jeg best om den første delen av boken, som handler om muligheten for at vår egen planet kan bli truffet av en komet eller asteroide. Dette kan nemlig få sørgelige følger for menneskeheten. Vi kan rett og slett følge i kjempeøglenes fotefar.

Men Close understreker at med vår tids teknikk behøver vi ikke bli utslettet, bare vi er aktive.

Den siste halvdelen av boken er svært spekulativ. Fysikk teoriene som disse tankene tar sitt utgangspunkt i, er jo nokså usikre. I morgen blir de gjerne forkastet. Vi vet ikke om protonet er stabilt, eller om også disse partiklene vil forsvinne fra universet i det lange løp.

Ingen har sett den mørke materien som eventuelt vil snu utvidelsen av universet.

Men selv om spekulasjonene kanskje er ørkesløse, er de likevel både spennende og morsomme. Det er jo oppmuntrende at intelligens har mulighet for å eksistere, selv i et iskaldt univers der nærmest intet skjer.

Mange vil vel anse det som likegyldig om vi blir utslettet av en asteroide om fem millioner år, eller om vi skal vente fem milliarder til vi blir slukt av solen.

Klimaendringer, ozon-mangel og kjernevåpen har menneskeheten selv ansvaret for. Hvorfor skal en være redd for spøkelser på loftet, når fanden selv breier seg i stua?

Henning Knutsen

∞

Matiul H.Choudhury: "Electromagnetism". Ellis Horwood Series in Physics (1989). 640 s. Pris 810 kr.

En kan kanskje best karakterisere denne nye boka ved å si at den gir et alternativ til J.D. Jacksons velkjente "Classical Electrodynamics" - nivået ligger ett hakk lavere enn hos Jackson, og SI enhetene er tatt i bruk.

Stoffutvalget er stort sett det samme som hos Jackson: Kapitlene om elektrostatikk / konstante strømmer / magnetostatikk tar ganske stor plass, over 200 sider, som vel rimelig er, ettersom studentene trenger en relativt langsom progresjon for å bli fortrolig med en del nye matematiske metoder og Legendre- og Bessel-funksjoner. Også metoden med kompleks avbildning er behandlet, riktignok på en kortfattet måte. Så kommer standardframstilling av Maxwells ligninger for tidsavhengige felter i vakuum og i et dielektrisk medium, et ganske fyldig kapittel om bølgeledere, strålingsteori, og til slutt relativistisk elektrodynamikk. Under relativitetsteorien er det gjort bruk av reelt Minkowski - rom med metrisk signatur lik -2. Og det kan vel være vel og bra, all den tid at mesteparten av moderne kvantefeltteori formuleres med bruk av denne metrikk. Behandlingen av Noethers teorem, hvis man skal skjele til kvantemekanikken, er også et pluss.

Som konklusjon bør boka være verdt å vurdere i undervisningssammenheng, for studenter fra og med 3.årskurs på universitetsnivå. Trykkingen er utmerket, bruken av SI enheter er kjærkommen, og flere av utledningene er svært detaljerte, noe som er en lettelse for dem som bruker boka til selvstudium.

En del trykkfeil skjemmer imidlertid inntrykket. Til og med noe så sentralt som Maxwells ligninger er beheftet med trykkfeil (side 21). Feil gjengivelse av navn er irriterende og vitner om slurv: Earnshaws teorem er blitt til Earmshaws teorem, og Stokes' teorem er blitt til Stoke's teorem. (At Earnshaws teorem er behandlet er i og for seg selv prisverdig, all den tid at dette teoremet nylig har fått fornyet aktualitet i forbindelse med optiske "feller" i laserfysikken.) Prisen, 810 kr er jo drøy, faktisk omtrent 200 kr mer enn for Jacksons bok (2.utg. 1975) som er 200 sider tykkere!

Iver Brevik

∞

Dennis Overbye: Lonely hearts of the Cosmos. 438 sider. Harper Collins Publishers (1991) 25 dollar.

Kranglevorne kosmologer

I 1929 påviste Hubble at universet utvider seg. Desto lenger unna de fjerne stjernetåker er, desto raskere beveger de seg vekk fra oss. Allan R. Sandage tok opp arven fra Hubble, og han var lenge

"I'll tell you what's beyond the observable universe: lots and lots of *un*observable universe."

verdens mest betydningsfulle og lykkelige (?) astronom. Med 200-tommers teleskopet på Mount Palomar kunne han observere meget lyssvake galakser. Da kunne det være håp om å fastslå om sammenhengen mellom hastighet og avstand for de aller fjerneste objekter var direkte lineær, og i tilfelle avvik, hvor stort avviket var. For det astronomiske samfunn var Sandage profeten som steg ned fra berget med lovens tavler. Hans resultater kunne nemlig avgjøre om universet lukker seg inne i seg selv som en kuleflate eller om det er åpent som en sadelflate. En ville også få vite om universet vil utvide seg i all evighet eller om det i en fjern framtid vil ta til å trekke seg sammen.

Men i de siste 20 år har det hevet seg et rasende kor av kritiske røster som hevder at Sandage er en falsk profet. Han både gjetter, slurver og underslår sies det. Dennis Overbye har nå skrevet en meget underholdende oversikt over den dramatiske kamp som utfolder seg blant både teoretikere og observatører på kosmologiens arena.

Denne boka er svært forskjellig fra den store mengden av bøker som vil forklare alle de triumferende erobringene innenfor fysikken. For Overbys nøyer seg ikke med å legge fram de nye teoriene noenlunde lettfattelig. Han gjør nok det og, men han skildrer også vitenskapsfolkene som mennesker. Han har intervjuet de fleste av dem, og vi får kjenne karrieren til disse astrofysikkens og fysikkens guruer. Han skildrer deres håp, slit, skuffelser og strålende gjennombrudd.

Her møter vi den idérike Zwicky som påviste at vi ikke kjenner mesteparten av materien i universet. Her skildres kampen til den totalt invalide, men geniale Stephen Hawking. Her finner vi Schramm som bokstavelig talt ruver mer enn de fleste. Han kunne fortelle at tungtvann er avgjørende for universets skjebne. Her er Guth som med inflasjonsteorien med et slag forklarte hvorfor universet slett ikke var finstemt i fødselen. I samme slengen fortalte han hvorfor kosmos er likt overalt.

Overbye gir også et bilde av feiden mellom øst og vest. Zeldovich kunne støtte seg til russiske eksperimentaltfysikere som mente at nøytronet hadde masse. Da ville superhoper, galaksehoper og galakser være dannet ved at enorme flak av materiale delte seg opp i stadig mindre fragmenter. Men amerikaneren Peebles hevdet på sin side at utviklingen gikk motsatt vei. En tilfeldig økning i tettheten et sted ville tiltrekke seg mer materie. Dermed øker tettheten, og tiltrekningen blir enda større. Først utvikles da galakser, så galaksehoper og endelig superhoper.

Overbye har deltatt på mange av de viktigste konferansene. Her fra skildrer han den nervøse stemningen når disse gigantene tørner sammen. Her er det ikke de vise som i fred og fordragelighet legger fram sine overbevisende hemmeligheter. Her er det trassige folk som opptrer snerrende og sarkastisk, bevisst sin egen styrke. Salen er full av salte bemerkninger og såret æresfølelse.

Her opptrer de Vaucouleurs som mener hele avstandsskalaen til Sandage er feilaktig. Han mener at universet bare er halvparten så gammelt som det Sandage vil ha det til. Det dreier seg omtrent om en halv evighet. Her står Aaronson fram. Han mener at det er en pålitelig sammenheng mellom mengden av infrarød stråling fra en galakse og rotasjonsfarten til galaksen. Astronomene

blir sjokkerte når de får vite at universet har en struktur som nærmest minner om ølskum.

Jeg anbefaler denne intense stemningsrapporten på det varmeste. Men jeg fikk ikke fatt i om Sandage delte skjebne med profeten Moses. Han ble nektet adgang til de lovede land.

Henning Knutsen

∞

T. Morsing: "Astronomi på en annen måte". Teknisk Presse A.S., 1991, 140 sider, kr 180.

Velment, men usammenhengende om historisk og moderne astronomi

En dansk kjemiingeniør har nå publisert en bok med tittel "Astronomi på en annen måte". Det nye skal da bestå i å gi passende skisser av livet til seks av astronomiens pionerer. Deretter følger en kortfattet poengtering av noen viktige oppdagelser innenfor moderne astronomi.

Men ikke alt nytt er nødvendigvis godt nytt. Jeg tror nok ingeniør Mosing hadde stått seg på å sløyfe de siste 30 sider om resultater som vår egen tids astronomiske forskning har kommet fram til. Nå virker dette utvalget meget tilfeldig. Det tjener nærmest som en dårlig unnskyldning for å se på innsatsen til seks av astronomiens foregangsmenn.

Av og til er fremstillingen såpass overfladisk at den blir misvisende. Det er f.eks. unødvendig å anta at galaksene en gang var samlet i ett og samme punkt når en skal regne ut universets alder. Dette gjelder nemlig bare i lukkede universmodeller som krummer tilbake i seg selv. En kan også finne alderen for de åpne modeller som alltid har uendelig volum, selv i det fantastiske øyeblikk da rom, tid og materie oppsto.

Men biografi og vitenskapshistorie kan jo bli spennende saker. Men da må den som skriver virkelig kunne håndtere sin penn. Jeg savner rett og slett flyt i skildringen av livsforløpet til disse seks gamle mestere. Morsing har en underlig springende stil, som også er sørgelig kortfattet. Jeg ville gjerne fått vite mye mer om Ulugh Beg. For den egosentriske vestlige verden har han vel bare vært sønnesønn av den vantro despot Timur Lenk og bør derfor glemmes i sin grav.

De tre neste gigantene Tycho Brahe, Johannes Kepler og Galileo Galilei er intenst fremstilt av Arthur Koestler i den eminente biografen "The sleepwalkers". Denne boken som dessverre ikke finnes på norsk, glimrer med sitt fravær i litteraturlisten til Morsing. Selv kranglefanten Tycho Brahe blir her nokså fargeløs. Det forteller nå sitt om hans samtid og temperament at han stolt bar en kunstig nese av sølv etter at det opprinnelige snyteskaftet ble hakket av tjueåringen i en duell. Boken til Morsing hadde fått mer liv om han hadde med en slik historie.

Det er også ganske drøyt av forfatteren å bebreide Galilei at han ikke befatter seg spørsmålet "hvorfor" og ikke leter etter årsaker i naturen. Fysikk dreier seg nemlig om "hvordan". En søker å finne de mest grunnleggende og omfattende prinsipper som naturen virker etter. Disse "lovene" fremstilles da kompakt og presist som en modell med mate matikkens språk.

Men årsak og nødvendig virkning er det vår vanemessige tenkning som tillegger verden. Spørsmålet "hvorfor" er ingen berettiget til å svare på. Det er uvitenskapelig og kan trygt overlates til religionens overtro.

Norske gymnasiaster får her også anledning til å utvide sin kunnskap om Ole Rømer som fant lyshastigheten. Men Herschel som oppdaget planeten Uranus, representerer vel et nytt bekjentskap nå da den ypperlige astronomiboken til Truls Ringnes knapt er i bruk ved noe gymnas.

Det beste jeg kan si om denne boken, er at disse smakebitene nok kan gi mersmak. Den inspirerer til videre studium og har derfor eksistensberettigelse. Den er lettlest, og ethvert skolebibliotek fortjener sitt eksemplar.

Henning Knutsen

∞

I.S. Grant & W.R. Phillips: Electromagnetism. 2. utgave 1990. John Willey & Sons. Pris: 14.95 som paperback, 39.95 som innbundet.

The Manchester Physics Series er en samling lærebøker som tar sikte på studenter på undergraduate nivå i fysikk. Bøkene har fått stor internasjonal utbredelse og har utvilsomt vært en suksess. Opplegget kan benyttes samlet, som et hele, men bøkene kan meget vel også benyttes separat. En av årsakene til at bøkene er blitt så populære er nok at man har tatt lærdom av at mange lærebøker ellers har en tendens til å svulme opp. Især gjelder dette for 2. utgaver, med den følge at bøkene på grunn av sin store størrelse mister en del av sin bruksverdi i undervisningssammenheng. I Manchester-serien har man forsøkt å bibeholde et rimelig omgang såvel som fleksibilitet.

Grant-Phillips' bok virker meget gjennomarbeidet (selv om man nok strengt tatt bør ha benyttet boka i undervisningen i ett eller to semestre for å kunne uttale seg med tyngde på dette punkt). Boka er faktisk blitt adoptert av Open Unviersity som grunnbok i institusjonenes nye høynivå-kurs i elektromagnetisme, og det ingen dårlig attest. Framstillingen kapittelvis i boka er for øvrig ganske standard: elektrostatikk, dielektrika, stasjonære strømmer og magnetfelt, magnetiske ligninger, bølger, strålingsteori, spesiell relativitetsteori. SI enheter er benyttet. En del praktiske eksempler, oppdaterte figurer og et rikholdig utvalg av oppgaver er verdifullt. Man har søkt å ivareta at forskjellige lesergrupper kan ha forskjellige interesser; for eksempel kan vekselstrømsteorien behandles svært tidlig i kurset, noe som er gunstig for dem som i første rekke er interessert i laboratoriearbeid, eller man kan følge et mer tradisjonelt opplegg hvor grunnligningene kommer først.

Hvilket nivå vil boka passe for under norske forhold? Studentene bør beherske differensielle operatorer som div. grad. og curl. Det betyr at boka ikke passer for 1. årskurs ved høgskole eller universitet (iallfall ikke i sin helhet). Men fra og med 2. årskurs bør boka i alt vesentlig være brukbar. Boka er ganske praktisk, den er moderne, og er etter mitt skjønn temmelig god. Prisen, iallfall for paperbackutgaven, er rimelig.

Iver Brevik

∞

K.J. Knutsen: Formler og data i fysikk (med en engelsk-norsk ordliste). 6. utgave 1991, Tapir forlag, 208 sider. Pris: 150 kr.

Erfaringsmessig viser det seg at uansett hvilket trinn man befinner seg på i sin yrkeskarriere - hva enten man er student eller såkalt moden fysiker - er det behov for et lett tilgjengelig tabellverk/lite

leksikon som gir informasjon av en viss bredde. Knutsens "Formler og data" som nå er kommet i 6. utgave (førsteutgaven kom i 1973) har vist seg å fylle et slikt behov. Primært er vel boka ment å være en støttebok for studenter i 1. eller 2. årskurs ved høgskole eller universitet.

Hovedopplegget er det samme som i tidligere utgaver, ettersom man finner kapitler som dekker hovedpunktene innen mekanikk, svingninger/ bølger, varmelære, optikk, atom- og kjernefysikk, kvanteteori, elektrisitet/ magnetisme og elektronikk. Dessuten en kompakt oversikt over matematiske symboler og formler, en sammenstilling av elektriske, termiske og magnetiske egenskaper hos noen materialer, en oversikt over data for elementærpartikler, og en ganske omfattende tabell over isotoper.

Nytt stoff i denne utgaven er en ca. 20 siders engelsk-norsk fysikkordliste. Ordlisten bygger på forfatterens separatutgave (Tapir forlag) fra 1980, og er nyttig for studenter som skal gjøre seg kjent med engelskspråklig litteratur.

Trykkfeil/skrivefeil er det vanskelig å unngå i en bok av denne type. Så også her. Således står symbolet σ på øvre halvdel av s. 31 for Poissons tall, ikke for normalspenning. På s. 145 står symbolene Φ_E og Φ_B for elektrisk og magnetisk fluks, ikke for felt. På s. 171 er frekvensområdet for synlig lys falt ut.

Sånne skjønnhetsfeil til tross, boka er etter mitt skjønn meget nyttig å ha i sin bokhylle. Noe av det som jeg selv har hatt mest bruk for, er noe så tilsynelatende trivielt som omregningsfaktorene mellom størrelser i 7forskjellige målesystemer (s. 173-175). En må bruke litt tid på å gjøre seg kjent med boka. Layouten er bedre enn i de tidligere utgavene jeg har sett, og gjør det lettere å finne fram. Utvidelsen av stikkordregisteret virker i samme retning. Formatet er hendig, og innbindingen solid. Så det burde vel være et fornuftig opplegg av foreleserne ved høgskole/universitet på dette trinn å la boka være et tillatt hjelpemiddel ved eksamen? Så ville boka kunne gjøre nytte som hendig oppslagsbok for elevene senere i livet også.

Iver Brevik

∞

Hva skjer

Internasjonal konferanse i faste stoffers fysikk og teknologi

FFV har mottatt et brev fra The University Science Malaysia, der vi blir gjort oppmerksom på en konferanse i tiden 18 - 20 august 1992. For nærmere informasjon, kontakt redaksjonen.

NORDISK MØTE I KONDENSERTE FASERS FYSIKK OG KJEMI, DANMARK 1992

I tida 7. - 10. mai 1992 vil det bli holdt et nordisk symposium i deler av kondenserte fasers fysikk og kjemi i Danmark, nærmere bestemt ved Hotell Nyborg Strand, Nyborg. Det er faggruppene i de nordiske lands fysiske selskaper som står som arrangører. I første omgang har en samlet de nordiske konferansene om overflatefysikk, datasimulering og superledning slik at de løper parallelt på samme sted. Et fjerde emne, mesoskopisk fysikk, er også under vurdering. Vi synes dette er et positivt tiltak som vi bør støtte fullt ut, og vi oppfordrer alle som har anledning til å delta. Det er søkt om støtte fra Nordisk Råds fond for kultur og forskning til møtet. Vi vil ikke avlyse Rondablikkmøtet høsten 1992 av denne grunn.

NFS' faggruppe i kondenserte fasers fysikk

Nytt fra NFS

Nye medlemmer tatt opp på styremøtet 24. juni 1991:

Høgskolelektor Torbjørn Almaas
Høgskolesenteret i Rogaland
Postboks 2557
Ullaland
4004 Stavanger

Siv. Ing. Lars Nils Bakken
Institutt For Fysikk
7034 Trondheim-NTH

Student Are Haugan
Fysisk Institutt
Universitetet i Oslo
Boks 1048 Blindern
0316 Oslo 3

Student Ella Cathrine Platou
NHIK, Biofysisk Avd.
Montebello
0310 Oslo 3

Siv. Ing. Marit Elen Sigmond
Seatex A/S
Pirsenteret
7005 Trondheim

Nye medlemmer tatt opp på styremøtet 9. september 1991:

1.Amanuensis Catharina de Lange Davies
Institutt for Fysikk
NTH
7034 Trondheim-NTH

Stipendiat Hans-Jørg Fell
Institutt for Fysikk
NTH
7034 Trondheim-NTH

Dr. Xongiang Guo
Institutt for Fysikk
NTH
7034 Trondheim-NTH

Siv.Ing. Randi Holmestad
Institutt for Fysikk
NTH
7034 Trondheim-NTH

Siv.Ing. Katrin Nord-Værhaug
Institutt for Fysikk
NTH
7034 Trondheim-NTH

Mr. Yan Tang
Institutt for Fysikk
NTH
7034 Trondheim-NTH

∞

Årsmøtet 1991

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte onsdag 26. juni 1991 kl. 10.00 på Dragvoll, Universitetet i Trondheim. Presidenten, Thormod Henriksen ønsket velkommen til møtet. Referent Gerd Jarrett.

SAKLISTE

1. Godkjenning av innkalling og sakliste
2. Referat fra årsmøtet 1990 (se FFV Nr. 3 1990)
3. Årsmelding
4. Norsk Fysikkråd
5. Regnskap for NFS og FFV for 1990
6. Budsjett for 1991 og 1992 for NFS og FFV
7. Valg:
   a) Visepresident
   b) 1 styremedlem
   c) 2 varamedlemmer
   d) revisorer
   e) Valgkomité
8. Fysikermøtet 1992
9. Eventuelt

Pkt.1. Innkallingen og saklisten ble godkjent.

Pkt.2.
Referatet fra årsmøtet 1990 ble godkjent.

Pkt.3.
Årsmeldingen
var lagt ut som møtedokument, den vil også bli gjengitt i Fra Fysikkens Verden. Presidenten kommenterte en del av punktene i årsmeldingen. Det vanlige medlemstallet er økende, pr. idag 776, men antall kollektive medlemmer minker dessverre. Selskapets økonomi er bra. Fra Fysikkens Verden har også en bra økonomi nå. Det har vært diskutert om man skal forandre layout, f.eks. ved bruk av flere farver, men det ville øke utgiftene drastisk. Medlemmene ble igjen oppfordret til å skrive populærartikler til FFV.

Når det gjaldt faggruppene henviste presidenten til de utlagte årsrapportene, kopi av disse kan også fås ved henvendelse til sekretæren. 8 faggrupper og Nettverk for kvinner i fysikk har sendt inn årsrapporter. Rapporter mangler fra Akustikk, Datafysikk og målefysikk, Geofysikk og Ionosfærefysikk, Optikk og Plasma- og Gassutladningsfysikk. I 1990 støttet selskapet faggruppene med ialt kr. 70.816,-, vesentlig i form av reisestipend til hovedfags/dr.gradsstudenter.

Overfor European Physical Society legges det opp til en felles nordisk strategi. Hans Ryde som er nordisk representant til styret i EPS er nå valgt til sekretær. EPS har fremdeles økonomiske problemer, de forsøker å minske utgiftene ved å legge sekretariat til Ungarn for en tid. Et forslag om å forandre på kontingenten, slik at alle selskap betaler likt pr. medlem, diskuteres. Dette forslaget innebærer også at alle medlemmer i nasjonale selskap automatisk blir personlige medlemmer i EPS og mottakere av Europhysics News. Det vil gi EPS bedre økonomi og også mulighet til å gjøre Europhysics News til et ordentlig tidsskrift.

I tillegg til de to prisene vi allerede har gleden av å dele ut, IBM's Fysikkpris i kondenserte fasers fysikk, og Simrad Optronics pris i elektro-optikk, er det besluttet å opprette en Undervisningspris. Foreløpig er det satt av kr. 20.000,- til dette formålet. Målet er å komme opp i kr. 80- 100.000,-. Prisen er ment å gå til lærere i grunn- og videregående skoler, men statuttene er ennå ikke endelig utarbeidet.

Når det gjaldt Fysikkolympiaden fortalte presidenten av den i år foregår på Cuba og at det i den anledning er søkt om dobbelt så store bidrag fra NAVF og KUFD som tidligere. Han berømmet Ingerid Hiis Helstrup for hennes arbeid med fysikkolympiadene. I 1996 skal Norge arrangere Fysikkolympiaden, det vil kreve stor innsats, både økonomisk og personmessig.

Årsmeldingen ble godkjent.

Pkt.4. Det henvises til Årsmelding fra Norsk Fysikkråd.

Pkt.5.
Regnskapet fra NFS ble godkjent med et overskudd kr. 4.232,71 og en beholdning på kr. 439.360,13. Regnskapet for FFV ble godkjent med et overskudd på kr. 40.462,66 og en beholdning på kr. 178.093,00.

Pkt.6.
Det ble vedtatt å forhøye kontingenten med kr. 20,- til kr. 180,-fra 1. januar 1992, deretter ble det reviderte budsjettet for 1991 og budsjettet for 1992 vedtatt. Likedan ble budsjettene for 1991 og 1992 for FFV vedtatt.

Pkt.7.
T. Amundsen la frem valgkomitéens innstilling, og følgende ble valgt (fra 1.1.1992):

For 2 år:
a) Egil Leer, visepresident
b) Anne Grete Frodesen, styremedlem (ny)
Jacob Stamnes, varamedlem (ny)
Hallstein Høgåsen, varmedlem (gjenvalg)
For 1 år:
Revisor for NFS: Finn Tønnessen (gjenvalg)
Revisor for FFV: Øivind Hauge (ny)
Vara-revisor: Bjørn Slagsvold (ny)

Henriksen takket valgkomitéen for arbeidet og foreslo gjenvalg på denne:

Valkomité:
Tore Amundsen, formann
Johannes M. Hansteen
Jan-Erik Solheim

Alle valgene var enstemmige.

Pkt.8.
T. Almaas fra Høgskolesenteret i Rogaland ønsket velkommen til Fysikermøte i Stavanger neste juni. Nøyaktig tidspunkt vil bli bestemt senere.

Pkt.9.
a) Presidenten opplyste at styret har besluttet å utnevne Eivind Osnes som æresmedlem for hans 11 år lange tjeneste som formann leder og president i selskapet. Siden Osnes for tiden befinner seg i USA vil overrekkelsen av diplom og gave finne sted ved en annen anledning.

b) Presidenten leste opp et brev fra en del fysikere ved Fysisk Institutt i Bergen som protesterte mot at språket i foredragene på Fysikermøtet i år bare skal være på skandinavisk. Bakgrunnen var at de hadde utenlandske stipendiater som de gjerne ville sendt til møtet. Bestemmelsen om språket på dette møtet var tatt av den lokale arrangementskomité. Henriksen refererte styrets mening som er at inviterte plenumsforedrag bør kunne holdes på engelsk hvis det er utenlandske gjester tilstede, ellers må folk få snakke som de vil.

c) Presidenten takket Johan Stadsnes for hans arbeid i styret gjennom flere år, han takket også sekretæren for hennes arbeid for selskapet.

Referent: Gerd Jarrett

∞

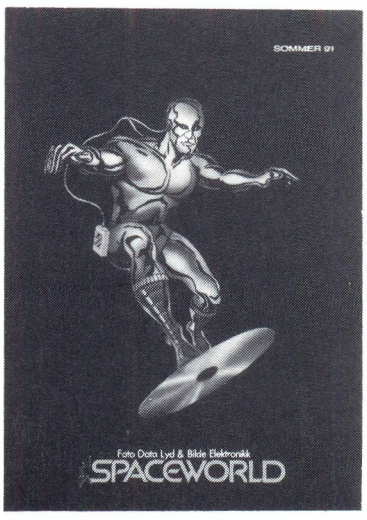
Det kan lønne seg på flere måter å finne ut hva vi duger til!

AVISER/ANNONSER

MUSIKKHEFTER

TIDSSKRIFTER

KATALOGER

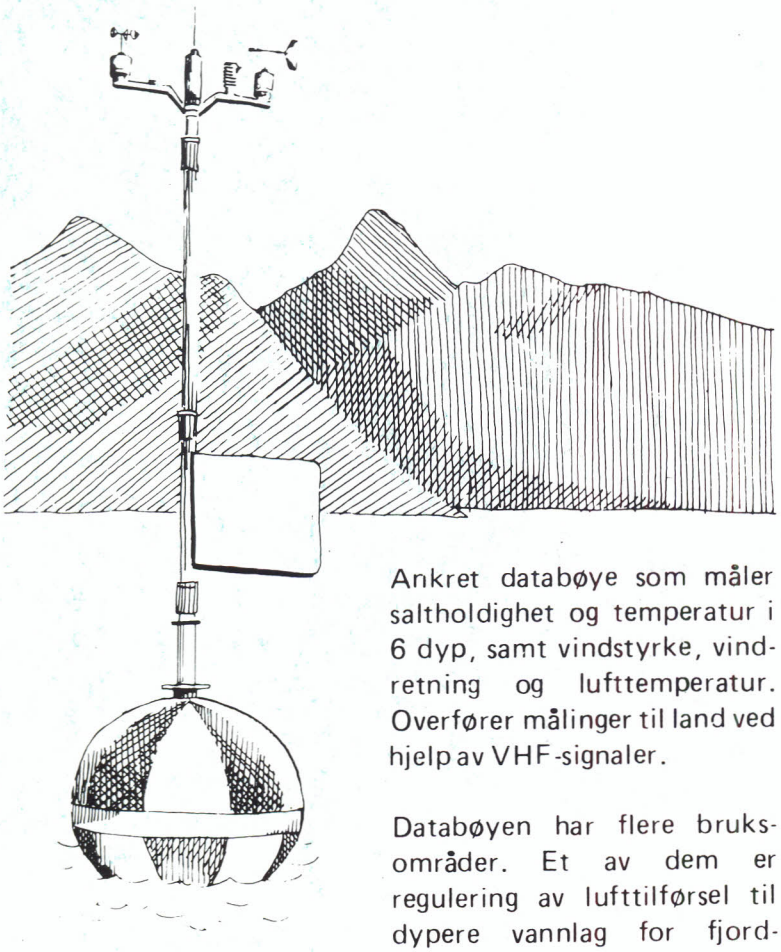


Vi tjener penger, men ikke mer enn at våre kunder bruker oss med glede.
Det er *nesten* gratis å be om pris. Spandér en krone eller to – ring (02) 72 40 25

OSLO SATS, REPRO & MONTASJE A/S

Brobekkvn. 104 B • 0583 Oslo • Telefon: (02) 72 40 25 • Telefax: (02) 64 26 63

FJORDOVERVÅKNING



Ankret databøye som måler saltholdighet og temperatur i 6 dyp, samt vindstyrke, vindretning og lufttemperatur. Overfører målinger til land ved hjelp av VHF-signaler.

Databøyen har flere bruksområder. Et av dem er regulering av lufttilførsel til dypere vannlag for fjordforbedring.

MADE BY

AANDERAA INSTRUMENTS

Fanaveien 13B
5050 Bergen, Norway
Tlf. (05) 13 25 00.Telex 40049

Norsk Fysisk Selskap

STYRE

President:
Professor Thormod Henriksen,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Visepresident:
Førsteamanuensis Johan Stadsnes,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

Styremedlemmer:
Førsteamanuensis Egil Leer,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.
Professor Haakon A. Olsen,
Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim/AVH.
Amanuensis Marianne Foss,
Institutt for Matematiske realfag, Universitetet i Tromsø.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett,
Fysikkavdelingen, Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.
Tlf.:(06) 80 60 75
Fax.:(06) 81 09 20
Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.09.58344.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Professor Øivin Holter,
Førsteamanuensis Finn Ingebretsen,
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo.

Redaksjonskomité:
Professor Noralv Bjørnå,
Institutt for matematiske realfag, Universitetet i Tromsø.
Professor Anne Grete Frodesen,
Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.
Lektor Ingerid Hiis Helstrup,
Langhaugen skole, Bergen.
Professor Per Chr. Hemmer,
Fysisk institutt, NTH, Universitetet i Trondheim.
Førsteamanuensis Egil Leer,
Astrofysisk institutt, Universitetet i Oslo

Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden,
Fysisk institutt,
Universitetet i Oslo,
Boks 1048 Blindern,
0316 Oslo 3.
Tlf.:(02) 85 64 28
Fax.:(02) 85 64 22
Email:
holter@master.uio.no
finni@master.uio.no

Fra Fysikkens Verden utkommer fire gang
årlig. Abonnement kan tegnes direkte fra e
spedisjonen. Årsabonnement kr. 90,-. St
denter og skoleelever kr.45,-. Løssalg k
30.- pr. nummer.

Postgirokonto: 0807 5 10 47 24
Bankgirokonto: 6094.05.40227